N. Morkisch, C. Dohle

BeST – Berliner Spiegeltherapieprotokoll

Ein wissenschaftlich evaluiertes Manual zur Durchführung der Spiegeltherapie

Hippocampus Verlag,
Bad Honnef 2015
broschiert, 56 S., zahlr. Abb.
€ 14,80; ISBN 978-3-955441-11-1

Seit der erstmaligen Anwendung des Therapieansatzes im Jahr 1995 durch Ramachandran bei Patienten mit Phantomschmerz hat sich die Spiegeltherapie stetig weiterentwickelt und erfreut sich einer steigenden Akzeptanz in der therapeutischen Praxis. Im Bereich der Rehabilitation nach Schlaganfall konnten durch fundierte Studien u. a. mit Hilfe bildgebender Verfahren die Wirkungsweise und Effizienz dieses Therapieverfahrens belegt werden.
Das **BeST – Berliner Spiegeltherapieprotokoll** wurde in der Median Klinik Berlin Kladow entwickelt und wissenschaftlich evaluiert. Neben einer genauen Anleitung zur Durchführung der Spiegeltherapie nach dem BeST enthält das Buch Dokumentationsbögen und Bildvorlagen, die als **Kopiervorlagen** genutzt werden können.
Eine standardisierte Durchführung und Dokumentation der Spiegeltherapie in der Praxis ermöglicht Transparenz in Bezug auf Qualität und Effektivität des Therapieverfahren. Gleichzeitig ist damit Kontinuität gegeben, die insbesondere für therapeutenübergreifende Arbeit von Bedeutung ist. Darüber hinaus bietet eine standardisierte Dokumentation die Möglichkeit, Therapieerfolge zu veranschaulichen, was insbesondere für Kostenträger eine wichtige Rolle spielt.

Mit Zusatzmaterial zum Download!

S2e-Leitlinie

Rehabilitation der Mobilität nach Schlaganfall (ReMoS)

ReMoS Arbeitsgruppe:
Ch. Dohle, R. Tholen, H. Wittenberg, S. Saal, J. Quintern, K. M. Stephan

LEITFRAGEN 355

PATHOPHYSIOLOGIE / INHALTLICHE EINFÜHRUNG 356

2.1 Epidemiologie und Schädigungsmuster 356

2.2 Stadieneinteilung nach Schlaganfall 356

METHODIK 358

3.1 Prinzipielles Vorgehen 358

3.2 Systematische Literatursuche 358
3.2.1 Suchstrategie 358
3.2.2 Durchführung der Literatursuche 359
3.2.3 Eingeschlossene Interventionen 359
3.2.4 Eingeschlossene Studien 359
3.2.5 Eingeschlossene Zielkriterien und Assessments 360
3.2.6 Zahl der eingeschlossenen Studien 362

3.3 Bewertung der Einzelarbeiten 363
3.3.1 Systematische Datenextraktion und Methodenbewertung 363
3.3.2 Einstufung nach Oxford 363

3.4 Zusammenfassung von Einzelarbeiten zu einer Fragestellung und Bewertung der Ausgangsqualität der Evdenz 364
3.4.1 Definition der Fragestellung 364
3.4.2 Evidenztabellen 364
3.4.3 Zusammenfassende Bewertung aller Quellen zu einer Fragestellung 364

3.5 Bewertung der finalen Qualität der Evidenz 365

3.6 Generierung der Empfehlung 365

3.7 Zusammenfassende Empfehlung für die unterschiedlichen Zielkriterien 366

3.8 Konsentierungsverfahren 366

4 INTERVENTIONEN 367

4.1 Konventionelles Gehtraining 367
H. Wittenberg

4.2 Gangtraining mit Hilfen 371
K.M. Stephan, H. Wittenberg, J. Quintern
4.2.1 Laufband bei subakuten Schlaganfallpatienten 371
4.2.2 Laufbandtraining bei chronischen Schlaganfallpatienten 377
4.2.3 Endeffektor basierte Geräte (z. B. Gangtrainer) 380
4.2.4 Exoskelett gestützte Geräte (z. B. Lokomat, Autoambulator) 385

4.3 Training zur Förderung von Kraft und Ausdauer 391
S. Saal
4.3.1 Ausdauertraining 391
4.3.2 Krafttraining 395
4.3.3 Kraft-Ausdauertraining 398
4.3.4 Ergometertraining 400

4.4 Spezifisches Balancetraining 403
H. Wittenberg, K.M. Stephan, R. Tholen

4.5 Sensorische Feedforward-Stimulation ohne Feedback (außer Elektrostimulation) 409
H. Wittenberg, K.M. Stephan, Ch. Dohle
4.5.1 Vibration 409
4.5.2 Thermische Stimulation 410
4.5.3 Akustische Stimulation (Feedforward) 411
4.5.4 Nadelakupunktur 412

4.6 Feedback, Virtual Reality 415
H. Wittenberg, K.M. Stephan, Ch. Dohle
4.6.1 Feedback/Reinforcement 415
4.6.2 Biofeedback 416
4.6.3 Virtuelle Realität 419

4.7 Kognitive Therapiestrategien 422
Ch. Dohle, R. Tholen, H. Wittenberg, K.M. Stephan
4.7.1 Mentales Training 422
4.7.2 Spiegeltherapie 423
4.7.3 Bewegungsbeobachtung 424
4.7.4 Dual-task-basierte Übungsprogramme 426
4.7.5 Neglect-Training 427

4.8 Übergreifende physiotherapeutische Behandlungskonzepte 428
R. Tholen
4.8.1 Bobath 428
4.8.2 Motor Relearning 430

4.9 Elektrostimulation 432
J. Quintern, Ch. Dohlen
4.9.1 Funktionelle Elektrostimulation (FES) mit Oberflächenelektroden während des Gehens 433
4.9.2 Elektrostimulation des Nervus peronaeus während des Gehens mit implantiertem System 437
4.9.3 Funktionelle elektrische Mehrkanalstimulation mit perkutanen Drahtelektroden 438
4.9.4 Funktionelle Elektrostimulation kombiniert mit elektromechanischem Gangtrainer 439
4.9.5 Zyklische neuromuskuläre Elektrostimulation (nicht während des Gehens) 441
4.9.6 Extern getriggerte neuromuskuläre Elektrostimulation (nicht während des Gehens) 442
4.9.7 Gemischte Elektrostimulations-Programme untere Extremitäten (auch während des Gehens) 443
4.9.8 Fahrradtraining (Cycling) mit Funktioneller Elektrostimulation (FES) 444
4.9.9 Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS), sensorische Stimulation (ohne Elektroakupunktur) 445
4.9.10 Elektroakupunktur und Elektrostimulation an Akupunkturpunkten 446

4.10 Hilfsmittel 450
R. Tholen
4.10.1 Orthesen 450
4.10.2 Andere Hilfsmittel 455

4.11 Zentrale Stimulation 458
K.M. Stephan
4.11.1 Repetitive Magnetstimulation (rTMS) 458
4.11.2 Transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS) 459

4.12 Medikamentöse Therapie 462
Ch. Dohle
4.12.1 Orale Medikamente 462
4.12.2 Botulinumtoxin 464
4.12.3 Andere Spastikbehandlung 467

4.13 Lagerungsschulung 469
R. Tholen

5 THERAPIEORGANISATION 470

5.1 Organisation der Therapieeinheiten 470
R. Tholen

5.1.1 Trainingsintensität, zusätzliche Physiotherapie 470
5.1.2 Trainingsorganisation 473
5.1.3 Zirkeltraining 474

5.2 Übergreifende Organisationskonzepte 476
R. Tholen

5.2.1 Early supported Discharge mit anschließender multidisziplinärer Rehabilitation im häuslichen Umfeld 476
5.2.2 Organisationskonzepte im häuslichen Umfeld 478

6 ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG ALLER INTERVENTIONEN 481

6.1 Gehfähigkeit 481

6.2 Gehgeschwindigkeit 482

6.3 Gehstrecke 483

6.4 Balance 484

6.5 Zusammenfassung 485

6.6 Ausblick 485

7 DANKSAGUNG 486

8 LITERATUR 487

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: PICO-Fragestellung 358
Tab. 2: PICO-Suchalgorithmus 359
Tab. 3: Zielkriterium Gehfähigkeit 360 f.
Tab. 4: Zielkriterium Gehgeschwindigkeit 361
Tab. 5: Zielkriterium Gehstrecke 361
Tab. 6: Zielkriterium Balance 361
Tab. 7: Qualität der Evidenz 365
Tab. 8: Empfehlungen 365
Tab. 9: Konventionelles Gangtraining 368
Tab. 10: Laufbandtraining (subakut) 372
Tab. 11: Laufbandtraining mit und ohne Gewichtsentlastung (subakut) 376
Tab. 12: Laufbandtraining (chronisch) 377
Tab. 13: Endeffektor-basierte Geräte (Gangtrainer) – subakut 380
Tab. 14: Endeffektor-basierte Geräte (Gangtrainer) – chronisch 381
Tab. 15: Exoskelett-gestützte Geräte – subakut 380
Tab. 16: Exoskelett-gestützte Geräte – chronisch 381
Tab. 17: Ausdauertraining 392
Tab. 18: Krafttraining 395
Tab. 19: Kraft-Ausdauertraining 398
Tab. 20: Ergometertraining 401
Tab. 21: Balancetraining 404
Tab. 22: Vibration 409
Tab. 23: Thermische Stimulation 410
Tab. 24: Akustische Stimulation (Feedforward) 411
Tab. 25: Nadelakupunktur 413
Tab. 26: Feedback / Reinforcement 415
Tab. 27: Feedback (Plattform) 416
Tab. 28: Akustisches Feedback 418
Tab. 29: Feedback (EMG-, Kraft-Feedback) 418
Tab. 30: Virtuelle Realität 420
Tab. 31: Mentales Training 422
Tab. 32: Spiegeltherapie 423
Tab. 33: Bewegungsbeobachtung 424
Tab. 34: Dual-Task 426
Tab. 35: Neglect 427
Tab. 36: Bobath 428
Tab. 37: Motor Relearning 431
Tab. 38: Gangtraining mit Stimulation des Nervus peronaeus 433
Tab. 39: Gangtraining mit schrittsynnchroner Stimulation von Flexoreflex-Afferenzen 435
Tab. 40: Gangtraining mit FES mit Mehrkanalsystemen 436
Tab. 41: Elektrostimulation des Nervus peronaeus während des Gehens mit implantiertem System 437
Tab. 42: Intervention Funktionelle elektrische Mehrkanalstimulation mit perkutanen Drahtelektroden 438
Tab. 43: Intervention Funktionelle Elektrostimulation kombiniert mit elektromechanischem Gangtrainer 439
Tab. 44: Zyklische neuromuskuläre Elektrostimulation (nicht während des Gehens) 441
Tab. 45: Extern getriggerte neuromuskuläre Elektrostimulation (nicht während des Gehens) 442
Tab. 46: Gemischte Elektrostimulations-Programme untere Extremitäten (auch während des Gehens) 443
Tab. 47: Fahrradtraining (Cycling) mit FES 444
Tab. 48: Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS), sensorische Stimulation, Elektroakupunktur 445
Tab. 49: Elektroakupunktur und Elektrostimulation an Akupunkturpunkten 204
Tab. 50: Sprunggelenksorthesen 450
Tab. 51: Orthesen mit Elektrostimulation 453
Tab. 52: Orthopädischer Schuh 455
Tab. 53: Andere Hilfsmittel 456
Tab. 54: Repetitive Magnetstimulation 458
Tab. 55: Transkranielle Gleichstromstimulation 459
Tab. 56: Medikamente 463
Tab. 57: Botulinumtoxin 465
Tab. 58: Begleitende Massnahmen zu Injektionen von Botulinumtoxin 466
Tab. 59: Thermokoangulation 468
Tab. 60: Lagerung 469
Tab. 61: Trainingsintensität, zusätzliche Physiotherapie 471
Tab. 62: Trainingsorganisation 473
Tab. 63: Zirkeltraining 474
Tab. 64: Early Supported Discharge 477
Tab. 65: Organisationskonzepte im häuslichen Umfeld 478
Tab. 66: Erlangung der Gehfähigkeit bei nicht gehfähigen Patienten 481
Tab. 67: Verbesserung der Gehfähigkeit bei (eingeschränkt) gehfähigen Patienten 481
Tab. 68: Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei (eingeschränkt) gehfähigen Patienten 482
Tab. 69: Verbesserung der Gehstrecke bei (eingeschränkt) gehfähigen Patienten 483
Tab. 70: Verbesserung der Balance (statisch, dynamisch, Stürze) 484

NEUROLOGIE & REHABILITATION

Neuroprotektion | Neuroplastizität | Neurologische Langzeittherapie

Organ der

DGNR | Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation
DGNKN | Deutschen Gesellschaft für Neurotraumatologie und Klinische Neurorehabilitation
OEGNR | Österreichischen Gesellschaft für Neurorehabilitation
SGNR | Schweizerischen Gesellschaft für Neurorehabilitation

Herausgeber
Ch. Dettmers, Konstanz
P. W. Schönle, Bad Oeynhausen
C. Weiller, Freiburg

Herausgeber ex officio
C. Wallesch (DGNR), Elzach
M. Jöbges, (DGNKN), Bernau
W. Oder (OEGNR), Wien
Ch. Kaetterer (SNRG), Basel

Rubrikherausgeber
Interdisziplinäre Neurorehabilitation: P. Frommelt, Berlin
Bildgebung: F. Hamzei, Bad Klosterlausnitz
Internationale Kontakte: V. Hömberg, Bad Wimpfen
Neuropsychologie: H. Hildebrandt, Oldenburg
Klinische Studien: T. Platz, Greifswald
Pathophysiologie und Restaurative Neurologie: K. M. Stephan, Meerbusch
Rehamanagement, Nachsorge, Langzeitrehabilitation: W. Schupp, Herzogenaurach

Gründungsherausgeber
P. Bülau †, Waldbreitbach

Wissenschaftlicher Beirat
H. Ackermann, Bad Urach
E. Altenmüller, Hannover
S. Beer, Valens
T. Brandt, Heidelberg
R. Buschmann-Steinhage, Berlin
O. Busse, Minden
D. von Cramon, Leipzig
R. Dengler, Hannover
M. Dieterich, München
V. Dietz, Zürich
G. Ebersbach, Beelitz
K. M. Einhäupl, Berlin
C. E. Elger, Bonn
T. Ettlin, Rheinfelden
P. Flachenecker, Bad Wildbad
S. Freivogel, Neuhausen
G. Goldenberg, München
H. Grötzbach, Schaufling
W. Hacke, Heidelberg
St. Hesse, Berlin
W. Huber, Aachen
H. Hummelsheim, Leipzig
G. Ickenstein, Aue
W. Jost, Wolfach
S. Kasper, Wien
G. Kerkhoff, Saarbrücken
J. Kesselring, Valens
E. Koenig, Bad Aibling
G. Krämer, Zürich
J. Liepert, Allensbach
J.-P. Malin, Bochum
H. Masur, Bad Bergzabern
K.-H. Mauritz, Berlin
Th. Mokrusch, Lingen
H. Niemann, Bennewitz
M. A. Nitsche, Göttingen
K. Pfeifer, Erlangen
D. Pöhlau, Asbach
M. Pohl, Kreischa
M. Prosiegel, Bad Heilbrunn
M. Rijntjes, Freiburg
E. Ringelstein, Münster
Th. Rommel, Köln
K. Scheidtmann, Gailingen
R. Schmidt, Konstanz
W. Tackmann, Wünnenberg
A. Tallner, Erlangen
M. Thaut, Fort Collins, USA
F. L. Welter, Zwesten
K. von Wild, Münster
J. Wissel, Berlin

NEUROLOGIE & REHABILITATION
ISSN 0947-2177, 21. Jahrgang, Dezember 2015
ISSN der Online-Version: 1869-7003

Redaktion
Dr. med. Brigitte Bülau (verantwortlich),
Dr. med. Klaus Gehring, Dr. med. Michael Kutzner

Verlag
Hippocampus Verlag e.K.
Postfach 13 68, D-53583 Bad Honnef
Tel.: 022 24-91 94 80, Fax: 022 24-91 94 82
E-Mail: verlag@hippocampus.de
Internet: http://www.hippocampus.de.com
Druck: TZ Verlag & Print GmbH, Roßdorf
Titelfoto: St. Mauritius Therapieklinik Meerbusch ©

Anzeigen und Sonderproduktionen
Dagmar Fernholz, Tel.: 022 24-91 94 80

Erscheinungsweise
6-mal jährlich, Preis (zzgl. 7,50 € Versand jährlich)
€ 133,- jährlich im Abonnement (Print + Online)
€ 118,- jährlich Online-Abonnement
€ 82,- ermäßigtes Abonnement
€ 290,- institutionelles Abonnement
€ 28,- Einzelheft
Das Abonnement der Zeitschrift verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis zum 30.9. des Vorjahres abbestellt wird.

Gender-Hinweise
Im Sinne einer besseren Lesbarkeit der Texte wird von uns in der Regel die männliche Form von personenbezogenen Substantiven und Pronomina gewählt. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts.

Allgemeine Hinweise
Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird Mit der Annahme eines Beitrags zur Veröffentlichung erwirbt der Verlag vom Autor alle Rechte, insbesondere das Recht der weiteren Vervielfältigung zu gewerblichen Zwecken mit Hilfe fotomechanischer oder anderer Verfahren. Die Zeitschrift sowie alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlages. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.
Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.
Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.
This journal is regularly listed in Excerpta Medica (EMBASE), PSYNDEX, PEDRO

© 2015 HIPPOCAMPUS VERLAG

S2e-Leitlinie

Rehabilitation der Mobilität nach Schlaganfall (ReMoS)

ReMoS-Arbeitsgruppe

Autoren in alphabetischer Reihenfolge:

Dr. med. Christian Dohle, M.Phil.
MEDIAN Klinik Berlin-Kladow und Centrum für Schlaganfallforschung, Charité – Universitätsmedizin Berlin

Dr. med. Jochen Quintern
Medical Park Loipl, Bischofswiesen

Dr. rer. medic. Susanne Saal
Institut für Gesundheits- und Pflegewissenschaft, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Dr. med. Klaus Martin Stephan
St. Mauritius Therapieklinik, Meerbusch

Reina Tholen M.P.H.
Physio Deutschland – Deutscher Verband für Physiotherapie (ZVK), Köln

Heike Wittenberg, M.Sc.
St. Mauritius Therapieklinik, Meerbusch

1 Leitfragen

Die nachfolgende Leitlinie beschäftigt sich mit folgenden Leitfragen:

- Welche Rehabilitationsmaßnahmen führen nachgewiesenerweise bei Patienten mit einem Schlaganfall oder einer Hemiparese nach Schlaganfall zu einer Verbesserung der
  a) Gehfähigkeit
  b) Stand- und Gangsicherheit (Sturzrisiko, Balance)
  c) Gehgeschwindigkeit und/oder Gehstrecke?
- Welche Rehabilitationsmaßnahmen können zur Verbesserung der oben genannten Zielparameter empfohlen werden? Es können unterschiedliche Empfehlungen für Patienten im akuten, subakuten oder chronischen Stadium nach Schlaganfall und für initial nicht gehfähige oder gehfähige Patienten resultieren (siehe Kapitel 4).

Dabei ist diese Leitlinie streng nach Zielkriterien orientiert. Der Grund einer Einschränkung beispielsweise der Gehgeschwindigkeit (nicht nur Paresen, sondern auch sensible Störungen, Neglect, Gleichgewichtsdefizite etc.) wird nicht unterschieden, solange es sich ausschließlich um Folgen nach einem Schlaganfall handelt.

Bei der Erarbeitung der Empfehlungen wurden auch andere nationale und internationale Leitlinien aus dem Bereich der Schlaganfallversorgung berücksichtigt, sofern diese Leitlinien sich denselben Interventionen widmeten. Eine direkte Übernahme von Empfehlungen war nicht möglich, da die vorliegende Leitlinie Empfehlungen zu Interventionen bezüglich spezifischer Zielparameter gibt, während in den gesichteten Leitlinien die Empfehlungen nicht nach Zielparameter differenziert waren.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Die Bezeichnung Patient gilt gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

2 Pathophysiologie / Inhaltliche Einführung

2.1 Epidemiologie und Schädigungsmuster

Zirka 260.000 Personen erleiden pro Jahr in Deutschland einen Schlaganfall (Daten für das Jahr 2008, Heuschmann et al. 2010). Bei ungefähr 80 % der Patienten findet sich ein sensomotorisches Defizit einer Seite (Rathore et al. 2002., Warlow et al. 2008), bei ca. 2/3 der Patienten ist zumindest initial die Mobilität gestört (Jorgensen et al. 1995, Shaughnessy et al. 2005). Das genaue Schädigungsmuster wird dabei entscheidend von dem Ort und der Größe der Läsion beeinflusst. Am häufigsten ist ein Infarkt im Versorgungsgebiet der Arteria cerebri media. Dann ist die Halbseitenlähmung meist brachiofazial betont, und für eine Verbesserung der Beinfunktion und damit für das Wiedererlernen des Gehens besteht eine bessere Prognose als für die Rückkehr der Armfunktion. Bei einer solchen Schädigung kann auch das typische »Wernicke-Mann«-Gangbild auftreten, das durch eine Extension des Beines und eine Flexion des Armes charakterisiert ist, die während des Gehens zu einer Außenrotation des Beines, häufig einer Extension des Fußes und daraus resultierend zu einem halbkreisförmigen Schwung des betroffenen Beines nach außen und vorne führen. Bei einer Schädigung im hinteren Teil des Versorgungsgebietes der Arteria cerebri anterior ist meist die Beinfunktion stärker betroffen als die (distale) Arm- und Handfunktion. Hier steht die Parese des betroffenen Beines im Vordergrund. Sowohl für supratentorielle Läsionen als auch für Läsionen im Bereich des Mittelhirns und des Hirnstamms sind der genaue Läsionsort und das daraus resultierende Ausmaß der Schädigungen prognostisch entscheidend.

Klinisch bedeutsam ist zudem die Dauer der Paresen und der Funktionsstörungen. Der größte Teil der funktionell bedeutsamen Erholung ist nach drei bis sechs Monaten abgeschlossen. Wenn es daher in den ersten drei bis sechs Monaten nicht zu einer deutlichen Besserung der Beinmotorik gekommen ist und ein Gehen mit Hilfe nicht möglich geworden ist, so ist die Prognose für das Erlernen des selbstständigen Gehens ungünstig (Kwakkel et al. 2006, Kwakkel & Kollen 2013).

Ein weiterer kritischer Punkt ist das Ausmaß der Vorschädigungen: Vorangegangene Schlaganfälle, orthopädische Erkrankungen, Amputationen und Prothesenversorgung können genauso das Wiedererlernen des Gehens erschweren wie schwere Einschränkungen der kardiopulmonalen Belastbarkeit oder fortschreitende Tumorerkrankungen.

Der Prozess des Gehen-Lernens kann durch Hilfsmittel unterstützt werden: Die Fortbewegung im Rollstuhl dient nicht nur der Mobilität, sondern erlaubt auch eine schrittweise Steigerung der kardiopulmonalen Belastbarkeit und bereitet die Patienten somit auf ein intensiveres Gehtraining vor. Das Gehtraining selbst kann nach dem initialen Trainingsstadium häufig durch ein Gehen mit Gehhilfen mit oder ohne Begleitung unterstützt werden. Einige Patienten bleiben auch längerfristig auf einen Rollstuhl, einen Rollator oder eine Orthese angewiesen, um selbstständig mobil zu bleiben.

2.2 Stadieneinteilung nach Schlaganfall

Die klinische Erfahrung hat gezeigt, dass therapeutische Interventionen nicht zu allen Zeiten nach einem Schlaganfall gleich wirksam sind. Um die differentielle Wirksamkeit der Interventionen besser zu erfassen, haben wir in dieser Leitlinie ihre Wirksamkeit jeweils im akuten, subakuten oder chronischen Stadium nach Schlaganfall erfasst.

Die akute, subakute und chronische Phase nach Schlaganfall werden allerdings in der Akutneurologie und in der Neurologischen Rehabilitation unterschiedlich definiert. In der **Akutneurologie** wird ein Schlaganfall in den ersten Stunden häufig als »hyperakut« bezeichnet, während der ersten 24 Stunden als akut, in den darauf folgenden Tagen als subakut und spätestens nach einer Woche als chronisch. Diese Einteilung basiert sowohl auf pathophysiologischen Kriterien als auch ganz pragmatisch auf den Interventionsmöglichkeiten im Akutbereich (Lyseoptionen, endovaskuläre Therapien, Optionen für eine Frühoperation der hirnversorgenden Gefäße).

In der **Rehabilitationsneurologie** wird die Einteilung ebenfalls nach pathophysiologischen und pragmatischen Kriterien gewählt: »akut« für die ersten Wochen (für diese Leitlinie: drei Wochen), »subakut« für die ersten drei bis sechs Monate (für diese Leitlinie: sechs Monate) und »chronisch« für die Zeit danach. Die bewerteten klinischen Studien wurden jeweils einem der drei Stadien zugeteilt, in dem der zeitliche Trainingsschwer-

punkt lag. So würde beispielsweise eine Intervention, die von der dritten bis zur sechsten Woche angewandt wird, der Subakutphase zugeordnet.

Im **Akutstadium** stehen die Diagnostik, ggf. Akutinterventionen (siehe oben) und die Stabilisierung des Patienten im Vordergrund. Pathophysiologisch ist das Akutstadium durch eine Minderperfusion bzw. Hyperperfusion des Infarktareals gekennzeichnet. Zudem besteht um das Kerngebiet des Infarktes herum eine Penumbra, ein Gebiet, in dem Nervenzellen zwar funktionell geschädigt, aber noch nicht strukturell irreversibel zerstört sind. Ziel der Behandlung im Akutstadium ist die Wiederherstellung der Perfusion und eine Unterbrechung bzw. Modifikation der biochemischen Kaskade, die zur strukturellen Zerstörung der Zellen im Gebiet der Penumbra führen. Ein sehr intensives Training kann während dieser Phase für die mittel- und langfristige Prognose eher schädlich als hilfreich sein (z.B. VECTORS Studie für die obere Extremität, Dromerick et al. 2009, AVERT-Studie, Bernhardt et al. 2015). Diese Akutphase dauert im Tierversuch einige Tage, beim Menschen kann sie vermutlich bis zu zwei oder drei Wochen dauern. Mit der oben genannten Definition des Endes der Akutphase mit Ende der dritten Woche ist die Akutphase pathophysiologisch sicher abgeschlossen.

Die Verlegung aus der Akutklinik in die Rehabilitationsklinik erfolgt meist in der zweiten oder dritten Woche nach Schlaganfall und trifft somit meist mit dem Beginn des **subakuten Stadiums** zusammen. In der Rehabilitationsklinik stehen zunächst das Funktions- und Aktivitätstraining, später auch das kompensatorische Training im Vordergrund. Pathophysiologisch ist diese Zeit durch die postläsionelle Plastizität gekennzeichnet. Während dieser Zeit können besonders ausgeprägte Veränderungen der Plastizität beobachtet werden, die häufig auch mit ausgeprägten Verbesserungen der Funktionen und Aktivitäten einhergehen. Die postläsionelle Plastizität beginnt nach tierexperimentellen Befunden 1–2 Wochen nach der Läsion und dauert beim Tier ca. vier Wochen (Biernaskie et al. 2004). Beim Menschen ist die genaue Dauer nicht bekannt, einige Forscher vermuten, dass sie bis zu 3–4 Monate nach dem Akutereignis anhalten kann (siehe Krakauer, 2012).

Im **chronischen Stadium** schließlich ist die Plastizität auf das Maß, das vor der Schädigung bestand, zurückgekehrt. Auch hier sind nach wie vor Veränderungen möglich, die – wie auch bei gesunden Probanden – mit dem »neuen« Lernen von Funktionen und Aktivitäten einhergehen.

Es gibt Hinweise, dass etablierte Therapien in frühen Stadien sogar negative Effekte haben können (Nijland et al. 2011, Bernhardt et al. 2015). In Zukunft wird sich die Stadieneinteilung daher vermutlich noch stärker an der Pathophysiologie orientieren und somit – zumindest theoretisch – individueller für jeden Patienten bestimmbar werden. Dies eröffnet die Möglichkeit, die einzelnen Therapien noch stärker auf den einzelnen Patienten zuzuschneiden. Andererseits macht es die Zuordnung zu homogenen Behandlungsgruppen auch schwieriger, zumindest wenn in den entsprechenden Therapiestudien die individuelle Stadieneinteilung nicht – oder zumindest nicht nach einheitlichen Kriterien – dokumentiert wird.

Für die Zwecke der nachfolgenden Leitlinie wurden die genannten Zeitpunkte drei Wochen bzw. sechs Monate als Grenzen zwischen den Behandlungsphasen akut – subakut – chronisch definiert.

3 Methodik

3.1 Prinzipielles Vorgehen

In der Erstellung der Empfehlungen dieser Leitline wurde wie folgt vorgegangen:

1. Systematische Literatursuche nach definierten Kriterien
2. Bewertung der Einzelarbeiten
3. Zusammenfassung von Einzelarbeiten zu einer Fragestellung und Bewertung der Ausgangsqualität der Evidenz
4. Kritische Zusammenfassung unter Berücksichtigung von Angemessenheit und Direktheit der Evidenz, resultierend in einer finalen Qualität der Evidenz (GRADE Schema)
5. Praktische Abwägung (z. B. Risiko des Therapieverfahrens) und daraus resultierende Generierung einer Empfehlung.

Die Methode ist ausführlich im zugehörigen Leitlinienreport beschrieben.

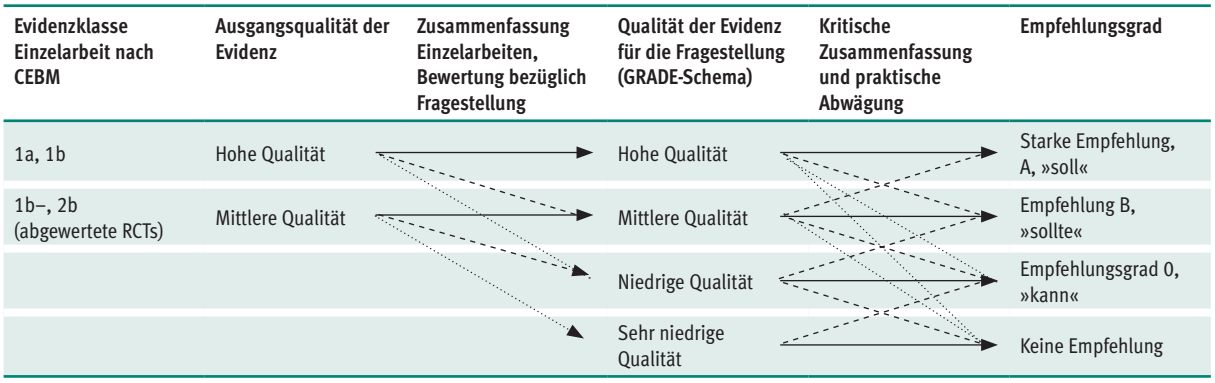

Abb. 1: Von der Einzelstudie zur Empfehlung

3.2 Systematische Literatursuche

3.2.1 Suchstrategie

Die systematische Recherche orientierte sich an den in Tabelle 1 dargestellten PICO-Leitfragen.

3.2.2 Durchführung der Literatursuche

Die Suche erfolgte mit dem Programm Reference Manager in den Datenbanken **Medline (Pubmed), PEDro Cochrane Library**. Die letzte systematische Suche erfolgte am 25.06.2012. Der PICO-Suchalgorithmus enthielt für alle genannten Datenbanken gleiche Begriffe, jedoch war je nach Version der Internet-Datenbank eine syntaktische Veränderung des Such-Terms notwendig. Besonders bei Pubmed änderte sich die interne Suchmaschine offensichtlich mehrmals erheblich. Daher gingen jeder Literatursuche mehrere Testsuchläufe mit orientierender Sichtung der Ergebnisse und Anpassung des Suchalgorithmus voraus.

Tabelle 1: PICO-Fragestellung

P Patients	Führt bei Patienten mit einem Schlaganfall oder einer Hemiparese nach Schlaganfall
I Intervention	die spezifische rehabilitative Therapie (Physiotherapie, Ergotherapie, Physikalische Therapie, Akupunktur, Elektrostimulation, Maschinen-assistierte Gangtherapie, Laufbandtraining, Biofeedback-Therapie, Implantation medizinischer Geräte, Injektion von Botulinum-Toxin, Orthesenversorgung und andere rehabilitative Therapien)
C Comparison	in unterschiedlicher Dosierung oder bei unterschiedlichen Inhalten
O Outcome	zu einer Verbesserung der Kraft oder der Beweglichkeit in den unteren Extremitäten oder zu einer Verbesserung der Balance, des Gehens, der Mobilität, oder zur einer Verringerung der Zahl der Stürze?

Der bei der letzten Suche in Pubmed verwendete Suchalgorithmus ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tab. 2: PICO-Suchalgorithmus

P Patients	(cerebrovascular accident OR stroke OR cerebrovascular disorders OR hemiplegia OR hemiplegic OR hemiparetic OR hemiparesis)
	AND
I Intervention & C Comparison	(rehabilitation OR physiotherapy OR occupational therapy OR exercise therapy OR physical therapy modalities OR physical therapy methods OR training OR learning OR durable medical equipment OR botulinum toxin OR electric stimulation therapy OR biofeedback OR treadmill OR bracing OR orthosis OR orthotic OR acupuncture OR robotics OR therapy[MeSH Terms])
	AND
O Outcome	(leg OR lower extremity OR lower extremities OR gait OR walking OR ambulation OR locomotion OR mobility OR posture OR balance OR standing OR cycling OR transfer OR falls OR range of motion)
	AND
Type of Study	Limits »Humans, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Controlled Clinical Trial«

3.2.3 Eingeschlossene Interventionen

Es wurde eine bezüglich der Interventionen offene Literatursuche (»rehabilitation«, »therapy«) durchgeführt, die Referenzen nur nach Zielkriterien und Patientenkollektiv selektierte. Dabei wurden auch Studien gefunden, bei denen dieses Zielkriterium nicht primär intendiert war und ein plausibler, spezifischer Wirkmechanismus nicht unmittelbar hergestellt werden kann. So fanden sich beispielsweise Interventionen, die primär die obere Extremität adressierten, bei denen aber eins der genannten Zielkriterien mit erhoben wurde.

Das Ziel dieser Leitlinie ist jedoch – analog zu der zuvor publizierten von Platz und Roschka – die Untersuchung von Effekten einer rehabilitativen Therapie (wie Physiotherapie, Ergotherapie, Akupunktur, Elektrostimulation, Robot-assistierte Therapie, Biofeedback-Therapie, Medikation) mit dem Ziel einer Verbesserung der Funktion der unteren Extremität. Daher wurde untersucht, ob es mindestens eine Studie gab, in der diese Intervention als Primärintervention untersucht wurde. War dies gegeben, wurde der Effekt der Intervention auch in den Studien berücksichtigt, in denen diese Intervention als Kontrollintervention behandelt wurde. Nicht berücksichtigt wurden Studien, die rein akutmedizinische Aspekte wie Gefäßinterventionen oder Hirnödemtherapie beinhalteten.

3.2.4 Eingeschlossene Studien

Eingeschlossen wurden folgende Studien:

- randomisierte, kontrollierte Studien,
- randomisierte Cross-over Studien (nur erste Phase berücksichtigt)
- systematische Reviews und
- Metaanalysen.

Eingeschlossen wurden nur Artikel in englischer und deutscher Publikationssprache zu erwachsenen Schlaganfall-Patienten.

Randomisierte, kontrollierte Studien

Bei Cross-over-Studien wurden nur die Resultate der ersten Periode berücksichtigt, in Übereinstimmung mit der AWMF. Studien wurden ausgeschlossen, falls kein Zwischengruppenvergleich dargestellt war.

Kritisch für den Einschluss in die Leitlinie war die Gruppengröße, da kleine Fallzahlen leicht zu einer unangemessenen Verzerrung der Ergebnisse führen könnten. Daher wurden prinzipiell randomisierte Studien mit weniger als 10 eingeschlossenen Patienten pro Gruppe für die Fragestellung nicht berücksichtigt. Studien mit weniger als 20 eingeschlossenen Patienten pro Gruppe wurden in der Oxford-Bewertung der Einzelarbeit (vgl. Center for Evidence Based Medicine 2009) auch bei sonst guter Qualität von »1b« auf »1b–« abgewertet (was einer Qualität von »2b« entspräche).

Da nicht für alle Interventionen ausreichend Arbeiten der gewünschten Qualität vorlagen, wurden folgende Ausnahmen von dieser Regel definiert:

- Lagen zu einer Intervention mehrere »kleine« Studien mit weniger als 10 Patienten pro Gruppe vor, aber eine Metaanalyse mit mehr als 10 Patienten pro Gruppe, dann wurde die Metaanalyse bewertet.
- Lag zu einer Intervention keine »größere« Arbeit mit mehr als 10 Patienten pro Gruppe vor, aber eine oder mehrere kleinere Studien mit weniger als 10 Patienten pro Gruppe, dann wurden die »kleinen« Studien in der Arbeit der Leitlinie mit berücksichtigt.

Bei Veröffentlichung nur eines Studienprotokolls, Abstracts etc. erfolgte keine weiterführende Recherche bei den Autoren dieser Studien.

Arbeiten, die nicht im Original vorlagen (z. B. Zitat im Cochrane Review), konnten ebenfalls eingeschlossen werden, falls aus dem Review ausreichend Daten extrahierbar waren (dann als »2b« Studie). Falls keine ausreichenden Daten vorhanden waren, wurden diese nicht eingeschlossen.

Generell wurden in Studien die Trainingseffekte der ausgewählten Interventionen berücksichtigt als Effekte nach Anwendung der Intervention in zwei

vergleichbaren Patientengruppen über eine bestimmte Zeit. Bei der Anwendung von Hilfsmitteln (z. B. Orthesen) wurden aber auch direkte Effekte durch Benutzung dieses Hilfsmittels bei ein und demselben Patienten untersucht.Diese Studien wurden dann ebenfalls berücksichtigt.

Reviews

Systematische Reviews wurden nur dann selbst bewertet, wenn sie der konkreten Fragestellung entsprachen und detaillierte Angaben zu den Daten wie z. B. die Angabe von Effektgrößen beinhalteten. Ansonsten wurden nach Möglichkeit die im Review enthaltenen Originalarbeiten bewertet.

Bei Meta-Analysen stellte sich das unterschiedlich dar. Wenn Meta-Analysen nur Studien enthielten, die die Einschlusskriterien betrafen, wurde nur die Meta-Analyse bewertet, nicht deren Einzelstudien. Wenn auch andere Studien enthalten waren, wurden nur die Einzelstudien bewertet, das Review aber ggf. zur unterstützenden Argumentation herangezogen. Dieses Vorgehen ist leicht abweichend von dem in der Leitlinie zur motorischen Rehabilitation der oberen Extremität von Platz und Roschka 2009, die Meta-Analysen komplett einschlossen, sobald eine der Teilstudien die Einschlusskriterien erfüllte.

3.2.5 Eingeschlossene Zielkriterien und Assessments

Da in der Leitlinie keine Einschränkung hinsichtlich der Form der rehabilitativen Interventionen zur Verbesserung des Stehens und Gehens gemacht wurde, war es auch auf Grund des Umfangs der gefundenen Studien notwendig, die Zielkriterien auf funktionell relevante Parameter zu beschränken. Die Auswahl und Einstufung der Zielparameter erfolgte zunächst in einer ausführlichen Zwischenanalyse von 204 Referenzen (Publikationszeitraum April 2004 bis Oktober 2006). Die Einstufung der Zielparameter wurde im Konsens der Leitliniengruppe auf die folgenden klinisch relevanten Punkte beschränkt:

- Gehfähigkeit (keine Symmetriedaten)
- Gehgeschwindigkeit (nicht Kadenz, Schrittlänge etc.)
- Ausdauer bezogen auf die Strecke (nicht metabolische Parameter oder PCI)
- Sturzgefahr / Stürze / Frakturen / klinische Skalen zur Standsicherheit (nicht posturographische Parameter)

Aus dieser Klassifizierung ergab sich dann auch die Gliederung der nachfolgenden Leitlinie nach Zielkriterien. Explizit nicht berücksichtigt wurden allgemeine motorische Skalen wie Fugl-Meyer Assessment, Rivermead Motor Assessment oder auch Gesamt-ADL Skalen wie

Tabelle 3: Zielkriterium Gehfähigkeit

Nr.	Zielkriterium	Anmerkung
1.	Chedoke McMaster Disability Inventory	Subtest aus dem Chedoke McMaster Stroke Assessment
2.	Functional Ambulatory Category (FAC) Functional Ambulation Classification (FAC)	existiert in zwei Skalierungsvarianten (0 bis 5 bzw. 1 bis 6)
3.	Gehfähigkeit mit 4-Punkt-Stock	dichotom
4.	Need for assistive device (during gait)	
5.	«Nonfunctional ambulation"	Dichotom, COVS Ambulation Subscore < 4
6.	Walking Impairment Questionnaire	
7.	Clinical Outcomes Variable Scale COVS	Ambulation Subscore
8.	Elderly Mobility Scale	
9.	Rivermead Mobility Index (RMI)	
10.	«key mobility milestones«	standing / 10 paces / 10 meters
11.	Disability Inventory	
12.	Functional Independence Measure (FIM)	
13.	Barthel-Index, abgeleiteter Ambulation Subscore	
14.	FIM, abgeleiteter »locomotion« Score bzw. Locomotion Subtests	
15.	FIM Item mobility	
16.	Mobility/Home and Mobility/Community	Items als Skalen der Gehfähigkeit
17.	ability to walk at 0.8 m/s or more	
18.	Kategorie «Ambulation" des Sickness Impact Profile	
19.	Hilfsmittelgebrauch (Orthese, Stock, Rollator)	
20.	ambulation score	Gladstone et al. 2006
21.	non-functional ambulation score	Gladstone et al. 2006
22.	Demeurisse Score	
23.	selbstdefinierten Skala der Gehfähigkeit	Ducarne et al. 1986
24.	WAQ (Walking ability questionnaire)	Yang et al. 2008
25.	modified motor assessment chart	Lindmark & Harin 1988

Tabelle 4: Zielkriterium Gehgeschwindigkeit

Nr.	Zielkriterium	Anmerkung
1.	Maximale Geschwindigkeit	Laufbandtest
2.	Gehgeschwindigkeit	dichotom Schwelle 0,8 m/s
3.	Geschwindigkeit Treppensteigen	Zeit für 10 stufige Treppe, teilweise auf und ab
4.	10 Meter Gehtest / 30 Fuß Gehtest	unterschiedliche Instruktionen wie komfortabel oder maximal
5.	Gehtest über andere Distanzen	5m, 5,5m, 6m, 7,5m, 8m, 10m, 50 ft (= 15,24 m), 20m etc.

Fortsetzung Tab. 4: Zielkriterium Gehgeschwindigkeit

6.	Emory Functional Ambulation Profile (EFAP)	Gehtest in 5 verschiedenen Umgebungen
7.	Modified Emory Functional Ambulation Profile (mEFAP)	
8.	Selbsteinschätzung Sicherheit (self-confidence)	Gehtests auf 5-Punkte Skala
9.	self-selected walking speed in m/s	

Tabelle 5: Zielkriterium Gehstrecke

Nr.	Zielkriterium	Anmerkung
1.	6-Minuten-Gehtest	
2.	adapted six-minute walk test	
3.	Gehstrecke andere Zeitintervalle	2 Minuten, 2,5 Minuten, 3 Minuten
4.	Maximal distance until fatigue (MDUF)	

Tabelle 6: Zielkriterium Balance

Nr.	Zielkriterium	Anmerkung
1.	»activity specific« Balance Confidence Scale	
2.	Balance Confidence Scale	
3.	Berg Balance Scale	
4.	Timed up and go Test	
5.	Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS)	
6.	Stürze	bzw. Stürze, die zu einer Fraktur / Folgeverletzung führen
7.	Femurfrakturen	
8.	Tinetti Balance Scale	
9.	Standing Balance Test	nach Bohannon
10.	Balance Score des Fugl-Meyer-Tests	
11.	Aufstehzeit	

Barthel-Index, FIM etc. Arbeiten, deren Zielgröße ausschließlich physiologische Parameter waren, z. B. Muskelkraft oder kinematische Parameter, wurden ebenfalls nicht in die Leitlinie eingeschlossen.

Die verschiedenen eingeschlossenen Assessments und deren Zuordnung zu den Zielkriterien der Leitlinie sind in den nachfolgenden Tabellen 3–6 dargestellt.

Prinzipiell wurde anhand der Skalen unterschieden zwischen Gehgeschwindigkeit (bei einer vorgegebenen Strecke als Gangparameter) und Gehstrecke (bei einer vorgegebenen Zeit) eher als Ausdauerparameter, auch wenn diese scharfe Trennung nicht immer zu rechtfertigen ist. So messem beispielsweise ein 2-min-Gehtest und ein 30 m-Gehtest ähnliche Leistungen. Diese Inkonsistenzen wurden dann bei der Generierung der Empfehlung berücksichtigt.

Aus den verschiedenen Zielkriterien kann grob auch der Betroffenheitsgrad der Patienten abgeleitet werden. So sind beispielsweise Patienten, bei denen die Verbesserung der Gehfähigkeit untersucht wurde, in der Regel schwerer betroffene Patienten. Allerdings kamen Skalen zur Gehfähigkeit an sich auch bei mittelschweren und leichter betroffenen Patienten zum Einsatz. Skalen zur Stand- und Gangsicherheit wurden vor allem bei mittelschweren Patienten mit einer bereits teilweise erlangten Stehfähigkeit angewandt. Untersuchungen zur Intervention der Gehgeschwindigkeit und -strecke können naturgemäß nur bei leichter betroffenen Patienten durchgeführt werden, die bereits (ggf. mit Gehhilfe) gehfähig waren (vergleichbar mit FAC 3–5 auf der Skala 0–5). Die unterschiedlichen Decken- und Bodeneffekte der einzelnen Skalen führten zu einer Abwertung der Studien (s. u.).

Für die Leitlinie erfolgte eine getrennte Betrachtung von gehfähigen und nicht-gehfähigen Patienten. Falls der Parameter FAC (Functional Ambulation Category; Skala 0–5) in der Baseline-Messung erhoben wurde, so wurden Patienten mit einem FAC von 0–2 als initial nicht gehfähig eingestuft, sofern nicht durch die Autoren eine andere Festlegung getroffen wurde.

Ein Problem stellte die Behandlung der Gehgeschwindigkeit und Gehstrecke bei initial nicht gehfähigen Patienten dar, hier wurden für die Statistik unterschiedliche Verfahrensweisen angewandt: Einige Studien setzten die Gehgeschwindigkeit auf einen kleinen Zahlenwert (z. B. 0 m/s), andere betrachten nur den Endwert unter Ausblendung der Anzahl der initial gehfähigen Patienten. Weitere Studien betrachteten nur die gehfähigen Patienten nach Beendigung der Intervention. Die Nutzung von Hilfsmitteln bei der Testung wurde unterschiedlich gehandhabt. Dies wurde in der Empfehlungsfindung berücksichtigt. Auch hier galten die Festlegungen zur Gruppengröße (Ausschluss bei Gruppengröße unter 10 Patienten/Gruppe, Abwertung bei Gruppengröße unter 20/Gruppe).

In der Regel wurden bei den Skalen die finalen Werte miteinander verglichen. Eine Alternative bestand in der Betrachtung der Verbesserungen. Die Zielkriterien wurden unabhängig voneinander behandelt, da Interventionen u. U. zu unterschiedlichen Effekten führen. Diese Erwägungen wurden bei der Betrachtung der einzelnen Interventionen berücksichtigt.

Bei dem **Zielkriterium Gehgeschwindigkeit** galten folgende Festlegungen: Wurde über verschiedene Gehgeschwindigkeiten berichtet, erhielt die Verbesserung der maximalen Geschwindigkeit eine höhere Wertigkeit als die Verbesserung der komfortablen Gehgeschwindigkeit.

Hinsichtlich der klinischen Relevanz der Gehgeschwindigkeit bezog sich diese Leitlinie auf die Perry-Klassifizierung (Perry et al. 1995):

* 0,26–0,4 m/s: unrestricted home mobility
* > 0,4 m/s: limited community mobility
* > 0,8 m/s: slow unrestricted community ambulation

Der kleinste detektierbare Unterschied wird in der Literatur mit 0,18 m/s angegeben (Flansbjer et al. 2005). Andere Autoren beschreiben gleichzeitig die minimal klinisch relevanten Unterschiede (MCID – minimal clinical important difference) mit 0,16 m/s (Tilson et al. 2010) bzw. 0,2 m/s (Perry et al. 1995).

Bei einzelnen **Assessments** wurde Folgendes berücksichtigt:

1. Auch Subskalen validierter Komplettskalen wurden akzeptiert, wenn sie explizit die oben ausgeführten Aspekte adressierten (z. B. Mobilitäts-Item des Barthel-Index). Die Benutzung dieser Skalen führte jedoch ggf. zur Abwertung der methodischen Qualität (s. u.).
2. Selbst generierte Skalen wurden eingeschlossen, wenn eine klare Zuordnung zum Zielkriterium abzuleiten war.
3. Timed Up and Go ist eine kombinierter Test (Aufstehen + 3 m Gehen + Drehen + 3 m Gehen + Hinsetzen), bei dem allerdings die Balance im Vordergrund steht. Für dieses Zielkriterium ist er auch ursprünglich entwickelt worden. Die im Rahmen dieses Test miterfasste Gehgeschwindigkeit ist dem nachgeordnet, daher wurde der Timed Up and Go-Test als Kriterium der Kategorie Balance behandelt und nicht der Geschwindigkeit.
4. Das Rivermead Motor Assessment – Subskala Gross Function (RMA-GF) ist vermutlich doch eher ein Maß für Gehfähigkeit als der Rivermead Mobility Index. In der aktuellen Version der Leitlinie wurde nur der RMI berücksichtigt, für ein späteres Update kann ggfs. auch RMA-GF mit aufgenommen werden.
5. Das Emory Functional Ambulation Profile (Wolf et al. 1999) misst die Gehgeschwindigkeit in fünf verschiedenen Umgebungen, bei Nutzung von Hilfsmitteln (z. B. Orthese) werden die Zeiten mit festen Faktoren multipliziert. Das »Modified Emory Functional Ambulation Profile« (Baer & Wolf 2001) hingegen wurde durch Einschluss des »Walker Assessments« als Balance-Skala validiert. Für diese Leitlinien werden beide Skalen weiter unter der Gehgeschwindigkeit berücksichtigt.

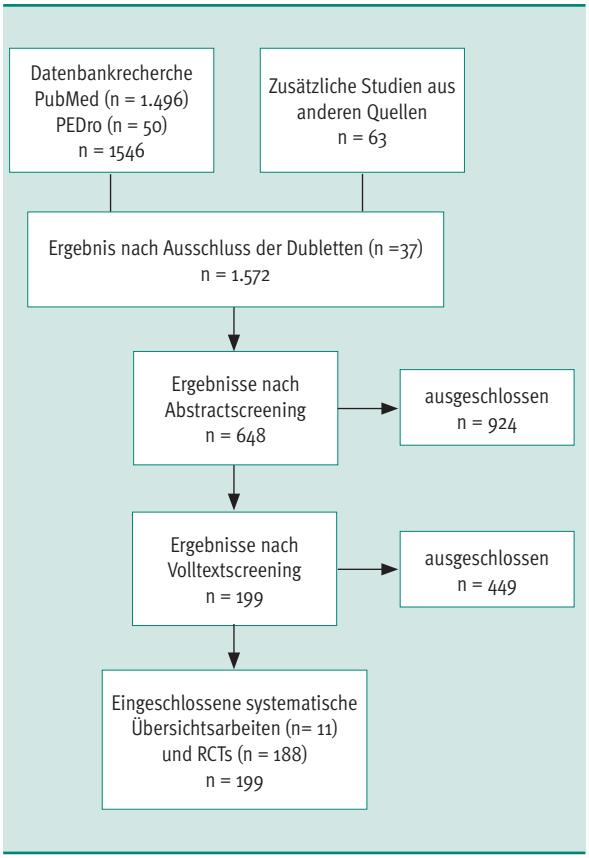

Abb. 2: PRISMA Flow Diagramm (nach Moher et al., 2009)

3.2.6 Zahl der eingeschlossenen Studien

Insgesamt wurden unter Berücksichtigung der o. g. Kriterien für diese Leitlinie 199 Arbeiten, davon 188 Studien und 11 systematische Übersichtsarbeiten, eingeschlossen (Abb. 2).

3.3 Bewertung der Einzelarbeiten

3.3.1 Systematische Datenextraktion und Methodenbewertung

Zunächst wurde jede einzelne Studie unabhängig von der Leitlinienfragestellung bewertet.

Bewertungsbögen

Für jede einzelne Quelle wurde ein Bewertungsbogen erstellt (s. Anhang). In diesem wurden strukturiert die Kernelemente der untersuchten Interventionen, Zielkriterien, Studienpopulation (einschließlich der eingeschlossen und *nach Randomisierung* ausgeschiedenen Patienten) und des Studiensettings erfasst. Darüber hinaus wurde die interne Validität der Studie anhand von 12 Fragen beurteilt:

1. Wurden die Probanden den Gruppen randomisiert zugeordnet?
2. Waren die Probanden und Untersucher bezüglich der Zuordnung verblindet?
3. Wurde die Randomisierung geheim gehalten (allocation concealment)?
4. Wurde ein prospektives Design verwendet?
5. Wurden die Ein- und Ausschlusskriterien eindeutig definiert?
6. Waren Interventions- und Kontrollgruppe zu Studienbeginn vergleichbar?
7. Wurden die Zielkriterien der Studie eindeutig definiert und adäquat erhoben?
8. Wurden die Gruppen, mit Ausnahme der Prüf-Intervention, gleich behandelt?
9. Wurden Nebenwirkungen dokumentiert?
10. Wurden alle Probanden in der Gruppe ausgewertet, der sie ursprünglich zugeordnet waren (intention-to-treat-Regel)
11. Wurden adäquate Follow-Up Untersuchungen durchgeführt?
12. Rechtfertigen die Ergebnisse die Schlussfolgerungen?

Nach Diskussion der oben angegebenen Punkte kam die Gruppe letztendlich zu einer übereinstimmenden Gesamtbeurteilung der Gesamtvalidität (++, +, –, ––) der jeweiligen Studie.

Zuletzt wurde die ableitbare Empfehlung formuliert. Diese konnte eventuell auch von der Interpretation des Autors abweichen.

3.3.2 Einstufung nach Oxford

Die Kriterien der Studienmethodik bestimmten die Validität einer Studie und damit auch die Einstufung nach Oxford.

Verwendet wurde die Version 1 *der CEBM Klassifikation von März 2009:*

1a Systematische Übersichtsarbeiten (mit Homogenität) auf Basis randomisierter kontrollierter Studien (RCT)
1b Randomisierte kontrollierte Studien (RCT) (mit engem Konfidenzintervall)
2a Systematische Übersichtsarbeiten (mit Homogenität) auf Basis von nichtrandomisierten kontrollierten Studien (CCT) und prospektiven Kohortenstudien (inkl. RCTs niedriger Qualität; z. B. < 80 % Follow-up)
2b Nicht-randomisierte kontrollierte Studien (CCT) oder prospektive Kohortenstudien (inkl. RCTs niedriger Qualität; z. B. < 80 % Follow-up)
3a Systematische Übersichtsarbeiten (mit Homogenität) auf Basis von Fall-Kontroll-Studien, Querschnittstudien oder retrospektiven Kohortenstudien (inkl. CCTs und/oder prospektiver Kohortenstudien niedriger Qualität)
3b Fall-Kontroll-Studien, Querschnittstudien oder retrospektive Kohortenstudien (inkl. CCTs und/oder prospektiver Kohortenstudien niedriger Qualität)
4 Fallserien (inkl. Fall-Kontroll-Studien, Querschnittstudien oder retrospektiver Kohortenstudien niedriger Qualität)

Aufgrund der Suchstrategie kamen für diese Leitlinie nur Studien der Klassifikation 1 und 2 infrage. Ein einzelner, guter RCT ist regulär Klasse 1b. Eine Abwertung auf 2b erfolgte, wenn die Validität in den Bewertungsbögen dieser Leitlinie (s. u.) nicht mindestens mit »+« oder »++« eingestuft worden war. Das Abwertungskriterium »Nachbeobachtungsrate (engl.: Follow-up) < 80 %« bezieht sich auf die Anzahl der in der Studie verbliebenen Teilnehmer zum Ende der Intervention, nicht im längerfristigen Follow-up (Katamnese). In der wissenschaftlichen Literatur werden unterschiedliche Werte angesetzt: Oxford-Skala: < 80 %, Pedro-Skala: ≤ 85 %. Da sich die Bewertungsbögen an der Pedro-Skala orientieren, kam es zur Abwertung bei einer »Nachbeobachtungsrate« von ≤ 85 %.

Aufgrund der hohen Streuungsbreite der hier erfassten Parameter wurde zudem festgelegt, dass RCTs, deren Fallzahl unter 20 lagen, auf 1b– abgewertet wurden, dies entsprach der Oxford-Interpretation eines weiten Konfidenzintervalls, analog der Abwertungsregelung für systematische Reviews (»besorgniserregende Heterogenität«). Diese Arbeiten (»1b–«) lieferten eine mittlere, nicht hohe Ausgangsqualität der Evidenz (siehe 3.1).

Wichtig war, dass die Beurteilung der Qualität einer Studie unabhängig vom Kontext erfolgte. Multiples Tes-

ten und die fehlende Unterscheidung zwischen primären und sekundären Zielkriterien führten nicht automatisch zur Abwertung in der CEBM-Klassifikation, selbst wenn keine Bonferroni-Korrektur erfolgte. Diese methodischen Unzulänglichkeiten wurden dann in der zusammenfassenden Bewertung der Evidenz berücksichtigt (GRADE). Auch ein Design als Add-on-Studie ohne Placebo-Arm führte nicht zur Abwertung in Oxford, sondern konnte ggf. in der GRADE-Beurteilung berücksichtigt werden.

3.4 Zusammenfassung von Einzelarbeiten zu einer Fragestellung und Bewertung der Ausgangsqualität der Evidenz

3.4.1 Definition der Fragestellung

Zur Generierung einer praxisnahen Empfehlung wurde versucht, die Studien möglichst übergeordneten Therapieansätzen zuzuordnen. Diese Strukturierung hatte unmittelbar Einfluss auf die Evidenzbeurteilung und die Empfehlungen. So wurde beispielsweise bei verschiedenen gerätegestützten Verfahren versucht, nicht jedes Industriemodell isoliert zu betrachten, sondern das gemeinsame Wirkprinzip (z. B. Endeffektor versus Exoskelett). Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine derartige Einstufung einem bestimmten Maß an Subjektivität unterlag. Die gewählten Klassifizierungen wurden in der Leitliniengruppe konsentiert.

Dieses Vorgehen führte teilweise dazu, dass Studien in verschiedenen Abschnitten dieser Leitlinie mehrfach behandelt wurden. Ganz offensichtlich war dies der Fall bei Vergleichen zweier als wirksam erachteter Interventionen oder bei mehrarmigen Studien. Dies trat jedoch auch auf, wenn eine Intervention mehrere Wirkprinzipien kombinierte, z. B. Laufbandtraining, das sowohl über eine hohe Repetition als auch als aerobes Ausdauertraining wirksam ist.

Über die Betrachtung von Einzelinterventionen hinaus wurden grundlegende Therapieprinzipien definiert, die auch die Gliederung der nachfolgenden Leitlinie bilden:

- Konventionelles Gangtraining
- Gangtraining mit Hilfen
- Training zur Förderung von Kraft und Ausdauer
- Spezifisches Balancetraining
- Sensorische Feedforward-Stimulation ohne Feedback (außer Elektrostimulation)
- Feedback, Virtual Reality
- Kognitive Therapiestrategien
- Übergreifende physiotherapeutische Behandlungskonzepte
- Elektrostimulation (mittelbare Effekte)
- Hilfsmittel einschließlich Elektrostimulation (unmittelbare = direkte Effekte, für Orthesen auch mittelbare Effekte)
- Zentrale Stimulation
- Medikamentöse Therapie
- Lagerung
- Organisation der Therapieeinheiten
- Übergreifende Organisationskonzepte

Diese Gliederung erlaubte auch eine übergreifende Diskussion möglicher Wirkprinzipien

3.4.2 Evidenztabellen

Zur Nachvollziehbarkeit der Empfehlungen dieser Leitlinie wurden die Kerndaten von Studien gleicher Fragestellung in sogenannten Evidenztabellen zusammengefasst, und zwar getrennt für alle vier Zielkategorien. Diese Evidenztabellen sind über die Homepage der DGNR (www.dgnr.de/) abrufbar.

3.4.3 Zusammenfassende Bewertung aller Quellen zu einer Fragestellung

In einem ersten Schritt der zusammenfassenden Bewertung von Quellen wurde die formelle Ausgangsqualität der Evidenz für eine Fragestellung in der vierstufigen GRADE-Klassifikation bestimmt, ausgehend von der der methodischen Qualität der Einzelstudien (Guyatt et al. 2008).

Durch die Beschränkung der Suchstrategie war im Rahmen dieser Leitlinie nur eine hohe und mittlere Ausgangsqualität der Evidenz möglich. Diese Klassifikation berücksichtigte allerdings noch keine inhaltlichen Aspekte. Diese wurden erst im nächsten Bewertungsschritt berücksichtigt.

3.5 Bewertung der finalen Qualität der Evidenz

Unter Einschluss der inhaltlichen Aspekte der Quellen erfolgte die zusammenfassende Bewertung der Qualität der Evidenz nach GRADE. Hierbei wurde Bezug auf die Ursprungsformulierungen genommen:

Tabelle 7: Qualität der Evidenz

Hohe Qualität	Weitere Forschung wird sehr wahrscheinlich unser Vertrauen in die Abschätzung des (Therapie-) Effektes bzw. der Prognose nicht beeinflussen
Mittlere Qualität	Weitere Forschung wird wahrscheinlich unser Vertrauen in die Abschätzung des (Therapie-) Effektes bzw. der Prognose beeinflussen und könnte die Abschätzung ändern.
Niedrige Qualität	Weitere Forschung wird sehr wahrscheinlich unser Vertrauen in die Abschätzung des (Therapie-) Effektes bzw. der Prognose beeinflussen und wird die Abschätzung wahrscheinlich ändern.
Sehr niedrige Qualität	Jede Abschätzung des (Therapie-)Effektes bzw. der Prognose ist sehr unsicher

Dabei bildeten die Anzahl und Qualität der unabhängigen Quellen den Ausgangspunkt, so dass folgende Regeln für den Zusammenhang zwischen Evidenzklasse (Oxford) und die Abschätzung der Qualität im GRADE-Schema gelten:

1. ein RCT guter Qualität führt zu einer mittleren Qualität der Evidenz,
2. ein RCT mittlerer Qualität (abgewertet) führt zu einer niedrigen Qualität der Evidenz,
3. mehrere RCTs mittlerer Qualität mit konsistenter Aussage führen zu einer mittleren Qualität der Evidenz,
4. mehrere RCTs guter Qualität führen zu einer hohen Qualität der Evidenz.

Lagen mehrere Studien vor, aber lediglich aus einer Arbeitsgruppe, führte dies ebenfalls zu einer Abwertung.

Die weitere Beurteilung und Bewertung erfolgte unter zusätzlichen Kriterien: Berücksichtigt wurde die Vergleichbarkeit der Studien, z. B. die Vergleichbarkeit der Studienpopulation, der Zielkriterien, der Kontrollbedingung. Zudem erfolgte eine inhaltliche Bewertung, z. B. ob die Fragestellung der Studie für die Fragestellung des entsprechenden Abschnitts anwendbar ist.

In der Regel wurde bei der Formulierung der finalen Qualität der Evidenz auf die oben aufgeführte inhaltliche Definition zurückgegriffen. Formell konnte dieser Schritt – ausgehend von der Oxford-Klassifikation – auch in Auf- und Abwertungsschritten quantifiziert werden, wie bei Platz & Quintern 2009 ausgeführt. So führte beispielsweise die Angabe einer Dosis-Wirkungs-Beziehung zu einer Aufwertung um eine Stufe.

3.6 Generierung der Empfehlung

Aus der Beurteilung der Qualität der Evidenz erfolgte im Konsensusverfahren unter Berücksichtigung möglicher Risiken und klinischem Nutzen die Formulierung einer Empfehlung. Analog zu den früheren Leitlinien der DGNR (Platz & Quintern 2009) wurden die folgenden Empfehlungsstufen verwandt, die sowohl positiv als auch negativ formuliert werden konnten:

Tabelle 8: Empfehlungen

Empfehlungsstärke	Formulierung positiv	Formulierung negativ
A	soll	soll nicht
B	sollte	sollte nicht
0	kann durchgeführt werden	»kann nicht empfohlen werden«
Keine Empfehlung		

In der Formulierung der offenen Empfehlung musste dabei unterschieden werden, ob die Empfehlung zustande kam aufgrund nicht ausreichender Evidenzstärke, z. B. in einer sehr kleinen Studie, oder aufgrund fehlender Effekte, auch in größeren Studien. Nur im ersten Fall wurde eine »kann«-Empfehlung (»0«) ausgesprochen. Im zweiten Fall wurde »keine Empfehlung« ausgesprochen ohne Angabe eines Empfehlungsgrades.

Darüber hinaus musste die Wahl der Kontrolltherapie berücksichtigt werden. Es wurde unterschieden, ob Interventionen gegenüber einer (nach Expertenmeinung) spezifischen Therapie untersucht worden sind oder gegenüber keiner oder einer (nach Expertenmeinung) unspezifischen bzw. Placebo-Therapie. Da bei einer Add-on-Therapie (mit zusätzlicher Therapiezeit) der Placeboeffekt nicht separat beurteilt werden konnte, wurde für Empfehlungen, die auf diesen Studien beruhen, nicht mehr als eine »kann-Empfehlung« (»0«) ausgesprochen, ebenso bei Studien gegenüber einer unspezifischen Therapie. Bei diesem Studiendesign waren »sollte« (»B«) oder »soll« (A)-Empfehlungen grundsätzlich nicht möglich.

Daraus resultierten potentiell zwei Formulierungen:

- als Zusatztherapie: »kann als zusätzliche Therapie angeboten werden«
- bei Vergleich mit einer spezifischen Therapie: »kann/soll/sollte angewandt werden«.

3.7 Zusammenfassende Empfehlung für die unterschiedlichen Zielkriterien

Während die Wertung der Evidenzlage und die Ableitung von Empfehlungen zunächst nach Interventionen getrennt erfolgte, werden im abschließenden Kapitel 6 die Empfehlungen noch einmal für die einzelnen Zielkriterien zusammengestellt. Diese Übersicht soll es ermöglichen, im konkreten Fall unter einer bestimmten Fragestellung geeignete Interventionen auszuwählen.

3.8 Konsentierungsverfahren

Die Bewertung der Literatur, die Beurteilung der Ausgangsqualität und der finalen Qualität der Evidenz sowie die Formulierung der Therapieempfehlungen erfolgten primär durch die jeweiligen Kapitelautoren. Jeder dieser Beurteilungsschritte wurde anschließend im Rahmen von persönlichen Treffen oder Telefonkonferenzen durch die gesamte Arbeitsgruppe konsentiert, teilweise auch unter Rückgriff auf die jeweilige Originalliteratur. Die Konsensus-Fassung wurde zunächst vom Vorstand der DGNR überprüft, adaptiert und freigegeben. Die Konsensus-Version wurde im Oktober 2015 auf der Homepage der DGNR veröffentlicht. Die Information der DGNR-Mitglieder erfolgte im September 2015 und in der Ausgabe 04/2015 der Neurologie & Rehabilitation die Publikation einer Kurzversion mit Verweis auf die im Internet publizierte Version. Interessierte wurden aufgefordert, Änderungsvorschläge bis zum 30. Oktober 2015 einzureichen. Eingegangene Vorschläge wurden – ggf. unter Rücksprache mit den Vorschlagenden – durch die Leitliniengruppe in die vorliegende, finale Version der Leitlinie integriert.

4 Interventionen

4.1 Konventionelles Gehtraining

H. Wittenberg

Dieses Modul beinhaltet Interventionen, die ein Training einzelner Gangphasen oder des kompletten Gangzyklus auf dem Boden vorsehen. Ein auf die Aktivität Gehen bezogenes aufgabenorientiertes Training wurde häufig in Form eines Zirkeltrainings durchgeführt bestehend aus 10 Stationen, die vielfach aus Vorschlägen von Carr und Shepherd (2010) oder Dean und Mitarbeiter (2000) generiert wurden. Inhalte des repetitiven, aufgabenorientierten Trainings waren funktionelle Kräftigung, Beweglichkeit, statische bzw. dynamische Balance und Ausdauer. Eine Progression erfuhr das Training durch die Erhöhung der Anzahl der Repetitionen und des Schwierigkeitsgrades der einzelnen Aufgaben. Dabei kamen diese Interventionen weitestgehend ohne technische Hilfen aus.

Evidenz

Zur Beurteilung der Evidenz wurden 10 randomisierte Studien eingeschlossen. Davon wurden sieben Studien mit Probanden im subakuten Stadium und drei mit Probanden im chronischen Stadium durchgeführt.

Duncan und Mitarbeiter (1998, 2b, n=20) verglichen in einer 8-wöchigen Pilotstudie ein supervidiertes Heimübungsprogramm, das Kräftigungs-, Balance- und Ausdauerelemente beinhaltete, gegen ambulante Physiotherapie mit ähnlichen Inhalten mit Ausnahme des Ausdauertrainings.

Diese Studie wurde von derselben Autorin 2003 (Duncan et al. 1b, n=92) wiederholt, wobei innerhalb des Übungsprogramms der Progression eine vermehrte Bedeutung zukam.

2011 verglichen Duncan und Mitarbeiter in einer großen dreiarmigen Multicenterstudie (1b, n=408) das bereits erwähnte supervidierte Heimübungsprogramm zum einen mit einem intensiven Gehtraining, das sowohl Gehen auf dem Laufband wie auch auf dem Boden beinhaltete, zum andern mit keiner Therapie, während die Studienteilnehmer außerhalb der Studie an der vom Arzt verordneten Physiotherapie teilnahmen.

Die Interventionen von Outermans et al. (2010, 2b, n=44) und Verma et al. (2011, 2b, n=30) verbanden die reguläre Physiotherapie mit einem intensiven aufgabenbezogenen Training, das bei Verma und Mitarbeiter auch noch Elemente der Bewegungsvorstellung integrierte. Verglichen wurde mit einem niedrig dosierten aufgabenorientierten Training respektive einer Behandlung nach dem Bobath-Konzept (Bobath 1990).

Bei Blennerhassett und Dite (2004; 2b; n=30) führten die Probanden im subakuten Stadium über 4 Wochen während ihrer konventionellen Rehabilitation ein zusätzliches einstündiges aufgabenorientiertes Training für die unteren Extremitäten durch. Die Kontrollgruppe erhielt das zusätzliche Training in derselben Dauer für die obere Extremität. Das aufgabenorientierte Training wurde in Form eines Zirkeltrainings durchgeführt und individuell im Hinblick auf den Schwierigkeitsgrad gesteigert.

Peurala und Mitarbeiter (2009, 2b, n=37) verglichen in einer dreiarmigen Studie über drei Wochen das Gehen auf dem Boden mit dem Gehtraining mithilfe des Gangtrainers. Die Kontrollgruppe wurde konventionell behandelt, wobei die Beschreibung der Intervention lautete: Erarbeitung individueller Ziele. Dabei wurden die Patienten (FAC 0–3) bereits während der ersten 10 Tage nach dem Schlaganfall (akutes / frühes subakutes Rehabilitationsstadium) in die Studie eingeschlossen. Für das Gehtraining wurde eine Stunde geplant, um beiden Gruppen eine Nettogehzeit von 20 Minuten zu ermöglichen.

Im chronischen Stadium ließen Salbach und Mitarbeiter (2004, 1b, n=91) die Interventionsgruppe über sechs Wochen ein aufgabenorientiertes Training durchführen, während die Kontrollgruppe die obere Extremität im Sitzen trainierte. Yang und Mitarbeiter (2005, 2b, n=25) erweiterten die konventionelle Therapie in der Interventionsgruppe um 30 Minuten i. S. eines add-on und ließen die Probanden rückwärtsgehen während die Kontrollgruppe im konventionellen Sinne therapiert wurde. Jaffe und Mitarbeiter (2004, 2b, n=20) verglichen ein reales Hindernistraining auf dem Boden mit einem virtuellen Hindernistraining, das auf einem Laufband stattfand (Tab. 9).

Gehfähigkeit

Drei Studien (Peurala et al. 2009, Verma et al. 2011, Duncan et al. 2011) untersuchten den Zielparameter Gehfähigkeit. Im akuten/frühen subakuten Stadium war ein intensives Gehtraining auf dem Boden einem Gehtraining mithilfe des Gangtrainers unter Berücksichtigung der gleichen effektiven Gehzeit (Peurala et al. 2009) gleichwertig. Eine Überlegenheit des intensiven Gehtrainings zeigte sich gegenüber der konventionellen Therapie.

Es zeigten sich keine Gruppenunterschiede zwischen einem aufgabenorientierten Programm in Kombinati-

Tab. 9: Konventionelles Gangtraining

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b +	Duncan et al. 1998	• Supervidiertes Heimübungsprogramm (Kräftigung, Balance- und Ausdauertraining) vs. • Verordnete amb. PT	10/10	subakut		+	Ø	Ø
1b +	Duncan et al. 2003	• Supervidiertes Heimübungsprogramm (s.o. mit Progression) vs. Amb. PT	44/48	subakut		+	+	+
1b +	Duncan et al. 2011	• Supervidiertes Heimübungsprogramm + amb. PT vs. • Gehtraining (a. d. Laufband + Boden) + amb. PT	126/139	subakut	Ø	Ø	Ø	Ø
		• Supervidiertes Heimübungsprogramm + amb. PT vs. • amb. PT	126/143	subakut	+	+	+	+
		• Gehtraining (a. d. +Laufband/ Boden) + amb. PT vs. • amb. PT	139/143	subakut	+	+	+	+
2b +	Blennerhassett und Dite 2004	• Aufgabenbezogenes Training vs. • aufgabenbezogenes Training der ob. Extremität	15/15	subakut			+	+
2b +	Peruala et al. 2009	• Gehtraining a. d. Boden vs. • Gehtraining m. d. Gaittrainer	17/20	subakut	ø			
		• Gehtraining a. d. Boden vs. • Konventionelle Therapie	17/10	subakut	+			
		• Gehtraining m. d. Gaittrainer vs. • Konventionelle Therapie	20/10	subakut	+			
2b +	Outermans et al. 2010	• Aufgabenbezogenes Training vs. • aufgabenbezogenes Training nied. Intensität	23/21	subakut		+	+	Ø
2b +	Verma et al. 2011	• Aufgabenbezogenes Training + Bewegungsvorstellung vs. • NDT	15/15	subakut	+	+	+	
1b +	Salbach et al. 2004	• Aufgabenbezogenes Training vs. • Training der ob. Extremität	44/47	chronisch		+	+	Ø
2b +/–	Jaffe et al. 2004	• Reales Hindernistraining vs. • virtuelles Hindernistraining a.d. LB	10/10	chronisch		Ø		
2b +	Yang et al. 2005	• PT + Rückwärtsgehen vs. • PT	12/13	chronisch		+		

+/–signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

on mit Elementen der Bewegungsvorstellung und der Behandlung nach dem Bobathkonzept im subakuten Stadium nach Schlaganfall im Hinblick auf die Gehfähigkeit (Verma et al. 2011).

Duncan und Mitarbeiter (2011) rekrutierten Probanden zwei Monate nach dem Schlaganfall und ordneten sie entsprechend ihrer Gehgeschwindigkeit zwei Gruppen (Einteilung nach Perry et al. 1995) zu: schwere Gangstörung: <0,4 m/s; mittlere Gangstörung: 0,4–0,8 m/s. Als ersten Zielparameter wählten sie den Wechsel in einen höheren funktionellen Status (Gehfähigkeit im Haus/eingeschränkte Gehfähigkeit außerhalb des Hauses/langsame, uneingeschränkte Gehfähigkeit außerhalb des Hauses). Dabei zeigte sich nach Interventionsende, dass 52% der Probanden, die entweder ein intensives Gehtraining auf dem Laufband/Boden oder ein Heimübungsprogramm mit kontinuierlicher Progression durchführten, die nächst höhere Gruppe der funktionellen Gehfähigkeit erreichten.

Im Hinblick auf den Zielparameter Gehfähigkeit zeigt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz,** dass ein intensives Gehtraining auf dem Boden einem Gehtraining mit dem Gangtrainer gleichzusetzen, jedoch der konventionellen Therapie überlegen ist. Mit derselben Evidenz zeigt sich ein aufgabenbezogenes Training in Kombination mit dem Therapieansatz der Bewegungsvorstellung der Therapie nach dem Bobathkonzept überlegen. Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** ist ein Übungsprogramm mit kontinuierlicher Progression bei gehfähigen Schlaganfallpatienten einem Gehtraining auf dem Laufband/Boden ebenbürtig.

Im **akuten/frühen subakuten Stadium** nach Schlaganfall kann ein intensives Gehtraining bei initial nicht gehfähigen Patienten durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0).** Im Hinblick auf die Durchführung (ausschließlich manuelle Hilfen oder Gangtrainer) unter Berücksichtigung derselben Anzahl von Repetitionen kann keine differentielle Empfehlung gegeben wer-

den. Die personellen und technischen Ressourcen der Institution sowie die manuellen Fertigkeiten der Therapeuten werden an dieser Stelle entscheidend sein.
Im **subakuten Stadium** können Elemente der Bewegungsvorstellung das aufgabenbezogene Training sinnvoll ergänzen **(Empfehlungsgrad 0).**
Bei gehfähigen Schlaganfallpatienten sollte ein Übungsprogramm mit kontinuierlicher Steigerung des Schwierigkeitsgrades bzw. ein intensives Gehtraining (auf dem Laufband/Boden) durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad B).**

Gehgeschwindigkeit

Acht Studien verfolgten den Zielparameter Gehgeschwindigkeit.

Im subakuten Stadium (Duncan et al. 1998, 2003, 2011) war eine Intervention in Form eines supervidierten Heimübungsprogramms bestehend aus Kräftigung, Balance- und Ausdauertraining mit Progression einem Training mit ähnlichen Elementen mit Ausnahme des Ausdauertrainings über 12 Wochen überlegen, einem intensiven Gehtraining jedoch gleichwertig. Ein mit hoher Intensität durchgeführtes aufgabenbezogenes Training (Outermans et al. 2010) zeigte einem niedrig dosierten Training gegenüber signifikante Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit. Ein Aufgaben orientiertes Training, dem 15 Minuten Bewegungsvorstellung vorausgingen (Verma et al. 2011), war einer anderen spezifischen Intervention überlegen.

Ein aufgabenbezogenes Training der unteren Extremitäten zeigte im chronischen Stadium nach Schlaganfall gegenüber einer unspezifischen Therapie (Training der oberen betroffenen Extremität) signifikante Verbesserungen (Salbach et al. 2004). Die Erarbeitung des Rückwärtsgehens als zusätzliche Therapie (Yang et al. 2005) führte ebenfalls zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit. Das Übersteigen von realen Hindernissen (Jaffe 2004) führte im Vergleich zu der Überwindung von virtuellen Hindernissen auf dem Laufband zu keinen positiven Effekten.

Im Hinblick auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit zeigt ein supervidiertes Übungsprogramm mit individueller Steigerung des Schwierigkeitsgrades im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall mit **mittlerer Qualität der Evidenz** Effekte. Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** ist dieses Training einem intensiven Gehtraining gleichwertig. Bei einer intensiven aufgabenbezogenen Intervention bzw. einer Kombination aus aufgabenbezogenem Training und Bewegungsvorstellung ergibt sich mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** eine Überlegenheit gegenüber einem anderen spezifischen Training.
Mit einer niedrigen Qualität der Evidenz ist im **chronischen Stadium** eine aufgabenbezogene Intervention einer unspezifischen Maßnahme überlegen. Ebenfalls eine **niedrige Qualität der Evidenz** besteht bei der Erarbeitung des Rückwärtsgehens als zusätzliche Intervention. Das Übersteigen von Hindernissen ist mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** einem Überwinden von virtuellen Hindernissen auf dem Laufband gleichzusetzen, um die Gehgeschwindigkeit zu erhöhen.

In der **subakuten Phase** sollte bei bereits gehfähigen Schlaganfallpatienten eine Intervention zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit durchgeführt werden, die Elemente der Kräftigung, Balance- und Ausdauerschulung enthält, wobei die individuelle Progression hervorzuheben ist **(Empfehlungsgrad B).** Dieses Training ist einem intensiven Gehtraining bzgl. der Gehgeschwindigkeit gleichwertig **(keine differentielle Empfehlung).**
Des Weiteren können ein intensives aufgabenbezogenes Training sowie eine Kombination aus Aufgaben bezogenem Training und Bewegungsvorstellung im Hinblick auf die Gehgeschwindigkeit zielführend sein **(Empfehlungsgrad 0).**
In der **chronischen Phase** können ein aufgabenbezogenes Training sowie ein zusätzlich durchgeführtes Erarbeiten des Rückwärtsgehen zum Einsatz kommen **(Empfehlungsgrad 0).**
Bezogen auf ein Hindernistraining kann **keine Empfehlung** gegeben werden; ob dieses real auf dem Boden oder virtuell auf dem Laufband durchgeführt wird, ist abhängig von den Ressourcen der Institution.

Gehstrecke

Sieben randomisierte Studien untersuchten den Zielparameter Gehstrecke, sechs davon (Duncan et al. 1998, 2003, 2011, Blennerhassett und Dite 2004, Outermans et al. 2010, Verma et al. 2011) im subakuten Stadium nach Schlaganfall und eine (Salbach et al. 2004) im chronischen Stadium.

Duncan und Mitarbeiter (1998) konnten in ihrer Pilotstudie trotz der Ausdauerkomponente innerhalb der Therapie keine signifikanten Verbesserungen gegenüber der spezifischen Kontrollintervention finden. In der nachfolgenden Studie (2003) wurde das Übungsprogramm im Hinblick auf die individuelle Progression optimiert und zeigte dann Effekte. Im Vergleich mit einem intensiven Gehtraining war dieses Übungsprogramm (Duncan et al. 2011) gleichwertig.

Aufgabenbezogenes Training führte zu Effekten unabhängig davon ob es gegen eine unspezifische (Blennerhassett und Dite 2004) oder eine spezifische Therapie (Outermans et al. 2010) durchgeführt wurde. Outermans und Mitarbeiter steigerten sukzessive die Intensität des Trainings bis zu max. 70–80% der Herzfrequenzreserve. Aufgabenbezogenes Training in Kombination mit der Bewegungsvorstellung (Verma et al. 2011) führte

ebenfalls gegenüber einer spezifischen Intervention zu signifikanten Verbesserungen der Gehstrecke.

Im chronischen Stadium fanden Salbach und Mitarbeiter (2004) verglichen mit einer unspezifischen Maßnahme Interventionseffekte bzgl. der Gehstrecke.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** führt eine Intervention aus Kräftigung, Balance- und Ausdauertraining zur Verbesserung der Gehstrecke.
Für das aufgabenbezogene Training sowie das aufgabenbezogene Training in Kombination mit Bewegungsvorstellung ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz.**

Im subakuten Stadium nach Schlaganfall **sollte** ein Übungsprogramm mit individueller Steigerung des Schwierigkeitsgrades durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad B)**. Verglichen mit einem intensiven Gehtraining kann im Hinblick auf den Zielparameter Gehstrecke **keine differentielle Empfehlung** gegeben werden. Das aufgabenbezogene Training auch in Kombination mit der Bewegungsvorstellung **kann** durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.
Ein aufgabenbezogenes Training kann sowohl im subakuten wie im chronischen Stadium nach Schlaganfall durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Balance

Sechs Arbeiten (Duncan et al. 1998, 2003, 2011, Blennerhassett und Dite 2004, Outermans 2010, Salbach et al. 2004) bewerten den Zielparameter Balance durch die Berg Balance Scale (BBS) oder den Timed Up and Go (TUG).

Im subakuten Stadium nach Schlaganfall konnten nach der Optimierung des supervidierten Heimübungsprogramms positive Effekte bzgl. der Balance festgestellt werden (Duncan et al. 1998, 2003). Verglichen mit einem intensiven Gehtraining (Duncan et al. 2011) war dieses Programm gleichwertig. Blennerhassett und Dite (2004) konnten Effekte durch den Timed-Up and Go mithilfe eines aufgabenbezogenen Trainings gegenüber einer unspezifischen Therapie nachweisen während das mit hoher Intensität durchgeführte Training (Outermans et al. 2010) gegenüber einem ähnlichen Training niedrigerer Intensität keine Effekte bzgl. der Balance erzielte bezogen auf die Berg Balance Scale.

Im chronischen Stadium führte ein aufgabenbezogenes Training gegenüber einer unspezifischen Therapie (Salbach et al. 2004) zu keiner verbesserten Balance.

Es besteht im **subakuten Stadium** eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass das supervidierte Übungsprogramm mit individueller Progression einer spezifischen Therapie bei gehfähigen Patienten überlegen ist. Dasselbe Übungsprogramm ist einem intensiven Gehtraining mit einer niedrigen Evidenz ebenbürtig.

Mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** führt ein aufgabenbezogenes Training gegenüber einer unspezifischen Therapie zu einer Verbesserung, gegenüber einer spezifischen zu keiner Verbesserung der Balance.
Im **chronischen Stadium** führt ein aufgabenbezogenes Training mit einer **niedrigen Qualität** der Evidenz nicht zu einer Verbesserung der Balance bei Schlaganfallpatienten.

Zur Verbesserung der Balance **sollte** bei eingeschränkt gehfähigen Patienten im **subakuten Stadium** ein Übungsprogramm mit den Elementen Kräftigung, Beweglichkeit, Balance- und Ausdauertraining mit individueller Progression durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad B)**. Verglichen mit einem intensiven Gehtraining ist sowohl das Gehen auf dem Laufband als auch auf dem Boden geeignet.
Ein aufgabenbezogenes Training kann gegenüber einer unspezifischen Therapie im subakuten Stadium durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.
Zur Verbesserung der Balance durch aufgabenorientierte Interventionen unterschiedlicher Intensität kann in Bezug auf die Intensität des Trainings aufgrund fehlender Effekte **keine differentielle Empfehlung** gegeben werden.
Im **chronischen** Stadium **kann** ebenfalls für das aufgabenbezogene Training gegenüber einer unspezifischen Therapie aufgrund fehlender Effekte **keine Empfehlung** gegeben werden im Hinblick auf die Verbesserung der Balance.

Gesamtbewertung der Intervention

Im akuten/frühen subakuten Stadium führt ein intensives (i. S. einer hohen Anzahl von Repetitionen) Gehtraining bei nicht gehfähigen Patienten zu einer Verbesserung der Gehfähigkeit und sollte daher Bestandteil der Therapie sein.
Als geeignet für ein Gehtraining erweist sich eine Intervention bestehend aus funktioneller Kräftigung der unteren Extremitäten, Erhaltung der Beweglichkeit, statischer/dynamischer Balance und Ausdauer mit individueller Progression bezogen auf den jeweiligen Zielparameter Gehfähigkeit, Gehgeschwindigkeit, Gehstrecke und Balance.
Im subakuten wie im chronischen Stadium führt ein aufgabenbezogenes Training mit den oben genannten Inhalten ebenfalls zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit und der Gehstrecke bei Patienten, die mit Supervision oder bereits völlig eigenständig auf ebenem Boden (FAC 3–4). Aufgrund fehlender Nachuntersuchungen geben die besprochenen Studien keine Auskunft über einen nachhaltigen Transfer in den Alltag. Die o. g. Intervention wird häufig als Zirkeltraining durchgeführt und verfolgt damit auch den Aspekt der Motivationsförderung (Interaktion der Teilnehmer, Wettbewerb), der sich günstig auf das motorische Lernen auswirkt.

4.2 Gangtraining mit Hilfen

K. M. Stephan, H. Wittenberg, J. Quintern

Zusätzlich zum physiotherapeutischen Training werden im rehabilitativen Alltag zur Zeit vor allem drei verschiedene gerätegestützte Methoden angewandt, um bei Patienten nach Schlaganfall die Mobilität zu verbessern: ein Laufband-gestütztes Training mit und ohne (teilweiser) Entlastung des Körpergewichtes durch ein Gurtsystem, elektromechanische Gangtrainer, die mit Hilfe von beweglichen Fußplatten den Gangzyklus einüben, wiederum mit Gurtsystemen zur Unterstützung oder Sicherung (*Endeffektor-basierte Geräte*, z. B. Gangtrainer), sowie elektromechanische Gangtrainer, die noch zusätzlich die Führung der Hüften und der Beine übernehmen (*Exoskelett-gestützte Geräte*, z. B. Lokomat).

Zu allen drei Behandlungsmethoden existieren Studien, die ihre Wirksamkeit fast immer mit der einer anderen spezifischen Intervention vergleichen. Alle diese Studien enthalten dabei (bis auf eine Studie mit dem Lokomaten, Hidler et al. 2009) im Interventionsarm sowohl ein gerätegestütztes Training als auch ein spezifisches physiotherapeutisches Training auf dem Boden ohne Geräteeinsatz. In der/den Kontrollintervention(en) wird entweder eine konventionelle Physiotherapie oder eine spezifische, auf das Gangtraining ausgerichtete Physiotherapie durchgeführt.

Hinsichtlich der Zielparameter bestehen deutliche Unterschiede bezüglich der Spezifität der Interventionen: Während ein spezielles Gangtraining sowohl für die Gehfähigkeit als auch für die Gehgeschwindigkeit und die Gehstrecke jeweils spezifische Trainingselemente enthält, ist dies für die Zielparameter Balance bzw. Verminderung der Zahl der Stürze zunächst einmal nicht selbstverständlich (siehe auch zusammenfassende Diskussion am Ende).

Methodisch schwierig ist bei diesen Studien die Erfassung von Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit und der Gehstrecke bei Patienten, die initial nicht gehfähig sind (siehe Methodenteil). Streng genommen können bei diesen Patienten initial weder Gehgeschwindigkeit noch Gehstrecke sinnvoll bestimmt werden. Die Autoren nutzen unterschiedliche Strategien, um mit diesem Problem umzugehen: sie definieren »0« als initialen Werte für Gehgeschwindigkeit bzw. Gehstrecke bei nichtgehfähigen Patienten; die initiale Gehgeschwindigkeit bzw. -strecke wird durch die Nutzung von Formeln je nach weiterem Fortschritt berechnet; nur Subgruppen der Patienten, die entweder anfangs oder zumindest am Trainingsende einige Schritte gehen können, werden analysiert; oder Hilfsmitteln bzw. Hilfspersonen werden herangezogen, mit deren Hilfe auch alleine nichtgehfähigen Patienten einige Meter zurücklegen. Gerade beim letzten Ansatz besteht allerdings die Gefahr, dass die Zahlenwerte mehr Aufschluss über die Gehgeschwindigkeit und Ausdauer der behandelnden Therapeuten geben als über die der untersuchten Patienten.

Aufgrund dieser Problematik haben wir uns entschlossen, statistische Vergleiche, die auf numerischen Werten für die initiale Gehgeschwindigkeit und Gehstrecke bei initial nicht-gehfähigen Patienten aufbauen, nicht in die systematische Bewertung einzubeziehen. Bewertet wurden hingegen – mit entsprechenden methodischen »Abzügen« – Subgruppenanalysen von Patienten, die bereits initial einige Schritte gehen konnten, sowie Vergleiche von Gehgeschwindigkeit und Gehstrecke zwischen den Therapiegruppen nach dem Training und in weiteren »Follow-ups«. Auf den Sachverhalt wird in den betreffenden Abschnitten jeweils noch einmal hingewiesen.

Im Folgenden werden zunächst geordnet nach Interventionen die Ergebnisse für das Laufbandtraining vorgestellt (4.2.1 und 4.2.2), danach die für die Effektor basierten Geräte (v. a. den Gangtrainer, 4.2.3) und schließlich die Ergebnisse für die Exoskelett-gestützten Geräte (v. a. den Lokomaten 4.2.4), geordnet jeweils nach subakutem und chronischem Krankheitsstadium. Die resultierenden Empfehlungen werden am Schluss noch einmal interventionsübergreifend zusammengefasst.

4.2.1 Laufbandtraining bei subakuten Schlaganfallpatienten

Evidenz

12 RCTs guter Qualität (1b, 1b– oder 2b) untersuchten den Einfluss eines Laufbandtrainings im subakuten Stadium nach Schlaganfall: vier dieser Studien (Nilson et al. 2001, Franceschini et al. 2009, Ada et al. 2010 mit der gleichen Datenbasis wie Dean et al. 2010 und Hoyer et al. 2012) bei nicht selbstständig gehfähigen Patienten mit einem FAC vorwiegend von 0–2; vier Studien (Kosak & Reding 2000, Laufer et al. 2001, Richards et al. 2004, Duncan et al. 2011) bei Patienten, die zumindest mit leichter Hilfe gehfähig waren (entsprechend FAC 2–4). In weiteren vier Studien wurde ein intensiviertes, aerobes Laufbandtraining durchgeführt. In diesen Studien konnten die Patienten zumindest mit leichter Hilfe gehen (entsprechend FAC 2–4) (Pohl et al. 2002, Eich et al. 2004, Kuys et al. 2011, Lau and Mak 2011).

Dabei wurden in neun der zwölf Studien die Patienten vorwiegend während der ersten 6–8 Wochen nach Schlaganfall eingeschlossen, in einer ca. zwei Monate nach Schlaganfall (Duncan et al. 2011) und in den zwei anderen Studien (Hoyer et al. 2012; Pohl et al. 2002)

Tab. 10: Laufbandtraining (subakut)

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
initial nicht gehfähige Patienten								
2b +	Nilsson et al. 2001	• Gehtraining mit Laufband und Physiotherapie vs. • Gehtraining auf dem Boden und Physiotherapie	36/37	subakut	Ø	Ø *		Ø
2b +	Franceschini et al. 2009	• Gehtraining mit Laufband und konventionelles Training vs. • Gehtraining auf dem Boden und konventionelles Training	52/50	subakut	Ø	Ø *	Ø *	Ø
1b +	Ada et al. 2010 / Dean et al. 2010	• Physiotherapie und Gehtraining auf dem Laufband vs. • Physiotherapie und Gehtraining auf dem Boden	64/62	subakut	Ø	Ø *	+ *	
1b +	Hoyer et al. 2012	• Gehtraining mit Laufband und Physiotherapie vs. • Gehtraining auf dem Boden und Physiotherapie	30/30	subakut spät	Ø	Ø *	Ø *	
initial zumindest mit Hilfe gehfähige Patienten								
2b +	Kosak and Reding 2000	• Gehtraining mit Laufband und Physiotherapie vs. • Gehtraining mit Schienen auf dem Boden und Physiotherapie	34/22	subakut		Ø		
2b +	Laufer et al. 2001	• Gehtraining mit Laufband und Physiotherapie vs. • Gehtraining auf dem Boden und Physiotherapie	12/13	subakut	+	Ø		
1b +	Richards et al. 2004	• Gehtraining mit Laufband und Physiotherapie vs. • Gehtraining auf dem Boden und Physiotherapie	30/30	subakut		Ø		Ø
1b +	Duncan et al. 2011	• Gehtraining mit Laufband und auf dem Boden (6m) vs. • intensives Heimtraining inklusive Gehtraining (6m)	139/126	subakut	6m: Ø 12m: Ø	6m: Ø 12m: Ø	6m: Ø 12m: Ø	6m Ø 12m: Ø
		• Gehtraining mit Laufband und auf dem Boden (6m) + konventionelle Physiotherapie (12 m) vs. • konventionelle Physiotherapie (6m) + Gehtraining mit Laufband und auf dem Boden (12 m)	139/143	subakut	6m: + 12m: Ø	6m: + 12m: Ø	6m: + 12m: Ø	6m + 12m: +
intensiviertes aerobes Laufbandtraining für gehfähige Patienten								
1b +	Pohl et al. 2002	• intensiviertes Gehtraining auf dem Laufband und Physiotherapie vs. • Gehtraining auf dem Laufband und Physiotherapie	20/20	subakut spät	+	+		
		• intensiviertes Gehtraining auf dem Laufband und Physiotherapie vs. • konventionelles Gehtraining und Physiotherapie	20/20	subakut spät	+	+		
1b +	Eich et al. 2004	• intensiviertes Gehtraining mit Laufband und Physiotherapie vs. • Physiotherapie mit Gehtraining auf dem Boden	25/25	subakut		+	+	
2b (add-on-Design) +	Kuys et al. 2011	• intensiviertes Gehtraining mit Laufband und Physiotherapie vs. • Physiotherapie mit Gehtraining auf dem Boden	15/15	subakut		+	+	
2b +	Lau and Mak 2011	• intensiviertes Gehtraining mit Laufband und auf dem Boden vs. • Gehtraining mit Laufband und auf dem Boden	13/13	subakut		+		Ø

+: signifikante Verbesserung im Gruppenvergleich zugunsten der Interventionsgruppe; Ø : kein signifikanter Unterschied im Gruppenvergleich; +* : signifikante Überlegenheit der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe nach dem Training (bei initial nicht gehfähigen Patienten); Ø *: kein signifikanter Unterschied zwischen Interventionsgruppen und Kontrollgruppe (intensives Gangtraining) nach dem Training (bei initial nicht gehfähigen Patienten); subakut spät : Einschluss vorwiegend im 3. und 4. Monat nach Schlaganfall. 6 m: 6 Monate nach dem Akutereignis. 12 m: 12 Monate nach dem Akutereignis.

meist zwischen drei und vier Monate nach Schlaganfall (subakut spät) (Tab. 10).

Als **Kontrollbedingung** wählten alle Studienleiter direkt ein spezifisches Gangtraining bzw. Physiotherapie, die ein spezifisches Gangtraining mit umfasste. Bei den Patienten, die initial nicht gehen konnten, wählten Nilson et al. (2001) ein Motor Relearning Program, Franceschini et al. (2009) konventionelle Physiotherapie kombiniert mit Gangtraining sowie Ada et al. (2010), Dean et al. (2010) und Hoyer et al. (2012) ein spezifisches Gangtraining auf dem Boden. Bei den initial mit Hilfe gehfähigen Patienten wählten Kosak & Reding (2000) ein Gehen mit Schienen als Kontrollintervention; Laufer et al. (2001) und Richards et al. (2004) konventionelle Physiotherapie mit Gangtherapie und Duncan et al. (2011) wählten für ihre Studie einerseits ein heimbasiertes Trainingsprogramm und andererseits ein konventionelles Training, auf das ein »spätes« Laufbandtraining (nach dem 6. Monat) folgte. In der intensiven Trainingsgruppe schließlich wählten Pohl et al. (2002) und Lau & Mak (2011) jeweils ein »normales« Laufband- und Gangtraining als Vergleich; Eich et al. (2004) und Kuys et al. (2011) hatten ein physiotherapeutisches Training zur Förderung der Gehfähigkeit. Bei Kuys et al. (2011) erhielt die Interventionsgruppe bis zu neun Stunden zusätzliches Training in sechs Wochen.

Gehfähigkeit erlangen

Bei initial nicht gehfähigen Patienten im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall steht als Therapieziel zunächst das Erlangen der Gehfähigkeit im Vordergrund. Vier Studien im subakuten Stadium nach Schlaganfall untersuchten solche Patienten, bei dreien erfolgte der Einschluss der Patienten vorwiegend innerhalb der ersten vier bis sechs Wochen (Nilson et al. 2001, Franceschini et al. 2009, Ada et al. 2010), bei einer im Schnitt drei Monate nach dem Schlaganfall (Hoyer et al. 2012). In allen vier Studien besserten sich die Patienten im Zeitverlauf, bei allen vier Studien fand sich jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich der Verbesserung der Gehfähigkeit. In zwei dieser Studien, die zu Beginn auch etwas »bessere« Patienten enthielten, wurden jeweils mehr Patienten der Laufbandgruppe gehfähig, ohne dass dies jedoch statistisch signifikant wurde (Ada et al. 2010, Hoyer et al. 2012).

Gehfähigkeit verbessern

Drei Studien schlossen zwischen zwei bis vier Monate nach Schlaganfall Patienten ein, die schon zu Beginn des Trainings zumindest mit leichter Hilfe einige Schritte gehen konnten (Laufer et al. 2001, Pohl et al. 2002, Duncan et al. 2011). Zwar wurde auch diesmal in allen drei Studien in den Interventions- und den Kontrollgruppen eine Verbesserung der Gehfähigkeit im Zeitverlauf beobachtet, diesmal war jedoch die Verbesserung bei den Patienten, die ein intensives Gangtraining mit Laufbandtraining erhielten, im Vergleich zwischen den Gruppen signifikant größer. Nur die Studie von Duncan et al. (2011) enthält jedoch ein Follow-up: Nachdem auch eine zunächst unspezifisch behandelte Kontrollgruppe mehr als sechs Monate nach dem Akutereignis ein intensives und spezifisches Gehtraining erhalten hat, ist zwölf Monate nach dem Ereignis kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Gehfähigkeit zwischen den Gruppen mehr nachweisbar. Offensichtlich konnte die Verbesserung bei dieser Patientengruppe auch später noch »nachgeholt« werden.

Aus dem Kapitel über die Wirksamkeit eines spezifischen physiotherapeutischen Trainings (Kapitel 4.1.) ist bekannt, dass ein intensives physiotherapeutisches Gangtraining zu einer besseren Gehfähigkeit führt als konventionelle Physiotherapie (siehe dort) und dieser Vorteil auch nach sechs Monaten noch nachweisbar ist.

Auf dieser Erkenntnis aufbauend ergibt sich mit einer **hohen Qualität der Evidenz** für die Patienten **im subakuten Stadium** nach Schlaganfall, dass
- das Ausmaß der Verbesserung der Gehfähigkeit bei initial nicht gehfähigen Patienten zwischen der Patientengruppe mit einem intensiven Gangtraining mit Einsatz des Laufbandes (teilweise mit Entlastung des Körpergewichtes) und der Patientengruppe mit einem intensiven, konventionellen Gangtraining vergleichbar ist (nicht signifikant unterschiedlich). Auch in Nachuntersuchungen 6–10 Monate später bleibt das Ausmaß der weiteren Verbesserungen zwischen den beiden Trainingsmethoden vergleichbar.
- bei bereits – zumindest mit Hilfe – gehfähigen Patienten zwar beide Interventionen zu einer signifikanten Verbesserung der Gehfähigkeit führen, im Gruppenvergleich jedoch die Physiotherapie mit intensivem Laufbandtraining zu einer signifikant größeren Verbesserung führen, als andere spezifische physiotherapeutische Interventionen, die über einen vergleichbaren Zeitraum durchgeführt werden.

Darüber hinaus können bei – zumindest mit Hilfe – gehfähigen Patienten mit **mittlerer Qualität der Evidenz**
- die zusätzlichen Verbesserungen ebenso durch ein intensives Heimtraining erreicht werden.

Unter Berücksichtigung der Erfahrung, dass das Laufbandtraining eine Entlastung des Personals von schwerer körperlicher Arbeit beim **Gangtraining schwer betroffener und initial nicht gehfähiger Patienten** bedeutet, kann die bereits erfolgte Empfehlung für ein intensives und spezifisches Gehtraining zur Erlangung der Gehfähigkeit weiter spezifiziert werden:

Bei initial nicht gehfähigen Patienten kann das intensive und **spezifische Gehtraining sowohl mit als auch ohne Laufband** erfolgen **(Empfehlungsstärke 0 für eine differentielle Empfehlung).** Dabei kann das Laufbandtraining helfen, die Belastung der Therapeuten zu vermindern, bzw. für die Patienten trotz der Schwere ihrer Erkrankung ein möglichst intensives Gehtraining zu gewährleisten **(Empfehlungsstärke 0).**

Für die Verbesserung der Gehfähigkeit von **bereits (mit Hilfe) gehfähigen Patienten** erfolgen für Patienten im subakuten Stadium nach Schlaganfall die folgenden Empfehlungen auf Basis einer **hohen** bzw. **mittleren Qualität der Evidenz:**

Bei Patienten im subakuten Stadium nach Schlaganfall, die bereits (mit Hilfe) einige Schritte gehen können, wird zur weiteren Förderung der Gehfähigkeit ein **intensives Gehtraining unter Einschluss des Laufbands** empfohlen **(Empfehlungsstärke B).** Alternativ kann auch ein mehrwöchiges Heimtraining erfolgen, dessen Intensität dem eines intensiven stationären Trainings entspricht (**Empfehlungsstärke 0** für eine differentielle Empfehlung).

Gehgeschwindigkeit

In allen zwölf Studien eingeschlossenen Studien diente die Gehgeschwindigkeit als ein Zielparameter.

Bei **(initial) nicht gehfähigen Patienten** ist eine aussagekräftige Messung der Gehgeschwindigkeit nicht möglich (siehe Einleitung). In den vier Studien, in denen vor allem solche Patienten eingeschlossen wurden (Nilson et al. 2001, Franceschini et al. 2009, Ada et al. 2010 mit der gleichen Datenbasis wie Dean et al. 2010 und Hoyer et al. 2012), wurden daher die Daten teilweise mit methodischen »Abzügen« bewertet (siehe Methodenteil und Einleitung) bzw. eine numerische Berechnung der »Zunahme der Geschwindigkeit«, bei initial nicht gehfähigen Patienten wurde erst gar nicht in die Bewertung aufgenommen.

Bei den Patientengruppen, die bereits **zu Beginn der Therapie** – gegebenenfalls mit Hilfe – **einige Schritte gehen** konnten (8 Studien) – wurde eine signifikante Verbesserung der Gehgeschwindigkeit sowohl für die Interventionsgruppen mit Laufbandtraining, als auch für die Kontrollgruppen (Heimtrainingsgruppe bei Duncan et al. 2011) gemessen. Dabei zeigte sich für die komfortable Gehgeschwindigkeit kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen. Nur in den vier Studien, in denen ein intensiviertes aerobes Laufbandtraining mit einem konventionellen Laufbandtraining bzw. Gangtraining verglichen wurde (Pohl et al. 2002, Eich et al. 2004, Kuys et al. 2011 und Lau & Mak 2011), zeigte sich eine weitere signifikante Zunahme der schnellstmöglichen Gehgeschwindigkeit während des intensivierten Laufbandtrainings.

Aus Kapitel 4.1. ist bekannt, dass ein spezifisches Gangtraining einer allgemeinen, unspezifischen physiotherapeutischen Intervention hinsichtlich der Zunahme der Gehgeschwindigkeit überlegen ist.

Auf dieser Grundlage aufbauend ergibt sich für initial nicht-gehfähige Patienten im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall mit einer **hohen Qualität der Evidenz**
kein signifikanter Unterschied zwischen den Trainingsgruppen (mit oder ohne Einsatz des Laufbandes) hinsichtlich der nach dem Training erreichten komfortablen Gehgeschwindigkeit. Das Training mit dem Laufband ist dem spezifischen Gangtraining ohne Laufband mindestens gleichwertig.

Für die Patienten im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall, die einige Schritte gegebenenfalls auch mit Hilfe gehen können, ergibt sich

- eine **hohe Qualität der Evidenz** für eine Vergleichbarkeit (kein signifikanter Unterschied) der weiteren Steigerung der komfortablen Gehgeschwindigkeit zwischen den beiden Patientengruppen, unabhängig davon, ob während des Trainings ein Laufband genutzt wurde oder nicht (Vergleich mit Heimtrainingsgruppe bei Duncan et al. 2011). Die Vergleichbarkeit konnte auch in Nachuntersuchungen 6–10 Monate später noch nachgewiesen werden;
- eine **hohe Qualität der Evidenz** für eine Überlegenheit eines intensivierten aeroben (Laufband-)trainings über ein konventionelles Gehtraining hinsichtlich der Verbesserung der schnellstmöglichen Gehgeschwindigkeit (alle vier Studien), die mindestens über drei Monate (Eich et al. 2004, Kuys et al. 2011) erhalten bleibt. Dabei trainieren die Patienten bei Kuys et al. in der Interventionsgruppe bis zu neun Stunden in sechs Wochen zusätzlich auf dem Laufband verglichen mit der Kontrollgruppe.

In Kapitel 4.1 wurde bereits ein spezifisches physiotherapeutisches Training zur Steigerung der Gehgeschwindigkeit empfohlen. Auf Basis einer **hohen Qualität der Evidenz** kann die Empfehlung wie folgt erweitert werden:

Die Steigerung der Gehgeschwindigkeit kann bei Patienten im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall durch ein intensives **Gehtraining mit oder** durch ein intensives Gehtraining **ohne Laufbandtraining** erfolgen **(Empfehlungsstärke 0 für eine differentielle Empfehlung).** Dies gilt sowohl für die Patienten, die initial noch nicht selbstständig gehen können als auch für die, die bereits (mit Hilfe) gehfähig sind.
Ein Trainingsprogramm zur Steigerung der schnellstmöglichen Gehgeschwindigkeit bei Patienten im subakuten Stadium soll insbesondere **bei bereits (mit Hilfe) gehfähigen Patienten ein intensiviertes aerobes Gehtraining**, z. B. ein aerobes Laufbandtraining, enthalten **(Empfehlungsstärke A)**, sofern dies der weitere Gesundheitszustand des Patienten (v. a. kardiopulmonal und orthopädisch) zulässt.

Gehstrecke

In sechs der zwölf genannten Arbeiten dient die Gehstrecke (6-Minuten Gehtest) als Zielkriterium.

In drei Studien wurde die Verbesserung der Gehstrecke bei initial nicht gehfähigen Patienten (Franceschini et al. 2009, Dean et al. 2010 und Hoyer et al. 2012) gemessen. Nach dem Training bzw. bei der Nachuntersuchung zeigte sich bei zwei der drei Studien kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Interventionen (Franceschini et al. 2009 und Hoyer et al. 2012), in der dritten Studie hingegen (Dean et al. 2010) wurde eine signifikante Verbesserung der Gehstrecke in der Trainingsgruppe, die das Laufband nutzte, gemessen. Wie bei der Gehgeschwindigkeit kann auch die initiale Gehstrecke bei initial nicht gehfähigen Patienten nur mit »Hilfskonstruktionen« gemessen werden. Von daher wird eine berechnete Zunahme der Gehstrecke im Zeitverlauf beim Gehen mit oder ohne

Laufbandtraining bei diesen Patienten trotz sonst hoher Qualität der Studien nicht bewertet.

Die drei weiteren Studien (Duncan et al. 2011, Eich et al. 2004, Kuys et al. 2011) untersuchten Patienten, die (ggf. mit Hilfe) bereits zu Beginn einige Schritte gehen konnten. Duncan et al. (2011) zeigten mit hoher Evidenz (eine Studie, aber hohe Patientenzahl [n > 100 pro Patientengruppe] und gutes Design), dass ein intensives Gehtraining mit oder ohne Laufband in Kombination mit konventioneller Physiotherapie einer ausschließlichen konventionellen Physiotherapie zumindest mittelfristig (6-Monats-Kontrolle) überlegen ist (Duncan et al. 2011). Die anderen beiden Studien zeigten mit mittlerer Evidenz, dass ein intensiviertes aerobes Laufbandtraining die Ausdauer beim Gehen stärker fördert als ein konventionelles Laufbandtraining (Eich et al. 2004) bzw. ein physiotherapeutisches Training, das ein Gangtraining auf dem Boden mit einschließt (Kuys et al. 2011). Dabei war die Trainingszeit in der Interventionsgruppe bei Kuys et al. länger als in der Kontrollgruppe (siehe oben).

Aus Kapitel 4.1. ist bekannt, dass ein spezifisches Gehtraining hinsichtlich einer Verbesserung der Gehstrecke einem unspezifischen physiotherapeutischen Training überlegen ist. Für initial nicht gehfähige Patienten liegen nach den jetzigen Ergebnissen für das subakute Stadium nach Schlaganfall unterschiedliche Ergebnisse vor, ob ein Gehtraining mit Laufbandeinsatz einem Gehtraining ohne Laufbandeinsatz gleichwertig (Franceschini et al. 2009, Hoyer et al. 2012) oder überlegen ist (Dean et al. 2010).

Zusammengefasst besteht aber für diese Patientengruppe eine **hohe Qualität der Evidenz**, dass ein Gehtraining mit Laufbandeinsatz für das Training der Gehstrecke zumindest ebenso erfolgreich ist, wie ein Gehtraining ohne Laufbandeinsatz.
Zudem ergibt sich für Patienten im subakuten Stadium nach Schlaganfall, die einige Schritte (gegebenenfalls auch mit Hilfe) gehen können,

- eine **hohe Qualität der Evidenz** für eine signifikante Steigerung der Gehstrecke während des Gehtrainings mit und ohne Einsatz des Laufbandes verglichen mit einem konventionellen Training im Zeitverlauf (Duncan et al. 2011)
- eine **hohe Qualität der Evidenz** für eine Gleichwertigkeit eines Gehtrainings mit Einsatz des Laufbandes verglichen mit anderen spezifischen und intensiven physiotherapeutischen Interventionen zur Steigerung der Gehstrecke, sofern diese über einen vergleichbaren Zeitraum durchgeführt werden (Duncan et al. 2011);
- eine jeweils **mittlere Qualität der Evidenz** für die signifikante Wirkung eines zusätzlichen intensiven Gehtrainings sowie eines intensivierten aeroben Laufbandtrainings hinsichtlich der Steigerung der Gehstrecke, jeweils verglichen mit konventionellem physiotherapeutischem Gehtraining (Kuys et al. 2011) bzw. konventionellem Laufbandtraining (Eich et al. 2004).

Auf Basis der bereits erhobenen Evidenz, dass ein spezifisches und progressives physiotherapeutisches Training einer unspezifischen Intervention bzw. keiner Intervention hinsichtlich der Steigerung der Gehstrecke überlegen ist (siehe Kapitel 4.1), ergeben sich basierend auf einer **hohen bzw. mittleren Qualität der Evidenz** die folgenden Empfehlungen;

Zur Steigerung der Gehstrecke kann bei Patienten im subakuten Stadium nach Schlaganfall entweder ein **Gehtraining mit** oder ein **Gehtraining ohne Laufbandtraining** Teil des Therapieprogramms sein **(Empfehlungsstärke 0 für eine differentielle Empfehlung).**
Das Trainingsprogramm zur Steigerung der Gehstrecke sollte insbesondere **bei bereits (mit Hilfe) gehfähigen Patienten** möglichst intensiv sein, z. B. in Form eines **zusätzlichen intensiven Gehtrainings (Empfehlungsstärke B)** oder eines **aeroben Laufbandtrainings (Empfehlungsstärke B),** sofern dies der weitere Gesundheitszustand des Patienten (v. a. kardiopulmonal und orthopädisch) zulässt.

Balance / Reduktion der Stürze

In fünf von den zwölf eingeschlossenen Arbeiten bei Patienten im subakuten Stadium nach Schlaganfall war die Balance direkt oder indirekt ein Zielkriterium. Dabei waren die Patienten in drei der fünf Studien initial überwiegend nicht gehfähig (Nilsson et al. 2001, Franceschini et al. 2009, Dean et al. 2010), in den anderen beiden konnten sie initial zumindest mit Hilfe einige Schritte gehen (Duncan et al. 2011, Lau and Mak 2011). In drei der fünf Studien wurde der Berg Balance Score (BBS) als Zielkriterium gewählt (Nilsson et al. 2001, Duncan et al. 2011, Lau & Mak 2011), in einer Studie den Trunk Control Test (Franceschini et al. 2009) und in zwei Studien eine der möglichen Folgen einer schlechteren Balance, die Zahl der Stürze (Dean et al. 2010, Duncan et al. 2011). Somit evaluierte Duncan et al. 2011 sowohl die Balance mit Hilfe des BBS als auch die Zahl der Stürze im Zeitverlauf.

Es fand sich in allen vier Arbeiten, die die Balance mit Hilfe eines Test erfassten (Nilsson et al. 2001, Franceschini et al. 2009, Duncan et al. 2011, Lau and Mak 2011), sowohl in der Interventionsgruppe als auch in der Kontrollgruppe eine signifikante Verbesserung der Balance über die Zeit. In drei von den vier Studien fand sich auch in der Nachuntersuchung kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Lediglich bei Duncan et al. (2011), bei der ein modifiziertes Add-on-Design gewählt wurde, fand sich eine signifikante Verbesserung der Balance für die beiden Interventions-

gruppen verglichen mit der Kontrollgruppe (usual care) sechs Monate nach dem Schlaganfall. Diese Verbesserung blieb auch dann noch signifikant, nachdem die Kontrollgruppe ebenfalls ein spezifisches Gehtraining durchgeführt hatte (zweite Nachuntersuchung 12 Monate nach Schlaganfall).

Bei beiden Studien, die die Zahl der Stürze untersuchten (Dean et al. 2010, Duncan et al. 2011) wurden diese zu den Nachuntersuchungszeitpunkten angegeben. In beiden Studien fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe. Bei einer Subgruppenanalyse war bei Duncan et al. (2011) vor allem für schwerer betroffene, aber gehfähige Patienten die Anzahl multipler Stürze oder von Stürzen mit Verletzungen nach dem initialen lokomotorischen Training mit Laufband größer als bei den beiden Vergleichsgruppen ([1] intensives home-based Training, [2] konventionelle Therapie als ‚usual care' bis sechs Monate nach dem Schlaganfall und danach spezifisches lokomotorisches Training mit Laufband).

Aus Kapitel 4.4. ist bekannt, dass ein spezifisches Balance-Training einer unspezifischen Intervention hinsichtlich der Verbesserung der Balance überlegen ist.

Ausgehend davon ergibt sich aus den vorliegenden Daten für Patienten im **subakuten Stadium nach Schlaganfall**, die initial nicht selbstständig gehen können und für die, die einige Schritte (gegebenenfalls auch mit Hilfe) gehen können, die folgende **Qualität der Evidenz:**

- eine **hohe Qualität der Evidenz** für eine Gleichwertigkeit von Physiotherapie mit Laufbandtraining verglichen mit anderen spezifischen physiotherapeutischen Interventionen, die über einen vergleichbaren Zeitraum durchgeführt werden
- eine **mittlere Qualität der Evidenz** für die signifikante Wirkung eines intensiven Gehtrainings bzw. eines spezifischen Heimtrainings auf die Verbesserung der Balancefähigkeit zusätzlich zur Standardversorgung verglichen mit der Standardversorgung ohne spezifisches Training.

Hinsichtlich der Anzahl der Stürze (Dean et al. 2010 und Duncan et al. 2011) findet sich mit **mittlerer Qualität der Evidenz** kein Unterschied zwischen der Gesamtzahl der Stürze bei **subakuten Schlaganfallpatienten** unabhängig von der Trainingsmethode, mit oder ohne Laufband. Mit niedriger Qualität der Evidenz (Subgruppenanalyse in einer Studie) führt ein spezifisches Gehtraining mit Laufbandeinsatz bei schwer betroffenen Patienten zu einer vermehrten Anzahl von Stürzen verglichen mit einem intensiven Gehtraining zu Hause, das ein spezifisches Balancetraining mit umfasst (Duncan et al., 2011). Dies gilt auch für den Vergleich mit der Kontrollgruppe, die zunächst kein intensives Gehtraining erhielt, und dementsprechend auch deutlich weniger Schritte im Alltag lief.

Zusammen mit der bereits erhobenen Evidenz, dass ein spezifisches physiotherapeutisches Training einer unspezifischen Intervention bzw. keiner Intervention hinsichtlich der Verbesserung der Balance überlegen ist (siehe Kapitel 4.4.), ergeben sich die folgenden Empfehlungen auf Basis einer **hohen, mittleren und niedrigen Qualität der Evidenz** (siehe oben):

Zur Verbesserung der Balance kann bei Patienten im subakuten Stadium nach Schlaganfall ein **Gehtraining sowohl mit als auch ohne Laufbandtraining** Teil des Therapieprogramms sein **(Empfehlungsstärke 0 für eine differentielle Empfehlung).**
Ein **Heimtrainingsprogramm,** das **spezifische Elemente zum Balancetraining** enthält, kann zur Verbesserung der Balance bei bereits (mit Hilfe) gehfähigen Patienten **ebenso** durchgeführt werden wie ein **Gehtraining mit Laufband (Empfehlungsstärke 0).**
Um die Anzahl von multiplen Stürzen oder von Stürzen mit Verletzungen zu vermindern, sollte bei schwerer betroffenen, aber **bereits (mit Hilfe) gehfähige Patienten** ein Gehtraining mit **Laufbandeinsatz nicht ohne ein intensives Balancetraining** erfolgen.

Methodische Untersuchung zum Laufbandtraining mit und ohne partielle Gewichtsentlastung

Eine Arbeit untersucht die Wertigkeit der partiellen Gewichtsentlasung auf dem Laufband. Visitin und Mitarbeiter (1998, 2b, n=100) verglichen in einem sechswöchigen Training das Gehen auf dem Laufband mit partieller Gewichtsentlastung bis zu 40% des Körpergewichts in Abhängigkeit von der Rumpfaufrichtung und der Belastbarkeit des hemiparetischen Beins mit einem Laufbandtraining ohne Gewichtsentlastung (Tab. 11).

Tab. 11: Laufbandtraining mit und ohne Gewichtsentlastung (subakut)

Evidenzklasse Validität	Autor/ Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b +	Vistin et al. 1998	• Laufbandtraining mit partieller Gewichtsentlastung vs Laufbandtraining ohne partielle Gewichtsentlastung	50/50	subakut		+		+

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Gehgeschwindigkeit

Der Vergleich eines Laufbandtrainings ohne Gewichtsentlastung mit einem Laufbandtraining mit partieller Gewichtsentlastung (Visitin et al. 1998) zeigte sich eine signifikante Verbesserung der Gehgeschwindigkeit in der Gruppe, die mit partieller Gewichtsentlastung bei allmählicher Reduktion derselben trainierte. Die Effekte konnten auch bei der Nachuntersuchung nach drei Monaten noch nachgewiesen werden. Die Probanden beider Gruppen zeigten zu Beginn der Intervention ein stark verlangsamtes Gehtempo (0,16 bzw. 0,19 m/s).

Damit entsteht eine **niedrige Qualität der Evidenz,** dass ein Laufbandtraining mit partieller Gewichtsentlastung einem Laufbandtraining ohne Entlastung überlegen ist, um die Gehgeschwindigkeit zu verbessern.

Daher kann ein **Laufbandtraining mit partieller Gewichtsentlastung** bei Patienten in der subakuten Phase nach Schlaganfall eingesetzt werden, um die Gehgeschwindigkeit zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**.

Balance

Visitin und Mitarbeiter (1998) berichteten signifikante Verbesserungen hinsichtlich der Balance zugunsten der Interventionsgruppe.

Es entsteht eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass ein Gehtraining mit partieller Gewichtsentlastung auf dem Laufband einem Laufbandtraining ohne Gewichtsentlastung überlegen ist.

Ein **Gehtraining mit partieller Gewichtsentlastung** kann durchgeführt werden, um die Balance bei Patienten im subakutem Stadium zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**.

4.2.2 Laufbandtraining bei chronischen Schlaganfallpatienten

Evidenz

Sechs randomisierte Studien wurden zur Bewertung herangezogen.

Ada und Mitarbeiter (2003, 2b, n=27) verglichen das Laufbandtraining in Kombination mit dem Gehen auf dem Boden über vier Wochen mit einem Aufgabenprogramm niedriger Intensität. Die Intensität wurde während des Laufbandtrainings über die strukturierte Erhöhung der Geschwindigkeit und des Laufbandanstiegs gesteigert. Beim Gehen auf dem Boden wurde das Training durch eine größere Schrittlänge, schnelleres Gehen, unterschiedliche Untergründe (unebener Boden, Rampen) oder Treppensteigen intensiviert. Bei der Kontrollintervention handelte es sich um ein Heimübungsprogramm, dessen Schwerpunkte in der Kräftigung und der Verbesserung der Balance und Koordination bestanden.

Ein progressives virtuelles Hindernistraining auf dem Laufband wurde von Jaffe und Mitarbeitern (2004, 2b, n=20) in einer Pilotstudie mit dem realen Übersteigen von Hindernissen auf dem Boden verglichen.

Macko und Mitarbeiter (2005, 2b, n=61) ließen ein 40-minütiges aerobes Laufbandtraining mit einer Intensitätssteigerung bis zu max. 60–70 % Herzfrequenzreserve durchführen, während die Kontrollgruppe auf konventionelle Art und Weise therapiert wurde, d. h. es wurden 13 Dehnungen durchgeführt mit einem anschließenden 5-minütigem Laufbandtraining mit einer Intensität von 30–40 % Herzfrequenzreserve.

Tab. 12: Laufbandtraining (chronisch)

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b +	Ada 2003	• Gehtraining a.d. Laufband/Boden vs.. • Balance- und Koordinationsübungen niedriger Intensität	13/14	chronisch		+	+	
2b +	Jaffe 2004	• Virtuelles Hindernistraining a. d. Laufband vs. • Reales Hindernistraining a. d. Boden	10/10	chronisch		Ø	Ø	
2b +	Macko 2005	• Progressives Laufbandtraining vs. • Konventionelle Therapie	32/29	chronisch	Ø	Ø	+	
2b +	Luft 2008	• Progressives Laufbandtraining vs. • Dehnübungsprogramm	57/56	chronisch		+		
2b +	Langhammer 2010	• Gehtraining a. d. Laufband vs. • Gehen außer Haus	21/18	chronisch		+	+	
2b +	Globas 2012	• Progressives Laufbandtraining vs. • Konventionelle Therapie	18/18	chronisch	Ø	+	+	+

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Langhammer und Stanghelle (2010, 2b, n=39) verglichen das Laufbandtraining mit einem Gehtraining außer Haus über 2,5 Wochen. Dabei wurde eine Trainingsintensität bis zu 65% der Herzfrequenzreserve in beiden Gruppen erreicht.

Die Studie von Luft und Mitarbeitern (2008, n=113, 2b) verglich ein progressives Laufbandtraining mit einer Intensität bis zu 60% Herzfrequenzreserve mit einem Dehnübungsprogramm.

Globas und Mitarbeiter (2012, 2b, n=36) verglichen in einer Cross-over-Studie ein progressives intensives Laufbandtraining mit konventioneller Therapie über drei Monate. Die Progression erfolgte über die Steigerung der Laufbandgeschwindigkeit bis zu einer Herzfrequenzreserve von 60–80%. Die konventionelle Therapie, die mit einer Frequenz von 1–3-mal pro Woche durchgeführt wurde, beinhaltete Dehnungen und Tonus regulierende Maßnahmen sowie Elemente des Balancetrainings.

Bei allen Probanden handelte es sich um Schlaganfallpatienten im chronischen Stadium, deren Ereignis länger als zwei Jahre zurücklag. Die Interventionszeiträume erstrecken sich von zwei Wochen bis zu sechs Monaten bei einer wöchentlichen Frequenz von drei Behandlungen (Tab. 12).

Gehfähigkeit

Zwei Studien (Macko et al. 2005, Globas et al. 2012) verfolgten den Zielparameter Gehfähigkeit in Form des Rivermead Mobility Index (RMI), wobei sich in beiden Studien keine Überlegenheit für das progressive Laufbandtraining zeigte. Dabei waren die Probanden beider Studien, gemessen an der Einstufung nach Perry (1995), bereits begrenzt außerhalb geschlossener Räume gehfähig, was einem FAC (Functional Ambulation Categories) von 4–5 entspricht. Daran ändert sich auch nichts durch das progressive Laufbandtraining nach sechs respektive drei Monaten.

Bei Patienten in der chronischen Phase nach Schlaganfall zeigt sich eine **hohe Qualität der Evidenz**, dass ein progressives Laufbandtraining bei Patienten, die bereits begrenzt draußen gehfähig sind, der konventionellen Therapie in Bezug auf die Gehfähigkeit nicht überlegen ist.

Aufgrund der Studienlage kann daher für den **bevorzugten Einsatz des Laufbandtrainings** gegenüber der konventionellen Therapie keine Empfehlung ausgesprochen werden.

Gehgeschwindigkeit

Alle sechs Studien verfolgten den Zielparameter Gehgeschwindigkeit in Form des 10-m-Gehtests, und die Autoren unterschieden z. T. zwischen selbst gewählter und schnellst möglicher Gehgeschwindigkeit.

Eine Kombination aus Laufbandtraining und Gehen auf dem Boden (im Verhältnis 80% zu 20% zu Beginn, mit gleichen Anteilen nach vier Wochen) war einem konventionellen Training überlegen, das sich aus Dehn- und Kräftigungsübungen sowie aus Balance- und Koordinationselementen niedriger Intensität zusammensetzte (Ada et al. 2003).

Das Laufbandtraining erfolgte ohne Gewichtsentlastung, bei zunehmender Geschwindigkeit und abnehmendem Armeinsatz sowie unter Dual task Bedingungen. Die Überlegenheit der Interventionsgruppe hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit konnte auch nach drei Monaten noch nachgewiesen werden. Die initiale durchschnittliche Gehgeschwindigkeit der Schlaganfallpatienten lag bei 0,62 bzw. 0,52 m/s.

Damit besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz,** dass eine Kombination aus Laufbandtraining und einem Gehtraining auf dem Boden einem anderen spezifischen Training überlegen ist.

Laufbandtraining kombiniert mit einem Gehtraining auf dem Boden kann somit im chronischen Stadium nach Schlaganfall durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0).**

Luft und Mitarbeiter (2008) verglichen ein progressives Laufbandtraining mit einer unspezifischen Intervention (bestehend aus 13 Dehnübungen) und konnten signifikante Verbesserungen bei der komfortablen, jedoch nicht der maximalen Gehgeschwindigkeit feststellen.

Zwei Studien (Macko et al. 2005, Globas et al. 2012) verglichen ein progressives aerobes Laufbandtraining mit einem konventionellen Training, das Dehnungen und ein fünfminütiges Laufbandtraining sowie passive tonusregulierende Maßnahmen und ein Balancetraining beinhaltete. Während Macko und Mitarbeiter Verbesserungen sowohl der komfortablen wie auch der maximalen Gehgeschwindigkeit, jedoch keine Gruppenunterschiede fanden, konnten in der zweiten Studie (Globas et al. 2012) positive Effekte hinsichtlich der maximalen Gehgeschwindigkeit in der Interventionsgruppe nachgewiesen werden. Allerdings wurden in dieser Studie die Schlaganfallpatienten der Kontrollgruppe nicht im gleichen zeitlichen Umfang therapiert wie in der Interventionsgruppe.

Mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** lässt sich daraus ableiten, dass ein progressives aerobes Laufbandtraining sowohl einer unspezifischen als auch der konventionellen Therapie überlegen ist, wenn als Ziel die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit angestrebt wird.

Das **progressive aerobe Laufbandtraining** kann daher zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit im chronischen Stadium eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Langhammer und Stanghelle (2010) verglichen ein progressives Laufbandtraining mit dem Gehen auf dem Boden. Dabei fanden sie Effekte zugunsten des Laufbandtrainings bei Schlaganfallpatienten mit einer initialen Geschwindigkeit von 0,8 m/s, d. h. die Probanden konnten bereits unbegrenzt außerhalb geschlossener Räume gehen (Einteilung nach Perry). Die Effekte bezogen sich auf die absoluten Endwerte bei der Geschwindigkeitsmessung, bei der Betrachtung der Differenzwerte zeigten sich keine Gruppenunterschiede. Die Temposteigerung beim Gehen wurde primär durch eine Veränderung der Schrittlänge erzielt.

Jaffe und Mitarbeiter (2004) unterschieden beim Zielparameter Gehgeschwindigkeit zwischen selbst gewählter Geschwindigkeit (self-selected) und schnellem Gehen (fast walking). Während die Forschungsgruppe im Hinblick auf die selbstgewählte Geschwindigkeit gleichwertige Steigerungen in beiden Gruppen berichtete, konnten beim schnellen Gehen signifikante Verbesserungen im Gruppenvergleich zugunsten der Interventionsgruppe berichtet werden. Dabei wurde die Steigerung der Geschwindigkeit über die Vergrößerung der Schrittlänge erzielt. In der Endbewertung kommt die Forschungsgruppe dennoch zu dem Ergebnis, dass das Übersteigen von virtuellen Hindernissen auf dem Laufband dem Hindernistraining auf dem Boden gleichwertig ist hinsichtlich der Verbesserung der Gehgeschwindigkeit.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** ist das progressive Gehtraining auf dem Laufband dem progressiven Hindernistraining auf dem Boden bei chronischen Schlaganfallpatienten gleichzusetzen, um die Gehgeschwindigkeit im chronischen Stadium zu verbessern.

Somit kann zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit ein **progressives Gehtraining** durchgeführt werden, das **sowohl auf dem Laufband wie auch auf dem Boden** stattfinden kann **(Empfehlungsgrad 0)**.

Gehstrecke

Fünf Studien evaluierten die Ausdauer beim Gehen und bezogen sich dabei auf den 6-min-Gehtest.

Eine Kombination aus Laufbandtraining und Gehen auf dem Boden war einer Intervention, die Balance- und Koordinationsübungen niedriger Intensität beinhaltete, hinsichtlich der Verbesserung der Gehstrecke überlegen (Ada et al. 2003). Zu diesem Ergebnis kam auch noch die Nachuntersuchung nach drei Monaten, allerdings zeigte sich eine Tendenz zur Verminderung der Gehstrecke.

Es besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass eine Kombination aus Laufbandtraining und Gehen auf dem Boden einer anderen spezifischen Intervention überlegen ist.

Um die Gehstrecke bei Schlaganfallpatienten im chronischen Stadium zu verbessern, kann die **Kombination aus Laufbandtraining und Gehen auf dem Boden** durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Ein progressives aerobes Laufbandtraining mit einer finalen Intensität von 60–80% Herzfrequenzreserve führte zu positiven Effekten hinsichtlich der Ausdauer beim Gehen im Vergleich zu einer Intervention, die Dehnungen, Balancetraining oder niedrig dosiertes Gehtraining beinhaltete (Macko et al. 2005, Globas et al. 2012). Eine Nachuntersuchung nach einem Jahr von Globas und Mitarbeitern offenbarte einen signifikanten Rückgang der Gehstrecke im Vergleich zum Interventionsende in der Interventionsgruppe.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** ist ein progressives aerobes Laufbandtraining dem konventionellen Training überlegen.

Daher sollte ein **progressives aerobes Laufbandtraining** durchgeführt werden, um die Gehstrecke im chronischen Stadium zu verbessern **(Empfehlungsgrad B)**.

Langhammer und Mitarbeiter (2010) berichteten positive Effekte bezogen auf die absoluten Werte hinsichtlich der Gehstrecke beim Gehtraining auf dem Laufband im Vergleich zum Gehen auf dem Boden. Werden die Differenzwerte betrachtet, so werden keine signifikanten Gruppenunterschiede berichtet.

Jaffe und Mitarbeiter (2004) berichteten keine Gruppenunterschiede hinsichtlich der Gehstrecke, als sie das Überwinden von virtuellen Hindernissen auf dem Laufband mit einem Hindernislauf auf dem Boden verglichen.

Somit entsteht eine **mittlere Qualität der Evidenz,** dass ein progressives Laufbandtraining einem progressiven Gehtraining auf dem Boden zur Verbesserung der Gehstrecke ebenbürtig ist.

Ein **Gehtraining** sollte daher im Verlauf kontinuierlich gesteigert werden, dabei kann es **sowohl auf dem Laufband als auch auf dem Boden**, je nach den Möglichkeiten der Institution, durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Balance

Eine Studie (Globas et al. 2012) verfolgte den Zielparameter Balance mit der Berg Balance Scale (BBS).

Das progressive aerobe Laufbandtraining zeigte positive Effekte hinsichtlich der Verbesserung der Balance im Vergleich zur konventionellen Therapie, obwohl diese konventionelle Therapie Elemente des Balancetrainings enthielt. Diese wurden jedoch nicht kontrolliert im selben Umfang durchgeführt.

Somit entsteht nur eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass das progressive Laufbandtraining einer spezifischen anderen Intervention überlegen ist.

Das **progressive Laufbandtraining** kann zur Verbesserung der Balance im chronischen Stadium nach Schlaganfall durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0).**

4.2.3 Endeffektor-basierte Geräte (z. B. Gangtrainer)

Evidenz – subakutes Stadium

Das am weitesten verbreitete Endeffektorgerät ist der von Hesse konzipierte Gangtrainer GT1. Dieses Gerät wurde auch in Studien zu Endeffektorgeräten am häufigsten geprüft. Fünf RCTs guter Qualität (1b, 1b- oder 2b) untersuchten den Einfluss eines solchen Gangtrainers (Pohl et al. 2007, Tong et al. 2006, Ng et al. 2008, Peurala et al. 2009, Morone et al. 2011 und 2012) auf das Gehen im subakuten Stadium nach Schlaganfall. Alle fünf Untersuchungen schlossen Patienten ein, die initial nicht selbstständig gehfähig waren (vergleichbar FAC < 3). Die Patienten wurden dabei im Mittel innerhalb der ersten fünf Wochen nach Schlaganfall eingeschlossen.

Als Intervention diente dabei jeweils ein kombiniertes Gangtraining auf dem Boden und auf dem Gangtrainer, die Kontrollintervention enthielt bei allen fünf Studien ein spezifisches Gangtraining auf dem Boden. Tong et al. (2006) und Ng et al. (2008) schlossen in ihren Studien jeweils eine zusätzliche Gruppe ein, die mit Gangtrainer und Funktioneller Elektrostimulation (FES) kombiniert behandelt wurden. Die Ergebnisse dieser Behandlungsgruppe werden im Abschnitt »Funktionelle Elektrostimulation« (4.9.4) separat präsentiert. Die Studien von Tong et al. (2006) und Ng et al. (2008) stammen aus der gleichen Arbeitsgruppe und scheinen sich auch bezüglich der Studienpopulation zu überlappen und somit keine unabhängigen Studien zu sein. Peurala et al. (2009) nutzten noch eine weitere Kontrollgruppe: ein intensives Gangtraining auf dem Boden, bei dem nicht die Gesamtbehandlungszeit in den verschiedenen Behandlungsgruppen der entscheidende Vergleichsparameter war, sondern die Zeit des aktiven Gehens. Sie wurde zwischen dem Gehen auf dem Gangtrainer und dem Gehen auf dem Boden vergleichbar gehalten, auch wenn sich die Gesamtbehandlungszeit beim Gehen auf dem Boden damit deutlich verlängerte (Tab. 13).

Evidenz – chronisches Stadium

Drei Studien (Peurala et al. 2005, Dias et al. 2007 und Geroin et al. 2011) verglichen ein Gehtraining unter Einschluss des Gangtrainers mit Gehen auf dem Boden im chronischen Stadium nach Schlaganfall. Bei Peurala et al. wurden dabei drei Gruppen verglichen: ein Gehtrai-

Tab. 13: Endeffektor-basierte Geräte (Gangtrainer) – subakut

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b +	Pohl et al. 2007	• Gehtraining mit Gangtrainer und Physiotherapie vs. • Physiotherapie mit Gehtraining auf dem Boden	77/78	subakut	+	n. g.	n. g.	
2b +	Tong et al. 2006	• Gehtraining mit Gangtrainer und Physiotherapie vs. • Physiotherapie inklusive Gehtraining auf dem Boden	15/20	subakut	+	+		Ø
2b +	Ng et al. 2008	• Gehtraining mit Gangtrainer und Physiotherapie vs. • Physiotherapie inklusive Gehtraining auf dem Boden	17/21	subakut	+	+		Ø
2b +	Peurala et al. 2009	• Gehtraining mit Gangtrainer und auf dem Boden vs. • intensives Gehtraining auf dem Boden	20/17	subakut	Ø	Ø	Ø	
		• Gehtraining mit Gangtrainer und auf dem Boden vs. • konventionelle Therapie	20/10	subakut	+			
		• intensives Gehtraining auf dem Boden vs. • konventionelle Therapie	17/10	subakut	+			
2b +	Morone et al. 2011 + 2012	• Gehtraining mit Gangtrainer und auf dem Boden vs. • Gehtraining auf dem Boden (für »low motricity«-Subgruppe)	12/12	subakut	+	Ø	+	+
		• Gehtraining mit Gangtrainer und auf dem Boden vs. • Gehtraining auf dem Boden (für »high motricity«-Subgruppe)	12/12	subakut	Ø	Ø	Ø	Ø

+: signifikante Verbesserung im Gruppenvergleich zugunsten der Interventionsgruppe; Ø: kein signifikanter Unterschied im Gruppenvergleich; n.g.: Verbesserung bei initial nicht gehfähigen Patienten nicht bewertet, kein statistischer Vergleich zwischen den Gruppen nach dem Training

Tab.14: Endeffektor-basierte Geräte (Gangtrainer) – chronisch

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b +	Peurala et al. 2005	1. Physiotherapie mit Gehtraining mit Gangtrainer und FES 2. Physiotherapie mit Gehtraining mit Gangtrainer ohne FES 3. Physiotherapie mit Gehen auf dem Boden ohne Gangtrainereinsatz	15/15/15 Vergleich 2. vs. 3.	chronisch		Ø	Ø	
1b +	Dias et al. 2007	• Physiotherapie und Gehtraining mit Gangtrainer vs. • Physiotherapie und Gehtraining auf dem Boden	10/10	chronisch	Ø	Ø	Ø	Ø
1b– +	Geroin et al. 2011	1. konventionelles Gehtraining und Gehtraining mit dem Gangtrainer mit zerebraler Gleich stromstimulation 2. konventionelles Gehtraining und Gehtraining mit dem Gangtrainer mit zerebraler Sham-Stimulation 3. konventionelles Gehtraining	10/10/10 Vergleich 2. vs. 3.	chronisch		+	+	

+: signifikante Verbesserung im Gruppenvergleich zugunsten der Interventionsgruppe; Ø: kein signifikanter Unterschied im Gruppenvergleich

ning auf dem Gangtrainer mit FES (1) und ohne FES (2) verglichen mit dem Gehen auf ebenem und unebenem Boden als Kontrollbedingung (3). Alle Gruppen erhielten zusätzlich zur 20 minütigen Intervention (an jeweils fünf Tagen über drei Wochen) 55 Minuten Physiotherapie. Die meisten Patienten waren in dieser Studie bereits zu Beginn gehfähig (FAC 4 und 5). Bei Dias et al. wurden zwei Gruppen miteinander verglichen, die jeweils an fünf Tagen über fünf Wochen 40 Minuten Therapie erhielten, die Interventionsgruppe erhielt ein Gehtraining unter Einschluss des Gangtrainers, die Kontrollbedingung ein konventionelles Gehtraining nach dem Bobath-Prinzip. Hier waren die Patienten zumindest mit Hilfsmitteln gehfähig. Geroin und Mitarbeiter untersuchten ebenfalls drei Gruppen. In der ersten Gruppe wurde für zwei Wochen ein Gehtraining mit dem Gangtrainer mit begleitender zerebraler Gleichstromstimulation (tDCS) durchgeführt (siehe auch Kapitel 4.11.2), in der zweiten ein Gehtraining mit dem Gangtrainer mit »sham«-Stimulation, und in der Kontrollgruppe ein Gehtraining nach dem Bobath-Prinzip (dreiarmige Studie). Auch hier wurden nur zumindest mit Hilfsmittel gehfähige Patienten eingeschlossen (Tab. 14).

Gehfähigkeit erlangen

In allen fünf Studien kam es bei den initial nicht gehfähigen Patienten **im subakuten Stadium nach Schlaganfall**, die ein spezifisches Gehtraining durchführten, in beiden Gruppen zu einer signifikanten Verbesserung der Gehfähigkeit über die Zeit. Im Gruppenvergleich zeigten vier der fünf Studien eine signifikante Verbesserung der Gehfähigkeit während des Gangtrainings mit dem Gangtrainer über die Verbesserung der Kontrollbedingung (Gehen auf dem Boden) hinaus. Interventionsgruppe und Kontrollgruppe waren hier hinsichtlich ihrer Gesamtbehandlungszeit jeweils vergleichbar. In den Studien von Morone et al. (2011, 2012) galt dies allerdings nur für neurologisch hinsichtlich der Beinfunktion schwerer betroffene Patienten (v. a. mit Defiziten hinsichtlich Bewegungsumfang und Kraft). Für Patienten, deren Beinfunktion neurologisch nur leichter betroffen war, zeigte sich eine Gleichwertigkeit der beiden Interventionen. In der fünften Studie, in der die Zeit aktiven Gehens zwischen Interventions- und erster Kontrollgruppe gleichgehalten wurde (Peurala et al., 2009), ergab sich kein Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen. Allerdings war hier die Gesamtbehandlungsdauer in der ersten Kontrollgruppe (intensives Gehen auf dem Boden) häufig deutlich länger und der Personaleinsatz insbesondere bei schwerer betroffenen Patienten größer als in der Gangtrainergruppe (bis zu zwei Therapeuten pro Gehtrainingseinheit). Diese beiden Gruppen zeigten in dieser Studie eine signifikant größere Zunahme der Gehfähigkeit verglichen mit der zweiten Kontrollgruppe, die konventionelle Physiotherapie erhielt.

Gehfähigkeit verbessern

Im **chronischen Stadium nach Schlaganfall** untersuchten Dias und Mitarbeiter (2007) die Gehfähigkeit mittels Rivermead Mobility Index (RMI), Geroin et al. (2011) als Sekundärparameter für die Studie ebenfalls RMI sowie den FAC. Dias und Mitarbeiter beobachteten in beiden Gruppen eine signifikante Verbesserung des RMI über die Zeit ohne einen signifikanten Gruppeneffekt zugunsten der Gangtrainer-Gruppe, Geroin et al. berichtete die Verbesserung des RMI nur für die Gangtrainer-Gruppen. Ein Blick in die Statistik zeigt jedoch bei Geroin et al. zwar Angaben über relative Veränderungen, jedoch ohne aussagekräftige Daten über Gruppenvergleiche vor Beginn der Therapie oder nach der Therapie. Somit ist eine Überlegenheit der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe hinsichtlich der Gehfähigkeit bei Geroin nicht belegt.

Insgesamt ergibt sich somit für initial nicht gehfähige Patienten im **subakuten Stadium nach Schlaganfall eine hohe Qualität der Evidenz,** dass

– Gehtraining mit Hilfe eines Gangtrainers bei initial nicht gehfähigen Patienten zu einer **statistisch**

signifikanten zusätzlichen Verbesserung der Gehfähigkeit führt verglichen mit anderen spezifischen physiotherapeutischen Interventionen, die über einen vergleichbaren Zeitraum durchgeführt werden;
- diese zusätzliche Verbesserung der Gehfähigkeit gilt bei der vorliegenden Evidenzbasis mit **niedriger Evidenz** (eine Studie, Subgruppenanalyse) insbesondere für neurologisch schwer betroffene Patienten.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** ist
- bei initial nicht oder nur mit sehr viel Hilfe gehfähigen Patienten ein intensiviertes Gehtraining auf dem Boden genauso erfolgreich wie ein Gehtraining unter Einschluss des Gangtrainers (kein signifikanter Unterschied; Peurala et al. 2009), sofern die Zeit des aktiven Gehens während des Trainings bei beiden Trainingsmethoden gleich gehalten wird (Gesamtbehandlungszeit beim intensiven Gehtraining auf dem Boden verlängert).

Bei Patienten im **chronischen Stadium nach Schlaganfall** ergibt sich mit einer **mittleren Qualität der Evidenz**, dass
- bei **zumindest mit Hilfsmitteln gehfähigen Patienten** ein Gehtraining mithilfe des Gangtrainers nicht dem Gehen auf dem Boden überlegen ist, um die Gehfähigkeit zu verbessern.

Zusammen mit der Erfahrung, dass das Training mit dem Gangtrainer eine Entlastung des Personals von schwerer körperlicher Arbeit beim Gangtraining schwer betroffener Patienten bedeutet, ergeben sich die folgenden Empfehlungen:

Zur Verbesserung der Gehfähigkeit sollte bei initial **nicht gehfähigen Patienten im subakuten Stadium** nach Schlaganfall ein möglichst **intensives Gangtraining** mit oder ohne Einsatz eines **Endeffektor-basierten Gerätes** (z. B. Gangtrainer) Teil des Therapieprogramms sein **(Empfehlungsstärke B)**.
Der Einsatz des **Endeffektor-basierten Gerätes (z. B. des Gangtrainers)** sollte im subakuten Stadium nach Schlaganfall bei initial nicht gehfähigen Patienten erfolgen – sofern vom Patienten toleriert und sofern ein solches Gerät in der Klinik vorhanden ist **(Empfehlungsstärke B)**. Dadurch kann insbesondere bei neurologisch schwer betroffenen Patienten die Belastung der Therapeuten vermindert, bzw. für die Patienten trotz des Ausmaßes des Funktionsdefizits ein möglichst intensives Gehtraining gewährleistet werden.
Bei bereits zumindest mit Hilfsmitteln gehfähigen Patienten im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall kann **keine Empfehlung** zugunsten eines Trainings mit einem Endeffektor-basierten Gerät (Gangtrainer) hinsichtlich der Gehfähigkeit ausgesprochen werden.

Gehgeschwindigkeit

In allen fünf Studien mit den **initial nicht gehfähigen Patienten im subakuten Stadium nach Schlaganfall** war die Gehgeschwindigkeit ein Zielparameter. Bei vier dieser Studien fanden sich schon initial Angaben zur Gehgeschwindigkeit (Pohl et al. 2007, Tong et al. 2006, Ng et al. 2008 sowie Peurala et al. 2009). Aufgrund der heterogenen und letztendlich willkürlichen Praxis hinsichtlich der Definition des Ausgangswertes – vergleichbar mit der Datenlage für das Laufband – wurden Aussagen, die die Steigerung der Gehgeschwindigkeit im Zeitverlauf bei initial nicht gehfähigen Patienten numerisch zu erfassen versuchen, nicht bewertet (siehe Methodik).

Allerdings gaben Tong et al. nicht nur die initialen Werte an (jeweils 0 als Mittelwert), sondern auch Gehgeschwindigkeiten nach zwei und vier Wochen Training, wobei die Patienten dann einen mittleren FAC von 2–3 hatten. Es zeigte sich eine deutliche und signifikante Steigerung der Gehgeschwindigkeit in der dritten und vierten Woche, mit einem deutlichen Vorteil für die Gangtrainer-Gruppe.

Vier der fünf Studien machen zudem statische Angaben über den Vergleich der Gehgeschwindigkeit zwischen den Therapiegruppen nach dem Training bzw. beim Follow-up: Tong et al. und Ng et al. zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen zugunsten der Gangtrainer-Gruppe. Pohl et al. zeigen ebenfalls deutliche Unterschiede zugunsten des Gangtrainers, es wird jedoch in der Originalarbeit (2007) kein direkter statistischer Vergleich zwischen den Gruppenwerten nach Therapie bzw. beim follow-up aufgeführt. Bei Morone et al. (2011) zeigt sich nach dem Training kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen, weder für die neurologisch schwerer betroffenen Patienten, noch für die leichter betroffenen. Bei Peurala et al. (2009), bei denen die aktive Übungszeit zwischen den beiden intensiven Gehtrainingsgruppen mit und ohne Gangtrainernutzung gleich gehalten wurde, besteht ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den Gehgeschwindigkeiten der beiden Gruppen nach dem Training.

Auf den ersten Blick ergeben sich somit widersprüchliche Ergebnisse: Zwei 2b-Studien (Tong et al. Ng et al.) zeigen einen signifikanten Vorteil für die Gangtrainer-Gruppe nach dem Training und eine 1b-Studie ebenfalls einen deutlichen Vorteil ohne allerdings in der Originalpublikation eine Statistik für den direkten Vergleich anzugeben (Pohl et al. 2007). Die zwei weiteren 2b-Studien (Morone et al. 2011, Peurala et al. 2009) zeigen bei einem vergleichbaren Patientenkollektiv hingegen keinen Vorteil für die Gangtrainer Gruppen hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit nach dem Training. Auf den zweiten Blick zeigt sich allerdings, dass sich bei den ersten drei Studien nicht nur die Gehgeschwindigkeit zugunsten der Gangtrainer-Gruppe verbessert, sondern auch die Gehfähigkeit. Bei den letzten beiden Studien

hingegen haben sich die Gehgeschwindigkeit und die Gehfähigkeit in der Gangtrainer-Gruppe nicht stärker verbessert als in der Kontrollgruppe. Somit scheint ein enger Zusammenhang zwischen der Verbesserung der Gehfähigkeit und der Zunahme der Gehgeschwindigkeit zu bestehen. Lediglich bei der neurologisch schwerer betroffenen Untergruppe von Morone et al. findet sich eine differentielle Verbesserung der Gehfähigkeit zugunsten des Trainings mit dem Gangtrainer, die nicht mit einer differentiellen Verbesserung der Gehgeschwindigkeit einhergeht.

Im **chronischen Stadium nach Schlaganfall** untersuchten alle drei eingeschlossenen Studien den Zielparameter Gehgeschwindigkeit. Die Ergebnisse der Studien von Peurala (2005) bzw. Dias (2007) und Mitarbeiter wiesen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf. Nur die Patienten bei Peurala et al. (2005) erfuhren dabei ein progressives Training bzgl. der Geschwindigkeit sowohl in der Interventions- wie auch in der Kontrollgruppe. Geroin und Mitarbeiter hingegen berichteten in ihrer Studie mit 10 Probanden pro Gruppe signifikant verbesserte Gehgeschwindigkeiten in der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Unterschiedliche Fähigkeiten zu Beginn der Therapie (mittlere Gehgeschwindigkeit für die beiden Gangtrainergruppen 0,55 m/s bzw. 0,52 m/s; für die Kontrollgruppe: 0,38 m/s) schränken die Validität dieses Ergebnisses bei 10 Probanden je Gruppe allerdings deutlich ein.

Unter der Voraussetzung, dass bei Patienten im **subakuten Stadium** eine Zunahme der Gehgeschwindigkeit parallel läuft mit einer Verbesserung der Gehfähigkeit, ergeben sich die folgenden zusammenfassenden Schlussfolgerungen:

- eine **hohe Qualität der Evidenz**, dass nach einem Gehtraining mit Hilfe eines Gangtrainers – verglichen mit anderen spezifischen physiotherapeutischen Interventionen – bei initial nicht gehfähigen Patienten die Gehgeschwindigkeit in der Gangtrainer-Gruppe stärker zunimmt als in der Kontroll-Gruppe, sofern sich auch die Gehfähigkeit in dieser Gruppe stärker verbessert;
- eine **geringe Qualität der Evidenz**, dass bei initial nicht gehfähigen und neurologisch leichter betroffenen Patienten kein statistisch signifikanter Unterschied der Gehgeschwindigkeit zugunsten der Gangtrainer-Gruppe beobachtet werden kann verglichen mit anderen spezifischen physiotherapeutischen Interventionen, die über einen vergleichbaren Zeitraum durchgeführt werden; hier findet sich auch kein Unterschied in der Verbesserung der Gehfähigkeit zwischen den beiden Therapiegruppen; (Morone et al. 2011 klinisch leichter betroffene Patienten);
- eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass bei einem intensivierten Gehtraining auf dem Boden verglichen mit einem Gehtraining unter Einschluss des Gangtrainers bei initial nicht gehfähigen Patienten nach der Therapie eine vergleichbare Gehgeschwindigkeit beobachtet wird, sofern sich die Gehfähigkeit in beiden Gruppen ebenfalls in gleichem Maße verbessert (Peurala et al. 2009).

Im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall ergibt sich mit einer **hohen Qualität der Evidenz**

- eine Verbesserung der Gehgeschwindigkeit infolge eines intensiven Gehtrainings mit oder ohne Einsatz eines Gangtrainers;
- keine zusätzliche Verbesserung der Gehgeschwindigkeit zugunsten der Gangtrainer-Behandlung während eines intensiven Gehtrainings, sofern sich nicht auch die Gehfähigkeit in der Interventionsgruppe – im Vergleich zur Kontrollgruppe zusätzlich verbessert.

Zusammengefasst ergibt sich für die subakuten, nicht gehfähigen Patienten und für die chronischen, gehfähigen Patienten keine starke Evidenz, dass sich bei ihnen die Gehgeschwindigkeit durch ein Gangtrainer-Training unabhängig von der Gehfähigkeit verbessert.

Zusammen mit der bereits dargestellten Evidenz, dass ein spezifisches physiotherapeutisches Training einer unspezifischen Intervention bzw. keiner Intervention hinsichtlich der Steigerung der Gehgeschwindigkeit überlegen ist (siehe Kapitel 4.1 sowie Peurala et al. 2009), und der Erfahrung, dass das Gangtrainer-Training eine Entlastung des Personals von schwerer körperlicher Arbeit beim Gehtraining schwer betroffener Patienten bedeutet, ergeben sich die folgenden Empfehlungen auf Basis einer **hohen bzw. mittleren Qualität der Evidenz:**

Zur Steigerung der Gehgeschwindigkeit sollte bei **Patienten im subakuten Stadium** und bei **Patienten im chronischen Stadium** nach Schlaganfall ein **intensives Gehtraining** Teil des Therapieprogramms sein **(Empfehlungsstärke B).**
Das Trainingsprogramm zur Steigerung der Gehgeschwindigkeit kann ein **Gehtraining mit einem End-effektor-basierten Gerät (z.B. dem Gangtrainer)** mit einschließen **(Empfehlungsstärke 0)**, dies gilt im subakuten Stadium insbesondere für neurologisch schwerer betroffene Patienten.

Gehstrecke

Drei Studien gaben für die Patienten im **subakuten Stadium nach Schlaganfall** die Gehstrecke als Zielkriterium an: Pohl et al. (2007); Perurala et al. (2009) und Morone et al. (2011). Prinzipiell gelten hier die gleichen Überlegungen hinsichtlich der »Basiswerte« bei initial nicht

gehfähigen Patienten wie für die Gehgeschwindigkeit. Aus methodischen Gründen werden deswegen auch hier numerische Werte, die die »Steigerung der Gehstrecke« bei initial nicht gehfähigen Patienten erfassen sollen, nicht bewertet.

Aber auch hier geben alle drei Studien Mittelwerte für die erreichten Gehstrecken nach dem Training bzw. während des »Follow-up« für die untersuchten Gruppen an. Pohl et al. zeigen deutliche Unterschiede zugunsten des Gangtrainers. Es wurde jedoch kein direkter statistischer Vergleich zwischen den Gruppenwerten nach Therapie bzw. beim Follow-up aufgeführt. Bei Morone et al. (2011) zeigt sich nach dem Training ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen nur für die neurologisch schwerer betroffenen Patienten, nicht jedoch für die leichter betroffenen. Und bei Peurala et al. (2009), bei denen die aktive Übungszeit zwischen den beiden intensiven Gehtrainingsgruppen mit und ohne Gangtrainernutzung gleich gehalten wurde, besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Gehstrecken der beiden Gruppen nach dem Training. Auch für die Gehstrecke findet sich somit nur bei den Patientengruppen eine zusätzliche Verbesserung, bei denen sich auch die Gehfähigkeit verbessert. Diesmal gilt dies sogar für die beiden Subgruppen von Morone et al.: Die neurologisch stärker betroffenen Patienten verbessern nach dem Training mit dem Gangtrainer sowohl ihre Gehfähigkeit als auch die Gehstrecke signifikant stärker als die Patientengruppe nach dem Training ohne Gangtrainer; und die neurologisch schwächer betroffenen Patienten verbessern sich in beiden Gruppen, sowohl hinsichtlich ihrer Gehfähigkeit als auch hinsichtlich ihrer Gehstrecke.

Im **chronischen Stadium nach Schlaganfall** untersuchten alle drei Studien auch die Zielgröße Gehstrecke. Dabei zeigten sich analog zur Gehgeschwindigkeit ebenfalls zunächst widersprüchlich erscheinende Ergebnisse. Peurala (2005) und Dias (2007) und Mitarbeiter berichteten keine signifikanten Verbesserungen der Gehstrecke in der jeweiligen Interventionsgruppe nach einem 3- bzw. 5-wöchigem Gehtraining während Geroin und Mitarbeiter diese nachweisen konnten. Aber auch hier geht die Verbesserung der Gehstrecke wiederum mit einer Verbesserung der Gehfähigkeit einher.

Insgesamt ergibt sich somit für die Patienten im **subakuten Stadium nach Schlaganfall:**

- eine **hohe bzw. mittlere Qualität der Evidenz**, dass bei initial nicht gehfähigen und bei neurologisch schwerer betroffenen Patienten ein statistisch signifikanter Unterschied der Gehstrecke zugunsten der Gangtrainer-Gruppe beobachtet werden kann, jeweils verglichen mit anderen spezifischen physiotherapeutischen Interventionen, die über einen vergleichbaren Zeitraum durchgeführt werden. Diese zusätzliche Verbesserung der Gehstrecke geht mit einer korrespondierenden Verbesserung der Gehfähigkeit einher (Pohl et al. 2007, Peurala et al. 2009 (Vergleich gegen die zweite Kontrollgruppe), Morone et al. 2011 (klinisch schwerer betroffene Patienten)
- eine **geringe Qualität der Evidenz**, dass bei initial nicht gehfähigen und neurologisch leichter betroffenen Patienten kein statistisch signifikanter Unterschied der Gehstrecke zugunsten der Gangtrainer-Gruppe beobachtet werden kann verglichen mit anderen spezifischen physiotherapeutischen Interventionen, die über einen vergleichbaren Zeitraum durchgeführt werden; hier findet sich auch kein Unterschied in der Verbesserung der Gehfähigkeit zwischen den beiden Therapiegruppen; (Morone et al. 2011 klinisch leichter betroffene Patienten)
- eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass bei einem intensivierten Gehtraining auf dem Boden verglichen mit einem Gehtraining unter Einschluss des Gangtrainers bei initial nicht gehfähigen Patienten nach der Therapie eine vergleichbare Gehstrecke beobachtet wird, sofern die Zeit des aktiven Gehens während des Trainings gleich gehalten wird; dies geht wiederum mit vergleichbaren Verbesserungen der Gehfähigkeit in beiden Therapiegruppen einher (Peurala et al. 2009).

Im **chronischen Stadium nach Schlaganfall** ergeben sich die folgenden Aussagen mit einer **hohen Qualität der Evidenz:**

- eine Verbesserung der Gehstrecke erfolgt infolge eines intensiven Gehtrainings unabhängig davon, ob ein Gangtrainer eingesetzt wird oder nicht;
- keine zusätzliche Verbesserung der Gehstrecke zugunsten der Gangtrainer-Behandlung während eines intensiven Gehtrainings, sofern sich nicht auch die Gehfähigkeit in der Interventionsgruppe zusätzlich gegenüber der Kontrollgruppe verbessert.

Zusammen mit der bereits erhobenen Evidenz, dass ein spezifisches physiotherapeutisches Training einer unspezifischen Intervention bzw. keiner Intervention hinsichtlich der Steigerung der Gehgeschwindigkeit überlegen ist (siehe Kapitel 4.1. sowie Peurala et al. 2009), und der Erfahrung, dass das Gangtrainer-Training eine Entlastung des Personals von schwerer körperlicher Arbeit beim Gehtraining schwer betroffener Patienten bedeutet, ergeben sich die folgenden Empfehlungen auf **Basis hoher bzw. mittlerer Evidenz** (siehe oben):

Zur Steigerung der Gehstrecke sollte bei **im subakuten Stadium** und **im chronischen Stadium** nach Schlaganfall ein **intensives Gehtraining** Teil des Therapieprogramms sein **(Empfehlungsstärke B).**
Das Trainingsprogramm zur Steigerung der Gehstrecke kann ein Gehtraining mit einem Endeffektor-

basierten Gerät (z. B. Gangtrainer) mit einschließen **(Empfehlungsstärke 0)**, dies gilt insbesondere für neurologisch schwerer betroffene Patienten.

Balance / Reduktion der Zahl der Stürze

Drei Studien untersuchten bei Patienten im **subakuten Stadium nach Schlaganfall** den Einfluss des Gangtrainers auf die **Balance** (Tong et al. 2006, Ng et al. 2008, Morone et al. 2011). Die Balance wurde mit der Berg Balance Scale (Tong et al. 2006, Ng et al. 2008) bzw. mit dem Trunc Control Test (Morone et al. 2011) gemessen. In allen drei Studien verbesserte sich die Balance über den Zeitverlauf sowohl in den Interventionsgruppen mit Gangtrainernutzung als auch in den Kontrollgruppen. Dabei war das Ausmaß der Verbesserung zwischen den beiden Gruppen in den Studien von Tong et al., Ng et al. sowie den neurologisch leichter betroffenen Gruppen bei Morone et al. vergleichbar (kein statistisch signifikanter Unterschied). Nur die Gruppen mit schwerbetroffenen Patienten bei Morone et al. (2011) zeigten eine statistisch signifikante Verbesserung zugunsten der Gangtrainer-Gruppe.

Die **Zahl der Stürze** wurde bei den Gangtrainer-Studien nicht erfasst, bzw. zumindest nicht als differentielles Ergebnis berichtet.

Im **chronischen Stadium nach Schlaganfall** untersuchte nur eine Studie (Dias et al. 2007) den Zielparameter **Balance** mit der Berg Balance Scale. In beiden Gruppen verbesserte sich die Balance im Zeitverlauf (siehe auch Kapitel 4.4.). Dabei war die Interventionsgruppe, die ein 20-minütiges Gehtraining mittels eines Gangtrainers durchführte, der Kontrollgruppe jedoch nicht überlegen. Die **Zahl der Stürze** wurde auch hier nicht erfasst.

Insgesamt ergibt sich für die Patienten im **subakuten Stadium nach Schlaganfall** somit folgende **Qualität der Evidenz:**

- eine **hohe Qualität der Evidenz**, dass ein Gehtraining mit Hilfe eines Gangtrainers hinsichtlich der Verbesserung der Balance einem spezifischen Gehtraining auf dem Boden ohne Gangtrainer bei initial nicht gehfähigen Patienten nicht überlegen ist;
- eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass für die Untergruppe der neurologisch schwerer betroffenen, initial nicht gehfähigen Patienten ein Gehtraining mit Hilfe eines Gangtrainers verglichen mit anderen spezifischen physiotherapeutischen Interventionen, die über einen vergleichbaren Zeitraum durchgeführt werden, zu einer stärkeren Verbesserung der Balance führt.

Für die Patienten im **chronischen Stadium nach Schlaganfall** ergibt sich

- eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass bei chronischen Schlaganfallpatienten ein Gehtraining mit dem Gangtrainer einem konventionellen Gehtraining auf dem Boden nicht überlegen ist.

Zusammen mit der bereits erhobenen Evidenz, dass ein spezifisches physiotherapeutisches Training einer unspezifischen Intervention bzw. keiner Intervention hinsichtlich der Verbesserung der Balance überlegen ist (siehe Kapitel 4.1 und 4.4.), ergeben sich die folgenden Empfehlungen:

Zur Verbesserung der Balance kann bei nicht gehfähigen Patienten im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall ein **Gehtraining mit oder ohne Einsatz eines Endeffektor-basierten Gerätes (z. B. Gangtrainer)** Teil des Therapieprogramms sein **(Empfehlungsstärke 0)**.
Dieses Gerät kann für das Gehtraining im subakuten Stadium nach Schlaganfall insbesondere bei neurologisch schwer betroffenen Patienten bevorzugt eingesetzt werden **(Empfehlungsstärke 0)**.
Ein solches Training kann zur Förderung der Balance bei gehfähigen Patienten im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall ebenfalls durchgeführt werden **(Empfehlungsstärke 0)**, ohne dass hier allerdings eine stärkere Verbesserung als bei einem Gangtraining auf dem Boden erwartet werden sollte.

4.2.4 Exoskelett-gestützte Geräte (z. B. Lokomat, AutoAmbulator)

Evidenz – subakutes Stadium

Vier Studien untersuchten den Einfluß von Exoskelett gestützten Geräten (Lokomat; AutoAmbulator) auf das Wiedererlernen des Gehens nach Schlaganfall (Husemann et al. 2007, Hidler et al. 2009, Schwartz et al. 2009 und Fisher et al. 2011). Dabei wurden in der Studie von Schwartz et al. die Patienten im Mittel innerhalb der ersten fünf Wochen nach Schlaganfall eingeschlossen, in den anderen drei Studien im Mittel zwischen zwei und vier Monaten nach Schlaganfall. Bei Husemann et al. waren die Patienten initial nicht gehfähig (FAC = 0), bei Schwartz et al. hatten die Patienten einen FAC ≤ 3, bei Hidler im Mittel einen FAC von 3–4 und auch die Patienten bei Fisher et al. waren gehfähig, teilweise allerdings nur mit Hilfe.

In drei Studien (Husemann et al., Schwartz et al. und Fisher et al.) bestanden die Interventionen aus einer Kombination von Gehtraining mit dem Lokomaten und Gehtraining auf dem Boden und die Kontrollintervention aus Gehtraining auf dem Boden alleine. In der vierten Studie (Hidler et al.) bestand die Intervention aus einem isolierten Gehtraining mit dem Lokomaten verglichen

Tab. 15: Exoskelett-gestützte Geräte – subakut

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b +	Husemann et al., 2007	• Gehtraining mit Lokomat und Physiotherapie vs. • Gehtraining auf dem Boden und Physiotherapie	16/14	subakut spät	Ø			
2b +	Hidler et al., 2009	• Gehtraining mit Lokomat vs. • Gehtraining auf dem Boden sowie auf dem Laufband (max. 15 min.)	33/30	subakut spät		–		
2b +	Schwartz et al., 2009	• Gehtraining mit AutoAmbulator und Physiotherapie vs. • Physiotherapie mit intensivem Gehtraining auf dem Boden	37/30	subakut	+	Ø *	Ø *	Ø
2b +	Fisher et al., 2011	• Gehtraining mit AutoAmbulator und Physiotherapie vs. • Physiotherapie mit intensivem Gehtraining auf dem Boden	10/10	subakut spät		Ø *	Ø *	Ø

+: signifikante Verbesserung im Gruppenvergleich zugunsten der Interventionsgruppe; Ø: kein signifikanter Unterschied im Gruppenvergleich; Ø *: kein signifikanter Unterschied zwischen Interventionsgruppen und Kontrollgruppe (intensives Gangtraining) nach dem Training (bei initial nicht gehfähigen Patienten); subakut spät: Einschluss vorwiegend zwischen dem 2. und 4. Monat nach Schlaganfall

mit einem konventionellen Gehtraining auf dem Boden, das auch bis zu 15 Minuten Laufbandtraining mit einschloss (Tab. 15).

Evidenz – chronisches Stadium

Eine randomisierte Studie konnte zur Bewertung herangezogen werden. Hornby und Mitarbeiter (2008, 1b, n=48) verglichen ein Robot-assistives Gehtraining auf dem Lokomat mit einem Therapeuten-assistiven Lokomotionstraining auf dem Laufband. Zwölf 30-minütige Therapieeinheiten wurden durchgeführt. Die Probanden waren gehfähig bei einer durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit von 0,45 m/s in der Interventions- und 0,43 m/s in der Kontrollgruppe (Tab. 16).

Gehfähigkeit erlangen oder verbessern

Zwei Studien untersuchten bei Patienten im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall den Einfluß des Lokomaten auf die Verbesserung der Gehfähigkeit (Husemann et al. 2007, Schwartz et al. 2009). Während bei Schwarz et al. Patienten in den ersten Wochen nach Schlaganfall untersucht wurden, die entweder nicht oder mit Hilfe einige Schritte gehen konnten, schlossen Husemann et al. Patienten ein, die im Mittel drei Monate nach Schlaganfall noch gehunfähig waren. Schwarz et al. konnten zeigen, dass die Patienten in der Kombinationsgruppe aus Lokomat- und Bodentraining ihre Gehfähigkeit erfolgreicher verbesserten als die Patienten in der Kontrollgruppe, die ein Gehtraining auf dem Boden erhielten. Bei den Patienten von Husemann et al. hingegen besserte sich die Gehfähigkeit bei initialer Gehunfähigkeit (FAC = 0) einige Monate nach Schlaganfall innerhalb des vierwöchigen Trainings nur wenig (FAC = 1), unabhängig davon in welcher Trainingsgruppe sich die Patienten befanden.

Insgesamt ergibt sich somit eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass

- bei Patienten in den ersten Wochen nach Schlaganfall sowohl während des Gehtrainings mit Einsatz des Lokomaten als auch während des Gangtrainings ohne Lokomat eine signifikante Verbesserung der Gehfähigkeit beobachtet wird. Dies gilt für initial nicht oder nur mit Hilfe gehfähige Patienten.
- Gehtraining mit Hilfe eines Lokomaten innerhalb der ersten Wochen nach Schlaganfall bei initial nicht gehfähigen Patienten zu einer statistisch signifikanten zusätzlichen Verbesserung der Gehfähigkeit führt, verglichen mit anderen spezifischen physiotherapeutischen Interventionen, die über einen vergleichbaren Zeitraum durchgeführt werden,
- ein Training unter Einschluss des Lokomaten bei ca. drei Monaten nach Schlaganfall noch nicht gehfähigen Patienten zu keiner größeren Verbesserung der Gehfähigkeit führte als ein intensiviertes Gehtraining auf dem Boden. Bei dieser Patientengruppe konnte mit beiden Trainingsmethoden nur ein geringer Fortschritt der Gehfähigkeit beobachtet werden.

Somit ist ein erfolgversprechender Einsatz des Lokomaten bei nicht gehfähigen Patienten im **subakuten Stadium nach Schlaganfall** vor allem innerhalb der ersten Wochen nach Schlaganfall zu erwarten.

Tab. 16: Exoskelett-gestützte Geräte – chronisch

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b +	Hornby et al. 2008	• Gehtraining mit Lokomat vs. • Therapeuten-assistives Lokomotionstraining	24/24	chronisch		Ø	Ø	Ø

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Zusammen mit der bereits erhobenen Evidenz, dass ein spezifisches physiotherapeutisches Training einer unspezifischen Intervention bzw. keiner Intervention hinsichtlich der Verbesserung der Gehfähigkeit überlegen ist (siehe Kapitel 4.1), und der Erfahrung, dass das Training mit dem Lokomaten eine Entlastung des Personals von schwerer körperlicher Arbeit beim Gangtraining schwer betroffener Patienten bedeutet, ergeben sich die folgenden Empfehlungen auf Basis einer **mittleren Qualität der Evidenz:**

Zur Verbesserung der Gehfähigkeit kann der **Einsatz eines Exoskelett gestützten Gerätes** (z. B. des Lokomaten) bei initial nicht gehfähigen Patienten **im subakuten Stadium** innerhalb der ersten Wochen nach Schlaganfall erfolgen – sofern vom Patienten toleriert und sofern ein solches Gerät in der Klinik vorhanden ist **(Empfehlungsstärke 0).** Dadurch kann insbesondere bei neurologisch schwer betroffenen Patienten die Belastung der Therapeuten vermindert, bzw. für die Patienten trotz des Ausmaßes des Funktionsdefizits ein möglichst intensives Gehtraining gewährleistet werden.

Gehgeschwindigkeit

Drei Studien hatten bei Patienten im **subakuten Stadium** eine Steigerung der Gehgeschwindigkeit als ein Studienziel (Hidler et al. 2009, Schwartz et al. 2009 und Fisher et al. 2011). Dabei wurden bei Hidler et al. gehfähige Patienten untersucht. Hier verbesserte sich die Gehtrainingsgruppe auf dem Boden und auf dem Laufband deutlich besser hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit als die Trainingsgruppe, die nur mit Hilfe des Lokomaten trainiert wurde.

Bei Schwartz et al. und Fisher et al. waren viele Patienten initial nicht in der Lage, selbstständig einzelne Schritte zu gehen. Schwartz et al. verglichen die Gehgeschwindigkeit nach dem Training zwischen den Gruppen bei den dann gehfähigen Patienten, Fisher et al. schlossen in ihre Auswertung nur die Patienten ein, die zumindest mit Hilfe bereits zu Beginn der Therapie einige Schritte gehen konnten (Subgruppenanalyse). Bei Schwartz et al fand sich nach Therapie kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Behandlungsgruppen hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit. Allerdings sind in dem Vergleich auch nur die Patienten eingeschlossen worden, die bei Entlassung zumindest mit Hilfe gehfähig waren (FAC ≥3). Dies erklärt vermutlich, warum in der Interventionsgruppe keine Überlegenheit hinsichtlich der durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit gefunden wurde. Bei Fisher et al. fand sich zwar in der Subgruppe der zu Therapiebeginn gehfähigen Patienten eine signifkante Zunahme der Gehgeschwindigkeit während des Trainings in beiden Behandlungsgruppen, jedoch ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen ihnen. Indirekt bestätigen die Ergebnisse somit noch einmal den engen Zusammenhang zwischen der Verbesserung der Gehgeschwindigkeit und der Verbesserung der Gehfähigkeit.

Im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall konnten hinsichtlich der selbstgewählten wie auch der schnellst möglichen Gehgeschwindigkeit in beiden Gruppen Verbesserungen, jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen verzeichnet werden. Die Zunahme der Gehgeschwindigkeit in der Laufbandgruppe beträgt 0,13 m/s und bewegt sich damit im Bereich des minimal detektierbaren Unterschiedes (MDC, Tilson 2010) im Vergleich zur Interventionsgruppe (Lokomat-Training), die die Gehgeschwindigkeit um durchschnittlich 0,07 m/s erhöhen konnte. Bei der Nachuntersuchung nach sechs Monaten zeigte sich in beiden Gruppen eine Tendenz zur Abnahme der Gehgeschwindigkeit.

Insgesamt ergibt sich somit die folgende **Qualität der Evidenz** für eine Steigerung der Gehgeschwindigkeit im **subakuten Stadium nach Schlaganfall** mit einem Exoskelett gestützten Gehtrainer:

- mit **mittlerer Qualität der Evidenz** zeigt die Gehgeschwindigkeit bei initial nicht gehfähigen Patienten nach einem Lokomat gestützten Training für die nach Ende des Trainings zumindest mit Hilfe gehfähigen Patienten (FAC ≥ 3) keinen signifikanten Unterschied zu der Gehgeschwindigkeit nach einem alleinigen spezifischen physiotherapeutischen Gehtraining ohne Lokomat-Einsatz (Schwartz et al., 2009)
- es besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass bei initial gerade mit leichter Hilfe gehfähigen Patienten ein Gehtraining, das den AutoAmbulator mit einschließt, keinen signifikanten Unterschied zu einem spezifischen physiotherapeutischen Gehtraining hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit aufweist (Fisher et al. 2011)
- mit **niedriger Qualität der Evidenz** führt ein isoliertes Gehtraining mit dem Lokomaten bei gehfähigen Patienten einige Monate nach Schlaganfall zu einer geringeren Verbesserung der Gehgeschwindigkeit als ein spezifisches physiotherapeutisches Gehtraining kombiniert mit Laufbandtraining (Hidler et al. 2009)

Für die Patienten im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall ergibt sich mit **mittlerer Qualität der Evidenz**,

- dass ein Lokomotionstraining auf dem Lokomat dem Therapeuten-assistiven Gehtraining auf dem Laufband bei gehfähigen Schlaganfallpatienten bezogen auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit nicht überlegen ist (Hornby et al. 2008).

Zusammen mit der bereits erhobenen Evidenz, dass ein spezifisches physiotherapeutisches Gangtraining einer unspezifischen Intervention bzw. keiner Interven-

tion hinsichtlich der Steigerung der Gehgeschwindigkeit überlegen ist (siehe Kapitel 4.1.), und der Erfahrung, dass das Lokomat-Training eine Entlastung des Personals von schwerer körperlicher Arbeit beim Gehtraining schwer betroffener Patienten bedeutet, ergeben sich die folgenden Empfehlungen:

Zur Steigerung der Gehgeschwindigkeit kann bei **initial nicht gehfähigen Patienten im subakuten Stadium** nach Schlaganfall ein Gehtraining mit einem **Exoskelett gestützten Gerät** (Lokomat/AutoAmbulator) Teil des Therapieprogramms sein **(Empfehlungsstärke 0)**, insbesondere bei neurologisch schwer betroffene Patienten kann er bevorzugt eingesetzt werden **(Empfehlungsstärke 0).**
Das Trainingsprogramm zur Steigerung der Gehgeschwindigkeit kann auch **bei bereits mit Hilfe gehfähigen Patienten** im subakuten Stadium nach Schlaganfall ein **Gehtraining mit einem Exoskelett gestützten Gerät** (Lokomat/AutoAmbulator) mit einschließen **(Empfehlungsstärke 0)**, dies gilt wiederum insbesondere für neurologisch schwer betroffenen Patienten.
Bei bereits **gehfähigen Patienten** sollte im **subakuten** und im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall **kein isoliertes Trainingsprogramm mit einem Exoskelett gestützten Gerät** (Lokomat/AutoAmbulator) zur Steigerung der Gehgeschwindigkeit erfolgen **(Empfehlungsstärke B).**

Gehstrecke

Zwei Studien untersuchten bei Patienten im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall den Einfluß eines Lokomat-Trainings auf die Gehstrecke (Schwartz et al., 2009; Fisher et al., 2011). In beiden Studien waren viele Patienten initial nicht in der Lage, selbstständig einzelne Schritte zu gehen. Schwartz et al. verglichen die Gehstrecke nach dem Training zwischen den Gruppen bei den dann gehfähigen Patienten, Fisher et al. schlossen in ihre Auswertung nur die Patienten ein, die zumindest mit Hilfe bereits zu Beginn der Therapie einige Schritte gehen konnten (Subgruppenanalyse). Bei Schwartz et al fand sich nach Therapie kein signifikanter Unterschied zwischen den Verbesserungen der Gehstrecke bei den beiden Behandlungsgruppen. Auch bei Fisher et al. fand sich in der Subgruppe zwar eine signifkante Zunahme der Gehstrecke während des Trainings in beiden Behandlungsgruppen, jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen ihnen. Somit geht auch hier die Verbesserung der Gehfähigkeit mit der Verbesserung der Gehstrecke einher (Schwartz et al., 2009).

Für Patienten im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall konnten Hornby und Mitarbeiter hinsichtlich der Gehstrecke keine signifikanten Unterschiede zwischen den Verbesserungen der beiden Behandlungsgruppen finden.

Zusammengefasst ergibt sich somit die folgende Qualität der Evidenz für eine Steigerung der Gehstrecke mit einem Exoskelett gestützten Gangtrainer bei Patienten im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall:
- es besteht eine **mittlere Qualität der Evidenz**, daß bei initial nicht oder gerade mit leichter Hilfe gehfähigen Patienten ein Gehtraining, das den Lokomaten oder AutoAmbulator mit einschließt, für die bei Ende der Therapie zumindest mit Hilfe gehfähigen Patienten, zu keinem signifikanten Unterschied im Vergleich zu einem spezifischen physiotherapeutischen Gehtraining hinsichtlich der Gehstrecke führt.

Für gehfähige Patienten im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall
- besteht eine **mittlere Qualität** der Evidenz, dass das Gehtraining mithilfe des Lokomat dem Laufbandtraining mit Fazilitation durch Therapeuten bezogen auf die Erweiterung der Gehstrecke **nicht** überlegen ist.

Zusammen mit der bereits erhobenen Evidenz, dass ein spezifisches physiotherapeutisches Training einer unspezifischen Intervention bzw. keiner Intervention hinsichtlich der Steigerung der Gehstrecke überlegen ist (siehe Kapitel 4.1.), und der Erfahrung, dass das Lokomat-Training eine Entlastung des Personals von schwerer körperlicher Arbeit beim Gehtraining schwer betroffener Patienten bedeutet, ergeben sich die folgenden Empfehlungen:

Das Trainingsprogramm zur Steigerung der Gehstrecke kann **bei bereits mit Hilfe gehfähigen Patienten** im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall ein Gehtraining mit einem **Exoskelett gestützten Gerät** (Lokomat/AutoAmbulator) mit einschließen **(Empfehlungsstärke 0).** Dadurch kann insbesondere bei neurologisch schwer betroffenen Patienten die Belastung der Therapeuten vermindert, bzw. für die Patienten trotz des Ausmaßes des Funktionsdefizits ein möglichst intensives Gehtraining gewährleistet werden.
Im **chronischen Stadium** kann für gehfähige Patienten vor allem aufgrund des logistischen Mehraufwandes für den Lokomaten keine positive Empfehlung für den Einsatz des Lokomaten gegeben werden.

Balance/Reduktion der Zahl der Stürze

Zwei Studien untersuchten im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall den Einfluss eines Lokomat Trainings auf die Balance (Schwartz et al. 2009, Fisher et al. 2011). Die Balance wurde mit dem Timed Up & Go Test bzw. mit dem Tinetti Balance and Gait Assessment untersucht. Dabei zeigte sich bei Schwartz et al. in der Subgruppe der Patienten, die gehfähig geworden waren, ein vergleichbares Timed Up & Go-Ergebnis sowohl nach kom-

biniertem Lokomat- und Bodentraining als auch nach dem Gehtraining nur auf dem Boden. Bei Fisher et al. kam es in beiden Trainingsgruppen zu einer signifikanten Verbesserung der Punktzahl im Tinetti Assessment. Dabei zeigte sich für das kombinierte Training der Interventionsgruppe eine stärkere Verbesserung, die jedoch nicht statistisch signifikant wurde.

Im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall wurde der Zielparameter Balance mittels der Berg Balance Scale (56 mögliche Punkte) erhoben. Dabei verbesserten sich die Probanden der Interventionsgruppe um einen (von 42 auf 43/56), die der Kontrollgruppe um zwei Punkte (von 42 auf 44/56), so dass Effekte bzgl. der Balance fraglich sind.

Mit **mittlerer Qualität der Evidenz**
- unterstützt im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall somit ein physiotherapeutisches Training unter Verwendung eines Exoskelett unterstützten Gerätes das Wiedererlernen der Balance in vergleichbarem Umfang wie ein gezieltes physiotherapeutisches Training.
- ist im **chronischen Stadium** das Robot-assistive Lokomotionstraining dem Therapeuten-assistiven Gehtraining auf dem Laufband nicht überlegen, um die Balance zu verbessern.

Zusammen mit der bereits erhobenen Evidenz, dass ein spezifisches physiotherapeutisches Training inklusive einem Gehtraining einer unspezifischen Intervention bzw. keiner Intervention hinsichtlich der Verbesserung der Balance überlegen ist (siehe Kapitel 4.4.), ergibt sich die folgende Empfehlung:

Zur Verbesserung der Balance kann das Gehtraining – **bei nicht gehfähigen Patienten** oder **Patienten**, die **nur mit Hilfe** gehen können – **im subakuten Stadium** nach Schlaganfall auch mit Hilfe eines Exoskelett gestützten Gerätes (z. B. Lokomat) durchgeführt werden **(Empfehlungsstärke 0)**, dies gilt insbesondere für schwer betroffene Patienten.
Im **subakuten** und im **chronischen Stadium** kann auch bei **gehfähigen Patienten** ein **Exoskelett gestütztes Gerät** (Lokomat/AutoAmbulator) in das Gehtraining einbezogen werden **(Empfehlungsstärke 0)**. Allerdings sollten die zusätzlichen logistischen Leistungen kritisch gegen den potentiellen Nutzen abgewogen werden.

GESAMTBEWERTUNG GERÄTEGESTÜTZTES GEHTRAINING

In allen Studien – mit nur einer Ausnahme – ist das gerätegestützte Gehtraining Teil eines physiotherapeutischen Konzeptes, das immer auch gezielte physiotherapeutische Übungen und das Gehen auf dem Boden umfassen. Die eine Ausnahme (Hidler et al. 2009) zeigt exemplarisch, dass ein isoliertes gerätegestütztes Training nicht zur einer sinnvollen und alltagsrelevanten Verbesserung der trainierten Leistung führt.
Die bisherigen Studienergebnisse deuten vielmehr darauf hin, dass ein sehr engagiertes und zeitintensives physiotherapeutisches Gehtraining prinzipiell die gleichen Ergebnisse erzielen kann wie ein gerätegestütztes Gehtraining (z. B. Peurala et al. 2009). Allerdings führt ein solches Training gerade bei neurologisch schwer betroffenen initial nicht gehfähigen Patienten zu einer hohen physischen Belastung der Therapeuten.
Hinsichtlich der gewählten Zielkriterien ist die Evidenzlage für die drei Gerätegruppen deutlich unterschiedlich. So zeigen sich zur Verbesserung der **Gehfähigkeit** bei initial nicht gehfähigen Patienten in den ersten Wochen nach dem Schlaganfall die stärksten Effekte für die **Endeffektor-basierten Trainingsgeräte** (z. B. Gangtrainer). Prinzipiell vergleichbar, aber mit deutlich niedriger Evidenz für ihre Effektivität, sind die **Exoskelett-gestützten Geräte** (z. B. Lokomat). Eine kürzlich erschienene Übersichtsarbeit der Cochrane Collaboration unterstreicht bei zusätzlicher Einbeziehung von nicht publizierten und in anderen Sprachen veröffentlichen Studien (hier in Koreanisch) die Gleichwertigkeit beider Methoden für die Verbesserung der Gehfähigkeit bei initial nicht gehfähigen Patienten (Mehrholz et al. 2013). Von mehreren Autoren wird als **Wirkprinzip** für die Verbesserung der Gehfähigkeit die **vermehrte Anzahl der Schritte** während der Übungsphase vermutet und auch mit Vergleichsdaten untermauert. Nicht-gehfähige Patienten sollten diesen Daten zufolge pro Tag 500 – 1.000 Schritte zurücklegen (siehe Pohl et al. [2007] und Peurala et al. [2009]).
Für bereits gehfähige Patienten gibt es keine festen Zielwerte. Für Patienten, die gerade mit Hilfe einige Schritte gehen können, stellen 3.000 Schritte pro Tag bereits ein intensives Training dar (z.B. Duncan et al., 2011).
Bei bereits sicher gehfähige Patienten gelten vermutlich Zielwerte, die denen für gesunde Probanden vergleichbar sind. So liegen die Zielwerte zur Erhaltung der kardiovaskulären Fitness – je nach Alter – bei zwischen 6.000 und 10.000 Schritten pro Tag.
Für nicht gehfähige Patienten findet sich einige Monate nach einem Schlaganfall nur noch eine geringe Besserungstendenz, ein selbstständiges Gehen wird bei diesen Patienten weder durch das Training mit einem elektromechanischen Gangtrainer noch durch ein konventionelles Training erreicht (z. B. Husemann 2007). Dies gilt auch für nicht-gehfähige Patienten im chronischen Stadium nach Schlaganfall. Somit besteht für das (Wieder-)erlernen des Gehens vermutlich ein kritisches Zeitfenster innerhalb der ersten Wochen und

Monate nach dem Akutereignis, das für ein intensives Trainingsprogramm genutzt werden sollte.

Das **Laufband mit und ohne Gewichtsentlastung** ist für initial nicht gehfähige Patienten in seiner Wirkung dem spezifischen physiotherapeutischen Gehtraining vergleichbar. Dabei wird die Gewichtsabnahme vor allem bei schwer betroffenen Patienten eingesetzt, mit Zunahme der Aktivität der Patienten wird sie auch zunehmend reduziert. Sein Einsatz geht ebenfalls mit einer deutlichen Entlastung der Therapeuten einher. Da bei schwer betroffenen Patienten der Fuß der betroffenen Seite geführt werden muss, sind die Therapeuten physisch dennoch stärker gefordert als bei den anderen beiden elektromechanischen Verfahren. Korrespondierend dazu besteht die größte Evidenz für den Einsatz des Laufbandes für bereits (mit Hilfe) gehfähige Patienten sowohl für das subakute als auch für das chronische Stadium nach Schlaganfall. Dies wird in neueren Übersichtsarbeiten (Polese et al. 2013, Mehrholz et al. 2014) vor allem auch für Gehgeschwindigkeit und Gehstrecke als Zielparameter bestätigt (siehe unten).

Für die Steigerung der **Gehgeschwindigkeit**, insbesondere der schnellstmöglichen Gehgeschwindigkeit, ist für subakute Patienten nach Schlaganfall, die zumindest mit leichter Hilfe gehen können (FAC 3–5), das **Laufbandtraining**, das die Geschwindigkeit systematisch steigert und die Patienten an ihre Leistungsgrenze heranführt, die effektivste Intervention. Weder der Gangtrainer noch der Lokomat sind primär dafür konstruiert. Hinsichtlich der relativ langen Vor- und Nachbereitungszeiten – verglichen mit dem Laufband – scheint dies für gehfähige Patienten auch nicht sinnvoll. Für eine Steigerung der komfortablen Gehgeschwindigkeit sind die Wirksamkeit von konventionellem Gehtraining auf dem Boden und einem Gehtraining mit Hilfe des Laubandes vergleichbar. Dies gilt sowohl für das subakute als auch für das chronische Stadium nach Schlaganfall. Die **systematische Steigerung der Gehgeschwindigkeit** (möglichst unter aeroben Bedingungen) scheint das **Wirkprinzip** zur Erreichung des Zielparameters zu sein. Allerdings sollten die erreichten Fortschritte in den Alltag des Patienten übernommen werden, um sie dauerhaft zu konsolidieren.

Hinsichtlich der Steigerung der **Gehstrecke** innerhalb einer vorgegebenen Zeit ist die Evidenz für eine Überlegenheit von gerätegestütztem Training insbesondere **Laufbandtraining** gegenüber spezifischem physiotherapeutischem Training für bereits zumindest mit leichter Hilfe gehfähige Patienten spärlich. Nur in einzelnen Laufbandstudien zeigen sich für Patienten in der subakuten Phase nach Schlaganfall deutlich bessere Effekte verglichen mit einem spezifischen Physiotherapietraining, insbesondere wenn das Laufbandtraining eine erhöhte kardiopulmonale Belastung mit einschließt (siehe Eich et al., 2004; Belastung bis 80% der Herzfrequenzreserve (HRR); Kuys et al., 2011). In der chronischen Phase nach Schlaganfall können zwar auch passagere Verbesserungen erreicht werden, die aber nur in wenigen Studien länger anhalten. **Wirkprinzip** ist vermutlich ebenfalls ein **spezifisches aerobes Gehtraining,** dessen Intensität sowohl hinsichtlich der Gehstrecke als auch der kardiopulmonalen Belastung kontinuierlich gesteigert wird. Auch hier sollten die erreichten Fähigkeiten in den Alltag des Patienten übernommen werden, um sie über längere Zeit zu erhalten.

Eine Verbesserung der **Balance** und eine **Reduktion der Zahl der Stürze** kann durch ein spezifisches Gehtraining alleine nicht erreicht werden, hier ist vor allem ein spezifisches Balancetraining gefordert (siehe unten und Kapitel 4.4). Nur in zwei Studien besteht im subakuten Stadium eine Überlegenheit des gerätegestützten Trainings gegenüber der Kontrollgruppe. In einer Studie kam es bei neurologisch schwer betroffenen Patienten nach einem Gangtrainer-Training zu einer signifikanten Verbesserung des Trunc Control Test (Morone et al. 2011). In einer weiteren Studie fand sich sowohl nach Laufbandtraining als auch nach einem intensiviertem heimbasierten Training ein verbesserter Berg Balance Score (BBS) verglichen mit einer Kontrollgruppe (Duncan et al. 2011). In der gleichen Studie war die Zahl der Stürze nach dem frühen Laufbandtraining höher als nach dem intensivierten heimbasierten Training und als in der Kontrollgruppe. Auch wenn die Berg Balance Skala allgemein als guter Prädiktor für die Sturzgefahr gilt, zeigen sich in der vorliegenden Studie von Duncan doch auch ihre Grenzen als Surrogatmarker. Im chronischen Stadium findet sich kein Hinweis für eine Überlegenheit der untersuchten Geräte gegenüber einem gezielten Balancetraining auf dem Boden. Während der subakuten und der chronischen Phase nach Schlaganfall ist vermutlich ein gezieltes Balancetraining im engen inhaltlichen Zusammenhang mit dem Gehen, z. B. durch wechselnde Geschwindigkeiten oder eine Automatisierung der motorischen Abläufe im Rahmen von »dual-task«-Paradigmen, entscheidender als ein vorwiegend repetitives Gehtraining (siehe »Balancetraining«, Kapitel 4.4.).

4.3 Training zur Förderung von Kraft und Ausdauer

S. Saal

4.3.1 Ausdauertraining

Aerobes Ausdauertraining gewinnt in der neurologischen Rehabilitation zunehmend an Bedeutung und ist bereits seit längerem in anderen Indikationsbereichen wie der kardiologischen Rehabilitation etabliert. Aerobes Ausdauertraining wird sowohl eingesetzt, um die kardiopulmonale Belastbarkeit zu verbessern sowie motorische Hauptbeanspruchungen wie Ausdauerfähigkeit und Koordination zu verbessern als auch um somatische Risikofaktoren positiv zu beeinflussen (Bjarnason-Wehrens 2007). Die aerobe Ausdauerfähigkeit zur Verbesserung des Gehens kann je nach Fähigkeitseinschränkungen der Rehabilitanden durch eine Reihe unterschiedlicher Belastungsformen trainiert werden, u. a. Gehen auf dem Laufband oder im Terrain, Training auf dem Ergometer oder auch im Wasser.

Evidenz

Eingeschlossene Studien wurden als aerobes Ausdauertraining in diesem Abschnitt betrachtet, wenn sie das Training entsprechend der Kriterien der American College of Sports Medicine (ACSM) und der American Heart Association/American Stroke Association (AHA/ASA) für Ausdauertraining entsprachen (Gordon et al. 2004). Die AHA/ASA empfiehlt derzeit ein 20–60-minütiges Ausdauertraining an 3–7 Tagen pro Woche. Die Belastungsintensität sollte dabei im Bereich von 40–70 % Herzfrequenzreserve bzw. 50–80 % maximaler Herzfrequenz oder aber bei einem subjektiven Belastungsempfinden von 11–14 Punkten auf einer Skala zum subjektiven Belastungsempfinden (6–20 Punkte) durchgeführt werden (Gordon et al. 2004).

Die derzeitige Evidenzbasis zur Wirksamkeit eines aeroben Ausdauertrainings auf die Verbesserung des Gehens bilden elf randomisierte Studien und Metaanalysen aus vier Übersichtsarbeiten. Die Auseinandersetzung mit den einzelnen Studien zeigte, dass die verschiedenen Studieninterventionen, die als aerobes Ausdauertraining eingesetzt wurden, deutliche Unterschiede in der Aufgabenbezogenheit zur Zielgröße aufweisen. So gleicht ein Laufbandtraining in den umzusetzenden Bewegungsmustern deutlich mehr dem physiologischen Gangbild als ein Ergometertraining. Das führte in dieser Leitlinie zu der Hypothese, dass das Ausmaß des Aufgabenbezugs eines Ausdauertrainings auch einen Einfluss auf dessen Wirksamkeit haben könnte. Aus diesem Grund wurden die Interventionen im Abschnitt der Evidenzermittlung und Empfehlungsfindung in aufgabenbezogene Therapien (z. B. Laufband, aufgabenbezogenes Zirkeltraining für die untere Extremität) und nichtaufgabenbezogene Therapien (z. B. Ergometertraining) unterteilt.

In der **subakuten** Phase setzten sich zwei Studien mit der Wirksamkeit von aerobem Laufbandtraining auf das Gehen nach Schlaganfall auseinander. Pohl et al. (2002, 1b, n=60) prüften in einer dreiarmigen Studie den Effekt eines geschwindigkeitsorientierten (progressiven) Gehtrainings auf dem Laufband gegen ein intensitätslimitierten Gehtraining auf dem Laufband und ein konventionelles Gangtraining, das Elemente der Propriozeptiven Neuromuskulären Fazilitation (PNF) und Bobath beinhaltete. Eich et al. (2004, 1b, n=50) verglichen eine Kombination aus aeroben Laufbandtraining und Bobath-Therapie gegen ausschließlich Bobath-Therapie bei gleicher Gesamt-Therapiezeit. Drei weitere Studien untersuchten den Effekt von Ergometertraining in der subakuten Phase nach Schlaganfall: Katz-Leurer et al. (2003, 2b, n=92 und 2007, 2b, n=64) prüften die Wirksamkeit eines Ergometertrainings zusätzlich zum regulären Rehabilitationsprogramm. Bateman et al. (2001, 2b, n=84) verglichen Ergometertraining gegenüber einer Entspannungstherapie. Da in der Studie von Bateman et al. 2001 ein gemischtes Kollektiv von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma, Schlaganfall und Subarachnoidalblutung untersucht worden war, und in der Originalpublikation keine differenzierte Darstellung der Ergebnisse erfolgte, wurde für die Leitlinie die Subgruppenanalyse der Schlaganfallpatienten aus dem Cochrane-Review von Saunders et al. (2009) verwendet. Outermans et al. (2010, 2b, n=44) verglich ein progressives aufgabenbezogenes Zirkeltraining mit einer Belastungssteigerung bis zu 80 % maximaler Herzfrequenzreserve gegen ein Zirkeltraining mit dem Schwerpunkt Balance und Haltungskontrolle.

In der **chronischen** Phase nach Schlaganfall untersuchten zwei Studien den Effekt aeroben Laufbandtrainings: Macko et al. (2005, 2b, n=61) und Globas et al. (2012, 1b–, n=36) verglichen ein progressives (d. h. ein in der Intensität sich steigerndes) aerobes Laufbandtraining gegen konventionelles Training 3 x/Woche über sechs bzw. über drei Monate. Zwei Studien widmeten sich dem Ergometertraining in der chronischen Phase nach Schlaganfall: Quaney et al. (2009, 2b, n=38) verglichen ein Ergometertraining mit Dehnungsübungen und Lee et al. (2008, 2b, n=52) in einer vierarmigen Studie u. a. ein progressives Ergometertraining mit einem Ergometertraining ohne Widerstand. Luft et al. (2008, 2b, n=71) prüften den Effekt eines progressives Laufbandtraining im Vergleich zu Dehnungsübungen.

Eine weitere Studie mit Schlaganfallpatienten im chronischen Stadium verglich die Wirkung eines aero-

ben Übungsprogramms im Wasser gegen ein Zirkeltraning für die Arme, entsprach aber aufgrund der geringen Teilnehmeranzahl pro Gruppe (weniger als zehn Teilnehmer pro Gruppe) nicht in den Einschlusskriterien der Leitlinie und wird demzufolge nicht in die weitere Ergebnisbetrachtungen einbezogen (Chu et al. 2004, 2b, n=13).

In die nachfolgenden Ergebnisbetrachtungen fließen zudem die Erkenntnisse von Metaanalysen folgender vier Arbeiten ein: van Peppen et al. (2004), Brazzelli et al. (2011), van de Port et al. (2007), Pang et al. (2006). (Tab. 17).

Gehfähigkeit

In der **subakuten Phase** zeigte sich sowohl ein progressives geschwindigkeitsabhängiges Laufbandtraining als auch ein limitiert progressives Laufbandtraining einem konventionellen Gangtraining in der Verbesserung der

Tab. 17: Ausdauertraining

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b +	Pohl et al. 2002	• Intensiviertes Gehtraining mit Laufband und auf dem Boden vs. • Gehtraining mit Laufband und auf dem Boden	20/20/20	subakut	+	+		
		• Intensiviertes Gehtraining mit Laufband und auf dem Boden vs. • Gehtraining mit Laufband und auf dem Boden	20/20/20	subakut	+	+		
1b ++	Eich et al. 2004	• Intensiviertes Gehtraining mit Laufband und auf dem Boden vs. • Physiotherapie mit Gehtraining auf dem Boden	25/25	subakut		+	+	
2b –	Katz-Leurer et al. 2003	Zusätzliches Ergometertraining	46/46	subakut		Ø	Ø	
2b –	Katz-Leurer et al. 2007	Zusätzliches Ergometertraining	32/32	subakut			Ø	
2b –	Saunders et al. 2009 (Subgruppenanalyse aus Bateman et al. 2001)	• Ergometertraining vs. • Entspannungstherapie	40/44	subakut	Ø	Ø		Ø
2b –	Outermans et al. 2010	• Progressives aufgabenbezogenes Zirkeltraining vs. • Zirkeltraining mit Schwerpunkt Balance	23/21	subakut		+	+	Ø
2b –	Macko et al. 2005	• Laufbandtraining vs. • Konventionelles Training	32/29	chronisch	Ø	Ø	+	
1b– +	Globas 2012	• Intensives progressives Laufbandtraining vs. • Konventionelle Pflege, Physiotherapie (passive, Muskeltonus regulierende Übungen für die unteren und oberen Extremitäten mit Elementen vom Balance Training); 1–3x/Wo	18/18	chronisch		+	+	
2b –	Quaney et al. 2009	• Ergometer vs. • Dehnungsübungen	19/19	chronisch				Ø
2b –	Lee et al. 2008	• Kraft + Ergometer vs. • Kraft+ Schein-Ergometer • (vs. Ergometer vs. Ergometer+ Kraft als Scheinintervention)	13/13/14/12	chronisch		Ø	Ø	
2b +	Luft et al. 2008	• Progressives Laufbandtraining (bis zu 60% HRR) vs. • 13 aktive (supervidierte) od. assistiv begleitete Dehnübungen 40 min/Session; 6 Mo.	37/34	chronisch		+		
2a –	van de Port et al. 2007	Meta-Analyse mit 2 RCTs (Ergometer, Wassertherapie)	n=104			Ø		
2a –	Pang et al. 2006	Meta-Analyse mit 5 RCTs (3 Ergometer, 1Wassertherapie, 1 Laufband)	n=317					
		Meta-Analyse mit 4 RCTs (2 komb. Übungstherapie, 1 Ergometer, 1 Laufband)	n=268		+	+		
2a +	van Peppen et al. 2004	Meta-Analyse mit 2 RCTs (1 Ergometer, 1 komb. Übungstherapie)	n=112			+		
1a ++	Brazzelli et al. 2011	MA zu GF: 2 RCTs (Laufband)	n=73					
		zu GG: 7 RCTs (4 Laufband, 1 Ergometer, 2 Zirkeltraining)	n=365					
		zu GS: 4 RCTs (2 Zirkeltraining, 2 Laufband)	n=219		+	+	+	Ø
		zu Balance: 3 RCTs (Ergometer, Zirkeltraining, Laufband)	n=188					

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Gehfähigkeit überlegen (Pohl et a. 2002). Ein Ergometertraining hingegen erwies sich im Vergleich zu einer Entspannungstherapie bei Patienten in der subakuten Phase nicht als effektiver hinsichtlich der Gehfähigkeit (Saunders et al. 2009, Subgruppenanalyse aus Bateman et al. 2001). Für Patienten in der **chronischen Phase** zeigte sich ein Laufbandtraining gegenüber einem konventionellen Training ebenfalls als nicht überlegen (Macko et al. 2005). Eine Metaanalyse mit zwei Laufbandstudien (Pohl et al. 2002, da Cunha 2002) spricht sich für einen Effekt des Laufbandtrainings auf die Gehfähigkeit (FAC) aus (Brazzelli et al. 2011).

Mit **mittlerer Qualität der Evidenz** ist derzeit davon auszugehen, dass ein aufgabenspezifisches Ausdauertraining –hier am Beispiel von Laufbandtraining- zur Verbesserung der Gehfähigkeit gegenüber konventionellen Therapien in der subakuten Phase überlegen ist. Demgegenüber spricht derzeit eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass ein Ausdauertraining ohne direkten Aufgabenbezug- hier am Beispiel von Ergometertraining- keinen Effekt auf die Gehfähigkeit bei Patienten in der subakuten Phase nach Schlaganfall hat. In der chronischen Phase ist mit **niedriger Qualität der Evidenz** aktuell davon auszugehen, dass ein Ausdauertraining auf dem Laufband zur Verbesserung der Gehfähigkeit gegenüber konventionellem Training nicht überlegen ist.

Aufgabenbezogenes Ausdauertraining kann in der **subakuten Phase** eingesetzt werden, um die Gehfähigkeit nach Schlaganfall zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**. Dabei hat sich Laufbandtraining als geeignete Intervention zur Umsetzung dieser Trainingsform erwiesen. Für ein Ausdauertraining ohne direkten Aufgabenbezug wie Ergometertraining kann zur Verbesserung der Gehfähigkeit in der **subakuten Phase keine Empfehlung** ausgesprochen werden. Auch reicht die Datenlage nicht aus, um für ein Ausdauertraining auf dem Laufband in der chronischen Phase nach Schlaganfall eine Empfehlung auszusprechen.

Gehgeschwindigkeit

Zwei Studien berichten, dass ein aerobes Ausdauertraining auf dem Laufband in der **subakuten Phase** nach Schlaganfall die Gehfähigkeit deutlich mehr verbessert als konventionelle Therapie (Pohl et al. 2002, Eich et al. 2004). Ebenso zeigte sich ein aufgabenbezogenes Zirkeltraining im Vergleich zu einem Zirkeltraining mit schwerpunktmäßigen Balancetraining als überlegen in der Verbesserung der Gehgeschwindigkeit (Outermans et al. 2010). Ein aerobes Ausdauertraining mit dem Fahrradergometer jedoch führte bei Patienten in der subakuten Phase sowohl als zusätzliches Training (Katz-Leurer et al. 2003) als auch im Vergleich zu einer Entspannungstherapie (Saunders et al. 2009 aus Bateman et al. 2001) zu keiner Verbesserung der Gehgeschwindigkeit.

Zur Wirksamkeit eines aeroben Ausdauertrainings auf dem Laufband bei Patienten mit der **chronischen Phase** nach Schlaganfall existieren derzeit widersprüchliche Ergebnisse (Luft et al. 2008, Macko et al. 2005, Globas et al. 2012): Im Vergleich zu Dehnungsübungen erwies sich Laufbandtraining als effektiv in der Verbesserung der Gehgeschwindigkeit (Luft et al. 2008). Ebenso wiesen Globas et al. (2012) gegenüber konventionellem Training Effekte eines aeroben Laufbandtrainings auf die Gehgeschwindigkeit nach. Macko et al. (2005) jedoch konnten keine diesbezüglichen Effekte im Vergleich zu konventioneller Therapie finden.

Ein progressives aerobes Ausdauertraining auf dem Fahrradergometer führte im Vergleich zu einem Ergometertraining ohne Widerstand ebenfalls nicht zu einer Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei chronischen Schlaganfallpatienten (Lee et al. 2008).

Drei der vier Metaanalysen zu aerobem Ausdauertraining sprachen sich für positive Effekte eines aeroben Ausdauertrainings auf die Gehgeschwindigkeit aus (Pang et al. 2006, van Peppen et al. 2004, Brazzelli et al. 2011). Diejenige Metaanalyse, die keine Effekte fand, beinhaltete keine Studien mit Laufbandinterventionen (van de Port et al. 2007).

Es besteht **hohe Qualität der Evidenz**, dass ein aufgabenbezogenes Ausdauertraining zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit in der **subakuten Phase** konventionellen Therapien überlegen ist. In der **chronischen Phase** ist derzeit mit **niedriger Qualität der Evidenz** ebenfalls von positiven Effekten eines aufgabenbezogenen Ausdauertrainings auszugehen. Daraus ergeben sich folgende Empfehlungen:

Ein aufgabenbezogenes Ausdauertraining soll zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit in der **subakuten Phase** nach Schlaganfall eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad A)**. In der **chronischen Phase** kann ein aufgabenbezogenes Ausdauertraining zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit ebenfalls eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad 0)**. Zur Umsetzung eines aufgabenbezogenes Ausdauertrainings haben sich Laufbandtraining und ein progressives aufgabenbezogenes Zirkeltraining als geeignete Trainingsmethoden erwiesen.

Sowohl in der **subakuten** als auch in der **chronischen Phase** nach Schlaganfall ist für ein Ausdauertraining ohne direkten Aufgabenbezug von fehlenden Effekten auf die Gehgeschwindigkeit auszugehen **(niedrige Qualität der Evidenz)**. Auch zusätzlich zur regulären Therapie führt ein Ausdauertraining ohne direkten Aufgabenbezug zu keiner Verbesserung **(niedrige Qualität der Evidenz)**.

Demzufolge kann für ein Ausdauertraining ohne direkten Aufgabenbezug zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit **keine Empfehlung** als bevorzugte Therapie oder als zusätzliche Therapiemaßnahme ausgesprochen werden.

Gehstrecke

Über Effekte von aerobem Ausdauertraining auf die Gehstrecke in der **subakuten Phase** berichtet eine Studie zum Laufbandtraining und eine Studie zum aufgabenbezogenen Zirkeltraining (Eich et al. 2004, Outermans et al. 2010). Beide Untersuchungen vergleichen die Interventionen gegen konventionelle physiotherapeutische Maßnahmen und berichten signifikant positive Interventionseffekte auf die Gehstrecke. Ein zum regulären Rehabilitationsprogramm zusätzliches aerobes Ausdauertraining auf dem Ergometer zeigte in der subakuten Phase jedoch keine Effekte auf die Gehstrecke (Katz-Leurer et al. 2007, 2003). In der chronischen Phase berichten zwei Studien einheitlich positive Effekte eines aeroben Ausdauertrainings auf dem Laufband auf die Gehstrecke (Globas et al. 2012, Macko et al. 2005). Dem gegenüber führt ein aerobes Ausdauertraining auf dem Ergometer zu keiner Verbesserung der Gehstrecke (Lee et al. 2008).

Beide Metaanalysen die die Gehstrecke als Zielkriterium berücksichtigten, untermauerten den positiven Einfluss eines aeroben Ausdauertrainings auf die Gehstrecke.

Entsprechend der Studienlage ist sowohl für die subakute als auch für die chronische Phase mit **hoher Qualität der Evidenz** von positiven Effekten eines aufgabenbezogenen Ausdauertrainings auf die Gehstrecke auszugehen.

Demzufolge soll ein aufgabenbezogenes Ausdauertraining in der **subakuten Phase** durchgeführt werden, wenn eine Verbesserung der Gehstrecke angestrebt wird **(Empfehlungsgrad A)**. Zur Umsetzung eines aufgabenbezogenes Ausdauertrainings haben sich Laufbandtraining und ein progressives aufgabenbezogenes Zirkeltraining als geeignete Trainingsmethoden erwiesen. In der **chronischen Phase** nach Schlaganfall sollte ein aufgabenbezogenes Ausdauertraining durchgeführt werden, wenn eine Verbesserung der Gehstrecke angestrebt wird **(Empfehlungsgrad B)**.

Es existiert derzeit **mittlere Qualität der Evidenz** dafür, dass ein Ausdauertraining ohne direkten Aufgabenbezug als zusätzliche Intervention in der subakuten Phase keinen Effekt auf die Gehstrecke hat. Zudem spricht **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass auch in der chronischen Phase nach Schlaganfall ein Ausdauertraining ohne direkten Aufgabenbezug keinen Effekt auf die Gehstrecke hat.

Somit kann für ein Ausdauertraining ohne direkten Aufgabenbezug sowohl in der **subakuten** als auch **chronischen Phase** zur Verbesserung der Gehstrecke **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.

Balance

Drei randomisierte Studien und eine Metaanalyse setzten sich mit der Wirkung von Ausdauertraining auf die Balancefähigkeit auseinander. In der subakuten Phase unterscheidet sich ein aufgabenbezogenes Zirkeltraining nicht von konventionellen physiotherapeutischen Maßnahmen hinsichtlich der Verbesserung der Balance (Outermans et al. 2010). Auch ein Ausdauertraining auf dem Ergometer ist einer Entspannungstherapie zur Verbesserung der Balance nicht überlegen (Saunders et al. 2009 aus Bateman et al. 2001). Dem gegenüber erbrachte ein Ausdauertraining auf dem Ergometer in der chronischen Phase im Vergleich zu Dehnungsübungen signifikante Verbesserungen der Balance (Quaney et al. 2009).

Eine Metaanalyse, die Ergebnisse von drei randomisierten Studien mit Ergometertraining, Laufbandtraining und Zirkeltraining der subakuten und chronischen Phase zusammenfasst, kommt ebenfalls zu dem Schluss, dass ein Ausdauertraining keinen Effekt auf die Balance hat (Brazzelli et al. 2011). Aufgrund der Zusammenfassung verschiedener Phasen geht diese Metaanalyse nicht in die Bewertung der Evidenz ein.

In der subakuten Phase gibt es somit **niedrige Qualität der Evidenz**, dass ein Ausdauertraining (aufgabenbezogen und auch ohne direkten Aufgabenbezug) konventionellen Therapien in der Verbesserung der Balance nicht überlegen ist. In der **chronischen Phase** hingegen spricht **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass ein Ausdauertraining die Balance verbessert.

Für ein Ausdauertraining (aufgabenbezogen und auch ohne direkten Aufgabenbezug) in der **subakuten Phase** kann zur Verbesserung der Balance derzeit **keine Empfehlung** gegeben werden. In der chronischen Phase kann ein Ausdauertraining (ohne direkten Aufgabenbezug) durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Gesamtbewertung der Intervention

Es hat sich gezeigt, dass aufgabenbezogenes Ausdauertraining eine effektive Rehabilitationsmethode für die Verbesserung der Gehstrecke und Gehgeschwindigkeit ist, die in Rehabilitation nach Schlaganfall systematische Umsetzung erfahren sollte. Zur Wiedererlangung des unabhängigen Gehens sind aufgabenbezogene Ausdauertrainings besser geeignet als Trainingskonzepte ohne direkten Aufgabenbezug.
Von der Bewertung und den Empfehlungen bleiben weitere

wichtige Zielkriterien wie funktionelle Parameter der kardiorespiratorischen Leistungsfähigkeit unberührt, da sie das Gehen eher indirekt beeinflussen. Da diese Aspekte von großer tertiärpräventiver Bedeutung sind, sollte die Evidenz hierzu ebenfalls in der Planung des Ausdauertrainings berücksichtigt werden.
Bei der Durchführung von Ausdauertraining bei Schlaganfallpatienten ist zu beachten, dass ein Training erst nach einer ärztlichen Untersuchung zur Belastungsfähigkeit und dem Ausschluss von Kontraindikationen zu beginnen ist. Da der überwiegende Anteil an Schlaganfallpatienten auch an Herzerkrankungen leiden, empfiehlt die American Heart Association und American Stroke Association (AHA/ASA) vor Beginn eines Trainings einen abgestuften Belastungstest mit EKG-Monitoring durchzuführen (Gordon et al. 2004). In der Durchführung eines Ausdauertrainings bieten die eingangs dargestellten AHA/ASA-Empfehlungen eine gute Orientierung zur Belastungssteigerung.
Weitere Trainingsempfehlungen zum Aufbau eines aeroben Ausdauertrainings bieten unter anderen die Intervall- und die Dauermethode (Bjarnason-Wehrens 2007).

4.3.2 Krafttraining

Nach einem Schlaganfall kommt es zu sekundären muskulären Veränderungen, die oftmals zur Schwächung der Muskulatur führen (Borbonnais 1989). Krafttraining wird in der neurologischen Rehabilitation nach Schlaganfall vorrangig als dynamisches Muskeltraining eingesetzt, um Muskelatrophien zu vermindern und das Innervationsvermögens zu optimieren. Häufig wird Krafttraining funktionsorientiert mit Hilfe von Gewichten oder an Geräten durchgeführt. Eine Sonderform des dynamischen Krafttrainings an Geräten stellt das isokinetische Training dar, das durch ein Gleichbleiben des Widerstands über die gesamte Bewegungsstrecke charakterisiert ist. Bisher eher selten werden aufgabenbezogene Konzepte des Krafttrainings berichtet, die zur Verbesserung des Gehens Elemente der Lokomotion im Trainingsablauf integrieren.

Evidenz

12 Studien (neun randomisierte Studien und vier Metaanalysen) stehen als Evidenz für die Beurteilung des

Tab. 18: Krafttraining

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b +	Moreland et al. 2003	• Krafttraining mit Gewichten vs. • Krafttraining ohne Gewichte	68/65	subakut	Ø		Ø	
1b +	Cooke et al. 2010	• Funktionelles Krafttraining + PT vs. • PT vs. (PT+PT)	36/35/38	subakut	Ø	Ø		
2b –	Glasser 1986	isokinetisches Gerätetraining	10/10	subakut		Ø		
2b –	Ouellette et al. 2004	Krafttraining an Geräten	21/21	chronisch		Ø	Ø	
2b –	Lee et al. 2008	• Kraft + Ergometer vs. • Schein-Kraft + Ergometer (vs. Ergometer vs. Kraft + Scheinergometer)	13/12/14/13	chronisch		Ø	Ø	
1b +	Sullivan et al. 2007	• Kraft Beine +Laufband vs. • Kraft Arme +Laufband (vs. Ergometer+ Kraft Arme vs. Laufband + Ergometer)	20/20/20/20	chronisch		Ø	Ø	
1b +	Yang et al. 2006	• aufgabenbezogenes Krafttraining vs. • keine Intervention	24/24	chronisch		+	+	+
2b –	Kim et al. 2001	• isokinetisches Gerätetraining vs. • Scheintraining am Gerät	10/10	chronisch		Ø		
2b –	Sims et al. 2009	• Krafttraining an Geräten vs. • Regelversorgung	23/22		Ø			
2a +	van Peppen et al. 2004	Meta-Analyse mit 3 RCTs, n=84				Ø		
1a ++	Brazzelli et al. 2011	GG: 4 RCTs, n=104; bevorzugte GG: 3RCTs, n=80; GS: 2 RCTs, n=66				Ø	Ø	
2a –	Eng & Tang 2007	Meta-Analyse mit 5 RCTs, n=240				Ø		
2a –	van de Port et al. 2007	Meta-Analyse mit 4 RCTs, n=107				Ø		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Krafttrainings zur Verbesserung des Gehens zur Verfügung.

Bei Patienten in der subakuten Phase nach Schlaganfall verglichen Moreland et al. (2003, 1b, n=133) ein Programm mit neun Kraftübungen einmal mit Gewichten an Rumpf und Beinen gegen die Übungsausführung ohne Gewichte. Eine dreiarmige Studie prüfte den Effekt eines aufgabenbezogenen Krafttrainings zusätzlich zum regulären Therapieprogramm einer stationären Rehabilitationseinrichtung in der subakuten Phase (Cooke et al., 2010, 1b, n=109). Glasser (1986, 2b, n=20) verglich ein fünfwöchiges isokinetisches Gerätetraining gegen ein konventionelles Therapieprogramm einer Rehabilitationseinrichtung mit Patienten in der subakuten Phase nach Schlaganfall.

In der chronischen Phase nach Schlaganfall berichteten Ouellette et al. (2004, 2b, n=42) über Ergebnisse eines 12-wöchiges Beinkrafttraining an Geräten im Vergleich zu einem Training der Beweglichkeit für den Oberkörper und Arme. Eine vierarmige Studie verglich in der chronischen Phase unter anderen ein progressives Krafttraining an Geräten mit einem Training an Geräten mit Minimalwiderstand als Scheinintervention (Lee et al. 2008, 2b, n=52). Sullivan et al. (2007, 1b, n=80) prüften ein Beinkrafttraining mit Gewichten im Vergleich zu Ergometertrainingseinheiten für die obere Extremität. Beide Gruppen erhielten zusätzlich ein Laufbandtraining unter Gewichtsentlastung. Eine weitere Studie zur chronischen Rehabilitationsphase prüfte ein 4-wöchiges aufgabenbezogenes progressives Krafttraining (z. B. Stepping mit steigenden Blockhöhen, Wechsel Sitz-Stand mit absenkender Sitzhöhe) in Form eines Zirkeltrainings gegenüber einer Kontrollgruppe, die keine Intervention erhielt (Yang et al. 2006, 1b, n=48). Eine weitere Studie verglich ein sechswöchiges isokinetisches Gerätetraining gegen ein Scheintraining am Gerät (mit passiver Übungsausführung) in der chronischen Phase nach Schlaganfall (Kim et al. 2001, 2b, n=20). Sims et al. (2009, 2b, n=45) berichteten zu einem progressiven Krafttraining in der Gruppe, dass gegenüber der regulären ambulanten Versorgung verglichen wurde. In die Ergebnisbewertung fließen ebenso die Erkenntnisse von Metaanalysen folgender vier Arbeiten ein: van Peppen et al. (2004), Brazzelli et al. (2011), Eng and Tang (2007), van de Port et al. (2007) (Tab. 18).

Gehfähigkeit

Drei Studien geben Auskunft zum Effekt des Krafttrainings auf die Gehfähigkeit von Schlaganfallpatienten.

In der **subakuten Phase** nach Schlaganfall war ein Krafttraining zur Verbesserung der Gehfähigkeit einer Scheinintervention nicht überlegen (Moreland et al. 2003, 1b). Ein aufgabenbezogenes Krafttraining brachte zusätzlich zur konventionellen Therapie keinen Zuwachs an Gehfähigkeit (Cooke et al. 2010).

Auch in der **chronischen Phase** berichteten Sims et al. (2009) fehlende Effekte eines zusätzlichen Krafttrainings zur regulären ambulanten Versorgung auf die Gehfähigkeit.

Eine **mittlere Qualität der Evidenz** zu fehlenden Effekten eines Krafttrainings auf die Gehfähigkeit in der subakuten und chronischen Phase führt somit zu folgender Schlussfolgerung:

Für ein Krafttraining kann in der **subakuten** und **chronischen Phase keine Empfehlung** zur Verbesserung der Gehfähigkeit ausgesprochen werden.

Gehgeschwindigkeit

In der subakuten Phase führte ein isokinetisches Krafttraining ebenso wie ein konventionelles Therapieprogramm zu einer Erhöhung der Gehgeschwindigkeit, wobei sich keine Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen zeigten (Glasser 1986). Cooke et al. (2010) berichteten, dass ein aufgabenbezogenes Krafttraining als zusätzliche Intervention keine zusätzliche Verbesserung der Gehgeschwindigkeit in der subakuten Phase bewirkte.

In der chronischen Phase nach Schlaganfall zeigten sich für ein Krafttraining an Geräten/Gewichten (Ouellette et al. 2004, 2b; Lee et al. 2008, 2b; Sullivan et al. 2007, 1b) und auch als isokinetisches Krafttraining (Kim et al. 2001, 2b) im Vergleich zu den (teils unspezifischen) Kontrollinterventionen keine Effekte. Yang et al. (2006, 1b) hingegen berichteten eine signifikante Verbesserung der Gehgeschwindigkeit durch ein aufgabenbezogenes Krafttraining im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne Intervention. Alle vier Arbeiten mit Metaanalysen zu dieser Fragestellung bestätigen den fehlenden Effekt eines Krafttrainings auf die Gehgeschwindigkeit nach Schlaganfall (van Peppen et al. [2004], Brazzelli et al. [2011], Eng and Tang [2007], van de Port et al. [2007]).

Es gibt **niedrige Qualität der Evidenz**, dass ein isokinetisches Training sich in der Verbesserung der Gehgeschwindigkeit nicht von konventioneller Physiotherapie unterscheidet. Ebenso ist mit **mittlerer Qualität der Evidenz** davon auszugehen, dass aufgabenbezogenes Krafttraining als zusätzliche Intervention der konventionellen Physiotherapie in der subakuten Phase zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit nicht überlegen ist.
In der chronischen Phase spricht **mittlere Qualität der Evidenz** dafür, dass ein aufgabenbezogenes Krafttraining die Gehgeschwindigkeit mehr verbessert als keine Intervention. Mit **hoher Qualität der Evidenz** ist davon auszugehen, dass funktionsorientiertes Krafttraining an Geräten keine Effekte auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit in der chronischen Phase nach Schlaganfall hat.

In der **subakuten Phase** kann sowohl ein isokinetisches Krafttraining am Gerät als auch konventionelle Physiotherapie eingesetzt werden, um die Gehgeschwindigkeit zu verbessern und kann von den Ressourcen der Einrichtung abhängig gemacht werden **(Empfehlungsgrad 0)**. Für ein aufgabenbezogenes Krafttraining zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit zusätzlich zum regulären Therapieprogramm kann **keine Empfehlung** ausgesprochen werden in der **subakuten Phase.** In der **chronischen Phase** kann ein aufgabenbezogenes Krafttraining eingesetzt werden zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit **(Empfehlungsgrad 0)**. Für ein Krafttraining an Geräten kann **keine Empfehlung** in der **chronischen Phase** ausgesprochen werden.

Gehstrecke

In der **subakuten Phase** nach Schlaganfall zeigten Moreland et al. (2003, 1b), dass ein Krafttraining zur Verlängerung der Gehstrecke einer Scheinintervention nicht überlegen ist.

In der **chronischen Phase** nach Schlaganfall ließen sich für ein Krafttraining an Geräten/Gewichten im Vergleich zu den (teils unspezifischen) Kontrollinterventionen keine Effekte auf die Gehstrecke nachweisen (Ouellette et al. 2004, 2b; Lee et al. 2008, 2b; Sullivan et al. 2007, 1b). Yang et al. (2006, 1b) hingegen berichteten eine signifikante Verlängerung der Gehstrecke durch ein aufgabenbezogenes Krafttraining im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne Intervention. Brazzelli et al. (2011) konnten im Rahmen einer Metaanalyse hingegen keine Effekte eines Krafttrainings auf die Gehstrecke nach Schlaganfall finden.

In der subakuten Phase spricht eine **mittlere Qualität der Evidenz** gegen Effekte eines Krafttrainings zur Verlängerung der Gehstrecke.
In der chronischen Phase spricht **mittlere Qualität der Evidenz** dafür, dass ein aufgabenorientiertes Krafttraining die Gehstrecke mehr verbessert als keine Intervention. Mit **hoher Qualität der Evidenz** ist davon auszugehen, dass Krafttraining an Geräten keine Effekte auf die Gehstrecke in der chronischen Phase nach Schlaganfall hat.

In der **subakuten Phase** kann für ein Krafttraining zur Verbesserung der Gehstrecke **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.
In der **chronischen Phase** kann ein aufgabenbezogenes Krafttraining eingesetzt werden, um die Gehstrecke zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**. Für ein Krafttraining an Geräten kann jedoch **keine Empfehlung** in der **chronischen Phase** ausgesprochen werden.

Balance

Zum Effekt eines Krafttrainings auf die Balance berichtete nur eine Studie aus der chronischen Phase nach Schlaganfall: Den Studienergebnissen zufolge verbesserte ein funktionelles Krafttraining die Balance besser als keine Intervention (Yang et al. 2006, 1b).

Somit ist derzeit mit **mittlerer Qualität der Evidenz** davon auszugehen, dass ein aufgabenbezogenes Krafttraining die Balance mehr verbessert als keine Intervention.

In der **chronischen Phase** kann ein aufgabenbezogenes Krafttraining eingesetzt werden, um die Balance zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**. Ob ein aufgabenbezogenes Krafttraining jedoch konventionellen Therapien zur Verbesserung der Balance gleichwertig ist, lässt sich anhand der Studienergebnisse nicht beantworten. Demzufolge kann **keine spezifische Empfehlung** zum Krafttraining zur Verbesserung der Balance abgeleitet werden.

Gesamtbewertung der Intervention

Einem Krafttraining können unterschiedliche Trainingsansätze (funktionsorientiert, aufgabenbezogen, isokinetisch, etc.) zugrunde liegen, zu deren Unterschiede in der Effektivität die aktuelle Literatur jedoch nicht aussagekräftig genug ist.
Aus der insgesamt sehr dünnen Evidenzlage zur Wirkung des Krafttrainings in der subakuten Phase lässt sich ableiten, dass ein isokinetisches Krafttraining eingesetzt werden kann, um die Gehgeschwindigkeit zu verbessern.
Die etwas umfangreichere Studienlage zur chronischen Phase nach Schlaganfall lässt schließen, dass ein aufgabenbezogenes Krafttraining eingesetzt werden kann, um die Gehgeschwindigkeit, Gehstrecke und die Balance zu verbessern. Die Qualität der eingeschlossenen Studien und auch berichteten Studieneffekte lassen stärkere Empfehlungsgrade nicht zu.
Krafttraining erscheint für die hier betrachteten patientennahen Zielkriterien nur bedingt empfehlenswert. Ein interessanter, bisher eher selten eingesetzter Ansatz stellt das aufgabenbezogene Krafttraining dar, das bisher nur in wenigen Studien geprüft wurde. Die in der Fachliteratur bisher postulierten Bedenken zu einer möglichen Verschlechterung eines spastischen Muskeltonus durch Krafttraining fand in den Studien, die Spastizität mitbetrachteten keine Bestätigung (Moreland et al. 2003, Flansbjer et al. 2008).
Bei der Durchführung von Krafttraining bei Schlaganfallpatienten ist zu beachten, dass ein Training erst nach Ausschluss von Kontraindikationen und einer ärztlichen Untersuchung zur Belastungsfähigkeit zu beginnen ist. Die American Heart Association und American Stroke Association (AHA/ASA) empfiehlt zur Durchführung eines Krafttrainings derzeit 1–3 Übungseinheiten mit sechs je 10–15 Wiederholungen von 8–10 Übungen für große Muskelgruppen an 2–3 Tagen pro Woche (Gordon et al. 2004).

4.3.3 Kraft-Ausdauertraining

Nach einem Schlaganfall treten Folgeerscheinungen wie Schwächung der Muskulatur oder Verlust der Ausdauerfähigkeit und Koordination in der Regel nicht isoliert auf. Deshalb kombinieren einige Trainingskonzepte Übungseinheiten zum aeroben Ausdauertraining mit Krafttrainingseinheiten, um die Wiedererlangung des unabhängigen Gehens zu erreichen. Das Zirkeltraining stellt dabei eine gängige Umsetzungsmöglichkeit dar.

Evidenz

Studien die in der Leitlinie eingeschlossen waren, wurden als Kraft-Ausdauertraining in diesem Abschnitt betrachtet, wenn die Intervention so ausführlich beschrieben war, dass auf zugrundeliegende Kraft- bzw. Ausdauertrainingsprinzipien zu schließen war oder aber diese konkret als solche benannt wurden. Die Prinzipien des Ausdauertrainings sind unter 4.3.1 dargestellt. Die derzeitige Evidenzbasis zur Wirksamkeit eines aeroben Kraft-Ausdauertrainings auf die Verbesserung des Gehens bilden acht randomisierte Studien und Metaanalysen aus drei Übersichtsarbeiten. In der **subakuten Phase** nach Schlaganfall prüften Duncan et al. (2003, 1b, n=100) ein Übungsprogramm mit Kraft- Ausdauer- und Balancekomponenten gegenüber der regulären ambulanten Gesundheitsversorgung. Blennerhassett und Dite (2004, 2b, n=30) verglichen ein aufgabenbezogenes Zirkeltraining für die untere Extremität mit einem aufgabenbezogenen Zirkeltraining für die obere Extremität in der **subakuten Phase**. Toledano-Zarhi et al. (2011, 2b, n=28) untersuchten die Wirksamkeit eines Ausdauertrainings in Kombination mit Kraft, Dehnungs- und Koordinationsübungen zusätzlich zur Regelversorgung.

In der **chronischen Phase** nach Schlaganfall verglichen Mead et al. (2007, 1b, n=66) ein kombiniertes Übungsprogramm als Zirkeltraining mit einer Entspannungstherapie. Salbach et al. (2004, 1b, n=91) verglichen ein aufgabenbezogenes Zirkeltraining für die untere Extremität mit Übungsaufgaben für die Arme. James et al. (2002, 2b, n=20) prüften ein gemischtes Kraft-Ausdauertraining gegen eine Gruppe ohne Intervention. Pang et al. (2005, 1b, n=63) verglichen ein Kraft-Ausdauer-Übungsprogramm für die untere Extremität mit einem Übungsprogramm für die obere Extremität. Shin et al. (2011, 2b, n=21) prüften ein kombiniertes Übungsprogramm gegenüber einer konventionellen Therapie. In die Ergebnisbewertung fließen ebenso die Erkenntnisse von Metaanalysen folgender drei Arbeiten ein: van Peppen et al. (2004), Brazzelli et al. (2011), Meek et al. (2003) (Tab. 19).

Tab. 19: Kraft-Ausdauertraining

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b +	Duncan et al. 2003	• kombiniertes Übungsprogramm (Kraft, Balance, Ausdauer) vs. • amb. Regelversorgung	50/50	subakut		+	+	+
2b –	Blennerhassett & Dite 2004	• kombiniertes Übungsprogramm Beine (Zirkeltraining) vs. • kombiniertes Übungsprogramm Arme(Zirkeltraining)	15/15	subakut			+	+
2b +	Toledano-Zarhi et al. 2011	• zusätzliches kombiniertes Übungsprogramm (Ausdauer, Kraft, Koordination)	14/14	subakut			+	Ø
1b +	Mead et al. 2007	• kombiniertes Übungsprogramm (Kraft, Ausdauer) als Zirkeltraining vs. • Entspannungstraining	32/34	chronisch	Ø	Ø		+
1b +	Salbach et al. 2004	• kombiniertes Übungsprogramm (Kraft, Ausdauer) als Zirkeltraining vs. • Übungen obere Extremität	44/47	chronisch		+	+	Ø
2b –	James 2002	• kombiniertes Übungsprogramm (Kraft, Ausdauer, Balance) vs. • keine Intervention	10/10	chronisch		Ø		
1b +	Pang et al. 2005	• kombiniertes Übungsprogramm Beine vs. • kombiniertes Übungsprogramm Arme	32/31	chronisch			+	Ø
2b –	Shin et al. 2011	• kombiniertes Übungsprogramm (Kraft, Ausdauer, Balance) vs. • konventionelle Therapie	11/10	chronisch				+
2a –	Meek et al. 2003	Meta-Analyse mit 2 RCTs: 2 komb. Kraft-Ausdauerprogramme	2 RCTs n=33			Ø		
2a +	van Peppen et al. 2004	Meta-Analyse mit 4 RCTs gemischtes Training: 3 komb. Übungstherapie, 1 Laufband+Kinetron	4 RCTs n= 139			Ø		
1a ++	Brazzelli et al. 2011	MA zu B: 2 RCTs n=166 MA zu GS: 3 RCTs n=168 MA zu max. GG: 3 RCTs n=232	2 RCTs n=166			Ø	+	Ø

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Gehfähigkeit

Die einzige Studie zur Gehfähigkeit berichtete fehlende Effekte eines kombinierten Übungsprogramms gegenüber eines Entspannungstrainings auf den Rivermead Mobility Index bei Patienten in der chronischen Phase nach Schlaganfall (Mead et al. 2007).

Derzeit ist mit **sehr niedriger Qualität der Evidenz** davon auszugehen, dass ein Kraft-Ausdauertraining in der **chronischen Phase** nach Schlaganfall zu **keiner** Verbesserung der Gehfähigkeit führt.

Die aktuelle Datenlage lässt derzeit **keine Empfehlung** von Kraft-Ausdauertraining zur Verbesserung der Gehfähigkeit in der **chronischen Phase** nach Schlaganfall zu. Zu Effekten eines Kraft-Ausdauertrainings auf die Gehfähigkeit in der **subakuten Phase** nach Schlaganfall gibt es derzeit keine Daten.

Gehgeschwindigkeit

Für Patienten in der **subakuten Phase** nach Schlaganfall zeigten Duncan et al. (2003) positive Effekte eines Kraft-Ausdauertrainings auf die Gehgeschwindigkeit nach Schlaganfall. Zu Effekten in der **chronischen Phase** existiert eine widersprüchliche Datenlage: Während Salbach et al. (2004) eine Verbesserung der Gehgeschwindigkeit durch Kraft-Ausdauertraining feststellten, berichteten Mead et al. (2007) und James (2002) fehlende Effekte. Metaanalysen von Brazelli et al. (2011) berichteten eine grenzwertig signifikante Verbesserung der komfortablen Gehgeschwindigkeit, jedoch nicht der maximalen Gehgeschwindigkeit. Metaanalysen von Meek et al. (2003) und van Peppen et al. (2004) zeigen ebenfalls fehlende Effekte auf die Gehgeschwindigkeit auf.

Demzufolge spricht **mittlere Qualität** der Evidenz für Effekte eines Kraft-Ausdauertrainings auf die Gehgeschwindigkeit in der **subakuten Phase**. Zur Wirksamkeit eines Kraft-Ausdauertrainings in der **chronischen Phase** können aufgrund der widersprüchlichen Datenlage derzeit keine Empfehlungen abgeleitet werden **(niedrige Qualität der Evidenz)**.

Ein Kraft-Ausdauertraining **kann** in der **subakuten Phase** nach Schlaganfall zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad 0)**. Zur Wirksamkeit eines Kraft-Ausdauertrainings in der **chronischen Phase** können aufgrund der widersprüchlichen Datenlage derzeit **keine Empfehlungen** gegeben werden.

Gehstrecke

Drei Studien berichteten bei Patienten in der subakuten Phase nach Schlaganfall positive Effekte eines Kraft-Ausdauertrainings auf die Gehstrecke: Blennerhassett und Dite (2004) zeigten die Überlegenheit eines Kraft-Ausdauertrainings der Beine gegen ein Kraft-Ausdauertraining der Arme. Duncan et al. (2003) zeigten positive Effekte eines Kraft-Ausdauertrainings auf die Gehstrecke im Vergleich zur ambulanten Regelversorgung. Toledano-Zarhi et al. (2011) berichteten positive Effekte eines Kraft-Ausdauertrainings zusätzlich zur Regelversorgung in der subakuten Phase nach Schlaganfall.

In der chronischen Phase nach Schlaganfall zeigten zwei Studien die Überlegenheit eines Kraft-Ausdauertraining der Beine im Vergleich zu einem Übungsprogramm der Arme auf die Gehstrecke (Salbach et al. 2004; Pang et al. 2005). Eine Metanalyse beschreibt ebenfalls Effekte eines Kraft-Ausdauertrainings auf die Gehstrecke (Brazzelli et al. 2011).

In der subakuten Phase ist mit **mittlerer Qualität der Evidenz** von Effekten eines Kraft-Ausdauertrainings auf die Verbesserung der Gehstrecke auszugehen. **Niedrige Qualität der Evidenz** spricht für ein Kraft-Ausdauertraining zusätzlich zur regulären Therapie. In der chronischen Phase spricht **hohe Qualität der Evidenz** für ein Kraft-Ausdauertraining zur Verbesserung der Gehstrecke. In der Empfehlungsfindung wurde berücksichtigt, dass die Vergleichsgruppen in den meisten Fällen eine Placebotherapie erhielten.

Demzufolge **kann** sowohl in der **subakuten** als auch **chronischen Phase** nach Schlaganfall ein Kraft-Ausdauertraining eingesetzt werden, um die Gehstrecke der Patienten zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**. Auch als zusätzliche Therapie kann ein Kraft-Ausdauertraining in der subakuten Phase durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Balance

Zwei Studien, die in der subakuten Phase ein Kraft-Ausdauertraining gegen ambulante Regelversorgung bzw. eine Placebointervention prüfen, zeigen eine Verbesserung der Balance durch ein Kraft-Ausdauertraining (Duncan et al. 2003, Blennerhassett und Dite, 2004). Ein Kraft-Ausdauertraining zusätzlich zur regulären Therapie führte in der subakuten Phase jedoch nicht zur Verbesserung der Balance (Toledano-Zarhi et al. 2011).

In der chronischen Phase berichten zwei Studien fehlende Effekte eines Kraft-Ausdauertraining der Beine im Vergleich zu einem Übungsprogramm der Arme auf die Balance (Pang et al. 2005, Salbach et al. 2004), während zwei weitere Studien die Überlegenheit eines Kraft-Aus-

dauertrainings gegenüber einem Entspannungstraining bzw. gegenüber einer Gruppe ohne Intervention zeigen (Mead et al. 2007, Shin et al. 2011). Eine Metaanalyse mit zwei RCTs berichtet keinen signifikanten Effekt auf die Balancefähigkeit (Brazzelli et al. 2011).

In der subakuten Phase spricht derzeit **mittlere Qualität der Evidenz** für positive Effekte eines Kraft-Ausdauertrainings auf die Balancefähigkeit nach Schlaganfall. Zudem ist von **niedriger Qualität der Evidenz** davon auszugehen, dass ein kombiniertes Übungsprogramm zusätzlich zur regulären Therapie keinen zusätzlichen Nutzen für Balancefähigkeit bringt. **Mittlere Qualität der Evidenz** spricht dafür, dass ein Kraft-Ausdauertraining in der chronischen Phase Placebointerventionen nicht überlegen ist.

Demzufolge **kann** in der **subakuten Phase** ein Kraft-Ausdauertraining durchgeführt werden, um die Balance zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**. Für ein Kraft-Ausdauertraining zusätzlich zur regulären Versorgung kann aufgrund einer unzureichenden Evidenzlage derzeit **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.
In der **chronischen Phase** nach Schlaganfall kann ein Kraft-Ausdauertraining **nicht empfohlen** werden.

Gesamtbewertung der Intervention

Ein kombiniertes Übungsprogramm mit Kraft- und Ausdauerelementen zeigte sich im gesamten Rehabilitationsverlauf als geeignete Intervention zur Verbesserung der Gehstrecke. Zur Effektivität auf die Gehfähigkeit konnten aufgrund mangelnder Studien nur unzureichend Empfehlungen abgeleitet werden. Widersprüchliche Ergebnisse beschränken auch die Empfehlungsfindung hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit.
Über alle Zielkriterien betrachtet ist festzustellen, dass die Mehrheit der gefundenen Studien gegen Scheininterventionen vergleichen. Somit bleibt gegenwärtig unklar, ob das Kraft-Ausdauertraining einer anderen spezifischen Intervention vorgezogen werden sollte. Zukünftige Studien zum Kraft-Ausdauertraining können demzufolge die hier vorgestellten Empfehlungen wesentlich beeinflussen.

4.3.4 Ergometertraining

Ergometertraining ist eine klassische Maßnahme der Bewegungstherapie in der kardiovaskulären Rehabilitation und hat sich ebenfalls in der neurologischen Rehabilitation etabliert. Für das Ergometertraining der unteren Extremität stehen in der Rehabilitation Geräte in aufrechter Sitzposition (Fahrradergometer) als auch Liegend-Ergometer (sogenannte Recumbent-Bikes) zur Verfügung. Das Training auf einem Ergometer hat mit der reziproken Flexion und Extension der Beinmuskulatur als auch einer alternierenden Aktivierung der Antagonisten Bewegungselemente des Gehens (Raasch und Zajac 1999). Es ist aber in den zeitlichen Abläufen und in den Anforderungen an Koordination und Balance mit dem Gehen nicht vergleichbar. Dabei weist das Ergometertraining keinen direkten Aufgabenbezug zum menschlichen Gang auf, trainiert jedoch die Gehfähigkeit indirekt über die Ausdauerfähigkeit, Muskelkraft und Koordination. Es ermöglicht bei Rehabilitanden mit Schlaganfall ein bilaterales aktiv-assistives Training des paretischen Beines unterstützt durch das nichtparetische Bein und teilweise auch durch Motorunterstützung. Bei älteren oder wenig belastbaren Rehabilitanden wird Ergometertraining vorrangig zur Verbesserungen der körperlichen Leistungsfähigkeit, Ökonomisierung der Herz-Kreislauffunktion und zur gelenkschonenden Mobilisation eingesetzt. Leistungsfähigere Rehabilitanden nutzen das Ergometer bevorzugt als Ausdauertraining und auch als Training der Muskelkraft.

Evidenz

Die derzeitige Evidenzbasis bilden acht Studien (sieben randomisierte Studien und eine Metaanalyse) zur Wirksamkeit des Ergometertrainings zur Verbesserung des Gehens nach Schlaganfall. Der überwiegende Anteil der Studien prüft das Ergometertraining gegen etablierte Interventionen.

Katz-Leurer et al. (2006, 2b, n=24) verglichen ein dreiwöchiges aktiv-assistives Beinergometertraining mit der regulären Bewegungstherapie einer stationären Rehabilitationseinrichtung in der subakuten Phase. Die Trainingsintensität des Ergometertrainings war auf ≤40 % der Herzfrequenzreserve limitiert. Zwei weitere Studien prüfen den Effekt eines Ergometertrainings zusätzlich zur regulären Bewegungstherapie einer stationären Rehabilitationseinrichtung in der subakuten Phase (Katz-Leurer et al. 2003, 2b, n=92; Katz-Leurer et al. 2007, 2b, n=64). Die Trainingsintensität des Ergometertrainings war in beiden Studien auf 60 % der Herzfrequenzreserve limitiert. Bateman et al. (2001, 2b Subgruppe der Schlaganfallpatienten n=84 aus Saunders et al. 2009) vergleicht ebenfalls in der subakuten Phase ein 30-minütiges Ergometertraining zusätzlich zur regulären Rehabilitationsprogramm einer stationären Rehabilitationseinrichtung mit einer zusätzlichen Entspannungstherapie. In der chronischen Phase vergleichen Quaney et al. (2009, 2b, n=38) ein 45-minütiges progressives Widerstandstraining am Ergometer mit einer Intensität von max. 70% der maximalen Herzfrequenz gegenüber Dehnungsübungen. Eine vierarmige Studie verglich unter anderen ein progressives Ergometertraining mit einer Intensität bis zu 70 % VO_2max mit einem Ergometertraining ohne Widerstand (Lee et al. 2008, 2b, n=52). Eine

Tab. 20: Ergometertraining

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b –	Katz-Leurer et al. 2006	Zusätzliches Ergometertraining	10/14 s	subakut				+
2b –	Katz-Leurer et al. 2003	Zusätzliches Ergometertraining	46/46	subakut		Ø	Ø	
2b –	Katz-Leurer et al. 2007	Zusätzliches Ergometertraining	32/32	subakut			Ø	
2b –	Saunders et al. 2009 (Subgruppenanalyse aus Bateman et al. 2001)	• Ergometertraining vs. • Entspannungstherapie	40/44	subakut	Ø	Ø		Ø
2b –	Quaney et al. 2009	• Ergometer vs. • Dehnungsübungen	19/19	chronisch				Ø
2b –	Lee et al. 2008	• Kraft + Ergometer vs. • Kraft+ Schein-Ergometer *(vs. Ergometer vs. Ergometer+ Kraft als Scheinintervention)*	13/13/14/12	chronisch		Ø	Ø	
1b +	Sullivan et al. 2007	• Ergometer+ Krafttr. Arme vs. • Laufband+ Krafttr. Arme *(vs. Laufband+ Ergometer vs. Laufband+ Krafttr. Beine)*	20/20/20/20	chronisch		-	Ø	

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

weitere Studie aus der chronischen Phase untersuchte ein progressives Widerstandstraining am Ergometer im Vergleich zu Laufbandtraining unter Gewichtsentlastung (Sullivan et al. 2007, 1b, n=80). Für die Studienteilnahme wurde ein FAC von 2 mit einer bevorzugten Gehgeschwindigkeit ≤ 1.0 m/s vorausgesetzt (Tab. 20)

Gehfähigkeit

Nur eine Studie gibt Auskunft zum Effekt des Ergometertrainings zur Gehfähigkeit (Bateman et al. 2001, 2b). Dabei brachte ein Ergometertraining zusätzlich zum regulären Rehabilitationsprogramm keine weitere Verbesserung der Gehfähigkeit im Vergleich zu einer zusätzlichen Entspannungstherapie.

Aufgrund **niedriger Qualität der Evidenz** zu fehlenden Interventionseffekten und vor dem Hintergrund zeitökonomischer Aspekte ergibt folgende Empfehlung:

Für ein zusätzliches Ergometertraining kann im **subakuten Stadium** zur Verbesserung der Gehfähigkeit **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.

Inwieweit sich ein Ergometertraining von anderen etablierten Therapiemaßnahmen zur Verbesserung der allgemeinen Gehfähigkeit unterscheidet, bleibt aufgrund fehlender Studienergebnisse offen.

Gehgeschwindigkeit

In der **subakuten Phase** berichten zwei Studien -einmal im Vergleich zu einer weiteren zusätzlichen Intervention (Bateman et al. 2001, 2b) und einmal als zusätzliches Ergometertraining (Katz-Leurer et al. 2003, 2b) fehlende Effekte auf die Gehgeschwindigkeit.

In der **chronischen Phase** nach Schlaganfall berichtete Lee et al. (2008, 2b) keine Verbesserung der Gehgeschwindigkeit eines Ergometertrainings mit progressiver Belastungssteigerung gegenüber einem Ergometertraining ohne zusätzlichen Widerstand. Sullivan et al. (2007, 1b) stellten fest, dass ein progressives Widerstandstraining am Ergometer bei Patienten mit einem FAC von 2 und einer bevorzugten Gehgeschwindigkeit ≤ 1.0 m/s in der chronischen Phase nachweislich schlechtere Ergebnisse als ein Laufbandtraining unter Gewichtsentlastung zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit erbrachte.

Somit spricht eine **niedrige Qualität der Evidenz** für fehlende Effekte eines zusätzlichen Ergometertrainings zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit im **subakuten Stadium**, während im **chronischen Stadium** eine **mittlere Qualität der Evidenz** für eine Unterlegenheit eines Ergometertrainings gegenüber Laufbandtraining spricht.

Dem folgend kann für ein zusätzliches Ergometertraining in der **subakuten Phase** zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.
Ein Widerstandstraining am Ergometer sollte einer spezifischen Therapie (Laufbandtraining) zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit in der **chronischen Phase** nicht vorgezogen werden (**Empfehlungsgrad –B**).

Offen bleibt in diesem Zusammenhang, welche Effekte ein aerobes Ergometertraining im Vergleich zum Laufbandtraining aufweist.

Gehstrecke

In der **subakuten Phase** nach Schlaganfall führt ein Ergometertraining zusätzlich zum regulären Rehabilitationsprogramm nicht zu einer Verlängerung der Gehstrecke (Katz-Leurer et al. 2003, 2b, Katz-Leurer et al. 2007, 2b).

In der **chronischen Phase** nach Schlaganfall berichteten Lee et al. (2008, 2b) keine Unterschiede zwischen einen Ergometertraining mit progressiver Belastungssteigerung und einen Ergometertraining ohne zusätzlichen Widerstand in der Verbesserung der Gehstrecke. Auch Sullivan et al. (2007, 1b) fanden keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Laufbandtraining mit Gewichtsentlastung und einem progressiven Widerstandstraining am Ergometer.

Mittlere Qualität der Evidenz spricht derzeit für fehlende Effekte eines zusätzlichen Ergometertrainings zur Verbesserung der Gehstrecke in der **subakuten Phase.** Im **chronischen Stadium** kann mit mittlerer Qualität der Evidenz davon ausgegangen werden, dass sich Ergometer- und Laufbandtraining in der Verbesserung der Gehstrecke nicht voneinander unterscheiden.

Für ein zusätzliches Ergometertraining kann im **subakuten Stadium** zur Verbesserung der Gehstrecke **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.
In der **chronischen Phase** kann sowohl Ergometertraining oder Laufbandtherapie zur Verbesserung der Gehstrecke eingesetzt werden und kann von den Ressourcen der Einrichtung und den jeweiligen Therapiepräferenzen des Rehabilitanden abhängig gemacht werden **(Empfehlungsgrad 0).**

Balance

In der **subakuten Phase** unterschied sich ein Ergometertraining, das zusätzlich zum regulären Rehabilitationsprogramm durchgeführt wurde, nicht von einer zusätzlichen Entspannungstherapie in der Verbesserung der Balance (Bateman et al. 2001, 2b). Eine weitere Studie stellte eine signifikante Verbesserung der Balance durch ein Ergometertraining zusätzlich zum regulären Rehabilitationsprogramm fest (Katz-Leurer 2006, 2b).

Für die **chronische Phase** zeigten zwei Instrumente, die diese Leitlinie der Balance zuordnet widersprüchliche Ergebnisse hinsichtlich einer Verbesserung der Balancefähigkeit durch ein progressives Widerstandstraining am Ergometer im Vergleich zu Dehnungsübungen (Quaney et al. 2009, 2b).

In der **subakuten Phase** sind bei **niedriger Qualität der Evidenz** bestehende positive Effekte eines zusätzlichen Ergometertrainings vor dem Hintergrund des fehlenden Unterschieds zwischen Entspannungstherapie und Ergometertraining zu sehen. So bleibt offen, ob die verlängerte Therapiezeit oder die Spezifik der Therapie der eigentliche Wirkfaktor auf die Balance war.
Niedrige Qualität der Evidenz weist in der **chronischen Phase** auf signifikante, aber nur wenig klinisch relevante Effekte eines Ergometertrainings auf die Balance hin.

Ein zusätzliches Ergometertraining kann in der **subakuten Phase** zur Verbesserung der Balance bei bestehenden zeitlichen und strukturellen Ressourcen in Erwägung gezogen werden **(Empfehlungsgrad 0).**
Für ein Ergometertraining kann in der **chronischen Phase** zur Verbesserung der Balance **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.

Gesamtbewertung der Intervention

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass ein zusätzlich zum regulären Rehabilitationsprogramm durchgeführtes Ergometertraining bei Patienten in der subakuten Phase nach Schlaganfall zu einer Besserung der Balance führen kann.
Ergometertraining kann bei Patienten im chronischen Stadium nach Schlaganfall eingesetzt werden, um die Gehstrecke zu verlängern. Allerdings ist ein Laufbandtraining in der chronischen Phase besser geeignet als ein Ergometertraining, um die Gehgeschwindigkeit zu verbessern.
Von der Bewertung und den Empfehlungen bleiben weitere wichtige Zielkriterien wie funktionelle Parameter der kardiorespiratorischen Leistungsfähigkeit unberührt, da sie das Gehen eher indirekt beeinflussen. Die Evidenz hierzu ist in der Planung des Ergometereinsatzes ebenfalls zu berücksichtigen.
Auf Hinweise zu Trainingsmethoden wird näher im Abschnitt Ausdauertraining eingegangen.

4.4 Spezifisches Balancetraining

H. Wittenberg, K. M. Stephan, R. Tholen

In diesem Modul werden Studien beschrieben, die Interventionen zur Verbesserung der statischen und dynamischen Balance im Stehen und Gehen beinhalten bzw. die Anzahl der Stürze reduzieren sollen und dabei ohne technische Hilfen auskommen.

In der wissenschaftlichen Literatur werden die Begriffe Balance, Balancereaktionen, posturale Reaktionen, posturale Kontrolle, Haltung und Equilibrium Reaktionen weitgehend synonym verwendet, wobei der Begriff der posturalen Kontrolle am häufigsten verwendet wird.

Die posturale Kontrolle beschreibt die Fähigkeit zur vertikalen Ausrichtung des Körpers im Raum innerhalb der Unterstützungsfläche in Beziehung zur Aufgabenstellung und somit zur visuellen Orientierung. Ein komplexes Netzwerk von kortikalen und subkortikalen Strukturen, das sensomotorische, visuelle und vestibuläre Informationen verarbeitet, ist für die der jeweiligen Umgebung angepassten posturalen Kontrolle verantwortlich. Daraus resultieren Studien mit multimodalen Behandlungsansätzen.

Nachfolgend wird auf Tai Chi bzw. Ai Chi gesondert eingegangen, da es sich hierbei nicht primär um eine physiotherapeutische Intervention handelt.

Taijiquan, kurz Tai Chi, oder Schattenboxen wird den chinesischen Kampfkünsten zugeordnet und stellt einen weiteren Behandlungsansatz zur Verbesserung der posturalen Kontrolle dar. Beim Tai Chi gibt es verschiedene Stile und Schulen, in denen unterschiedliche Basisübungen wie Einzelbewegungen, Stand- und Atemübungen sowie Standmeditationen praktiziert werden. In der Bewegungstherapie wird Tai Chi vorrangig dazu eingesetzt, den ganzen Körper zu entspannen und die Körperhaltung nach und nach so zu verändern, dass ungünstige Gelenkbelastungen vermieden werden (vgl. Physiotherapie von A–Z, S. 861).

Das Ziel bei der Anwendung von Tai Chi bei Schlaganfallpatienten ist, die Propriozeption der Gelenke der unteren Extremitäten zu verändern, um darüber die Balance im Stehen und Gehen zu verbessern. Darüber hinaus wird angestrebt, mit dem Training auf die Gewichtsverlagerung, die Balance in anspruchsvollen Ausgangsstellungen, wie z. B. der Balance auf einem Bein, Einfluss zu nehmen (Au-Yeung 2009).

Eine Weiterentwicklung des Tai Chi ist das Ai Chi. Ai Chi ist die Umsetzung von Tai Chi im körperwarmen Wasser. Dieses Programm stellt eine Kombination aus Atemtechnik und langsam und weiträumig ausgeführten Bewegungen der oberen und unteren Extremitäten dar (Noh et al 2008).

Evidenz

Insgesamt 12 randomisierte Studien wurden bei dieser Bewertung berücksichtigt. Dabei beziehen sich drei Studien auf das **subakute** Stadium.

Karthikbabu und Mitarbeiter (2011, 2b, n=30) verglichen Schlaganfallpatienten im subakuten Stadium, die über acht Wochen Rumpfübungen auf einem Pezziball (instabile Unterstützungsfläche) mit einer Gruppe, die Rumpfübungen auf einer Behandlungsliege durchgeführte. Beide Gruppen nahmen weiterhin an der regulären Physiotherapie teil.

Saeys und Mitarbeiter (2012, 2b, n=33) wählten ebenfalls Rumpfübungen für ihre Interventionsgruppe im subakuten Stadium während die Probanden der Kontrollgruppe zusätzlich zur regulären Physiotherapie Übungen für die oberen Extremitäten durchführten und eine transkutane Elektrostimulation für die paretische Schulter bekamen. Die Studiendauer betrug ebenfalls acht Wochen.

Ein multifaktorielles Sturzpräventionsprogramm (Otago Exercise Programme), das sich bei älteren Menschen zur Reduktion der Stürze als effektiv erwiesen hatte, wurde individuell für den jeweiligen Schlaganfallpatienten nach drei Monaten nach dem Ereignis adaptiert und über ein Jahr durchgeführt. Den Probanden der Kontrollgruppe wurde lediglich die Sturzpräventionsbroschüre des oben erwähnten Programms ausgehändigt (Batchelor et al. 2012, 1b, n=156).

Die folgenden neun Studien verfolgten Zielparameter bei Schlaganfallpatienten im **chronischen** Stadium. McClellan und Ada (2004, 2b, n=26) testeten über sechs Wochen ein Übungsprogramm zur Verbesserung der Balance beim Stehen und Gehen gegen eine unspezifische Therapie (funktionelle Übungen der oberen Extremität). Die Intervention beinhaltete 23 Übungen, die im Verlauf darauf abzielten die Unterstützungsfläche zu verringern und die Pertubationen (Verunsicherungen der Unterstützungsfläche) in den jeweiligen Positionen zu verstärken.

Marigold und Mitarbeiter (2005, 1b, n=59) verglichen ein so genanntes Agility Exercise Program mit einem Übungsprogramm, das Dehnungen und Gewichtsverlagerungen beinhaltete. Die Gleichgewichtsverlagerungen wurden über Tai Chi ähnliche Bewegungen initiiert, Aktivitäten der oberen Extremitäten provozierten eine vermehrte Belastung der paretischen unteren Extremität. Das »Agility Exercise Program« beinhaltete Balance fordernde Positionen im Stehen z. B. auf instabilen Unterstützungsflächen oder Balanceübungen unter Ausschluss der optischen Kontrolle sowie Sit-to-stand-Aktivitäten und Hindernisparcours.

Yelnik und Mitarbeiter (2008, 1b, n=68) verfolgten in ihrer Interventionsgruppe über vier Wochen einen multisensorischen Ansatz mit Übungen auf unterschiedlichen Unterstützungsflächen und bei verschiedenen vestibulären Bedingungen, die anfangs mit danach ohne optische Kontrolle durchgeführt wurden. Die Kontrollgruppe erhielt eine Behandlung nach den Prinzipien von NDT (Neurodevelopmental Treatment, gilt als Synonym für die Behandlung nach Bobath) mit den Schwerpunkten Gewichtsverlagerungen im aufrechten Stand und Verbesserung der Qualität des Gehens. Die Dauer einer Therapieeinheit in beiden Gruppen betrug ca. 60 Minuten.

Dean und Mitarbeiter (2012, 1b, n=151) verglichen über ein Jahr ein aufgabenbezogenes Training bestehend aus Balance- und Kräftigungsübungen, Gehen und Treppensteigen (»WEBB Program« genannt), mit einem Training für die obere Extremität bei Schlaganfallpatienten im chronischen Stadium. Dabei wurde das »WEBB Program« in Form eines Zirkeltrainings einmal pro Woche in einer Selbsthilfegruppe durchgeführt, das Hausübungsprogramm erfolgte dreimal wöchentlich. Das 45–60-minütige Zirkeltraining wurde unter der Leitung eines Physiotherapeuten durchgeführt, der das Training der Mobilität der Probanden entsprechend adaptierte und auch das Hausaufgabenprogramm monatlich individuell variierte.

Die Studie von Tung et al. (2010, 2b, n=32) untersuchte, ob ein zusätzliches Sit-to-Stand Training zur

Tab. 21: Balancetraining

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b +	Karthikbabu et al. 2011	• PT + Rumpfaktivitäten a. d. Pezziball vs. • PT + Rumpfaktivitäten a. d. Beh. liege	15/15	subakut				+
2b +	Saeys et al. 2012	• PT + Training zur Verbesserung der Rumpfaktivitäten vs. • PT + Training der oberen Extremität und TENS (Schulter)	18/15	subakut	Ø			+
1b +	Batchelor et al. 2012	• Usual care + multifaktorielles individuelles Sturzpräventionsprogramm (individuelles Hausaufgabenprogramm basierend a. d. Otago Exercise Programme OEP + Sturzpräventionsbüchlein) vs. • Usual care + Sturzpräventionsbüchlein	71/85	subakut (Baseline nach 3 Mo. nach dem Schlaganfall) chronisch		Ø		Ø
2b +	Mc Clellan et al. 2004	• Übungen zur Verbesserung der Mobilität im Stehen und Gehen vs. • Übungen zur Verbesserung der Mobilität der oberen Extremität (sham intervention)	15/11	chronisch				+
1b +	Marigold et al. 2005	• Agility exercise program (Stehen in unterschiedl. Positionen u. zusätzl. Verunsicherungen, Gehen unter variablen Bedingungen; sit-to-stand Training; Ausschluss der visuellen Kontrolle, instabile Unterstützungsflächen vs. • Übungsprogramm: Dehnen + Gewichtsverlagerungen	28/31	chronisch				Ø
1b +	Yelnik et al. 2008	• Physikalische Rehabilitation mit Manipulation der sensor. Information (v. a. visuelle Inf.) während der Gleichgewichts-übungen vs. • NDT m. d. Schwerpunkten: Gleichgewichtskontrolle im aufrechten Stand und bei Gewichtsverlagerungen sowie Verbess. der Qualität des Gehens	33/35	chronisch		Ø		Ø
2b +	Tung et al. 2010	• Konventionelle Therapie + zusätzl. sit-to-stand Training vs. • Konventionelle Therapie	16/16	chronisch				Ø
2b –	Ahn et al. 2011	• Aufgabenprogramm (Pat. wählen Training aus 3 Rubriken: Balance i. Stehen, Gewichtsverlagerungen, Koordination der o + u E) vs. • Standardisiertes aufgabenbezogenes Training (3 festgelegte Aufgaben à 10 min)	15/15	chronisch				+
2b –	Lee et al. 2011	• Übungen auf unebenen Unterstützungsflächen vs. • Übungen auf ebenen Unterstützungsflächen	15/15	chronisch				Ø
1b ++	Dean et al. 2012	• WEBB program: aufgabenbezogenes Training mit progressiven Balance- und Kräftigungsübungen, Gehen und Treppensteigen (Zirkeltraining + Hausaufgabenprogramm) vs. • Training der oberen Extremität (Kraft, Koordination + Kognition)	76/75	chronisch		+	+	Ø
1b- +	Au Yeung et al. 2009	• Tai Chi vs. • Atem- und Stretchingübungen, Mobilisationsübungen für Muskeln und Gelenke und Gedächtnistraining	74/62	chronisch				Ø
1b- +	Noh et al. 2008	• Ai Chi (Tai Chi im Wasser) vs. • konventionelle gymnastische Übungen	13/12	chronisch				+

GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance, +/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede

Verbesserung der Balance beiträgt. Dieses 15-minütige Training führten die Rehabilitanden an drei Tagen in der Woche über vier Wochen durch, gleichzeitig erfolgte eine 30-minütige konventionelle Therapie.

Lee und Mitarbeiter (2011, 2b, n=30) verglichen ein aufgaben-bezogenes Übungsprogramm auf instabilen Unterstützungsflächen mit einem Trainingsprogramm auf stabiler Unterstützungsfläche.

Ahn und Mitarbeiter (2011, 2b, n=30) ließen die Probanden der Interventionsgruppe aus einem 10 Übungen umfassenden Programm drei Aufgaben aus unterschiedlichen Kategorien (Balance im Stehen, Gewichtsverlagerungen, Koordination der oberen unteren Extremitäten) auswählen und über acht Wochen durchführen während die Schlaganfallpatienten der Kontrollgruppe drei festgelegte Übungen trainierten. Es handelte sich dabei um alltagsnahe Übungen im Sinne eines Dual-task-Programms, bei denen die Balance über die Konzentration auf die Aktivität der oberen Extremitäten automatisiert werden sollte. Durch die individuelle Übungsauswahl des jeweiligen Rehabilitanden sollte die Relevanz für die individuellen Problemstellungen in Bezug auf die Balance im Alltag gewährleistet und die Motivation gestärkt werden.

Au Yeung et al. (2009, 1b–, n=136) verglichen Tai Chi mit einem Trainingsprogramm aus Atem- und Dehnübungen, Mobilisationsübungen für Muskeln und Gelenke und Gedächtnistraining bei chronischen Patienten. Beide Gruppen bekamen einmal die Woche ein einstündiges Gruppentraining und sollten zusätzlich während der Woche noch drei Stunden selbstständig trainieren (insgesamt 12 Wochen). Das Hauptaugenmerk lag auf der Verbesserung der Balance, wobei die dynamische Stehbalance über den Limit-of-Stability-Test erhoben wurde. Der Timed-up-and-go-Test, der für diese Leitlinie als Assessment für die dynamische Balance ausschlaggebend war, wurde unter dem Aspekt der Mobilität als sekundäres Outcome eingesetzt.

In einer sehr viel kleineren Studie von Noh und Mitarbeitern (2008, 1b–, n=25) wurde die Ai Chi Methode (Tai Chi im Wasser) verglichen mit einem konventionellen gymnastischen Übungsprogramm bei chronischen Patienten. Beide Gruppen trainierten drei Mal die Woche jeweils eine Stunde über einen Zeitraum von acht Wochen. (Tab. 21).

Gehfähigkeit

Nur eine Studie verfolgt den Zielparameter Gehfähigkeit (Saeys et al. 2012). Ein zusätzlich zur Physiotherapie durchgeführtes Training der Rumpfaktivitäten zeigte gegenüber einer Therapie, die die Funktionsverbesserung der oberen Extremität zum Ziel hatte, keine Effekte im Hinblick auf die Verbesserung der Gehfähigkeit bei Patienten im subakuten Stadium nach Schlaganfall.

Es handelt sich damit um eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass das Training der Rumpfaktivitäten verglichen mit einer unspezifischen Therapie nicht zu einer Verbesserung der Gehfähigkeit bei Schlaganfallpatienten im **subakuten Stadium** führt.

Somit kann hier auf Grund der Studienlage und mangelnder Effekte **keine Empfehlung** gegeben werden.

Gehgeschwindigkeit

Drei Studien evaluieren die Gehgeschwindigkeit bei Schlaganfallpatienten im chronischen Stadium mithilfe des 10-m Gehtests.

Bachelor und Mitarbeiter (2012) fanden keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit zwischen der Gruppe, die ein Sturzpräventionsprogramm durchführte und der Kontrollgruppe, die lediglich den Ratgeber zur Vermeidung von Stürzen erhielt.

Yelnik und Mitarbeiter (2008) fanden ebenfalls keine Unterschiede hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit beim Vergleich eines weitestgehend unter visueller Deprivation (Ausschluss der optischen Kontrolle) durchgeführten Übungsprogramms mit einer anderen spezifischen Therapie.

Es besteht eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass ein zusätzlich zur ambulanten Therapie durchgeführtes multifaktorielles, individualisiertes Sturzpräventionsprogramm einen zusätzlichen Nutzen im Hinblick auf die Gehgeschwindigkeit bringt.
Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** ist ein multisensorisches Übungsprogramm, das unter Ausschluss des Visus die Anzahl, Dauer und Intensität der Balanceaufgaben in den Vordergrund stellt, einer anderen spezifischen Intervention zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit nicht überlegen.

Auf Grund der spärlichen Studienlage und mangelnder Effekte kann für beide Interventionen (multifaktorielles, individualisiertes Sturzpräventionsprogramm, Übungsprogramm ohne optische Kontrolle) im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall **keine Empfehlung** gegeben werden.

Dean und Mitarbeiter (2012) berichteten Effekte hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit mittels eines progressiven aufgabenbezogenen Trainings (Balance, Kräftigung, Gehen, Treppensteigen). Die Durchführung erfolgte in Form eines Zirkeltrainings, das durch ein Hausaufgabenprogramm ergänzt wurde. Die signifikanten Gruppenunterschiede zugunsten der Interventionsgruppe bezogen sich dabei nur auf das schnelle Gehen (»fast walk«).

Somit handelt es sich um eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass ein progressives aufgabenorientiertes Training einem unspezifischen Training überlegen ist.

Diese Intervention **kann** bei Schlaganfallpatienten im **chronischen Stadium** zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Gehstrecke

Nur eine Studie verfolgt den Zielparameter Gehstrecke. Dean und Mitarbeiter (2012) fanden signifikante Gruppenunterschiede nach der Durchführung eines progressiven aufgabenorientierten Trainings. Die Erweiterung der Gehstrecke war auch klinisch relevant.

Somit ist ein progressives aufgabenorientiertes Training mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** einer unspezifischen Maßnahme überlegen.

Dieses Training **kann** zur Verbesserung der Gehstrecke bei Schlaganfallpatienten im **chronischen Stadium** durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Balance

Alle 12 Studien, davon drei im subakuten und neun im chronischen Stadium verfolgten den Zielparameter Balance und evaluierten diesen mit unterschiedlichen Assessments bzw. mit der Veränderung der Anzahl der Stürze.

Karthibabu und Mitarbeiter (2011) fanden Effekte zugunsten eines Trainings auf dem Pezziball, das auf die Verbesserung der Rumpfaktivitäten abzielte. Als Evaluationsinstrument nutzten sie das Brunel Balance Assessment.

Mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** ist ein Training der Rumpfaktivitäten auf einer instabilen Unterstützungsfläche demselben Training auf einer stabilen Unterstützungsfläche überlegen.

Bei Schlaganfallpatienten im **subakuten Stadium kann** daher ein Rumpftraining auf einer instabilen Unterstützungsfläche zur Verbesserung der Balance empfohlen werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Saeys und Mitarbeiter (2012) fanden ebenfalls Effekte zugunsten eines Trainings von Rumpfaktivitäten, die in dieser Studie mit einer unspezifischen Intervention verglichen wurden. Diese konnten mit jedem einzelnen Assessment einer umfangreichen Testbatterie (Tinetti Test, Berg Balance Scale, Four Test Balance Scale, Dynamic Gait Index) nachgewiesen werden.

Mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** ist eine Therapie zur Verbesserung der Rumpfaktivitäten einer unspezifischen Maßnahme zur Verbesserung der Balance vorzuziehen.

Diese Therapie **kann** bei Schlaganfallpatienten im **subakuten Stadium** zur Verbesserung der Balance durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Das individuell adaptierte Sturzpräventionsprogramm (Batchelor et al. 2012) zeigte im Vergleich zur Kontrollgruppe, die nur den Sturzpräventionsratgeber bekam, keine signifikanten Unterschiede. Als relevante Zielparameter wurden der Step Test und die Anzahl der Stürze berücksichtigt.

Daraus folgt mit einer **mittleren Qualität der Evidenz**, dass bei Schlaganfallpatienten im **subakuten Stadium** ein Sturzpräventionsprogramm keinen Nutzen bringt im Hinblick auf die Verbesserung der Balance und die Reduktion der Stürze.

Somit kann hier aufgrund der Studienlage **keine Empfehlung** gegeben werden.

McClellan und Ada (2004) fanden Effekte zugunsten eines Übungsprogramms, das systematisch die Unterstützungsfläche verringerte und die von außen einwirkenden Störfaktoren auf die posturale Kontrolle des jeweiligen Probanden erhöhte. Die Effekte waren sowohl nach Beendigung der Intervention wie auch noch bei der Nachuntersuchung nach 8 Wochen mithilfe des Functional Reach Tests nachweisbar, der die funktionelle Reichweite durch Körperschwerpunktverlagerung nach ventral misst.

Es besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass eine systematische Verringerung der Unterstützungsfläche kombiniert mit Pertubationen zur Verbesserung der Balance im chronischen Stadium führt **(Empfehlungsgrad 0)**.

Sowohl Marigold (2005) als auch Yelnik und Mitarbeiter (2008) berichteten keine Unterschiede zwischen einem multisensorischen Therapieansatz und einer anderen spezifischen Maßnahme zur Verbesserung der Balance im Hinblick auf die relevanten Zielparameter (Timed-up and go, Berg Balance Scale, Anzahl der Stürze).

Ein neben der konventionellen Therapie durchgeführtes Sit-to-stand Training war hinsichtlich der Verbesserung der Balance der Kontrollgruppe nicht überlegen, die dieses Training nicht absolvierte (Tung 2010).

Daraus lässt sich mit einer **hohen Qualität der Evidenz** ableiten, dass ein multisensorischer Therapieansatz einer anderen spezifischen Therapie zur Verbesse-

rung der Balance im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall nicht überlegen ist.
Mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** bringt ein zusätzliches Sit-to-stand Training keinen zusätzlichen Nutzen.

Für beide Interventionen können auf Grund der Studienlage daher **keine Empfehlungen** gegeben werden.

Lee und Mitarbeiter (2011) berichteten keine Gruppenunterschiede, fanden aber signifikante Verbesserungen der Balance sowohl innerhalb der Interventionsgruppe wie auch innerhalb der Kontrollgruppe. Dabei verbesserte sich die Interventionsgruppe, deren Übungsprogramm auf einer instabilen Unterstützungsfläche stattfand, im Durchschnitt um 5,4 Punkte in der Berg Balance Scale während sich die Kontrollgruppe mit Übungen auf stabiler Unterlage um 2,6 Punkte steigerte.

Mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** zeigt sich eine Überlegenheit bei der Nutzung einer instabilen gegenüber einer stabilen Unterstützungsfläche zur Verbesserung der Balance.

Daher **kann** eine instabile Unterstützungsfläche empfohlen werden, um die Balance mittels eines Übungsprogramms im **chronischen Stadium** zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**.

Ein selbstgewähltes Aufgabenprogramm mit den Schwerpunkten Balance im Stehen, Gewichtsverlagerungen, Koordination der oberen und unteren Extremitäten (Ahn et al. 2011) konnte gegenüber einem aus denselben Kategorien festgelegten Trainingsprogramm zu signifikanten Verbesserungen der Balance führen, die mit der Berg Balance Scale nachgewiesen wurden.

Mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** ist eine individualisierte Übungsauswahl einem standardisierten Programm bei Schlaganfall im **chronischen Stadium** vorzuziehen.

Ein individualisiertes Übungsprogramm bestehend aus Balance im Stehen, Gewichtsverlagerungen und Koordination der vier Extremitäten **kann** durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Dean und Mitarbeiter (2012) untersuchten im Hinblick auf die Balance als einzigen relevanten Zielparameter die Anzahl der Stürze und fanden keine Effekte im Vergleich zu einer unspezifischen Therapie. Die Autoren hielten die Probandenzahl ihrer Studie im Hinblick auf diesen Parameter für zu gering bemessen. Eine Subgruppenanalyse zeigte zwar, dass Patienten mit einer geringen Gehgeschwindigkeit (< 0,8m/s) eher von dem Programm profitierten, dennoch konnten auch hier im Vergleich zur Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** führt im **chronischen Stadium** nach einem Schlaganfall ein aufgabenbezogenes Training gegenüber einer unspezifischen Therapie nicht zur Reduktion der Stürze.

Auf Grund der Studienlage und mangelnder Effekte kann **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.

Bei Au-Yueng et al. (2009) verbesserte sich die Stehbalance in der Tai-Chi-Gruppe zwar im zeitlichen Verlauf, unterschied sich dabei jedoch nicht von der Kontrollintervention. In Bezug auf den Timed-up-and-go-Test konnte sich keine der beiden Gruppen signifikant verbessern.

Die Ergebnisse von Noh et al. (2008) bezogen sich auf die Berg Balance Scale. Im Vergleich zur konventionellen Therapie konnten bei der Ai-Chi-Gruppe signifikant bessere Werte nachgewiesen werden.

Aufgrund der Studienlage kann mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** davon ausgegangen werden, dass regelmäßiges Tai Chi an Land keine Vorteile zeigt gegenüber einer anderen spezifischen Therapie zur Verbesserung der Balance bei **chronischen Patienten**.
Ebenfalls liegt derzeit eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür zugrunde, dass Ai Chi (Tai Chi im Wasser) die Balance von chronischen Schlaganfallpatienten mehr verbessert als ein konventionelles gymnastisches Übungsprogramm.

Es kann **keine Empfehlung** zur Verbesserung der Balance ausgesprochen werden, Tai Chi bei Patienten im chronischen Stadium anderen Therapien vorzuziehen.
Ai Chi **kann** durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

GESAMTBEWERTUNG SPEZIFISCHES BALANCETRAINING

Aufgrund der augenblicklichen Studienlage können Übungen zur Verbesserung der Rumpfaktivitäten, insbesondere auf instabilen Unterstützungsflächen (Karthikbabu et al. 2011) zur Verbesserung der Balance im subakuten Stadium durchgeführt werden.

Im chronischen Stadium können Übungsprogramme auf instabilen Unterstützungsflächen und Therapien mit systematischer Verringerung der Unterstützungsfläche und einhergehenden Pertubationen (McClellan 2004) zur Verbesserung der posturalen Kontrolle beitragen.

Weiterhin hat sich ein aufgabenorientiertes Üben (Ahn 2011) bewährt, wobei die Aufgabengestaltung nach den Grundsätzen des Shapings (McClellan 2004) erfolgt. Das bedeutet, die Aufgaben werden individuell an die Problemstellungen der Balance des jeweiligen Probanden adaptiert und im Verlauf bzgl. der Schwierigkeitsstufen variiert, um den Probanden an die Grenze seiner Fähigkeiten heranzuführen. Eine Kombination aus Atemtechnik und weiträumig durchgeführten Bewegungen der Extremitäten im Wasser können ebenfalls zur Verbesserung der posturalen Kontrolle durchgeführt werden (Noh et al. 2008).

In keiner der Studien, die den Zielparameter Sturzhäufigkeit verfolgten (Marigold et al. 2005, Batchelor et al. 2012, Dean et al. 2012) konnten durch die jeweilige Intervention Effekte nachgewiesen werden, obwohl die Interventionen u. a. die oben beschriebenen Inhalte hatten. Parallel dazu zeigten sich auch keine signifikanten Gruppenunterschiede hinsichtlich anderer Balance-Assessments (BBS, TUG, Step Test) in den Studien von Marigold (2005) wie auch Batchelor (2012) und Mitarbeitern. Eine mögliche Erklärung könnte darin bestehen, dass die Interventionen in einem Gruppensetting durchgeführt wurden. Dabei konnte möglicherweise die individuelle Leistungsgrenze des jeweiligen Probanden in Bezug auf die Balance nicht ausreichend berücksichtigt werden, um dem Übenden gleichzeitig genügend Sicherheit zu bieten.

Paresen und Sensibilitätsstörungen tragen als wesentliche Faktoren dazu bei, dass Schlaganfallpatienten eine beeinträchtigte posturale Kontrolle aufweisen (Tyson et al. 2006). Daraus resultiert bei anhaltendem Impairment eine persistierende Sturzgefahr. Das Erlernen von individuellen Kompensationsstrategien, ausgelöst durch wechselnde Aufgabenstellungen in variablen Umgebungen, könnte ein weiterer Ansatz zur Verbesserung der dynamischen Balance und der Reduktion der Sturzrate sein.

4.5 Sensorische Feedforward-Stimulation ohne Feedback (außer Elektrostimulation)

H. Wittenberg, K. M. Stephan, Ch. Dohle

4.5.1 Vibration

Vibrationen stellen mechanische Schwingungsreize dar, deren Applikation als Ganzkörpervibration über Apparaturen (Vibrationsplattformen) in stehender oder halb sitzender Ausgangsposition erfolgt oder als selektive Stimulation definierter Muskeln am Muskel-Sehnen-Übergang in entspannenden Ausgangspositionen (z. B. Rückenlage).

Die Ganzkörpervibration ruft über die Reizung unterschiedlicher Rezeptoren muskuläre Reflexantworten hervor. Als therapeutischer Effekt wird u. a. eine muskuläre Kräftigung diskutiert.

Evidenz

Drei randomisierte Studien nutzten Vibration als zusätzliche Intervention zur konventionellen Therapie. Van Nes und Mitarbeiter (2006, 1b, n=53) untersuchten die Auswirkungen der so genannten Ganzkörper-Vibration über sechs Wochen (fünfmal pro Woche) bei Schlaganfallpatienten im subakuten Stadium. Dabei standen die Rehabilitanden viermal 45 Sekunden barfuß in flektierter (45° Flexion in Hüft-, Knie- und Sprunggelenken) Haltung auf der vibrierenden Plattform (Galileo®) bei einer Frequenz von max. 35 Hz. Bei einem FAC von 0–2 handelte es sich um einen angelehnten Stand, d. h. das Gesäß wurde von einer höhenverstellbaren Behandlungsliege unterstützt. Die Kontrollgruppe bekam in denselben Ausgangspositionen eine aktive Übungstherapie mit Musik, die von den Studieninitiatoren in ihrer Intensität als Placebo-Intervention angesehen wurde.

Merkert und Mitarbeiter (2011, 2b, n=66) untersuchten die Ganzkörpervibration (Vibrosphere®) über drei Wochen als zusätzliche Intervention bei Rehabilitanden im subakuten Stadium nach Schlaganfall. Drei unterschiedliche Ausgangspositionen und Schwierigkeitsgrade in den jeweiligen Ausgangsstellungen: Bridging (Rückenlage, angestellte Füße stehen auf der Vibrationsplattform, das Becken wird nach ventral bewegt), Sitzen und Stehen auf der Plattform. Die Vibration erfolgte jeweils fünfmal in der Woche über 30 Sekunden bei einer Frequenz von 35 Hz.

Paoloni und Mitarbeiter (2006, 1b, n=44) untersuchten die Wirkung einer zusätzlichen segmentalen Muskelvibration bei Schlaganfallpatienten im chronischen Stadium. Die 30-minütige Stimulation (bei einer Frequenz von 120 Hz) des M. tibialis anterior und des M. peronaeus longus des paretischen Beins erfolgte im Anschluss an die konventionelle Therapie in Rückenlage (Tab. 22).

Gehfähigkeit

Nur eine Studie (van Nes et al. 2006) untersuchte die Wirkung der Ganzkörpervibration auf den Zielparameter Gehfähigkeit. Im Vergleich zu einer unspezifischen Intervention konnten bei subakuten Patienten keine Gruppenunterschiede festgestellt werden.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** ist daher bei Schlaganfallpatienten im **subakuten Stadium** die Ganzkörpervibration einer unspezifischen Therapie nicht überlegen.

Es kann für die Ganzkörpervibration **keine Empfehlung** gegeben werden, um bei **subakuten Schlaganfallpatienten** die Gehfähigkeit zu verbessern.

Gehgeschwindigkeit

Eine Studie (Paoloni et al. 2010) untersuchte den Effekt der segmentalen Muskelvibration bei paretischen Fußhebermuskeln im chronischen Stadium nach Schlaganfall hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit. Es handelte sich um eine zusätzliche Intervention mit einer Dauer

Tab. 22: Vibration

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b ++	Van Nes et al. 2006	• Konventionelle Rehabilitation + Ganzkörpervibration (Galileo®) vs. • Konventionelle Rehabilitation + Übungstherapie mit Musik (Placebointervention)	27/26	subakut	Ø			Ø
2b –	Merkert et al. 2011	• Konventionelle geriatrische Rehabilitation + Ganz-Körper Vibration (Vibrosphere®) vs. • Konventionelle geriatrische Rehabilitation	33/33	subakut				Ø
1b +	Paoloni et al. 2010	• Konventionelle PT + segmentale Muskelvibration (SMV) in RL vs. • Konventionelle PT	22/22	chronisch		Ø		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance, TS Treppensteigen

von 30 Minuten an drei Tagen in der Woche über vier Wochen. Die Gehgeschwindigkeit verbesserte sich signifikant innerhalb der Interventionsgruppe, es konnten jedoch keine Gruppenunterschiede festgestellt werden.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** hat die zusätzliche segmentale Muskelvibration keinen Effekt auf die Gehgeschwindigkeit bei Schlaganfallpatienten im **chronischen Stadium.**

Somit kann für die segmentale Muskelvibration **keine Empfehlung** gegeben werden, wenn als Zielsetzung die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **chronischen** Schlaganfallpatienten verfolgt wird.

Balance

Zwei Studien verfolgen den Zielparameter Balance mit verschiedenen Assessmentinstrumenten: Berg Balance Scale, Timed-up & Go und Tinnetti Gangtest bei subakuten Schlaganfallpatienten.

Sowohl bei van Nes (2006) gegenüber einer Placebobehandlung als auch bei Merkert und Mitarbeiter (2011) als zusätzliche Intervention konnten keine signifikanten Gruppenunterschiede mit den erwähnten Messinstrumenten festgestellt werden.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** führt die Ganzkörpervibration verglichen mit einer unspezifischen Intervention zu keiner Verbesserung der Balance bei Schlaganfallpatienten im **subakuten Stadium.**
Mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** führt die Ganzkörpervibration als zusätzliche Intervention zu keiner Verbesserung der Balance bei Patienten im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall.

Daher kann für die Ganzkörpervibration **keine Empfehlung** gegeben werden, um bei **subakuten** Schlaganfallpatienten die Balance zu verbessern.

Gesamtbewertung der Intervention

Zur Ganzkörpervibration wie auch zur segmentalen Vibration konnten insgesamt lediglich drei Studien unterschiedlicher Qualität zur Bewertung eingeschlossenen werden. Diese Studien nutzten verschiedene Apparaturen und erfassten unterschiedliche Zielparameter, wobei sich in keiner Studie ein positiver Effekt für diese zusätzliche bzw. placebokontrollierte Intervention zeigte. Daher kann zum jetzigen Zeitpunkt keine Empfehlung abgegeben werden.

4.5.2 Thermische Stimulation

Die thermische Stimulation beinhaltet die Applikation von heißen oder kalten Reizen auf der Haut; sie wird häufig als ergänzende Maßnahme genutzt, um paretische Muskeln primär der Extremitäten zu fazilitieren.

Evidenz

Nur eine randomisierte Studie (Chen et al. 2011, 2b, n=35) untersuchte bei Schlaganfallpatienten im subakuten Stadium eine thermische Stimulation mit einer durchschnittlichen Dauer von 48 Minuten zusätzlich zur konventionellen physiotherapeutischen Behandlung fünfmal pro Woche über sechs Wochen. Dabei wurden zunächst heiße (75°C), anschließend kalte (0°C), in Handtüchern eingewickelte Packungen (jeweils 8 Repetitionen von max. 30 s) im Bereich des Unterschenkels oder Fußes appliziert, zuerst auf der nicht betroffenen, anschließend auf der paretischen Seite. Der Patient bekam den Auftrag, die Extremität von dem Stimulus zu entfernen, sobald die Toleranzschwelle erreicht war. Wenn die motorische Antwort nicht selbstständig möglich war, erfolgte sie vom Therapeuten manuell assistiv nach verbaler Äußerung seitens des Patienten. Die Kontrollgruppe erhielt eine Placebobehandlung mit deutlich geringerem Zeitaufwand in Form von drei Besuchen wöchentlich mit jeweils 20-minütigen Diskussionen. Als relevante Zielparameter wurde für die Gehfähigkeit der FAC (Functional Ambulation Categories) und für die Balance die Berg Balance Scale betrachtet (Tab. 23).

Gehfähigkeit

Es zeigten sich Effekte nach sechs Wochen im Hinblick auf die Gehfähigkeit für die initial nicht gehfähige Interventionsgruppe (FAC 0–1).

Tab. 23: Thermische Stimulation

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b +/–	Chen et al. 2011	• Standardrehabilitation + Thermische Stimulation (durchschnittl. 48 min add-on) vs. • Standardrehabilitation + Placebointervention	17/18	subakut	+			Ø

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** kann eine thermische Stimulation als zusätzliche Intervention gegenüber einer zusätzlichen Placebointervention zu einer Verbesserung der Gehfähigkeit bei **subakuten** Schlaganfallpatienten führen.

Angesichts des hohen Zeitaufwands für die thermische Stimulation kann für diese Intervention zur Verbesserung der Gehfähigkeit bei Schlaganfallpatienten im **subakuten Stadium** dennoch **keine Empfehlung** gegeben werden.

Balance

Hinsichtlich der Balance ließen sich in der Studie von Chen und Mitarbeiter mit subakuten Patienten keine Effekte nachweisen.

Mit **niedriger Qualität der Evidenz** ist eine thermische Stimulation einer Placebointervention bezogen auf den Zielparameter Balance nicht überlegen.

Aufgrund der Studienlage und fehlender Effekte kann für die thermische Stimulation im **subakuten Stadium** zur Verbesserung der Balance **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.

Gesamtbewertung der Intervention

Nur eine Studie konnte zur Bewertung hinsichtlich der thermischen Stimulation als zusätzliche Intervention herangezogen werden. Dabei ist nicht klar ersichtlich, ob der Wirkmechanismus in der thermischen Stimulation bestand oder in den in der Folge damit verbundenen passiven bzw. assistiven Bewegungen mit verbaler Verstärkung. Zu diesem Zeitpunkt kann daher hinsichtlich der thermalen Stimulation keine Empfehlung gegeben werden.

4.5.3 Akustische Stimulation (Feedforward)

Die rhythmisch akustische Stimulation nutzt einen externen Zeitgeber (z B. ein Metronom), um die motorische Kontrolle innerhalb von Bewegungsabläufen zu verbessern. Der Rhythmus dient dabei als antizipatorische (feedforward) Zeitreferenz, d. h. der Patient synchronisiert seine Aktivität mit dem Taktgeber. Dieser Vorgang wird auch als Cueing bezeichnet.

Evidenz

In zwei randomisierten Studien untersuchten Thaut und Mitarbeiter (1997, 2b, n=20; 2007, 1b, n=78) den Einfluss von rhythmisch akustischer Stimulation während des Gehtrainings gegenüber einem Lokomotionstraining ohne akustisches Cueing bei Schlaganfallpatienten im subakuten Stadium. Die Patienten waren zu Beginn der Studie noch nicht selbstständig gehfähig. In der ersten Studie nutzten die Probanden die akustische Stimulation (Metronom oder speziell präparierte Musik) über einen Zeitraum von sechs Wochen zweimal täglich 30 Minuten an fünf Tagen in der Woche während des Gehtrainings. Dabei wurde zunächst die individuelle Kadenz des Patienten ermittelt, um diese mit dem Metronom zu synchronisieren. Dann wurde die Cueing Frequenz sukzessive um jeweils 5–10 % erhöht unter der Bedingung, dass die dynamische Stabilität nicht gefährdet ist. Am Ende jeder Therapieeinheit erfolgte das Gehen ohne Cueing.

Die zweite größere Studie von Thaut und Mitarbeitern (2007) folgt denselben Trainingsprinzipien über einen Zeitraum von drei Wochen, aber jeweils nur einmal täglich 30 Minuten.

Johannsen und Mitarbeiter (2010, 2b, n=21) verglichen ein bilaterales Beintraining (BLETRAC) bei gleichzeitiger rhythmisch akustischer Stimulation (Metronom) mit einem bilateralen Armtraining (BATRAC) mit akustischem Cueing. Schlaganfallpatienten im chronischen Stadium trainierten zweimal pro Woche 45 Minuten fünf Wochen lang an einem Gerät, das in sitzender Position reziproke Flexions- und Extensionsbewegungen erlaubt. Zunächst wurde die individuelle Bewegungsgeschwindigkeit der oberen bzw. unteren Extremitäten ermittelt.

Tab. 24: Akustische Stimulation (Feedforward)

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b +/–	Thaut et al. 1997	• Rhythmisch akust. Stimulation (RAS) + konventionelle Therapie (NDT) vs. • Konventionelle Therapie	10/10	subakut		+		
1b +/–	Thaut et al. 2007	• Gehtraining mit rhythmisch akust. Stimulation vs. • Gehtraining (NDT)	43/35	subakut		+		
2b +	Johannsen et al. 2010	• Beintraining mit rhythmisch akust. Stimulation (BLETRAC (bilaterales Beintraining mit rhythm. akust. Cueing) vs. • Armtraining mit rhythmisch akust. Stimulation (BATRAC: bilaterales Armtraining mit rhythmisch akust. Cueing)	11/10	chronisch		Ø		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Eine Erhöhung bzw. Verringerung des Tempos konnte in der jeweils folgenden Behandlungseinheit in Abhängigkeit vom individuell empfundenen Erschöpfungsgrad erfolgen (Tab. 24).

Gehgeschwindigkeit

In beiden genannten Studien mit Schlaganfallpatienten im subakuten Stadium zeigten sich signifikante Zwischen-Gruppen-Effekte hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit. Einschränkend ist zu sagen, dass beide Studien von der gleichen Arbeitsgruppe durchgeführt worden sind.

Es besteht eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass bei **subakuten** Schlaganfallpatienten ein Gehtraining mit akustischem Cueing einem Gehtraining ohne akustische Stimulation überlegen ist.

Die rhythmisch akustische Stimulation **kann** im **subakuten Stadium** zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit empfohlen werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

In der Studie von Johannsen und Mitarbeiter mit chronischen Probanden zeigte sich im Gruppenvergleich bei dem bilateralen Beintraining (BLETRAC) kein Unterschied zur BACTRACT-Behandlungsgruppe bzgl. der Gehgeschwindigkeit (gemessen mit dem 10-m Gehtest).

Mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** ist ein bilaterales Beintraining mit rhythmisch akustischer Stimulation einer unspezifischen Intervention im Hinblick auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei Schlaganfallpatienten im **chronischen Stadium** nicht überlegen.

Für diese Intervention kann daher **keine Empfehlung** gegeben werden bei Schlaganfallpatienten im **chronischen Stadium**.

Gesamtbewertung der Intervention

Nur drei Studien zur akustischen Feedforward-Stimulation konnten hinsichtlich der relevanten Zielkriterien eingeschlossen werden, wobei nur eine Studie (Thaut 2007) eine größere Studienpopulation einschloss, während es sich bei den anderen beiden um Pilotstudien handelte. Dabei zeigten die Studien der Arbeitsgruppen von Thaut konsistente Ergebnisse im Sinne einer Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei subakuten Schlaganfallpatienten, bei denen ein Feedforward während des Gehens, der gemessenen Aktivität, zum Tragen kam. In Bezug auf die Studie von Johannsen (2010) stellt sich die Frage, ob ein Feedforward-Stimulus, der bei alternierenden Beinbewegungen in sitzender Ausgangsposition genutzt wird, auf das Gehen übertragen werden kann. Dieser Gesichtspunkt könnte bei zukünftigen Studien berücksichtigt werden.

4.5.4 Nadelakupunktur

Die Nadelakupunktur ist ein Teilgebiet der Traditionellen Chinesischen Medizin. Ziel der Akupunktur ist die Beeinflussung von sogenannten Meridianen (Energiebahnen), die an bestimmten Punkten die Hautoberfläche berühren. Bei der Nadelakupunktur werden Akupunkturnadeln an diesen Punkten in die Haut gestochen und für eine bestimmte Zeit belassen. Die Nadeln können auch in einer bestimmten Art und Weise manipuliert werden, um das Gefühl von Qi zu erzeugen (s. u.). Die Wirkungsweise der Nadelakupunktur ist umstritten. In einer der größten klinischen Studien zu diesem Thema, dem German Acupuncture Trials (GERAC) fanden sich Hinweise, dass der Effekt der Akupunktur unabhängig von der exakten Lokalisation auf den Meridianen ist (Haake et al. 2007). Daher wird die Nadelakupunktur in dieser Leitlinie als ein Verfahren der sensorischen Stimulation eingruppiert. Davon abzugrenzen ist die Elektroakupunktur, bei der an den Akupunkturpunkten eine überschwellige elektrische Stimulation erfolgt. Aufgrund dieser Charakteristik wird dieses Verfahren zusammen mit den anderen Verfahren der Elektrostimulation dargestellt (siehe 4.9.10).

Evidenz

Insgesamt drei randomisierte klinische Studien untersuchten den Effekt dieser Intervention auf Zielkriterien dieser Leitlinie. In einer Studie niedrigerer methodischer Qualität untersuchten Alexander und Mitarbeiter (2004) 32 subakute Patienten, von denen 16 zusätzlich zu ihrem konventionellen Rehabilitationsprogramm (drei Stunden tgl., sechs Tage pro Woche) über zwei Wochen tgl. 30 Minuten (also insgesamt 14 Sitzungen) Nadelakupunktur erhielten. In einer weiteren Studie verglichen Fink und Mitarbeiter 2004 den Effekt von Akupunktur gegenüber einer Sham-Akupunktur (Placeboakupunkturnadeln, die an non-acupoints injiziert wurden) bei insgesamt 25 chronischen Schlaganfall-Patienten mit einer relevanten Spastik (MAS ≥ 1). Alle Patienten erhielten zwei Behandlungen pro Woche bei einer Gesamtdauer von acht Behandlungen.

Liu et al. und Mitarbeiter 2009 untersuchten, ob der Effekt der einer einzelnen Akupunktur-Sitzung durch zusätzliches Qi beeinflusst wird. Um Qi zu erhalten, werden die Akupunkturnadeln verdreht, bis Probanden ein Gefühl von Taubheit, Schwellung oder Schweregefühl verspüren, während der Akupunkturist ein Widerstandsgefühl verspürte.

Zudem existiert ein systematisches Review von Park und Mitarbeitern 2001, in dem insgesamt neun RCTs mit 538 Patienten gefunden wurden, bei denen jegliche Art und Form von Nadelakupunktur gegen eine Form von Nichtakupunktur als Kontrolltherapie verglichen wurde. Die Studie enthält keine Metaanalyse, zudem

Tab. 25: Nadelakupunktur

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b –	Alexander et al. 2004	• Zusätzliche Akupunktur vs. • Standard-Rehabilitation	16 / 16	subakut	Ø			Ø
2b +	Fink et al. 2004	• Reale vs. • Placebo-Akupunktur in Patienten mit Spastik	12 / 13	chronisch	Ø		Ø	
2b +	Liu et al. 2009	• Einzelne Akupunktur-Sitzung mit vs. • ohne manuelle Drehung und Qi	15 / 15	chronisch		Ø		Ø

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

fanden sich nur in den bereits oben erwähnten Studien Zielkriterien mit Relevanz für die Leitlinie. Die Autoren kamen in dieser Arbeit zu dem Schluss, dass nicht ausreichend Evidenz vorläge, um die Akupunktur als effektive Behandlung in der Schlaganfallrehabilitation zu rechtfertigen.

Gehfähigkeit

In der Studie von Alexander und Mitarbeitern (2004) fand sich kein Effekt der zusätzlichen Akupunktur auf die Gehfähigkeit (FIM Item mobility) bei subakuten Schlaganfall-Patienten. Fink und Mitarbeiter (2004) fanden keinen signifikanten Unterschied zwischen Akupunktur und Placebo-Akupunktur bezüglich der Gehfähigkeit, gemessen mit dem Rivermead Mobility Index, bei chronischen Schlaganfall-Patienten.

Somit besteht jeweils **niedrige Evidenz**, dass Nadelakupunktur in der **subakuten** oder **chronischen Phase** nach Schlaganfall die Gehfähigkeit nicht verbessert.

Für den Einsatz der Nadelakupunktur zur Verbesserung der Gehfähigkeit kann weder in der **subakuten** noch in der **chronischen Phase** nach Schlaganfall eine Empfehlung ausgesprochen werden.

Gehgeschwindigkeit

Lediglich in der Studie von Liu (2009) wurde das Zielkriterium Ganggeschwindigkeit (6 Min. Gehtest) untersucht. Hier fand sich kein Effekt eines zusätzlichen Qi bei einer einmaligen Nadelakupunktur auf dieses Zielkriterium.

Somit besteht **niedrige Evidenz**, dass zusätzliche Anwendung von Qi bei Nadelakupunktur in der **chronischen Phase** die Gehfähigkeit nicht verbessert.

Für den Einsatz von Qi bei Nadelakupunktur zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit in der **chronischen Phase** kann **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.

Gehstrecke

Das Zielkriterium Gehstrecke wurde nur von Fink und Mitarbeitern (2004) untersucht. Hier fand sich kein signifikanter Effekt der Nadelakupunktur gegenüber einer Placeboakupunktur.

Somit besteht **niedrige Evidenz**, dass Nadelakupunktur in der **chronischen Phase** nach Schlaganfall die Gehstrecke nicht verbessert.

Für den Einsatz der Nadelakupunktur zur Verbesserung der Gehstrecke in der **chronischen Phase** kann **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.

Balance

Alexander und Mitarbeiter (2004) fanden bei subakuten Patienten keine Effekte einer zusätzlichen Nadelakupunktur auf die Balance (Balance Score des Fugl-Meyer Tests). In der Studie von Liu und Mitarbeitern (2009) fand sich bei chronischen Patienten kein Effekt eines zusätzlichen Qi bei einer einmaligen Nadelakupunktur auf die Aufstehzeit als Maß für Balance.

Somit besteht **niedrige Evidenz**, dass Nadelakupunktur in der subakuten Phase die Balance nicht verbessert. Zudem besteht **niedrige Evidenz**, dass zusätzliche Anwendung von Qi bei Nadelakupunktur in der chronischen Phase die Balance nicht verbessert.

Daher kann für den Einsatz der Nadelakupunktur zur Verbesserung der Balance in der **subakuten Phase keine Empfehlung** ausgesprochen werden.
Für den zusätzlichen Einsatz von Qi bei Nadelakupunktur zur Verbesserung der Balance in der **chronischen** Phase kann ebenfalls **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.

Gesamtbewertung der Intervention

Zusammenfassend liegen für den Einsatz der Nadelakupunktur nach Schlaganfall zwar durchaus Studien akzeptabeler Qualität vor, die jedoch weder als zusätzliche Intervention noch gegenüber einer Schein-Intervention einen Unterschied gegenüber der jeweiligen Kontrollbehandlung zeigen. Allerdings haben diese Studien nur eine geringe Fallzahl. Es bleibt daher offen, ob eventuelle Effekte kleinerer Effektstärke aufgrund einer Unterpowerung nicht detektiert worden sind. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt rechtfertigt die Datenbasis keine Formulierung einer (positiven oder negativen) Empfehlung zum Einsatz der Nadelakupunktur nach Schlaganfall.

GESAMTBEWERTUNG FEEDFORWARD-STIMULATION OHNE FEEDBACK

Zusammenfassend konnte somit festgestellt werden, dass sich weder für die untersuchten Modalitäten der somatosensiblen Feedforward-Stimulation (thermisch, Vibration, taktil mittels Nadelakupunktur) in Ruhestellungen, noch für die akustische Feedforward-Stimulation isolierter Beinbewegungen ein positiver Effekt auf eine der untersuchten Zielkriterien nachgewiesen werden konnte. Lediglich die Kombination von Gehtrainingig mit zusätzlicher akustischer Feedforward-Stimulation zeigte einen zusätzlichen Effekt. Somit kann eine Feedforward-Stimulation das alltagsorientierte Training unterstützen, hat aber vermutlich keinen Effekt auf relevante Zielparameter beim Training selektiver Bewegungen.

4.6 Feedback, Virtual Reality

H. Wittenberg, K. M. Stephan, Ch. Dohle

4.6.1 Feedback/Reinforcement

Ein Feedback, eine verbale Rückmeldung erfolgt innerhalb der motorischen Therapie entweder zur Durchführung i. S. der Qualität (knowledge of performance; KP) oder zum Ergebnis i. S. der Quantität einer Aktivität (knowledge of results; KR), um über die Information positiv auf die Motivation des Patienten einzuwirken. Ein Feedback im Sinne einer Verstärkung (engl. Reinforcement) verfolgt das Ziel einer weiteren Optimierung des Lernprozesses z. B. durch Belohnung.

Evidenz

Dobkin und Mitarbeiter (2010, 1b, n=179) führten eine randomisierte multizentrische Studie durch mit Schlaganfallpatienten im subakuten Stadium, die eine konventionelle Rehabilitation erhielten. Zusätzlich führten die Probanden täglich einen 10-m Gehtest durch. In der experimentellen Gruppe wurde die Zeit gemessen, das Resultat wurde zurück gemeldet und der Proband wurde positiv bestärkt z. B. durch Lob oder dem Kommentar bei der nächsten Messung das Tempo weiter zu erhöhen. Die Probanden der Kontrollgruppe erhielten keine Zeitmessung und kein Feedback (Tab. 26).

Gehfähigkeit

Dobkin und Mitarbeiter konnten bei bereits gehfähigen Patienten (mit einer initialen, durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit von 0,45 / 0,46 m/s) im Gruppenvergleich keine Effekte bezüglich der Gehfähigkeit nachweisen.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** führt eine tägliche Zeitmessung beim Gehen mit verstärkendem Feedback nicht zu einer Verbesserung der Gehfähigkeit bei **subakuten** Schlaganfallpatienten.

Es kann daher **keine Empfehlung** für eine tägliche Zeitmessung mit Feedback gegeben werden, um die Gehfähigkeit bei Schlaganfallpatienten im **subakuten Stadium** zu verbessern.

Gehgeschwindigkeit

Signifikante Verbesserungen zeigten sich im Vergleich zwischen den Gruppen hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit zugunsten der experimentellen Gruppe, diese konnten auch bei der Nachuntersuchung nach drei Monaten noch nachgewiesen werden, allerdings konnten nur noch 50 % der Probanden getestet werden.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** ist eine tägliche Geschwindigkeitsmessung beim Gehen mit verstärkendem Feedback einer Zeitmessung beim Gehen ohne Feedback überlegen.

Diese Maßnahme **kann** daher zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei Schlaganfallpatienten im **subakuten Stadium** empfohlen werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Gehstrecke

Im Hinblick auf die Gehstrecke konnten Dobkin und Mitarbeiter keine Effekte durch verstärkendes Feedback nachweisen.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** ist die tägliche Zeitmessung beim Gehen mit verstärkendem Feedback einer Geschwindigkeitsmessung ohne verstärkendem Feedback nicht überlegen, wenn das Ziel die Verbesserung der Gehstrecke ist.

Daher kann für **subakute Schlaganfallpatienten** für diese Intervention **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.

Gesamtbewertung der Intervention

Eine qualitativ gute Multicenterstudie konnte zur Bewertung des strukturierten verbalen Feedbacks im Anschluss an eine Geschwindigkeitsmessung herangezogen werden. Diese unterstützende Maßnahme kann zurzeit bezogen auf den Zielparameter Gehgeschwindigkeit bei subakuten Schlaganfallpatien-

Tab. 26: Feedback/Reinforcement

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b ++	Dobkin et al. 2010	• Konventionelle Reha + 10 m-Gehtest mit Zeitmessung und spezifisches Feedback: tägliche Verstärkung bzgl. Gehgeschwindigkeit vs. • Konventionelle Reha + 10 m-Gehtest ohne Zeitmessung und Feedback	88/91	subakut	Ø	+	Ø	

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

ten empfohlen werden. Eine umfassendere Aussage, bezogen auf weitere Zielparameter oder Patienten im chronischen Stadium, ist derzeit nicht möglich.

4.6.2 Biofeedback

Biofeedback nutzt die Rückkopplung biologisch-physiologischer Parameter zur Unterstützung eines Lernprozesses (van Cranenburgh 2007) mit dem Ziel bestimmte Haltungs- und Bewegungsmuster zu erlernen oder zu modifizieren. Dabei werden Informationen über die Durchführung der Bewegung (KP: knowledge of performance) und/oder über das Erreichen des Ziels vermittelt (KR: knowledge of results). In diesem Modul werden Interventionen betrachtet, die mechanische (Kontakt-/Druck-, Kraft- und Bewegungssensoren) oder elektronische Messparameter (EMG) für eine visuelle bzw. akustische Rückkopplung nutzten, um die relevanten Zielparameter (Gehfähigkeit, Gehgeschwindigkeit, -strecke und Balance) positiv zu beeinflussen.

4.6.2.1 Feedback (Plattform)

Vier randomisierte Studien (Walker 2000, Alptekin (Gok) 2008, Eser 2008, Lee 2012) nutzten ein kommerzielles Trainingsgerät (Balance Master, Kinaesthetic Ability Trainer, Nor-Am Balance Training System, Balance Control Master), das mittels Kraftmessplatten die Position des Körperschwerpunktes während des Stehens auf einem Monitor visualisiert. Bei einer weiteren Studie von Cheng und Mitarbeitern (2001) wurde eine selbstkonstruierte Apparatur mit ähnlichen Eigenschaften verwendet. Die Nutzung dieser Plattformen als Trainingsgerät dient primär dem Ziel, die posturale Kontrolle zu verbessern.

Walker und Mitarbeiter (2000, 2b, n=46) verglichen drei Gruppen im subakuten Stadium nach Schlaganfall, die alle ein reguläres Rehabilitationsprogramm durchliefen. Zusätzlich bekamen zwei Gruppen über 30 min. entweder visuelles Feedback während des Stehens im Trainingsgerät oder taktiles und verbales Cueing innerhalb der zusätzlichen konventionellen Therapie, während die Kontrollgruppe ausschließlich an dem regulären Rehabilitationsprogramm teilnahm.

In der Studie von Cheng und Mitarbeitern (2001, 1b, n=54) führten die Probanden auf der selbstentwickelten Trainingsapparatur mit zwei Kraftmessplatten ein repetitives Sit-to-stand Training durch bzw. Aktivitäten der oberen Extremitäten, während sie visuelles und akustisches Feedback erhielten.

Sowohl Alptekin (Gok) und Mitarbeiter (2008, 1b–, n=30), Eser und Mitarbeiter (2008, 1b, n=41) und Lee und Mitarbeiter (2012, 1b, n=40) wählten das Balancetraining mithilfe unterschiedlicher Apparaturen als zusätzliches Balancetraining (20/15/20 min) über einen Zeitraum von 3–4 Wochen verglichen mit einem konventionellen Training allein.

Bei Alptekin (Gok) standen die Probanden auf einer Plattform, deren Stabilität im Verlauf der Studie mit zunehmender Balancefähigkeit reduziert wird. Während des freien Stehens auf der Plattform führten die Probanden Gewichtsverlagerungen durch, deren Ausmaß visualisiert wurde.

Eser und Mitarbeiter instruierten die Probanden das Gewicht in der frontalen und sagittalen Ebene zu verlagern, so dass der Körperschwerpunkt das auf dem Computerbildschirm sichtbare Ziel entsprechend der Aufgabenstellung im Computermenü erreicht.

Die Probanden in der Studie von Lee und Mitarbeitern trainierten im ersten Schritt die individuell maximal

Tab. 27: Feedback (Plattform)

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Phase	GF	GG	GS	B
2b –	Walker et al. 2000	• Konventionelle Therapie + Balance Master (visuelles Feedback; 30 min) vs. • Konventionelle Therapie + (Therapie m. taktilen & verbalen Cues; 30 min.)	16/16	subakut		Ø		Ø
		• Konventionelle Therapie + Balance Master (visuelles Feedback; 30min) vs. • Konventionelle Therapie	16/14	subakut		Ø		Ø
		• Konventionelle Therapie + (Therapie m. taktilen & verbalen Cues; 30min.) vs. • Konventionelle Therapie	16/14	subakut		Ø		Ø
1b +	Cheng 2001	• Konventionelle Therapie einschließlich Balancetraining (visuelles + akustisches Feedback) vs. • Konventionelle Therapie	30/24	subakut			+	
1b- +	Alptekin (Gok) et al. 2008	• Konventionelle Therapie + Kinaestethic Ability Trainer (KAT) vs. • Konventionelle Therapie	15/15	chronisch				+
1b +	Eser et al. 2008	• Konventionelle Reha + Balancetraining (visuelles Feedback) vs. • Konventionelle Reha	25/25	chronisch	Ø			
2b –	Lee et al. 2012	• Konventionelle Therapie + Balance Control Trainer vs. • Konventionelle Therapie	20/20	chronisch	+	+		+

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

mögliche Gewichtsübernahme auf die untere paretische Extremität bei gleichzeitig zu erhaltener Balance, in einem zweiten Schritt führen sie Flex- und Extensionsbewegungen in den Knien durch bei gewichtstragender betroffener Extremität (Tab. 27).

Gehfähigkeit

Zwei Studien (Eser 2008, Lee 2012) mit Probanden im chronischen Stadium wählten den Zielparameter Gehfähigkeit. Die Autoren wählten unterschiedliche Assessmentskalen (Rivermead Mobility Index, RMI [Eser]; Functional Ambulation Categories, FAC [Lee]). Eser und Mitarbeiter nutzten in der Interventionsgruppe eine Apparatur, die mit Bewegungen des Körpers in der frontalen und sagittalen Ebene arbeitete. Sowohl die Interventions- wie auch die Kontrollgruppe, die ein konventionelles Rehabilitationsprogramm beinhaltete, verbesserten sich, Gruppenunterschiede wurden nicht berichtet. Lee und Mitarbeitern hingegen berichteten Effekte zugunsten der Interventionsgruppe, deren Training neben den Bewegungen in den bereits erwähnten Ebenen auch Knieflexions- und Extensionsbewegungen, also in vertikaler Richtung beinhaltete.

Aufgrund der spärlichen Studienlage und widersprüchlicher Ergebnisse kann **keine valide Empfehlung** bzgl. der Gehfähigkeit bei Schlaganfallpatienten im chronischen Stadium gegeben werden.

Gehgeschwindigkeit

Den Zielparameter Gehgeschwindigkeit wählten zwei Studien (Walker 2000, Lee 2012).

Walker und Mitarbeiter fanden keine Effekte durch den zusätzlichen Einsatz einer Balanceplattform bei Schlaganfallpatienten im subakuten Stadium.

Mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** bringt der zusätzliche Einsatz einer Balanceplattform hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit keine zusätzlichen Effekte.

Es kann **keine Empfehlung** bei Schlaganfallpatienten im **subakuten Stadium** ausgesprochen werden.

Im chronischen Stadium fanden Lee und Mitarbeiter (2012) signifikante Unterschiede hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe nach dem zusätzlichen Einsatz eines Balancetrainers.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** zeigt sich, dass der zusätzliche Einsatz eines Balancetrainers der konventionellen Therapie allein überlegen ist.

Der zusätzliche Einsatz eines Balancetrainers **kann** bei Schlaganfallpatienten im **chronischen Stadium** empfohlen werden, um die Gehgeschwindigkeit zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**.

Balance

Vier Studien wählten den Zielparameter Balance bzw. Anzahl der Stürze.

Walker und Mitarbeiter (2000) fanden bei Probanden im subakuten Stadium keine Effekte durch den zusätzlichen Einsatz eines Balancetrainers.

Mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** bringt der zusätzliche Einsatz einer Balanceplattform mit visuellem Feedback keinen zusätzlichen, um die Balance im **subakuten Stadium** zu verbessern.

Auf Grund der spärlichen Studienlage und mangelnder Effekte kann **keine Empfehlung** gegeben werden.

Cheng und Mitarbeiter (2001) ersetzten die Übungsaufgaben während des konventionellen Trainings durch den Einsatz ihrer Trainingsapparatur, auf der die Probanden ein Sit-to-stand Training bzw. Aktivitäten der oberen Extremitäten durchführten während sie visuelles und akustisches Feedback über die Belastungssymmetrie der unteren Extremitäten erhielten.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** ist der Einsatz von Plattformen mit visuellem und akustischem Biofeedback in Kombination mit repetitivem Sit-to-Stand und Aktivitäten der oberen Extremitäten dem konventionellen Training überlegen.

Diese Intervention **kann** daher bei Schlaganfallpatienten im **subakuten Stadium** zur Verbesserung der Balance empfohlen werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Zwei Studien mit Probanden im chronischen Stadium beschrieben positive Effekte hinsichtlich der Balance durch den zusätzlichen Einsatz von unterschiedlichen Trainingsplattformen mit Biofeedback im Vergleich zur konventionellen Therapie. Während das Gerät bei Alptekin (Gok) und Mitarbeiter mit unterschiedlich stabilen Plattformen arbeitet, nutzen Lee und Mitarbeiter Knieflexions- und Extensionsbewegungen während des Trainings.

Mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** bringt Biofeedback im Zusammenhang mit Plattformen mit zusätzlichen (vertikalen) Bewegungskomponenten bzw. instabiler Unterstützungsfläche einen zusätzlichen Nutzen.

Tab. 28: Akustisches Feedback

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Phase	GF	GG	GS	B
1b– +	Schauer et al. 2003	• NDT (45 min/Tg) + MMF (musical motor feedback) vs. • NDT + Gehtraining (langsames Gehen, Seit- und Rückwärtsschritte) 20 min, 5 x /Wo. über 3 Wo.	11/12	subakut		+		
1b– +	Sungkarat et al. 2011	• Konventionelle Therapie + Gehtraining (Somatosensorisches + akustisches Feedback) vs. • Konventionelle Therapie + Gehtraining 30 min.; 5x/Wo. über 3 Wo.	17/18	subakut		+		+

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Bei Schlaganfallpatienten im **chronischen Stadium kann** diese Therapieform empfohlen werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

4.6.2.2 Akustisches Feedback

Zwei randomisierte Studien (Schauer et al.2003, Sungkarat et al. 2011) nutzen akustisches Feedback, das über Einlegsohlen mit integrierten Drucksensoren generiert wurde.

Schauer und Mitarbeiter (2003, 1b, n=23) verglichen eine Gruppe von subakuten, gehfähigen Patienten, die über drei Wochen neben NDT ein Gehtraining mit musikalischem Feedback durchführte, mit einer Kontrollgruppe, die innerhalb des Gehtrainings Gangvariationen bei unterschiedlichen Gehgeschwindigkeiten übte.

Sungkarat und Mitarbeiter (2011, 1b–, n=35) nutzten eine Kombination aus akustischem und somatosensorischem Feedback während eines dreiwöchigen Gehtrainings (Tab. 28).

Gehgeschwindigkeit

Sowohl Schauer (2003) als auch Sungkarat und Mitarbeiter (2011) untersuchten den Zielparameter Gehgeschwindigkeit und fanden Effekte zugunsten des Gehtrainings mit akustischem Feedback.

So entsteht eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass ein Gehtraining mit akustischem Feedback einem konventionellen Gehtraining allein bei Schlaganfallpatienten im **subakuten Stadium** überlegen ist.

Diese Intervention **kann** daher empfohlen werden, um die Gehgeschwindigkeit im **subakuten Stadium** zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**.

Balance

Sungkarat und Mitarbeiter untersuchten auch den Zielparameter Balance und fanden Effekte über die Berg Balance Scale zugunsten der Interventionsgruppe.

So entsteht eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass ein Gehtraining mit akustischem Feedback einem Gehtraining ohne Feedback überlegen ist.

Diese Intervention **kann** somit empfohlen werden, um die Balance im **subakuten Stadium** zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**.

4.6.2.3 Feedback (EMG-, Kraft-Feedback)

Bradley und Mitarbeiter (1998, 1b-, n=21) nutzten visuelles und auditorisches EMG-Feedback bei subakuten Patienten innerhalb der konventionellen Therapie während die Kontrollgruppe zwar die Apparatur, jedoch kein Feedback bekam. Die 6-wöchige physiotherapeutische Behandlung erfolgte nach dem Bobathkonzept in unterschiedlichen Ausgangspositionen, den Fähigkeiten der Patienten entsprechend. Das Feedback wurde zunächst bei Aktivitäten auf der nicht betroffenen Seite gegeben, danach erfolgte der Transfer auf die betroffene Seite, wobei nicht nur die Kontraktion ausgewählter Muskeln,

Tab 29: Feedback (EMG-, Kraft-Feedback)

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Phase	GF	GG	GS	B
1b– +	Bradley et al. 1998	• Konventionelle Therapie und EMG-Biofeedback (visual and auditory feedback) vs. • Konventionelle Therapie 3 x/Wo. über 6 Wo., Follow-up nach 3 Mo.	12/9	subakut	Ø	Ø		
1b– +	Bourbonnais et al. 2002	• Force-feedback untere Extremitäten vs. • Force-feedback obere Extremitäten 3 x /Wo. über 6 Wo.	13/12	chronisch		+	+	Ø

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

sondern auch die Relaxation hypertoner Muskeln zurück gemeldet wurde.

Bourbonnais und Mitarbeiter (2002, 1b–, n=25) verglichen zwei Gruppen von chronischen Patienten, die visuelles Feedback mittels eines Dynamometers während eines 6-wöchigen (3x/Woche) Kräftigungstrainings bekamen für die untere bzw. obere betroffene Extremität, das aus sitzenden Positionen mit definierten Ausgangsstellungen der jeweiligen Extremitäten in 16 unterschiedliche Richtungen durchgeführt wurde. Das Feedback bezog sich auf die Größe und Richtung der aufgewendeten Kraft, die sukzessive auf 70–90% der Maximalkraft gesteigert wurde (Tab. 29).

Gehfähigkeit und Gehgeschwindigkeit bei EMG-Biofeedback

Die 21 Probanden bei Bradley und Mitarbeitern (1998) hatten einen FAC 2–3 beim Baseline-Assessment, nach sechs Wochen zeigten sich zwischen den Gruppen keine Gruppenunterschiede hinsichtlich der Gehfähigkeit und der Gehgeschwindigkeit.

Veerbeek und Mitarbeiter (2014) berichteten in ihrem Review ebenfalls keine Effekte für die Gehgeschwindigkeit unter Nutzung eines elektromyographischen Biofeedbacks.

Somit besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz,** dass EMG-Feedback einen Nutzen bringt, um die Gehfähigkeit und die Gehgeschwindigkeit bei Schlaganfallpatienten im **subakuten Stadium** zu verbessern.

Auf Grund der spärlichen Studienlage und fehlender Effekte kann für das EMG-Feedback **keine Empfehlung** gegeben werden.

Gehgeschwindigkeit, Gehstrecke und Balance bei Force-Biofeedback

Bourbonnais und Mitarbeiter (2002) konnten in einer kleinen Gruppe von 13 chronischen Patienten unter Nutzung des visuellen Feedbacks eine signifikante Verbesserung der Gehgeschwindigkeit und der Gehstrecke nachweisen, allerdings im Vergleich mit einem Kräftigungstraining der oberen paretischen Extremität.

Es ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass ein Krafttraining mit Feedback einer unspezifischen Therapie überlegen ist.

Bei Schlaganfallpatienten im **chronischen Stadium** kann es durchgeführt werden, um die Gehgeschwindigkeit und die Gehstrecke zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**.

Hinsichtlich des Zielparameters Balance wurden in derselben Studie (Bourbonnais 2002) keine Effekte berichtet.

Es besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz,** dass Kraft-Feedback einen Nutzen bringt zur Verbesserung der Balance bei Schlaganfallpatienten im **chronischen Stadium**.

Aufgrund der spärlichen Studienlage und fehlender Effekte kann **keine Empfehlung** gegeben werden.

Gesamtbewertung der Intervention

Insgesamt zeigt sich auch bei den in diesem Kapitel vorgestellten Interventionen relativ konsistent, dass – ähnlich wie im vorherigen Kapitel – Effekte und daraus abzuleitende Empfehlungen nur dann zu erhalten sind, wenn ein Feedback im Rahmen eines spezifischen, alltagsrelevanten Trainings eingesetzt wird. Selektive sowie unspezifische, alltagsferne Aktivitäten (z. B. Kontrolle des Körperschwerpunks) finden in der Regel keinen Alltagsübertrag und führen daher auch nicht mit einem Feedback zur Verbesserung klinisch relevanter Zielkriterien.

4.6.3 Virtuelle Realität

Bei Techniken der Virtuellen Realität (VR) erfolgt eine Darstellung von eigenen Bewegungen mittels computergraphischen Animation. Inhalt und Detailtreue dieser Darstellung können unterschiedlich stark ausgeprägt sein (Ferreira dos Santos et al. 2013). Insgesamt finden sich dabei unter dem Oberbegriff »virtual reality« zahlreiche, durchaus heterogene Interventionen. Nachfolgend werden nur computergraphische Visualisierungen einer hohen Komplexität und Realitätsnähe berücksichtigt.

Evidenz

Hierzu liegen insgesamt vier relevante Studien sowie ein systematisches Cochrane-Review vor. In der Studie von Yang et al. (2008) wurde der Effekt eines Laufbandtrainings mit und ohne zusätzliche Visualisierung der Bewegung in einer 3-D-Szene untersucht. In die Studie eingeschlossen wurden insgesamt 24 Schlaganfallpatienten (je 12 pro Gruppe) in der chronischen Phase, von denen 20 (11/9) die Intervention beendeten. Daher erfüllt diese Studie eigentlich aufgrund der geringen Fallzahl nicht die Einschlusskriterien dieser Leitlinie, wurde aber berücksichtigt, da sie als einzige Arbeit das Zielkriterium Gehfähigkeit erfasste.

In der Studie von Mirelman et al. (2009) trainierten 18 Schlaganfallpatienten (9 pro Gruppe) Bewegungen

Tab. 30: Virtuelle Realität

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b +	Yang et al. 2008	• Laufband mit vs. ohne VR	12/12 → 11/9	chronisch	+	Ø		
1a	Laver et al. 2011	Cochrane Review: VR vs. Non-VR – Jaffe 2004: Laufband + VR vs konventionelles Gangtraining – Mirelman 2009: RARS – Yang 2008: s.o.	30/28	chronisch		Ø		
2b +	Kim et al. 2009	• Zusätzliches IREX »augmented reality« vs • Konventionelle Physiotherapie	12/12	chronisch		+		+
2b +	Cho et al. 2012	• Zusätzliches Wii Fit Balance Board vs • Konventionelle Physiotherapie	12/12 → 11/11	chronisch				+

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

des Fußgelenks mit dem RARS (Rutgers Ankle Rehabilitation System) oder unter Instruktion eines Therapeuten. Diese Studie wurde aufgrund der geringen Fallzahl nicht als Einzelarbeit, sondern nur in dem Cochrane Review von Laver et al. (2011) berücksichtigt. In diesem Review wurden in dem einzigen für die Zielkriterien der Leitlinie relevanten Vergleich (Gehgeschwindigkeit) drei Studien eingeschlossen. Neben den beiden oben dargestellten Arbeiten fand zudem die Arbeit von Jaffe et al. (2004) Eingang, in der Laufbandtraining mit Präsentation von virtuellen Objekten über ein »Head Mounted Display« gegenüber konventionellem Gangtraining in der Halle verglichen wurde. Aufgrund der unterschiedlichen Interventionen wurde diese Studie im Rahmen der vorliegenden Leitlinie unter dem Abschnitt 4.2 (Laufbandtraining) besprochen.

Über diese Arbeiten hinaus sind zwei weitere Einzelstudien relevant. In der Studie von Kim et al. (2009) trainierten insgesamt 24 chronische Schlaganfallpatienten (je 12/Gruppe). Die Experimentalgruppe erhielt zusätzlich ein 30-minütiges Training mit dem IREX augmented reality system, bei dem Bewegungen der Probanden über eine Videokamera in eine VR-Szene integriert werden, in der sie mit virtuellen Umgebungen und Objekten interagieren. Die VR-Aufgaben waren auf die Verbesserung verschiedener Balance-, Gewichtsverlagerungs- und Gehfunktionsverbesserungen ausgerichtet. Diese Arbeit ist in dem Cochrane-Review aufgeführt, wurde jedoch nicht mit in die Analyse einbezogen. In der 2012 erschienenen Arbeit von Cho und Mitarbeitern erhielten 12 von insgesamt 24 Patienten ein zusätzliches Traininig mit dem Wii Fit Balance Board der Fa. Nintendo, von denen jeweils 11 Patienten pro Gruppe die Intervention auch tatsächlich beendeten (Tab. 30).

Gehfähigkeit

Mit der Studie von Yang et al. liegt nur eine Studie niedriger Qualität vor, die den Effekt einer VR-Intervention auf die Gehfähigkeit (gemessen mir der WAQ) untersucht. Hier fand sich eine signifikante Überlegenheit der Patientengruppe, die das VR-gestützte Training auf dem Laufband erhielt.

Somit besteht insgesamt niedrige Evidenz, dass die Nutzung von virtueller Realität bei gleicher Therapiezeit die Gehfähigkeit verbessert.

Aufgrund der vorliegenden niedrigen Evidenz, die jedoch aufgrund der höheren Motivation und auch visuellen Stimulation klinisch plausibel erscheint, kann virtuelle Realität angewandt werden, wenn eine Verbesserung der Gehfähigkeit angestrebt wird (Empfehlungsgrad 0).

Gehgeschwindigkeit

In der Studie von Kim et al. (2009) zeigte sich, dass die zusätzliche Anwendung einer VR-basierten Intervention die Gehgeschwindigkeit (gemessen mit dem 10-Meter-Gehtest) verbesserte. Bezüglich des Effekts einer VR-basierten Intervention bei gleicher Therapiezeit fand sich weder in den Einzelstudien von Yang et al. 2008 und Mirelman et al. (2009) noch in dem Cochrane-Review von Laver et al. (2011) ein Effekt auf die Gehgeschwindigkeit. Bezüglich des Cochrane-Reviews ist jedoch anzumerken, dass es sich hierbei um eine Metaanalyse von sehr heterogenen Studien mit zudem sehr kleinen Fallzahlen handelt, deren Aussagekraft als eingeschränkt zu betrachten ist.

Somit besteht **niedrige Evidenz**, dass zusätzliche virtuelle Realität die Gehgeschwindigkeit verbessert. Es besteht **mittlere Evidenz**, dass die Nutzung von virtueller Realität bei gleicher Therapiezeit die Gehgeschwindigkeit nicht verbessert.

VR-basierte Interventionen sind zwar technisch aufwendig, aber potentiell motivierend. Die Evidenzlage ist leider begrenzt, zudem sind die Studien möglicherweise unterpowert. Daher kann VR-basiertes Training

zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit zusätzlich durchgeführt werden, wenn eine Verbesserung der Gehgeschwindigkeit angestrebt wird **(Empfehlungsgrad 0)**. Bei gleicher Therapiezeit kann für die zusätzliche Anwendung von virtueller Realität innerhalb dieser Therapien **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.

Balance

Die beiden Studien von Kim et al. (2009) und Cho et al. (2012) untersuchten den Effekt VR-basierter Interventionen auf die Balance (gemessen mit der Berg Balance Scale, bei Cho zusätzlich auch noch mit dem Timed up and go-Test). In beiden Studien fand sich durch diese zusätzlich angewandte Therapie eine signifikante Verbesserung der Balance.

Somit besteht insgesamt **mittlere Evidenz**, dass zusätzliches VR-basiertes Training die Balance verbessert.

Aufgrund der Evidenzlage, aber der weiter oben dargestellten motivierenden Faktoren **kann** ein VR-basiertes Training zusätzlich durchgeführt werden, wenn eine Verbesserung der Balance angestrebt wird **(Empfehlungsgrad 0)**.

Gesamtbewertung der Intervention

Insgesamt liegen zum Einsatz von Techniken der virtuellen Realität nur wenige aussagekräftige Studien vor, die verschiedenste Interventionen beschreiben und vermutlich auch häufig unterpowert sind. Effekte und daher auch Empfehlungen können für die zusätzliche Anwendung von VR für die die Gehgeschwindigkeit Balance ausgesprochen werden. Bei gleicher Therapiezeit finden sich Hinweise auf Verbesserung der Gehfähigkeit, nicht jedoch der Gehgeschwindigkeit. Hier sind dringend größere Studien mit einer ausreichenden Fallzahl erforderlich, um diese Effekte weiter abzusichern.

GESAMTBEWERTUNG FEEDBACK-TECHNIKEN

Insgesamt zeigt sich auch bei den in diesem Kapitel vorgestellten Interventionen relativ konsistent, dass – ähnlich wie im vorherigen Kapitel – Effekte und daraus abzuleitende Empfehlungen nur dann zu erhalten sind, wenn die Feedback-Techniken im Rahmen des Trainings von alltagsnahen Bewegungen eingesetzt wird. Isolierte Feedback-Techniken alltagsfremder Tätigkeiten (z. B. der Kontrolle des Körperschwerpunkts) finden in der Regel keinen Alltagsübertrag in klinisch relevante Zielkriterien.

4.7 Kognitive Therapiestrategien

Ch. Dohle, R. Tholen, H. Wittenberg, K. M. Stephan

4.7.1 Mentales Training

Beim mentalen Training werden Patienten aufgefordert, sich Bewegungen ihrer betroffenen Extremität vorzustellen, ohne diese aktiv durchzuführen. Diese Therapiemethode ist in der Sporttherapie bereits seit längerem gut etabliert. Zudem liegen auch zum Einsatz zur Verbesserung motorischer Funktionen der oberen Extremität mehrere hochqualitative Studien vor.

Evidenz

Zum Einsatz an der unteren Extremität erfüllen nur zwei Studien die Einschlusskriterien dieser Leitlinie. In der Studie von Bovend'Eerdt et al. 2010 an 30 neurologischen Patienten (davon 28 Schlaganfallpatienten) wurde ein kombiniertes Therapie- und Eigentrainingsprogramm evaluiert. Patienten der Interventionsgruppe sahen zunächst einen Schulungsfilm über mentales Training und Bewegungsvorstellungsstrategien. Danach sollten die betreuenden Therapeuten mindestens 3 x pro Woche in den ersten drei Wochen und mindestens 2 x pro Woche in den zweiten zwei Wochen mit ihren Patienten üben, so dass sich eine Gesamtdauer von 6,5 Stunden ergeben hätte. Zudem wurden die Patienten instruiert, mentales Training in ihre normale Therapie zu integrieren und auch außerhalb der Therapiezeit zu praktizieren. Den Patienten der Kontrollgruppe wurde ein Film über generelle Informationen über Rehabilitation und motorisches Lernen demonstriert. Zudem erhielten Sie Informationen über aufgabenspezifisches Training und wie dieses außerhalb der Therapie umgesetzt werden könnte. Allerdings zeigten sowohl Therapeuten (15%) als auch Patienten (28%) nur eine geringe Adhärenz zum mentalen Trainingsprogramm, so dass die Aussagekraft der Studie insgesamt nur sehr eingeschränkt ist.

In der zweiten, dreiarmigen Studie von Kim und Lee (2013) erhielten alle Patienten über vier Wochen werktäglich 2 x 30 min Standardtherapie (neurodevelopmental training). Die beiden Interventionsgruppen bekamen zusätzlich werktäglich eine 30-minütige Trainingseinheit mit entweder Bewegungsbeobachtung oder Bewegungsvorstellung. Diese Studie wird auch für die Bewegungsbeobachtung ausgewertet (4.7.3) (Tab. 31).

Gehfähigkeit

In der Studie von Bovend'Eerdt et al. fand sich kein Unterschied zwischen beiden Therapiegruppen für die Gehfähigkeit, gemessen mit dem Rivermead Mobility Index.

In der Studie von Kim and Lee fand sich kein Effekt der Therapiegruppe auf die Gehfähigkeit, gemessen mit dem FAC.

Somit besteht **niedrige Evidenz**, dass der Einschluss von Bewegungsvorstellungsaufgaben in die Physiotherapie die Gehfähigkeit nicht verbessert. Ausserdem besteht niedrige Evidenz, dass zusätzliche Bewegungsvorstellung die Gehfähigkeit nicht verbessert.

Aufgrund der geringen Evidenz und der sehr geringen Compliance der Umsetzung des Programms kann zum Einschluss von Bewegungsvorstellungsaufgaben zur Verbesserung der Gehfähigkeit im **subakuten Stadium keine Empfehlung** ausgesprochen werden. Bei Programmen zum mentalen Training sollte auf Umsetzbarkeit und Compliance von Therapeuten und Patienten geachtet werden. Aufgrund der vorliegenden Evidenz kann für die Anwendung der Bewegungsvorstellung zur Verbesserung der Gehfähigkeit i**m chronischen Stadium keine Empfehlung** gegeben werden.

Gehgeschwindigkeit

Die Gehgeschwindigkeit wurde nur in der Studie von Kim und Lee untersucht. Hier fand sich ein signifikanter

Tab. 31: Mentales Training

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b +	Bovend'Eerdt et al. 2010	Instruktionsprogramm zum mentalen Training vs. Instruktionsprogramm zum aufgabenorientierten Lernen	15/15 insgesamt davon 14/14 Schlaganfallpat.	subakut	Ø			Ø
2b	Kim & Lee 2013	Zusätzliche Bewegungsvorstellung vs. »physical training«	10/10	chronisch	Ø	Ø		Ø
		Bewegungsvorstellung vs. Bewegungsbeobachtung	10/10	chronisch	Ø	Ø		Ø

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Effekt der Behandlungsgruppe (über alle drei Arme). Die Post-Hoc-Testung zeigte aber nur einen signifikanten Vorteil für die Bewegungsbeobachtung, nicht die Bewegungsvorstellung.

Somit besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass der Einsatz von Bewegungsvorstellung bei Patienten im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall **nicht** zu einer Verbesserung der Gehgeschwindigkeit führt.

Aufgrund der vorliegenden Evidenz kann für die Anwendung der Bewegungsvorstellung zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit **im chronischen Stadium keine Empfehlung** gegeben werden.

Balance

In beiden Studien fand sich kein Unterschied zwischen den Therapiegruppen für die Balance, gemessen mit dem »Timed Up & Go«-Test.

Somit besteht **niedrige Evidenz**, dass der Einschluss von Bewegungsvorstellungsaufgaben in die Physiotherapie bei subakuten Patienten die Balance nicht verbessert. Außerdem besteht **niedrige Evidenz**, dass zusätzliche Bewegungsvorstellung bei chronischen Patienten die Balance nicht verbessert.

Aufgrund der geringen Evidenz und der sehr geringen Compliance der Umsetzung des Programms kann zum Einschluss von Bewegungsvorstellungsaufgaben zur Verbesserung der Balance im **subakuten Stadium keine Empfehlung** ausgesprochen werden. Bei Programmen zum mentalen Training sollte auf Umsetzbarkeit und Compliance von Therapeuten und Patienten geachtet werden. Aufgrund der vorliegenden Evidenz kann für die Anwendung der Bewegungsvorstellung zur Verbesserung der Balance **im chronischen Stadium keine Empfehlung** gegeben werden.

Gesamtbewertung der Intervention

Zusammenfassend liegen zum Einsatz des mentalen Trainings der unteren Extremitäten nur zwei Studien vor. Die Studie an subakuten Patienten leidet unter einer sehr geringen Compliance sowohl der Therapeuten als auch der Patienten. Für chronische Patienten gibt es nur eine sehr kleine, aber gut durchgeführte Studie, die keinen Effekt zeigt, möglicherweise aber unterpowert ist. Somit kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine fundierte Aussage über die Sinnhaftigkeit von mentalem Training zur Verbesserung der Funktionen der unteren Extremität getroffen werden.

4.7.2 Spiegeltherapie

Bei der Spiegeltherapie wird ein Spiegel so in der Mitte des Körpers angebracht, dass das Spiegelbild der nicht betroffenen Extremität erscheint, als wäre es die betroffene Extremität. Bildgebungsstudien für die obere Extremität zeigen, dass es hierdurch zu einer Aktivierung der jeweils zum visuellen Bild kontralateralen Hemisphäre kommt (Dohle et al. 2004, Matthys et al. 2009), die plastische Veränderungen und Verbesserungen induziert (Hamzei et al. 2012). Diese Therapieform ist insbesondere für die Behandlung von Defiziten nach Schlaganfall an der oberen Extremität gut etabliert (Thieme et al. 2012).

Evidenz

Für den Einsatz an der unteren Extremität liegen zwei Studie vor. In der Arbeit von Sütbeyaz und Mitarbeitern (2007) führten insgesamt 40 Patienten (20 pro Gruppe) über vier Wochen werktäglich 30 Minuten Bewegungen des Fußgelenks durch. In der rezenten Studie von Mohan et al. 2014 führten insgesamt 22 Patienten (11 pro Gruppe) 30 min zusätzliche isolierte Hüft- und Knie-Bewegungen werktäglich über einen Zeitraum von zwei Wochen durch. In beiden Studien befand sich zwischen beiden Beinen entweder ein Spiegel oder die nicht reflektierende Seite des Spiegels. Somit hatten die Patienten in der Kontrolltherapie nur Sicht auf ihre nicht betroffene Seite, so dass diese Intervention jeweils als Placebotherapie anzusehen ist (Tab. 32).

Tab. 32: Spiegeltherapie

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b- +	Sütbeyaz et al. 2007	• Bewegungen des nicht-betroffenen Fußgelenks mit vs. • ohne Spiegel	20/20	subakut	Ø			
1b- +	Mohan et al. 2014	• Hüft- und Kniebewegungen mit vs. ohne Spiegel	11/11	subakut	Ø			Ø

+/- signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Gehfähigkeit

In beiden Studien wurde die Gehfähigkeit mit den Functional Ambulatory Categories (FAC) erfasst. Hier fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Therapiegruppen.

Somit besteht **hohe Evidenz**, dass die Anwendung der Spiegeltherapie einer Placebotherapie zur Verbesserung der Gehfähigkeit im **subakuten Stadium nicht** überlegen ist.

Aufgrund der vorliegenden Evidenz kann für die Anwendung der Spiegeltherapie zur Verbesserung der Gehfähigkeit im **subakuten Stadium keine Empfehlung** gegeben werden.

Balance

In der Studie von Mohan und Mitarbeitern wurde zudem die Balance mit dem Brunnel Balance Assessment erfasst. Auch hier fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Therapiegruppen.

Somit besteht **mittlere Evidenz**, dass die Anwendung der Spiegeltherapie einer Placebotherapie zur Verbesserung der Balance im **subakuten Stadium nicht** überlegen ist.

Aufgrund der vorliegenden Evidenz kann für die Anwendung der Spiegeltherapie zur Verbesserung der Balance **im subakuten Stadium keine Empfehlung** gegeben werden.

Gesamtbewertung der Intervention

Zusammenfassend liegt trotz der großen Popularität der Spiegeltherapie für die obere Extremität nur zwei Studien zum Einsatz an der unteren Extremität vor, die keine relevanten Effekte zeigten. Dies könnte als weiterer Hinweis darauf interpretiert werden, dass die Lateralisierung der zerebralen Repräsentation für die oberen Extremitäten nicht auf die untere Extremitäten übertragen werden kann. Weitere Studien zu dieser Fragestellung sind dringend erforderlich.

4.7.3 Bewegungsbeobachtung

Während des Lernens von Bewegungen nutzen schon Kleinkinder die Beobachtung der Bewegung bei anderen um ihre eigene Bewegungskompetenz zu erhöhen. Das Konzept der Spiegelneurone, die von Rizzolatti und Mitarbeitern erstmalig bei Affen in den frühen neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts beschrieben worden sind, gibt eine physiologische Erklärung für die Wirkung der Bewegungsbeobachtung (Rizzolatti and Craighero, 2004). Systematische Studien haben die Wirksamkeit der Bewegungsbeobachtung z. B. beim Sport auch beim gesunden Menschen belegt und funktionelle Äquivalente des Spiegelneuronensystems beim Menschen nachgewiesen (siehe Caspers et al. 2010 für eine kritische Diskussion). Während der Schlaganfallbehandlung ist Bewegungsbeobachtung für die Rehabilitation vor allem der oberen Extremitäten gezeigt worden (Ertelt et al. 2007, Ertelt und Binkofski 2012), die Evidenzlage für die untere Extremität ist deutlich dürftiger.

Evidenz

Die Suche zeigte insgesamt zwei Studien aus dem Jahr 2013, die den klinischen Wert der Bewegungsbeobachtung für die Förderung der Mobilität systematisch untersuchten. In der ersten Studie (Bang et al. 2013) wurde während des Laufens auf einem Laufband in der Interventionsgruppe zusätzlich die systematische Bewegungsbeobachtung integriert, in der Kontrollgruppe wurde ein Landschaftsvideo gezeigt. Das Training erstreckte sich bei Patienten im chronischen Stadium nach Schlaganfall über insgesamt vier Wochen. In der zweiten Studie (Kim und Lee 2013) wurden während eines ebenfalls vierwöchigen Trainings jeweils zusätzliche 30-minütige Trainingseinheiten, die die systemati-

Tab. 33: Bewegungsbeaobachtung

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b	Bang et al. 2013	1. Bewegungsbeobachtung + Laufband (10 + 30 Min; 5* / Wo über 4 Wochen) 2. Landschaftsvideo + Laufband (10 + 30 Min; 5* / Wo über 4 Wo)	15/15	chronisch		+	+	+
2b	Kim & Lee 2013	• Bewegungsbeobachtung + »physical training« 30 min + 2* 30 min.; 5* / Wo über 4 Wochen vs. • Physical training 2* 30 min; 5* / Woche über 4 Wochen	10/10	chronisch	Ø	+		+
		• Bewegungsbeobachtung 30min 5* / Wo über 4 Wochen + physical training vs. Bewegungsvorstellung 30 min. 5* / Wo über 4 Wochen. + physical training	10/10	chronisch	Ø	Ø		Ø

+/- signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

sche Bewegungsbeobachtung in den Vordergrund stellten, durchgeführt. Als Kontrollbedingungen dienten eine Trainingsgruppe mit zusätzlichen Trainingseinheiten, in denen die Bewegungsvorstellung in den Vordergrund gestellt wurde, und eine Trainingsgruppe, in der »nur« ein physiotherapeutisches Training durchgeführt wurde (Tab. 33).

Gehfähigkeit

In einer Studie (Kim and Lee 2013) wurde die Verbesserung der Gehfähigkeit durch die Bewegungsbeobachtung untersucht. Hier kam es zu keiner signifikanten zusätzlichen Verbesserung während des Trainings im Vergleich zwischen zusätzlicher Bewegungsbeobachtung und Physiotherapie einerseits und nur Physiotherapie andererseits.

Aufgrund der Studienlage besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass ein Übungsprogramm mit einer zusätzlichen Bewegungsbeobachtung während eines Gehtrainings bei Patienten im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall nicht zu einer signifikanten Verbesserung der Gehfähigkeit führt.

Eine zusätzliche systematische Bewegungsbeobachtung als Teil eines spezifischen Übungsprogramms verbessert bei **chronischen Patienten** nach Schlaganfall die Gehfähigkeit nicht signifikant. Eine **Empfehlung** ist aufgrund der niedrigen Evidenz bisher **nicht möglich.**

Gehgeschwindigkeit

Die Gehgeschwindigkeit wurde in beiden Studien untersucht und zeigte in beiden eine signifikante Zunahme während der Bewegungsbeobachtung. In der ersten Studie erfolgte der direkte Vergleich zweier spezifischer Interventionen In der zweiten Studie war der Effekt der Bewegungsbeobachtung zusätzlich zu einem spezifischen Training signifikant, nicht aber gegenüber einer anderen zusätzlichen spezifischen Intervention (Bewegungsvorstellung).

Aufgrund der Studienlage besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass der Einsatz von systematischer Bewegungsbeobachtung innerhalb von oder zusätzlich zu spezifischen Übungsprogrammen bei Patienten im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall zu einer Verbesserung der Gehgeschwindigkeit führt.

Die Bewegungsbeobachtung **kann** als Teil eines Gehtrainings bzw. als zusätzliche Maßnahme vor dem Gehtraining bei Patienten in der **chronischen Phase** nach Schlaganfall zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit eingesetzt werden.

Gehstrecke

Die Gehstrecke wurde in nur in einer der beiden Studien untersucht (Bang et al., 2013) und zeigte in dieser eine signifikante Zunahme während des Trainings mit Bewegungsbeobachtung verglichen mit der Kontrollintervention.

Aufgrund der Studienlage besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass ein Übungsprogramm mit Bewegungsbeobachtung während eines Gehtrainings bei Patienten im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall zu einer Verbesserung der Gehstrecke führt.

Die Bewegungsbeobachtung **kann** als Teil eines Gehtrainings bei Patienten in der **chronischen Phase** nach Schlaganfall zur Verbesserung der Gehstrecke eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad »0«)**.

Balance

Die Balance wurde in beiden Studien untersucht und zeigte in beiden eine signifikante Verbesserung im »Timed Up & Go«-Test während der Übungsprogramme mit Bewegungsbeobachtung verglichen mit den Kontrollbedingungen. In der zweiten Studie war der Effekt der Bewegungsbeobachtung als Add-on-Bedingung signifikant, nicht aber gegenüber der spezifischen Intervention (Bewegungsvorstellung).

Aufgrund der Studienlage besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass der Einsatz von systematischer Bewegungsbeobachtung innerhalb von oder zusätzlich zu spezifischen Übungsprogrammen bei Patienten im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall zu einer Verbesserung der funktionellen Balance führt.

Die Bewegungsbeobachtung **kann** als Teil eines systematischen Übungsprogramms bei Patienten in der **chronischen Phase** nach Schlaganfall zur Verbesserung der Balance eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad »0«)**.

Gesamtbewertung der Intervention

In den beiden Studien sind bisher relativ kleine Patientengruppen im chronischen Stadium nach Schlaganfall ohne follow-up untersucht worden. In beiden Studien zeigen sich signifikante Effekte für mehrere unserer Zielparameter. Wenn sich diese Effekte bei größeren Patientenzahlen mit follow-up Untersuchungen verifizieren lassen, so ist ein »Upgrade« zu mittlerer Evidenz mit einem höheren Empfehlungsgrad in Zukunft wahrscheinlich. Zudem ist auch bei dieser Intervention aus konzeptuellen Gründen im subakuten Stadium ein größerer Effekt zu erwarten als im chronischen Stadium.

Aus dem Sporttraining ist bekannt, dass Modifikationen der Instruktion, Vorerfahrung der Sportler sowie die Kombination mit anderen Techniken (Bewegungsvorstellung; Bewegungsdurchführung, »virtual reality«) einen deutlichen Einfluss auf die Wirksamkeit der Trainingsmethode haben. Diese Erkenntnisse werden sicher in Zukunft einen noch größeren Einfluss auf das Training bei Patienten haben.

4.7.4 Dual-task-basierte Übungsprogramme

Dual-Task-basierte Übungsprogramme sind dadurch charakterisiert, dass der Rehabilitanden gleichzeitig zwei voneinander unabhängige Aufgaben auszuführen hat. Dabei können sowohl motorische als auch kognitive Übungen oder eine Kombination aus beiden (z. B. gehen und gleichzeitig rechnen) ausgeführt werden (vgl. Physiotherapie von A–Z, S. 209). Schlaganfallpatienten können solche Übungen helfen, wieder erlernte Fähigkeiten – wie beispielsweise das Gehen – zu automatisieren. In der Alltagssituation ist es oftmals so, dass Situationen mit geteilter Aufmerksamkeit auftreten, sodass es wichtig ist, das neu erlernte Gehen von einem kontrolliertem Prozess in einen automatisierten Prozess zu überführen, um somit die Aufmerksamkeit auf andere Aktionen lenken zu können (vgl. Janke, 2003).

Evidenz

Insgesamt wurde zwei Studien für die Empfehlungen berücksichtigt (Yang et al. 2007, Her et al. 2011). Die Studie von Yang et al. (2007, n=25, 2b) verglich ein Dual-Task-Übungsprogramm für chronische Patienten mit verschiedenen Ballübungen (Gehen und Ball prellen, Gehen mit zwei Bällen in der Hand etc.) mit einer Gruppe von Patienten, die überhaupt keine rehabilitative Intervention erhielten. Her et al. (2011, n=38, 2b) führten eine dreiarmige Studie mit chronischen Patienten durch, bei der zwei Gruppen entweder ein motorisches oder ein kognitives Dual-Task-Training bekamen und die dritte Gruppe eine kombiniertes Training aus motorischen und kognitiven Übungen (Tab. 34).

Gehgeschwindigkeit

Nur eine der beiden Studien zu dual-task-Training überprüfte die Effekte des Trainings in Bezug auf die Gehgeschwindigkeit. Bei dem dual-task-Übungsprogramm, wie es bei Yang et al. (2007) durchgeführt wurde, konnten im Ergebnis in der Interventionsgruppe signifikante Verbesserung bei der Gehgeschwindigkeit nachgewiesen werden und in der Kontrollgruppe keine.

Es kann nur von einer **niedrigen Qualität der Evidenz** dafür gesprochen werden, dass ein zusätzliches Dual-Task-basiertes Übungsprogramm bei **chronischen** Patienten zu einer Verbesserung der Gehgeschwindigkeit führen kann.

Ein Dual-Task-basiertes Übungsprogramm, wie es bei Yang et al. (2007) durchgeführt wurde, **kann** bei **chronischen** Patienten zusätzlich durchgeführt werden um die Gehgeschwindigkeit zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**.

Balance

Ebenfalls nur eine Studie zu dual-task-Übungsprogrammen untersuchte den Effekt auf die Balance bei chronischen Patienten. Hier konnten sich alle drei Gruppen in der Studie von Her et al. (2011) signifikant verbessern, allerdings gab es im Gruppenvergleich signifikante Unterschiede zugunsten der Kombination von motorischen und kognitiven Übungen im Vergleich zu den beiden Gruppen mit nur motorischen bzw. kognitiven Übungen.

Es ergibt sich eine **niedrigen Qualität der Evidenz** dafür, dass ein kombiniertes (motorisch und kognitiv) dual-task basiertes Übungsprogramm bei **chronischen** Patienten die Balance mehr verbessert, als ein reines motorisches bzw. kognitives Training.

Ein kombiniertes (motorisch und kognitive) dual-taskbasiertes Übungsprogramm, wie es bei Her et al. (2011) durchgeführt wurde, **kann** bei **chronischen** Patienten durchgeführt werden um die Balance zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**.

Tab. 34: Dual-Task

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b –	Yang et al. 2007	Zusätzliches Dual-task-Übungsprogramm mit Bällen	13/12	chronisch		+		
2b –	Her et al. 2011	• Motorisches und kognitives Dual-task-Training (MCDT) vs. • Motorisches dual-task Training (MDT)	13/12	chronisch				+
		• Motorisches und kognitives Dual-task-Training (MCDT) vs. • Kognitives Dual-task-Training (CDT)	13/13	chronisch				+

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Tab. 35: Neglect

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b (cross-over) +/–	Paolucci et al. 1996	• Physiotherapie + spezifisches Neglect-Training vs. • Physiotherapie + kognitives Training	12/11	subakut	+			

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Gesamtbewertung der Intervention

Insgesamt gibt es somit gute Hinweise, dass ein Gehtraining unter Dual-Task-Bedingungen zu einer weiteren Verbesserung klinisch relevanter Gangparameter führt. Isoliertes Dual-Task-Training ohne Bezug zu einem spezifischen Gehtraining scheint hingegen keinen positiven Effekt zu haben.

4.7.5 Neglect-Training

Unter Hemineglect (verkürzt Neglect) versteht man ein Vernachlässigungssyndrom einer Raum- oder Körperhälte im Sinne einer Aufmerksamkeitsstörung. Schlaganfallpatienten mit einem Neglect haben zumeist eine rechtshemisphärische Hirnschädigung, die zu einer Vernachlässigung oder auch Nichtbeachtung von Reizen der kontralateralen Seite führt. Die Neglectsymptomatik kann eine oder auch mehrere Sinnesmodalitäten betreffen und sich damit auf den visuellen, auditiven, taktilen und motorischen Bereich auswirken (Karnath 1997).

Evidenz

Eine Cross-over-Studie (Paolucci et al. 1996, 2b, n=23) verglich die Auswirkung auf den funktionellen Status nach Durchführung eines spezifischen Neglect-Trainings gegenüber einem allgemeinen kognitiven Training bei subakuten Schlaganfallpatienten mit einem Neglect, der mithilfe einer Testbatterie diagnostiziert wurde. 23 Patienten erhielten ein einstündiges Neglect-Training zusätzlich zur Physiotherapie (zweimal eine Stunde) an fünf Tagen in der Woche über acht Wochen; zwölf Schlaganfallpatienten begannen sofort mit dem Neglect-Training, während elf Probanden zuerst ein allgemeines Kognitionstraining und erst nach zwei Monaten das Neglect-Training durchführten.

Gehfähigkeit

Nach den ersten 8 Wochen ergab der Gruppenvergleich signifikante Verbesserungen zugunsten der Interventionsgruppe hinsichtlich der Gehfähigkeit auf der Grundlage des Rivermead Mobility Index.

Mit einer **niedrigen Qualität der Evidenz** führt somit ein spezifisches Neglect-Training zu einer Verbesserung der Gehfähigkeit bei Schlaganfallpatienten mit einem visuellen Neglect im **subakuten Stadium**.

Das Neglect-Training **kann** somit parallel zur Physiotherapie durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**, um die Gehfähigkeit zu verbessern.

Gesamtbewertung der Intervention

Gezieltes visuelles Neglect-Training bei Patienten mit dieser Symptomatik scheint nicht nur die externe räumliche Vernachlässigungskomponente zu beeinflussen, möglicherweise kommt es zu einem Übertrag auf die vernachlässigte Körperhälfte und damit zu einem positiven Effekt auf die Gehfähigkeit. Dieser Befund muss jedoch noch durch weitere Studien abgesichert werden.

4.8 Übergreifende physiotherapeutische Behandlungskonzepte

R. Tholen

Unter der Überschrift »Übergreifende physiotherapeutische Behandlungskonzepte« werden zwei klassische Behandlungskonzepte der Physiotherapie – Bobath und Motor Relearning – dargestellt. Bei beiden handelt es sich um Konzepte, in denen verschiedene Techniken zum Einsatz kommen.

4.8.1 Bobath

Die Bobath-Methode ist eine der meistverbreiteten Therapiekonzepte bei der Behandlung von Schlaganfallpatienten. Mit dem Fokus auf die Kompetenzen des Patienten wird die Therapie individuell auf die Lebenswelt des Betroffenen ausgerichtet. Ziel dabei ist es, posturale Kontrolle und selektive Bewegungen wiederzuerlernen. Darüber hinaus geht es darum, Bewegungsstrategien zu erarbeiten, um den Patienten so gut wie möglich selbstständige Bewegungen zu ermöglichen (Pickenbrock 2005).

Allerdings hat sich das Konzept über die Jahre ständig weiterentwickelt, und es wurden neue Erkenntnisse der Neuro- und Muskelphysiologie und des Motorischen Lernens integriert (Pickenbrock 2005). Darüber hinaus bringen die anwendenden Therapeuten Erkenntnisse und Erfahrungen aus anderen Therapiekonzepten in ihre Behandlung bewusst oder unbewusst mit ein. Aus den vergleichenden Studien geht oftmals nicht hervor, was genau unter »Bobath« verstanden wird, sodass die Unterschiede in den verschiedenen Therapiekonzepten nicht eindeutig sind. Bisherige Studien zeigen für die Bobath-Methode keine Überlegenheit gegenüber anderen (Paci 2003, Kollen et al. 2009).

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu der Bobath-Methode in Bezug auf die Rehabilitation der unteren Extremitäten von Patientinnen und Patienten nach Schlaganfall beschrieben. Auch hier traten dieselben Unsicherheiten auf, was die genaue Definition der Bobath-Methode angeht.

Evidenz

Insgesamt wurden fünf Studien in die Empfehlungen eingeschlossen. Bei van Vliet et al. (2005, n=120, 1b) wurde die Bobath-Methode mit einer Motor-Relearning-Intervention (movement science based) verglichen. Beide Gruppen erhielten durchschnittlich je 23 Minuten Behandlung täglich so lange wie notwendig (durchschnittlich 365 Minuten insgesamt). Wang, Chen et al. (2005, n=44, 2b) verglichen die Bobath-Methode mit einer orthopädischen Therapie (insgesamt jeweils 20 Behandlungen à 40 Minuten an fünf Tagen in der Woche) bei Patienten in der subakuten Phase. Unterschieden wurden hier Patienten mit Spastik (Brunnstrom stage 2 oder 3) bzw. in »relative recovery« (Brunnstrom stage 4 oder 5). Bei Thaut et al. (2007, n=78, 2b) wurde die Bobath-Methode mit einer rhythmisch auditiven Stimulation bei subakuten Patientinnen und Patienten verglichen, wobei die Patientinnen und Patienten bei Studieneinschluss mindestens fünf Schritte mit Unterstützung bewältigen konnten. Beide Gruppen trainierten fünf Tage die Woche, 30 Minuten über drei Wochen. Vorrangiges Therapieziel war hier die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit. Der Unterschied bei beiden Interventionen lag hier hauptsächlich bei der auditiven Stimulation. Verma et al (2011, n=30, 1b–) untersuchten die Verbesserung der Gehfähigkeit bei subakuten Patientinnen und Patienten mit Hemiparese nach Schlaganfall mit einem FAC von II und darüber. Verglichen wurden

Tab. 36: Bobath

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b +	Van Vliet et al. 2005	• Bobath vs. • Motor Relearning	60/60	subakut			Ø	
2b –	Wang, Chen und Yang 2005	• Bobath vs. • Orthopädische Therapie	Brunnstrom 2–3: 10/11 Brunnstrom 4–5: 11/12	subakut				Ø +
2b –	Thaut et al. 2007	• Bobath (hier als Kontrolle) vs. • Rhythmische Auditive Stimulation	35/43	subakut			–	
1b– +	Verma et al. 2011	• Bobath (hier als Kontrolle) vs. • Aufgabenorientiertes Zirkeltraining mit Training der Bewegungsvorstellung	15/15	subakut	–	–	–	
1b– +	Brock et al. 2011	• Bobath,inkl. einer Stunde strukturiertesaufgabenorientiertes Training vs. • Strukturiertesaufgabenorientiertes Training	14/15	chronisch		Ø	Ø	Ø

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

hier die Bobath-Methode gegenüber einem aufgabenorientierten Zirkeltraining in der Gruppe (Task-Oriented Circuit Class Training = TOCCT), das über zwei Wochen täglich für 25 Minuten durchgeführt wurde. Zusätzlich zum aufgabenorientierten Zirkeltraining wurde ein individuelles 15-minütiges Training der Bewegungsvorstellung eingesetzt. Die Bobath-Methode wurde hier als die konventionelle Rehabilitation des Gehens bezeichnet. Die Studie von Brock et al. (2011, n=29, 1b-) untersuchte die Veränderung der Gehgeschwindigkeit bei chronischen Patientinnen und Patienten (durchschnittlich 61 Tage nach Schlaganfall). Die Patienten konnten mindestens 15 Meter selbstständig unter Beobachtung gehen (mit oder ohne Gehhilfe). Die Interventionen bestanden hier aus einer Kombination aus Physiotherapie basierend auf Bobath und einem strukturierten aufgabenorientierten Training im Vergleich mit reinem strukturiertem aufgabenorientiertem Training (jeweils sechs Stunden über einen Zeitraum von zwei Wochen) (Tab. 36).

Gehfähigkeit

Lediglich eine der fünf betrachteten Studien untersuchte die Verbesserung der Gehfähigkeit. Verma et al. (2011) zeigte bei subakuten Patientinnen und Patienten mit Hemiparese nach Schlaganfall mit einem FAC von II und darüber eine Unterlegenheit der Bobath-Methode gegenüber einem aufgabenorientierten Zirkeltraining in der Gruppe.

Aufgrund der Studienlage kann von einer **sehr niedrigen Qualität der Evidenz** dafür gesprochen werden, dass die Bobath-Methode gegenüber dem *Task-Oriented Circuit Class Training* unterlegen ist in Bezug auf die Verbesserung der Gehfähigkeit bei **subakuten** Patienten.

Es kann **keine Empfehlung** gegeben werden, Bobath zur Verbesserung der Gehfähigkeit gegenüber einer spezifischen Therapie bei **subakuten** Patienten vorzuziehen.

Gehgeschwindigkeit

In Bezug auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit zeigte die Bobath-Methode keine Überlegenheit gegenüber einer spezifischen Intervention. Die Studie von Verma et al. (2011) untersuchte neben der Gehfähigkeit auch die Gehgeschwindigkeit und demonstrierte signifikant bessere Ergebnisse mit dem aufgabenorientierten Zirkeltraining in Kombination mit dem Training der Bewegungsvorstellung. Bei Thaut et al. (2007) wurde die Bobath-Methode mit einer rhythmisch auditiven Stimulation verglichen. Auch hier wurden signifikant bessere Ergebnisse bei der rhythmisch auditiven Stimulation in Bezug auf die Gehgeschwindigkeit nachgewiesen. Die Studie von Brock et al. 2011 untersuchte die Veränderung der Gehgeschwindigkeit bei chronischen Patienten Im Ergebnis verbesserten sich beide Gruppen gleichermaßen.

Es kann von einer **mittleren Qualität der Evidenz** dafür gesprochen werden, dass die Bobath-Methode einem spezifischen Training nicht überlegen ist in Bezug auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **subakuten** Patienten.
Gleichzeitig spricht **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass die Bobath-Methode einem spezifischen Training unterlegen ist in Bezug auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **subakuten** Patienten.
Derzeit lässt eine **sehr niedrige Qualität der Evidenz** darauf schließen, dass die Bobath-Methode keine Vorteile zeigt gegenüber einem spezifischen Training in Bezug auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **chronischen** Patienten.

Es kann **keine Empfehlung** gegeben werden, Bobath gegenüber einer spezifischen Therapie bei **subakuten** Patienten vorzuziehen, um die Gehgeschwindigkeit zu verbessern.
Es kann **keine Empfehlung** gegeben werden, Bobath gegenüber einer spezifischen Therapie bei **chronischen** Patienten vorzuziehen, um die Gehgeschwindigkeit zu verbessern.

Gehstrecke

Dass sich die Bobath-Methode im Vergleich zu einer spezifischen Intervention in Bezug auf die Verbesserung der Gehstrecke bei subakuten Patienten ebenfalls nicht unterscheidet, beschreiben die beiden Studien von Verma et al. (2011) und van Vliet et al. (2005). Während bei der kleineren Studie von Verma et al. (n=30) signifikante Unterschiede zugunsten des aufgabenorientierten Zirkeltrainings ermittelt wurden, konnten in der größeren Studie von van Vliet et al. (n=120), bei der die Gehstrecke allerdings nur sekundäres Outcome war, keine Unterschiede zwischen der Bobath-Methode und Motor Relearning nachgewiesen werden. Aufgrund der Studienlage kann zwar von einer hohen Evidenz dafür gesprochen werden, dass die Bobath-Methode einem spezifischen Training nicht überlegen ist, allerdings nur von einer niedrigen Evidenz dafür, dass Bobath einem spezifischen Training unterlegen ist.

Auch Brock et al. (2011) untersuchten die Verbesserungen der Gehstrecke, allerdings bei chronischen Patienten. Ach hier konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Bobath-Methode und einem strukturierten aufgabenorientierten Training festgestellt werden.

Es kann von einer **hohen Qualität der Evidenz** dafür gesprochen werden, dass die Bobath-Methode einem spezifischen Training nicht überlegen ist in Bezug auf die Verbesserung der Gehstrecke bei **subakuten** Patienten.
Gleichzeitig spricht **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass die Bobath-Methode einem spezifischen Training unterlegen ist in Bezug auf die Verbesserung der Gehstrecke bei **subakuten** Patienten.
Eine **niedrige Qualität der Evidenz** lässt darauf schließen, dass die Bobath-Methode keine Vorteile zeigt gegenüber einem spezifischen Training in Bezug auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **chronischen** Patienten.

Es kann **keine Empfehlung** gegeben werden, Bobath gegenüber orthopädischer Therapie bei **subakuten** Patienten vorzuziehen, um die Gehstrecke zu verbessern.
Es kann **keine Empfehlung** gegeben werden, Bobath gegenüber einem spezifischen Training bei **chronischen** Patienten vorzuziehen, um die Gehstrecke zu verbessern.

Balance

Weiterführend zu den Ergebnissen in Bezug auf Gehfähigkeit, Gehgeschwindigkeit und Gehstrecke stellt sich die Studienlage zur Balance ähnlich dar, sodass auch hier nicht von einer Überlegenheit der Bobath-Methoden gesprochen werden kann. Wang et al. (2005) verglichen die Bobath-Methode mit einer orthopädischen Therapie bei subakuten Patienten. Im Ergebnis gab es keine signifikanten Unterschiede bei der Verbesserung der Balance bei den Patienten mit Spastik. Zwar gab es Unterschiede bei den Patienten in »relative recovery« (Brunnstrom stage 4 oder 5), aber die Baseline-Daten der beiden Gruppen in Bezug auf die Balance (Berg Balance Scale) waren hier auch sehr unterschiedlich.

Bei den chronischen Patienten untersuchte wieder nur Brock et al. die Verbesserung der Balance. Verglichen wurde die Bobath-Methode gegen ein strukturiertes aufgabenorientiertes Training. Im Ergebnis konnten hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen nachgewiesen werden.

Es besteht nur eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass die Bobath-Methode bei **subakuten** Patienten mit Spastik gegenüber der orthopädischen Therapie keine Vorteile in der Balance zeigt.
Gleichzeitig spricht **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass das Bobath-Konzept gegenüber der orthopädischen Therapie bei **subakuten** Patienten in »relative recovery« Vorteile in der Balance zeigt.
Es zeigt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass die Bobath-Methode in Bezug auf die Verbesserung der Balance gegenüber einem spezifischen Training bei **chronischen** Patienten keine Vorteile zeigt.

Es kann **keine Empfehlung** gegeben werden, Bobath gegenüber einer spezifischen Therapie bei **subakuten** Patienten mit Spastik vorzuziehen, um die Balance zu verbessern.
Es kann **keine Empfehlung** gegeben werden, Bobath gegenüber einer spezifischen Therapie bei **subakuten** Patienten in »relative recovery« vorzuziehen, um die Balance zu verbessern.
Es kann **keine Empfehlung** gegeben werden, Bobath gegenüber einer spezifischen Therapie bei **chronischen** Patienten vorzuziehen, um die Balance zu verbessern.

4.8.2 Motor Relearning

Das Motor Relearning Programm zur physiotherapeutischen Behandlung von Schlaganfallpatienten wurde von den beiden Australierinnen Janet Carr und Roberta Shepherd entwickelt (Carr & Shepherd 1987). Es handelt sich hierbei um einen aufgabenorientierten Ansatz zur Verbesserung der motorischen Funktionen, wobei das Erlernen von Tätigkeiten des täglichen Lebens im Vordergrund steht.

Evidenz

Die Basis für die Empfehlungen für die Behandlung von Schlaganfallpatienten mit der Methode des Motor Relearning bilden zwei Studien (Chan et al. 2006, van Vliet et al. 2005).

Bei van Vliet et al. (n=120, 1b) wurde Motor-Relearning mit der Bobath-Methode verglichen. Beide Gruppen von subakuten Patienten erhielten durchschnittlich je 23 Minuten Behandlung täglich so lange wie notwendig (durchschnittlich 365 Minuten insgesamt). Chan et al. (n=52, 1b) verglichen Motor Relearning mit einer konventionellen Ergotherapie bei subakuten Patienten. Beide Gruppen erhielten zusätzlich noch Physiotherapie in Form von Krafttraining für die Beine und Übungen zur Verbesserung der Rumpfkontrolle. Der Unterschied zwischen den Interventionen bestand hier vor allem in der Strukturierung der Motor Relearning Therapie. Beide Interventionen liefen über sechs Wochen mit jeweils drei Behandlungen über zwei Stunden in der Woche (Tab. 37).

Gehstrecke

Lediglich die Studie von van Vliet et al. untersuchte die Veränderung der Gehstrecke, wobei diese hier nur sekundärer Outcomeparameter war. Im Ergebnis konnten keine Unterlegenheit von Motor Relearning im

Tab. 37: Motor Relearning

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b +	Van Vliet et al. 2005	• Motor Relearning vs. • Bobath	60/60	subakut			Ø	
1b +	Chan et al. 2006	• Motor Relearning vs. • Konventionelle Ergotherapie	26/26	subakut				+

+/–signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Vergleich zur Bobath-Methode nachgewiesen werden, zwischen den Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede.

Es kann von einer **mittleren Qualität der Evidenz** dafür gesprochen werden, dass die Motor-Relearning-Therapie gegenüber einer anderen spezifischen Therapie in Bezug auf die Verbesserung der Gehstrecke bei **subakuten** Patienten nicht unterlegen ist.

Es kann **keine Empfehlung** dafür gegeben werden, Motor-Relearning gegenüber Bobath bei **subakuten** Patienten zur Verbesserung der Gehstrecke vorzuziehen.

Balance

Nur eine Studie (Chan et al. 2006) konnte zur Empfehlung in Bezug auf die Balance herangezogen werden. Im Ergebnis konnte die Studie signifikante Verbesserungen (mit starken Effekten) der Balance bei der Motor-Relearning-Gruppe im Vergleich zur konventionellen Ergotherapie nachweisen.

Es kann von einer **mittleren Qualität der Evidenz** dafür gesprochen werden, dass Motor Relearning, zusätzlich zur konventionellen Physiotherapie, die Balance bei subakuten Patienten verbessern kann.

Motor-Relearning **sollte** zur Verbesserung der Balance bei subakuten Patienten eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad B)**.

GESAMTBEWERTUNG ÜBERGEORDNETE PHYSIOTHERAPEUTISCHE BEHANDLUNGSKONZEPTE

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Bobath-Methode einem spezifischen Gangtraining zur Verbesserung der Gehfähigkeit bei subakuten Patienten nicht überlegen ist. In Bezug auf Gehgeschwindigkeit, Gehstrecke und Balance ist die Bobath-Methode sowohl bei subakuten als auch bei chronischen Patienten durchaus vergleichbar mit anderen spezifischen Therapien.

Motor Relearning ist der Bobath-Methode in Bezug auf die Verbesserung der Gehstrecke nicht überlegen. Motor Relearning zusätzlich zur konventionellen Physiotherapie stellt eine geeignete Methode zur Verbesserung der Balance dar.

4.9 Elektrostimulation

J. Quintern, Ch. Dohle

Dieses Kapitel behandelt den Einsatz von Elektrostimulation des peripheren Nervensystems oder des neuromuskulären Systems, um therapeutische Effekte auf das Gehen oder die Balance bei Patienten nach Schlaganfall zu erreichen. Dabei können Anwendungen zu direkten bzw. neuroprothetischen Effekten der Elektrostimulation, die überwiegend in Kapitel 4.10 abgehandelt werden, nicht immer von den therapeutischen Anwendungen klar unterschieden werden. Oft ermöglichen die neuroprothetischen Effekte der Elektrostimulation – analog zur Laufbandtherapie oder Therapie mit elektromechanischen Gangmaschinen – dass z. B. ein Gehtraining bei schwerer betroffenen Patienten oder in einem früheren Stadium der Funktionsrestitution möglich ist. In dieser Leitlinie wird aber klar danach unterschieden, ob die Beurteilung der Effekte der Stimulation auf das Gehen nach einer Elektrotherapie ohne Stimulationssystem erfolgt (=> carry-over-Effekte, Übertragungseffekte, therapeutische Effekte) oder ob die Messung mit eingeschaltetem Stimulationssystem (=> direkte Effekte, neuroprothetische Effekte) erfolgt. **In dem vorliegenden Kapitel 4.9 werden nur Studienergebnisse zu therapeutischen Effekten ohne aktiviertes Stimulationssystem bewertet.** Wenn in den Studien sowohl die direkten als auch die therapeutischen Effekte beurteilt werden, dann sind diese Studien sowohl in diesem Kapitel 4.9 als auch in Kapitel 4.10 aufgeführt.

Die Studien zur Elektrostimulation nach Schlaganfall sind nicht nur bezüglich des Aspekts, ob die Elektrostimulation als vorübergehende Therapie oder das Stimulationssystem als Neuroprothese bzw. Neuroorthese betrachtet wird, sehr heterogen, sondern auch bezüglich der Interventionen selbst. Die Interventionen unterscheiden sich bezüglich folgender Aspekte:

- Art der Elektroden und des Stimulationssystems (nichtinvasive Systeme mit Oberflächenelektroden, Systeme mit externem Stimulator und intramuskulären Drahtelektroden, voll implantierte Systeme mit z. B. Nerv-Manschettenelektroden)
- Zahl der Reizkanäle (1–8)
- Stimulationsziel (z. B. sensorische und/oder motorische Fasern im peripheren Nerv, motorische Nervenendigungen im Zielmuskel, verschiedene proximale/distale Zielmuskeln, Golgi-Sehnenorgane, Flexorreflex-Afferenzen, Akupunkturpunkte, usw.)
- Stimulationsintensität, vor allem motorisch unterschwellig (rein sensorisch) versus überschwellig
- Reizfrequenz
- Stimulation im funktionellen Kontext (z. B. schrittsynchron während des Gehens oder auf dem Fahrradergometer) oder beim sitzenden/liegenden Patienten; Auslösung von isolierten Einzelgelenkbewegungen versus gangähnliche Mehrgelenksbewegungen
- Aktivität des Patienten: Patient lässt die Stimulation passiv über sich ergehen oder wird dazu aufgefordert, den stimulierten Muskel willkürlich zu kontrahieren
- Art der Auslösung der Stimulation (zyklischer Ablauf, sensorgesteuert, Elektromyogramm-getriggert, durch Patient getriggert, durch Therapeut getriggert). Therapiestudien zu geregelten Stimulationssystemen liegen derzeit noch nicht vor.
- Weitere Unterschiede betreffen u. a. die Pausendauer zwischen den Stimulations-Bursts, die Therapiedauer, das therapeutische Umfeld und die Studienpopulation (Patienten im subakuten/chronischen Stadium)
- Elektrostimulation alleine oder in Kombination mit mechanischen/elektromechanischen Geräten (Gangtrainer, Fahrradergometer usw.)

Wegen der Heterogenität der Interventionen, der meist kleinen Studienpopulationen und einer Heterogenität der Outcome-Parameter ist die Qualität der Evidenz für Elektrostimulation zur Verbesserung des Gehens oder der Balance trotz teilweise guter Effektstärken wesentlich schlechter als z. B. für elektromechanische Gangtrainer.

Die obengenannten Unterschiede zwischen den verschiedenen Anwendungen der Elektrostimulation sind nach Meinung der Leitlinienkommission relevant. Daher wird hier im Gegensatz zu verschiedenen systematischen Reviews bzw. Cochrane-Reviews nicht der Versuch gemacht, Studien zu verschiedensten Arten der Elektrostimulation im Sinne einer Metaanalyse zusammenzufassen. In der Leitlinie werden die Studien nur dann zusammen betrachtet, wenn sie vergleichbare anatomische und physiologische Zielsysteme adressieren und die therapeutische Idee und der funktionelle Kontext vergleichbar sind.

Wenn im Weiteren verkürzt von Stimulation bestimmter Muskeln die Rede ist, so ist hier stets die neuromuskuläre Stimulation der motorischen Nervenendigungen gemeint. Selbst wenn die Elektroden auf der Haut über dem Zielmuskel angebracht werden, so haben bei intaktem unteren Motoneuron die (motorischen) Nervenfasern eine wesentlich niedrigere Reizschwelle als die Muskelfasern selbst.

4.9.1 Funktionelle Elektrostimulation (FES) mit Oberflächenelektroden während des Gehens

Dieser Abschnitt behandelt therapeutische Anwendungen der Elektrostimulation während des Gehens bzw. des Gangtrainings, bei welchen eine schrittsynchrone Stimulation des Nervus peronaeus oder mehrerer Muskeln oder von Flexorreflexafferenzen erfolgt, um das Gehen bzw. das Gangtraining zu unterstützen. Die Synchronisation mit dem Gangzyklus erfolgt entweder durch Druckschalter unter der Fußsohle, inertiale Sensoren (Beschleunigungssensor/Gyroskop), oder per Knopfdruck durch den Therapeuten. Weiter differenziert wird in Einkanalstimulation, Mehrkanalstimulation und der Stimulation zum Auslösen von Flexorreflexen.

Stimulation mit implantierten oder teilimplantierten Systemen oder Kombinationstherapien mit Laufband/Gangtrainer werden separat in anderen Abschnitten betrachtet.

4.9.1.1 Gangtraining mit Stimulation des Nervus peronaeus

Die funktionelle Elektrostimulation des N. peronaeus während der Schwungphase des Gehens zur Einleitung einer Dorsalflexion des Fußes / Verhinderung des Fallfußes wurde bereits von Liberson und Mitarbeitern 1961 veröffentlicht und ist damit die älteste FES-Anwendung bei Patienten mit Hemiparese (Liberson et al. 1961) .

Das Stimulationsprinzip hat sich gegenüber der ersten Anwendung in den frühen 1960er Jahren nicht wesentlich geändert. Inzwischen sind aber Stimulationssysteme auf dem Markt, bei welchen zur einfacheren Handhabung die Elektroden in die Manschette integriert sind, mit welcher auch der Stimulator selbst am Bein befestigt wird. In einigen Systemen wird der teilweise unzuverlässige Fersenschalter durch inertiale Sensoren im Stimulator ersetzt oder der Fersenschalter wird über Funk statt Kabel an den Stimulator gekoppelt. Der Fersenschalter kann entweder auf der betroffenen Seite (Entlastung der Ferse zu Beginn der Schwungphase) oder auf der nicht betroffenen Seite (Fersenkontakt zu Beginn der Standphase) die Stimulation auslösen. Die »aktive« Elektrode wird meist in der Nähe des Fibulaköpfchens über dem N. peronaeus und die Referenzelektrode über dem M. tibialis anterior angebracht. Durch Verschieben der aktiven Elektode können mehr Faszikel aus dem N. peronaeus superficialis oder dem N. peronaeus profundus aktiviert werden, wodurch die Pronations-/Supinationsstellung im Sprunggelenk in gewissem Rahmen beeinflusst werden kann. Solche Systeme werden meist bei chronischen Patienten als Gehhilfe (neuroprothetisch) verwendet und dazu sind einige randomisierte Studien publiziert worden (siehe Kapitel 4.10).

Evidenz

Nur zwei dieser Studien, welche die Qualitätskriterien der Leitlinie erfüllen, haben auch die therapeutischen Effekte nach Anwendung der N.-peronaeus-Stimulation untersucht (Messung ohne Stimulation). Burridge et al. (1997) verwendeten in einer zweiarmigen randomisierten, kontrollierten Studie bei 32 Patienten in der chronischen Phase nach Schlaganfall den Odstock Dropped Foot Stimulator (ODFS), ein konventionelles Gerät mit Fersenschalter und separaten Elektroden. Beide Gruppen erhielten zehn Therapieeinheiten mit je einer Stunde Physiotherapie-Anleitung nach dem Bobath-Konzept, wobei die FES-Gruppe während dieser Einheiten auch eine Einleitung in das ODFS-System bekam. Während Patienten in der FES-Gruppe den ODFS zur eigenen Anwendung zur Verfügung gestellt bekamen, erhielt die Kontrollgruppe nur die beschriebene Physiotherapie.

In der Studie von Wright et al. (2004) wurde die FES mit dem ODFS mit einer konventionellen Sprunggelenkorthese (AFO) nach 6, 12, 18 und 24 Wochen bei subakuten Patienten nach Schlaganfall verglichen. Nach 12 Wochen wurde ein zweiter FES-Kanal zur Stimulation der Plantarflexoren in der FES-Gruppe hinzugefügt. Die Studie liegt nur als kurzes Konferenzpapier vor und weist dementsprechend methodische Mängel auf, so wird nur die Zahl der rekrutierten (n=26) und randomisierten (n=22) Patienten, nicht aber die Zahl pro Gruppe berichtet (Tab. 38).

Tab. 38: Gangtraining mit Stimulation des Nervus peronaeus

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b– +	Burridge et al. 1997 (Clin Rehabil)	• Versorgung mit N.-peronaus-Stimulator plus Physiotherapie vs. • nur Physiotherapie	16/16	chronisch		Ø		
2b –	Wright et al. 2004	• Versorgung mit N.-peronaeus-Stimulator (von Woche 12–24 auch Reizung Wadenmuskeln) vs. • Sprunggelenksorthese	n total = 22	subakut	Ø	Ø	Ø	

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Gehfähigkeit und Gehstrecke

Die Gehfähigkeit und die Gehstrecke nach N.-peronaeus-Stimulation wurden nur in einer randomisierten Studie geringer Qualität bei subakuten Patienten untersucht (Wright et al. 2004). In beiden Behandlungsarmen (N.-peronaeus-Stimulation und Versorgung mit Sprunggelenkorthese) verbesserten sich die Patienten signifikant über die Zeit in der Gehfähigkeit und in der Gehstrecke, es fanden sich aber keine Unterschiede zwischen Patienten, welche mit der N.-peronaeus-Stimulation oder einer Sprunggelenksorthese behandelt worden waren.

Somit ergibt sich eine sehr **niedrige Qualität der Evidenz**, dass bei **subakuten** Patienten nach Schlaganfall die Versorgung mit einem N.-peronaeus-Stimulator einer Versorgung mit einer Sprunggelenksorthese hinsichtlich der Verbesserung der Gehfähigkeit und Gehgeschwindigkeit **nicht** überlegen ist.

Es kann bei **subakuten** Patienten **keine Empfehlung** zur Verbesserung der Gehfähigkeit gegeben werden, die Nervus-peronaus-Stimulation gegenüber einer Sprunggelenksorthese vorzuziehen.
Es kann bei **subakuten** Patienten **keine Empfehlung** zur Verbesserung der Gehstrecke gegeben werden, die Nervus-peronaus-Stimulation gegenüber einer Sprunggelenksorthese vorzuziehen.

Gehgeschwindigkeit

Die Gehgeschwindigkeit nach N.-peronaeus-Stimulation gegenüber Versorgung mit einer Sprunggelenkorthese wurde nur in einer randomisierten Studie geringer Qualität bei subakuten Patienten (Wright et al. 2004) verglichen, wobei sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen fanden.

In der chronischen Phase zeigten sich in einer randomisierten Studie (Burridge et al. 1997) keine Unterschiede in der Gehgeschwindigkeit nach N.-peronaeus-Stimulation und Physiotherapie gegenüber einer Kontrollgruppe, welche nur Physiotherapie erhielt, wenn die Testung ohne Stimulator erfolgte. Allerdings zeigen sich nach 12–13 Wochen Behandlung signifikante Unterschiede in der Gehgeschwindigkeit zugunsten der N.-peronaeus-Stimulation, wenn die Testung mit Stimulator erfolgte, also die neuroprothetischen/orthetischen Wirkungen beurteilt wurden.

Somit ergibt sich eine sehr **niedrige Qualität der Evidenz**, dass die Versorgung mit einem N.-peronaeus-Stimulator die Gehgeschwindigkeit von **subakuten** Patienten nach Schlaganfall gegenüber einer Versorgung mit Sprunggelenksorthese nicht verbessert.

Des Weiteren ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass die zusätzliche Versorgung mit einem N.-peronaeus-Stimulator bei **chronischen** Patienten nach Schlaganfall die Gehgeschwindigkeit ohne Stimulation nicht verbessert. Allerdings bestehen positive neuroprothetische Wirkungen auf die Gehgeschwindigkeit mit der N.-peronaeus-Stimulation, wenn die Orthese mit Elektrostimulation in Therapie und Alltag über längere Zeiträume getragen wurde (vgl. Kapitel 4.10).

Es kann bei **subakuten** Patienten **keine Empfehlung** zur Verbesserung der Gehgehgeschwindigkeit gegeben werden, die N.-peronaus-Stimulation gegenüber einer Sprunggelenksorthese vorzuziehen.
In der **chronischen Phase** nach Schlaganfall kann **keine Empfehlung** für die N.-peronaeus-Stimulation als Therapie zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit **ohne FES** ausgesprochen werden; allerdings bestehen positive direkte Effekte auf die Gehgeschwindigkeit, besonders nach längerem Training mit der Orthese, so die neuroprothetische Anwendung anders bewertet werden muss (siehe Kapitel 4.10).

4.9.1.2 Gangtraining mit schrittsynchroner Stimulation von Flexorreflex-Afferenzen

Bei dieser Anwendung wird sensorische Elektrostimulation mit Oberflächenelektroden dazu genutzt, während des Gangtrainings am paretischen Bein schrittsynchron Flexorreflexe auszulösen, was zu einer Beugesynergie mit Flexion des Beines in Hüft- und Kniegelenk und Dorsalflexion im Sprunggelenk führt. Dadurch kann auch bei schwer betroffenen Patienten das paretische Bein zu Beginn der Schwungphase angehoben und nach vorne gesetzt werden. Vorteil der Methode ist, dass mit nur einem Elektrodenpaar mehrere Muskelgruppen aktiviert werden können, unter anderem die mit Oberflächenstimulation nur schwer zu aktivierenden Hüftbeuger. Desweiteren wird vermutet, dass die aktivierten spinalen Interneurone Teil des spinalen Netzwerkes zur Aktivierung/Modulation des Gangmusters sind (»spinal locomotor centers«; »central pattern generator«).

Flexorreflexe können sowohl durch nozizeptive als auch nicht-nozizeptive Afferenzen (kutane, Gelenk- oder Muskelspindelafferenzen) ausgelöst werden. In einer der beiden vorliegenden Studien (Quintern et al. 2004, Quintern et al. 2010) wird erwähnt, dass bei etwa zwei Drittel der Patienten mit Hemiparese Flexorreflexe durch Elektrostimulation mit 20–50 Hz im Bereich der Fußsohle, des Fußrückens oder durch Elektrodenpositionierung am medialen und lateralen Kniegelenksspalt unterhalb der Schmerzschwelle ausgelöst werden können. In dieser Arbeit wurden nur subakute, initial nicht gehfähige Patienten nach Schlaganfall eingeschlossen, bei denen bei einer Teststimulation mit 40 Hz ein ausreichender

Flexorreflex unterhalb der Schmerzschwelle ausgelöst werden konnte. In der anderen Arbeit (Spaich et al. 2014) wurden Reizbursts mit 200 Hz ausschließlich an der Fußsohle verabreicht, es wurde beschrieben, dass diese Reizung teilweise als schmerzhaft empfunden wurde, aber von allen Patienten über die gesamte Studiendauer toleriert wurde.

Evidenz

Zum Gangtraining mit elektrischer Stimulation von Flexorreflex-Afferenzen liegen die beiden oben erwähnten randomisierten, kontrollierten Studien von Quintern et al. und Spaich et al. (2014) vor, wobei die Studie von Quintern et al. nur als Kongressbeitrag (Quintern et al. 2004) und als noch nicht publiziertes Manuskript (Quintern et al. 2010) vorliegt. Bis auf die beschriebenen Unterschiede in der Reizauslösung und dem Ausschlusskriterium der Schmerzschwelle sind beide Studien sehr ähnlich:

- Studienpopulation (subakute Schlaganfallpatienten mit Hemiparese)
- Intervention/Kontrollintervention (Gehtraining mit/ohne Flexorreflexstimulation; konventionelle Physiotherapie zusätzlich)
- Setting (Rehabilitationsklinik)
- Therapiedauer und -intensität (5 x 30 Minuten pro Woche über vier Wochen)

Auch wurden vergleichbare Outcome-Parameter untersucht (Gehgeschwindigkeit im 9- bzw. 10-m-Gehtest bei bevorzugter bzw. angenehmer Geschwindigkeit; bei Spaich auch maximale Gehgeschwindigkeit; Gehfähigkeit mit FAC und bei Quintern auch eine dichotom Variable zur Gehfähigkeit). Bei beiden Studien wurden die Outcome-Messungen nicht nur vor und nach Ende der vierwöchigen Therapieperiode durchgeführt, sondern auch Follow-up-Messungen drei Monate (Quintern) bzw. ein und sechs Monate (Spaich) nach Ende der Intervention. Analysiert wurden jeweils die therapeutischen Effekte, d. h. das Gehen ohne Stimulation. In der Studie von Quintern et al. wurden 36 Patienten eingeschlossen, von denen 34 die Studie beendeten (18 Interventions-, 16 Kontrollgruppe), bei Spaich et al. erreichten alle der eingeschlossenen 30 Patienten (je 15 pro Gruppe) zumindest die Messung nach Therapieende (Tab. 39).

Gehfähigkeit

Zur Gehfähigkeit nach Gangtraining mit Flexorreflex-Stimulation wurde in beiden Studien der FAC (Functional Ambulation Categories) untersucht, wobei sich die initial nicht gehfähigen Patienten (FAC 0–2) bzgl. der Gehfähigkeit in beiden Gruppen signifikant über die Zeit verbesserten, es wurde aber kein signifikanter Gruppeneffekt für den FAC gefunden. In einer Studie (Quintern et al. 2004) wurde zusätzlich die dichotome Variable Gehfähigkeit draußen mehr als 40 Meter ohne Hilfe aus dem Rivermead Motor Assessment, Gross Function Test Item 10 bestimmt, dies wurde als Schwelle des funktionellen Gehens angesehen. Dabei fand sich eine signifikante Verbesserung der so definierten Gehfähigkeit in der Gruppe mit Flexorreflex-Stimulation gegenüber der Kontrollgruppe am Ende der Therapieperiode, dieser Unterschied war im 3-Monats-Follow-up nicht mehr signifikant. Wegen der widersprüchlichen Ergebnisse zu zwei verschiedenen Outcome-Parametern zur Gehfähigkeit in einer Studie wird die Qualität der Evidenz eine Stufe abgewertet.

Somit ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass bei **subakuten** Patienten nach Schlaganfall die Stimulation von Flexorreflex-Afferenzen während des Gangtrainings einem Gangtraining ohne Stimulation bezüglich der Verbesserung der Gehfähigkeit **nicht** überlegen ist.

Es kann bei **subakuten** Patienten **keine Empfehlung** zur Verbesserung der Gehfähigkeit gegeben werden, das Gangtraining mit schrittsynchroner Stimulation von Flexorreflex-Afferenzen durchzuführen.

Gehgeschwindigkeit

In beiden Studien (Quintern et al. 2004; Spaich et al. 2014) wurde für die bevorzugte Gehgeschwindigkeit (Messung über 10 bzw. 9 Meter) ein signifikanter

Tab. 39: Gangtraining mit schrittsynchroner Stimulation von Flexorreflex-Afferenzen

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b– +	Quintern et al. 2004 2010	• Gangtraining mit Flexorreflex-Stimulation vs • Gangtraining ohne Stimulation	18/16	subakut	+ [1] Ø [2]	+		
1b– +	Spaich et al. 2014	• Gangtraining mit Flexorreflex-Stimulation vs • Gangtraining ohne Stimulation	15/15	subakut	Ø [2]	+		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance
[1] = signifikant für dichotomes Item 40 Meter gehfähig draußen aus RMA; [2] = nicht signifikant für FAC

Gruppenunterschied zugunsten der Interventionsgruppe Gangtraining mit (Stimulation von Flexorreflexafferenzen) gegenüber der Kontrollgruppe (Gangtraining ohne Stimulation) gefunden, diese Unterschiede waren in beiden Studien bei den Follow-up-Messungen nach drei Monaten bzw. ein und sechs Monaten noch signifikant. In einer Studie (Spaich et al. 2014) wurde zusätzlich die maximale Gehgeschwindigkeit über eine 9-m-Gehstrecke gemessen, hier ergaben sich ebenfalls signifikante Gruppenunterschiede zugunsten der Interventionsgruppe.

Somit ergibt sich eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass Gangtraining mit Flexorreflex-Stimulation bei primär nicht gehfähigen Patienten zu einer höheren Gehgeschwindigkeit führt als Gangtraining ohne Stimulation. Dieser Effekt hat sich als über mehrere Monate anhaltend erwiesen.

Gangtraining mit schrittsynchroner elektrischer Stimulation von Flexorreflex-Afferenzen **sollte** bei **subakuten**, initial nicht gehfähigen (FAC 0–2) Patienten zum Erreichen einer höheren Gehgeschwindigkeit eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad B)**.

4.9.1.3 Gangtraining mit FES mit Mehrkanal-Systemen

Bei dieser Anwendung funktioneller Elektrostimulation werden verschiedene Muskeln/Muskelgruppen zu unterschiedlichen Phasen des Schrittzyklus während des Gangtrainings elektrisch stimuliert, um mehrere Defizite des hemiparetischen Ganges auszugleichen oder schwer betroffenen Patienten ein effektives Gangtraining zu ermöglichen. Obwohl die ersten Mehrkanal-FES Anwendungen bereits in den 197er Jahren beschrieben wurden, wird die Methode bei Patienten nach Schlaganfall wegen der relativ anspruchsvollen Anpassung des Stimulationsprogramms und des für jede Therapiesitzung notwendigen Platzierens mehrerer Reizelektroden nicht häufig durchgeführt.

Evidenz

Es wurden für die funktionelle elektrische Mehrkanal-Stimulation (MFES) mit Oberflächenelektroden nur zwei randomisierte Crossover-Studien gefunden, welche die Kriterien dieser Leitlinie erfüllen. Die Studien unterscheiden sich erheblich im Studiendesign und auch bzgl. der Studienpopulation (subakut/chronisch; initial nicht gehfähig/gehfähig). Bewertet wird nur die jeweils erste Phase vor dem Cross-over.

In der Studie von Bogataj et al. 1995 wurden je zehn stationär behandelte, subakute, initial nicht gehfähige Patienten nach Schlaganfall in zwei Gruppen randomisiert. Die erste Gruppe (MFES) erhielt zuerst Gangtraining mit MFES 30–60 Minuten/Tag, 5 x pro Woche für drei Wochen plus konventionelle Therapie. Getriggert durch einen Fußschalter oder Timer wurden auf der paretischen Seite zu bestimmten Phasen des Schrittzyklus der N. peronaeus und 4–5 verschiedene Muskelgruppen (Soleus, Quadriceps femoris, Glutaeus maximus, ischiocrurale Muskeln und ggf. der Triceps brachii) stimuliert. Die zweite Gruppe (Kontrolle) erhielt zuerst konventionelle Therapie einschließlich Gangtraining ohne Stimulation.

In der Studie von Embrey et al. 2010 wurden chronische (> 9 Monate nach Ereignis), gehfähige Patienten mit Hemiparese (n=33 bei Einschluss, n=28 am Studienende, davon 26 nach Schlaganfall, einer nach Schädel-Hirn Trauma, ein Patient nach Hirntumor) untersucht; für die Leitlinie wurde nur die erste Phase der Studie berücksichtigt. In der Interventionsgruppe (n=16 ausgewertet) erhielten die Patienten ein 2-Kanal-FES-System zur schrittsynchronen Stimulation der Dorsalflexoren und Plantarflexoren für drei Monate, sie sollten dieses System im Alltag 6–8 Std. täglich tragen. Sowohl die Interventions- als auch die Kontrollgruppe sollten täglich selbständig ein einstündiges Gangtraining durchführen, die Interventionsgruppe mit FES (Tab. 40).

Gehgeschwindigkeit

In der Studie mit Patienten im subakuten Stadium (Bogataj et al. 1995) führte ein dreiwöchiges Gangtraining mit funktioneller elektrischer Mehrkanalstimulation gegenüber einer konventionellen Therapie zu keiner signifikanten Verbesserung der über 20 m gemessenen Gehgeschwindigkeit (Absolutwerte), allerdings waren

Tab. 40: Gangtraining mit Fees mit Mehrkanalsystemen

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b– +	Bogataj et al. 1995	• Gangtraining mit 5-6 Kanal MFES plus konventionelle Therapie vs. • Konventionelle Therapie einschl. Gangtraining ohne Stimulation	10/10	subakut		(+)[1]		
1b– +	Embrey et al. 2010	• Alltäglicher Gebrauch 2-Kanal FES System (Plantar- /Dorsalflektoren) plus Gangtraining mit FES vs. • Gangtraining ohne FES für 3 Monate	18/15	chronisch		Ø	+	

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

[1] Signifikante Unterschiede nur für die Differenzen der Gehgeschwindigkeit zur Baseline-Messung, nicht für Absolutwerte

die Differenzen zur Baseline-Messung in der Stimulations-Gruppe signifikant höher.

In der Studie mit gehfähigen, chronischen Patienten (Embrey et al. 2010) führte eine alltägliche 6–8 stündige Anwendung eines 2-Kanal Stimulationssystems über drei Monate plus täglichem Gangtraining mit FES gegenüber einem täglichen Gangtraining ohne FES zu keiner signifikanten (p = 0,08) Verbesserung der mit dem Hilfsmittelgebrauch korrigierten Geschwindigkeit bei 5 verschiedenen Mobilitätsaufgaben (gemessen mit dem Emory Functional Ambulation Profile).

Somit ergibt sich eine **sehr niedrige Qualität der Evidenz**, dass Mehrkanal-FES während des Gangtrainings bei **subakuten**, initial nicht gehfähigen Patienten zu einer höheren Gehgeschwindigkeit führt als konventionelle Therapie.
Bei gehfähigen Patienten im **chronischen Stadium** ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass FES mit Stimulation der Dorsal- und Plantarflektoren während des Gehens die Geschwindigkeit bei verschiedenen Mobilitätsaufgaben nicht verbessert

Für funktionelle elektrische Mehrkanalstimulation kann in der **subakuten** und **chronischen Phase** nach Schlaganfall **keine Empfehlung** zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit ausgesprochen werde

Gehstrecke

In der Studie mit gehfähigen, chronischen Patienten (Embrey et al. 2010) führte die mehrstündige tägliche Eigenanwendung eines 2-Kanal-Stimulationssystems über drei Monate plus täglichem Gangtraining mit FES gegenüber einem täglichen Gangtraining ohne FES zu einer signifikanten Verbesserung der Gehstrecke im 6-min-Gehtest.

Bei gehfähigen Patienten im **chronischen Stadium** ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass mehrstündige tägliche Eigenanwendung von FES mit Stimulation der Dorsal- und Plantarflektoren während des Gehens die Gehstrecke verbessert

Funktionelle elektrische Mehrkanalstimulation **kann** als Ergänzung zu täglichem Gangtraining bei gehfähigen Patienten in der **chronischen Phase** nach Schlaganfall zur Verbesserung der Gehstrecke eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

4.9.2 Elektrostimulation des Nervus peronaeus während des Gehens mit implantiertem System

In den letzten Jahren sind implantierte Stimulationssysteme für die schrittsynchrone Reizung des N. peronaeus beim Gehen entwickelt worden. Diese Systeme sollen im Vergleich zu Systemen mit Oberflächenelektroden zu einer konstanteren und selektiveren Reizung führen, die Anwendung vereinfachen und kosmetisch günstiger sein. Allerdings werden weiterhin externe Komponenten (Stimulator/Sender, Antenne, Fußschalter oder Bewegungssensor) benötigt. Diese Systeme werden in der Regel neuroprothetisch eingesetzt (siehe Kapitel 4.10).

Evidenz

Zu therapeutischen Effekten (Messung ohne Stimulation) nach Anwendung eines implantierten N. peronaeus Stimulators liegt nur eine kontrollierte Studie bei gehfähigen, chronischen Patienten nach Schlaganfall vor (Kottink et al. 2008). Die Testung erfolgte bei Patienten, welche das Stimulationssystem sechs Monate zuhause verwendet hatten, Patienten der Kontrollgruppe hatten ihre bevorzugte Orthese (Sprunggelenksorthese oder orthopädischer Schuh) oder keine Gehhilfe verwendet. Die Studienergebnisse zu den neuroprothetischen Wirkungen wurde von der Arbeitsgrupppe im Jahr zuvor publiziert (Kottink et al. 2007) (Tab. 41).

Gehgeschwindigkeit

Im Vergleich zur Baseline-Messung der Gehgeschwindigkeit vor der Implantation des Stimulationssystems und im Vergleich zur Kontrollgruppe ergaben die Messungen nach 4, 8, 12 und 26 Monaten nach Implantation und Verwendung des Systems im Alltag keine Verbesserung der Gehgeschwindigkeit, wenn die Messung ohne aktiviertes Stimulationssystem erfolgte.

Tab. 41: Elektrostimulation des Nervus peronaeus während des Gehens mit implantierten System

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b– +	Kottink et al. 2008	• Implantation eines 2-Kanal-Stimulators zur schrittsynchronen Reizung des N. peronaeus und Verwendung des Systems zum Gehen im Alltag für 6 Monate vs. • Weiterverwendung der bevorzugten Orthese oder Gehen ohne Hilfsmittel	13/12	chronisch		Ø		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance, TS Treppensteigen

Tab. 42: Intervention funktionelle elektrische Mehrkanalstimulation mit perkutanen Drahtelektroden

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b– +	Daly et al. 2006	• Funktionelle elektrische Mehrkanalstimulation mit intramuskulären perkutanen Elektroden während eines 12 wöchigen Trainingsprogramms vs. • Training ohne FES	16/16	chronisch	ND		Ø	

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, ND = keine statistischen Daten (zum Gruppenvergleich) publiziert. GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Somit ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass FES mit einem implantierten System und Stimulation des N. peronaeus während des Gehens bei **chronischen** Patienten die Gehgeschwindigkeit ohne Stimulation gegenüber Gehen ohne Hilfsmittel oder mit einer mechanischen Orthese **nicht** verbessert. Allerdings zeigen sich nach sechsmonatiger Anwendung des implantierten Systems positive neuroprothetische Wirkungen auf die Gehgeschwindigkeit (zur Bewertung dazu siehe Kapitel (4.10). Sowohl bezüglich der therapeutischen als auch neuroprothetischen Wirkungen sind aber die Risiken und Kosten/Aufwand der Implantation in Erwägung zu ziehen.

Bei chronischen Patienten kann die Implantation eine N.-peronaeus-Stimulators **nicht** als Therapie zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit **empfohlen werden (Empfehlungsgrad 0-)**. Zur Bewertung der neuroprothetischen Wirkung siehe Kapitel (4.10).

4.9.3 Funktionelle elektrische Mehrkanalstimulation mit perkutanen Drahtelektroden

Um eine größere Zahl an Muskeln selektiv über längere Zeit stimulieren zu können, auch tiefer liegende Muskeln zu erreichen und die Reizung von Hautafferenzen zu vermeiden, haben Wissenschaftler in den USA und Japan Systeme mit perkutanen Drahtelektroden für die Funktionelle Elektrostimulation entwickelt. Die mit Widerhaken versehenen Drahtelektroden werden über eine Punktionsnadel in den Muskel eingebracht, die Anschlussdrähte penetrieren die Haut und werden mit einem externen Mehrkanalstimulator verbunden.

Risiken betreffen vor allem das Brechen der Elektroden, wobei die Bruchstücke kaum zu entfernen sind und zu Infektionen führen können. Die Autoren der unten genannten Studien beschrieben auch Rötungen an der Austrittsstelle der Anschlussdrähte durch die Haut, die teilweise eine antibiotische Therapie erforderlich machten. Derzeit (2015) ist kein System mit CE-Zulassung (EU-Zulassung) für diese Anwendung verfügbar.

Evidenz

Es liegen zwei Publikationen aus der gleichen Arbeitsgruppe zur Verbesserung des Gehens mittels Funktioneller Neuromuskulärer Stimulation mit perkutanen intramuskulären Drahtelektroden (FNS-IM) am paretischen Bein bei chronischen Schlaganfallpatienten vor (Daly et al. 2006; Daly et al. 2011). Es wurden 6–8 verschiedene Muskeln am paretischen Bein schrittsynchron während des Gehens stimuliert. Es wurde ein 12-wöchiges Trainingsprogramm mit vier Einheiten wöchentlich durchgeführt, jede Trainingseinheit dauerte 1,5 Stunden mit gleichen Anteilen an Koordinationstraining, Laufbandtraining mit Körpergewichtsentlastung und Gangtraining auf festem Grund. Dabei wurde in der FNS-IM Gruppe das Training mit Stimulation, in der Kontrollgruppe ohne Stimulation durchgeführt. Die Outcome-Messungen erfolgten jeweils ohne Stimulation.

Da die Publikation von 2011 keinen statistischen Gruppenvergleich der für die Leitlinie relevanten Parameter präsentierte, wurde nur die Publikation von 2006 (Daly et al. 2006) berücksichtigt (Tab. 42).

Gehfähigkeit

In der Studie von Daly et al. 2006 wurden sogenannte »self-reported functional milestones« erfragt und tabellarisch dargestellt, welche auch das Erreichen von bestimmten Stufen der Mobilität (wie z.B. Aufstehen ohne Hände, Gehen draußen, Gehen ohne Stock usw.) einschlossen. Die Patienten in der FNS-IM Gruppe erreichten deutlich mehr dieser mobilitätsrelevanten Ziele als die Patienten in der Kontrollgruppe, jedoch wurden der Ausgangsstatus nicht publiziert und keine statistische Auswertung präsentiert. Daher können die Daten nicht zur Beurteilung der Verbesserung der Gehfähigkeit herangezogen werden.

Gehstrecke

Beide Gruppen verbesserten sich nach der 12 wöchigen Therapiephase in der Gehstrecke (gemessen mit dem 6 Minuten Gehtest), allerdings fand sich kein statistisch signifikanter Gruppenunterschied.

Somit ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass im **chronischen Stadium** funktionelle Elektrostimulation mit perkutanen Elektroden in bis zu acht Muskeln während eines kombinierten Trainings die Gehstrecke **nicht** verbessert. Zu berücksichtigen sind auch die Risiken der Infektion und des Elektrodenbruchs sowie, dass es sich um eine experimentelles Verfahren ohne Zulassung in der EU handelt.

Funktionelle Elektrostimulation mit perkutanen Drahtelektroden **sollte nicht** zur Verbesserung der Gehstrecke außerhalb kontrollierter Studien angewandt werden **(Empfehlungsgrad -B)**.

Balance/Stürze

In der Studie von Daly et al. 2006 verbesserten sich beide Gruppen bezüglich der Tinetti Balance Skala nach einem 12-wöchigen kombinierten Koordinations- und Laufbandtraining. Allerdings fand sich kein statistisch signifikanter Gruppenunterschied zwischen der FNS-IM Gruppe und der Kontrollgruppe.

Somit ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass im chronischen Stadium funktionelle Elektrostimulation mit perkutanen Elektroden in bis zu acht Muskeln während eines kombinierten Trainings die Balance **nicht** verbessert. Zu berücksichtigen sind auch die Risiken der Infektion und des Elektrodenbruchs sowie, dass es sich um eine experimentelles Verfahren ohne Zulassung in der EU handelt.

Funktionelle Elektrostimulation mit perkutanen Drahtelektroden **sollte nicht** zur Verbesserung der Balance außerhalb kontrollierter Studien angewandt werden **(Empfehlungsgrad -B)**.

4.9.4 Funktionelle Elektrostimulation kombiniert mit elektromechanischem Gangtrainer

Beim Gangtraining mit dem elektromechanischen Gangtrainer wird der Patient in einem Gurt aufgehängt (partielle Gewichtsentlastung), die Endeffektoren (beide Füße) werden mechanisch auf einer vordefinierten Bahn zyklisch bewegt (siehe Kapitel 4.2). Da aber das Knie des paretischen Beines in der Regel durch Therapeuten stabilisiert werden muss und der Gangtrainer auch nicht die physiologische Dorsalflexion des Fußes während der Schwungphase nachbildet, wurden Studien durchgeführt, in denen das Gehen mit dem elektromechanischen Gangtrainer zusätzlich durch gekoppelte Funktionelle Elektrostimulation unterstützt wird. In den vorliegenden Studien wurde die Kniestabilisierung in der Standphase durch Elektrostimulation des M. quadriceps und die Dorsalflexion des Fußes in der Schwungphase durch elektrische Reizung des N. peronaeus bewirkt.

Evidenz

Zur kombinierten Gangtherapie mit elektromechanischem Gangtrainer und damit gekoppelter Funktioneller Elektrostimulation (FES) liegen zwei Veröffentlichungen aus der gleichen Arbeitsgruppe aus Hongkong vor (Tong et al. 2006, Ng et al. 2008). Dabei wird in der späteren Arbeit von Ng et al. 2008 die frühere Arbeit als unabhängige Studie zitiert, was jedoch auf Grund klarer Gemeinsamkeiten in der Patientenpopulation zweifelhaft erscheint (gleiche Drop-outs; fast gleiche Verteilung der Patienten bezüglich Alter, Geschlecht, Ätiologie, Seite des Schlaganfalls in beiden Studien, für die Gruppe mit kombinierter Therapie sogar vollkommen identische Werte). In der Leitlinie werden sie daher als eine Studie betrachtet. Auf der anderen Seite unterscheiden sich die quantitativen Ergebnisse der beiden Studien mehr, als

Tab. 43: Intervention funktionelle Elektrostimulation kombiniert mit elektromechanischem Gangtrainer

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b– + (?)	Tong et al. 2006	• Gangtraining mit elektromechanischem Gangtrainer kombiniert mit FES plus Physiotherapie vs • konventionelles Gangtraining plus Physiotherapie	15/20	subakut	+	+		Ø
		• Gangtraining mit elektromechanischem Gangtrainer kombiniert mit FES plus Physiotherapie vs • elektromechanischen Gangtrainer ohne FES plus Physiotherapie	15/15	subakut	Ø	Ø		Ø
1b– –	Ng et al. 2008	• Gangtraining mit elektromechanischem Gangtrainer kombiniert mit FES plus Physiotherapie vs • konventionelles Gangtraining plus Physiotherapie	16/21	subakut	+	+		Ø
		• Gangtraining mit elektromechanischem Gangtrainer kombiniert mit FES plus Physiotherapie vs • elektromechanischen Gangtrainer ohne FES plus Physiotherapie	16/17	subakut	Ø	Ø		Ø

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

durch Zufügen von ein bis zwei Patienten pro Gruppe in der späteren Studie der Fall sein kann. Insofern bestehen Zweifel an der Reliabilität der präsentierten Daten, was zur Abwertung der Studien führte.

Bei den Studien handelt es sich um randomisierte, dreiarmige Studien mit Patienten im subakuten Stadium nach Schlaganfall. Die Patienten erhielten über vier Wochen an jeweils fünf Tagen pro Woche 20 Minuten gruppenspezifische Gangtherapie und 40 Minuten allgemeine Physiotherapie. Die drei verschiedenen gruppenspezifischen Gangtherapien waren Gangtrainer kombiniert mit 2-Kanal-FES (EGT-FES), Gangtrainer ohne FES (EGT) und konventionelles Gangtraining. In der Arbeit von Ng et al. 2008 wurde noch eine Follow-up-Untersuchung nach sechs Monaten publiziert.

In diesem Kapitel wird nur der Gruppenvergleich zur kombinierten Therapie mit FES (EGT-FES) betrachtet, zum Vergleich der reinen Gangtrainer-Therapie (EGT) siehe Kapitel 4.2.3 (Tab 43)

Gehfähigkeit

In den obengenannten Studien (Tong et al. 2006; Ng et al. 2008) werden die Functional Ambulation Categories (FAC) und die Elderly Mobility Scale (EMS) zur Testung der Gehfähigkeit herangezogen. Alle drei Gruppen verbesserten sich signifikant während der vierwöchigen Behandlung in allen untersuchten Variablen. In beiden Publikationen verbesserte sich die Gehfähigkeit (FAC und EMS) in der mit Gangtrainer und FES plus Physiotherapie behandelten Gruppe (EGT-FES) nach vier Wochen signifikant mehr als in der mit konventioneller Therapie plus Physiotherapie behandelten Gruppe. Im 6-Monats-Follow-up (Ng et al. 2008) waren die Unterschiede weiterhin signifikant zugunsten EGT-FES (die hohe Effektstärke führte zur Aufwertung der Qualität der Evidenz für dieses Merkmal).

Im Vergleich zwischen der mit Gangtrainer ohne FES (EGT) und der mit FES plus Physiotherapie (EGT-FES) behandelten Gruppe waren die Unterschiede bzgl. Gehfähigkeit nicht signifikant, allerdings wurde in der früheren Arbeit (Tong et al. 2006) ein positiver Trend für den FAC in der EGT-FES-Gruppe und eine höhere Effektstärke für den FAC in der EGT-FES-Gruppe notiert.

Somit ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass Gangtraining mit elektromechanischem Gangtrainer und FES plus Physiotherapie im Vergleich zu konventionellem Gangtraining plus Physiotherapie die Gehfähigkeit von primär nicht gehfähigen, **subakuten** Patienten verbessert.
Es besteht eine **sehr niedrige Qualität der Evidenz**, dass bei der Therapie mit elektromechanischem Gangtrainer zusätzliche FES die Gehfähigkeit von primär nicht gehfähigen, **subakuten** Patienten **nicht** verbessert

Eine Kombinationstherapie aus Gangtrainer mit funktioneller Elektrostimulation (FES) plus Physiotherapie **kann** bei **subakuten**, initial nicht gehfähigen Patienten zur Verbesserung der Gehfähigkeit angewandt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.
Wenn das Ziel die Verbesserung der Gehfähigkeit ist, kann aber **keine Empfehlung** gegeben werden, die kombinierte Therapie mit Gangtrainer und funktioneller Elektrostimulation der Gangtrainer-Therapie ohne FES vorzuziehen.

Zur reinen Gangtrainer-Therapie siehe Kapitel 4.2.3

Gehgeschwindigkeit

In der genannten Studie (Tong et al. 2006; Ng et al. 2008) wurde die Gehgeschwindigkeit vor / nach der 4-wöchigen Intervention sowie nach 6 Monaten mit einem 5 Meter Gehtest gemessen, die Instruktion war so schnell wie möglich zu gehen. In beiden Publikationen verbesserte sich die Gehgeschwindigkeit in der mit Gangtrainer und FES plus Physiotherapie behandelten Gruppe (EGT-FES) nach vier Wochen signifikant mehr im Vergleich zu der mit konventionellem Gangtrainer plus Physiotherapie behandelten Gruppe. Im 6-Monats Follow-up (Ng et al. 2008) waren die Unterschiede weiterhin signifikant zugunsten EGT-FES. Die hohe Effektstärke führte auch hier zur Aufwertung der Qualität der Evidenz für dieses Merkmal.

Der Gruppenvergleich zwischen der mit Gangtrainer ohne FES (EGT) und der mit FES (EGT-FES) behandelten Gruppe erbrachte keine signifikanten Unterschiede für die Gehgeschwindigkeit.

Somit ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass Gangtraining mit elektromechanischem Gangtrainer und FES plus Physiotherapie im Vergleich zu konventionellem Gangtraining plus Physiotherapie die Gehgeschwindigkeit von primär nicht gehfähigen, subakuten Patienten verbessert.
Es besteht eine **sehr niedrige Qualität der Evidenz**, dass zusätzliche FES beim Gangtraining mit elektromechanischem Gangtrainer im Vergleich zu elektrom. Gangtrainer ohne FES die Gehgeschwindigkeit von primär nicht gehfähigen, **subakuten** Patienten **nicht** verbessert

Eine Kombinationstherapie aus Gangtrainer mit funktioneller Elektrostimulation (FES) plus Physiotherapie **kann** bei **subakuten,** initial nicht gehfähigen Patienten zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit angewandt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.
Wenn das Ziel die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit ist, kann aber **keine Empfehlung** gegeben werden, die kombinierte Therapie mit Gangtrainer und funktioneller Elektrostimulation der Gangtrainer-Therapie ohne FES vorzuziehen.

Zur reinen Gangtrainer-Therapie siehe Kapitel 4.2.3.

Balance/Stürze

In beiden Publikationen der dreiarmigen Studie (Tong et al. 2006; Ng et al. 2008) wurde die Berg Balance Scale zur Untersuchung der Balance verwendet. Alle drei Gruppen verbesserten sich nach der vierwöchigen Therapiephase signifikant in diesem Parameter, aber es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen gefunden.

Somit ergibt sich eine **sehr niedrige Qualität der Evidenz**, dass bei primär nicht gehfähigen, **subakuten** Patienten Gangtraining mit elektro-mechanischem Gangtrainer und FES plus Physiotherapie einem konventionellen Gangtraining plus Physiotherapie bezüglich der Verbesserung der Balance nicht überlegen ist.
Ebenso ergibt sich eine **sehr niedrige Qualität der Evidenz**, dass bei primär nicht gehfähigen, **subakuten** Patienten zusätzliche FES beim Gangtraining mit elektromechanischem Gangtrainer im Vergleich zu elektromechanischem Gangtrainer ohne FES die Balance **nicht** verbessert

Es kann **keine Empfehlung** für die Kombination von elektromechanischem Gangtrainer und FES plus Physiotherapie zur Verbesserung der Balance gegeben werden.

4.9.5 Zyklische neuromuskuläre Elektrostimulation (nicht während des Gehens)

Bei der zyklischen Elektrostimulation werden einzelne Muskeln oder auch mehrere Muskeln meist beim liegenden oder sitzenden Patienten in einer vorgegebenen zeitlichen Abfolge rhythmisch stimuliert. Ziel ist meist ein Muskeltraining, die Stimulation geschieht häufig außerhalb eines funktionellen Kontexts. Es werden können aber auch durch Mehrkanalstimulation gehähnliche Gelenkbewegungen induziert werden.

Evidenz

Zur zyklischen 1-Kanal Stimulation liegt eine randomisierte, kontrollierte Studie bei Patienten im subakuten Stadium nach Schlaganfall vor (Yavuzer et al. 2006). Die Patienten waren in der Lage, zumindest mit Hilfe einzelne Schritte zu gehen. Beide Gruppen nahmen für 4 Wochen an einem konventionellen Programm zur Schlaganfallrehabilitation teil. Bei der Interventionsgruppe wurde zusätzlich für 10 Minuten täglich, 5 mal wöchentlich der M. tibialis anterior des betroffenen Beins zyklisch stimuliert. Abgesehen von der kurzen Therapiezeit wurde auch eine kleines on-/off Verhältnis von 10 Sekunden Stimulation versus 50 Sekunden Pause verwendet, was möglicherweise die therapeutische Wirkung der Stimulation schmälert.

Zur zyklischen Mehrkanalstimulation mit Erzeugung gehähnlicher Bewegungen liegt eine dreiarmige randomisierte, kontrollierte Studie von Yan et al. (2005) vor. Es wurden nicht gehfähige Patienten im frühen subakuten Stadium nach Schlaganfall nach einer dreiwöchigen Therapiephase untersucht, eine Follow-Up Untersuchung erfolgte 8 Wochen nach Schlaganfall. Alle drei Gruppen erhielten eine konventionelle, stationäre Schlaganfallrehabilitation. Bei der Interventionsgruppe (FES-Gruppe) erfolgte zusätzlich für drei Wochen, fünfmal wöchentlich, für 30 Minuten täglich eine zyklische Elektrostimulation des M. tibialis anterior, M. gastrocnemius, M. quadriceps femoris und der ischiocruralen Muskeln des betroffenen Beines im Liegen in Seitenlage, wobei das Bein wie in einem Schlingentisch aufgehängt war. Durch die Elektrostimulation sollten gehähnliche Beinbewegungen induziert werden. In der Placebo-Gruppe erfolgte für 60 Minuten täglich eine Schein-Stimulation mit einem Stimulator, dessen Ausgang unterbrochen war. Die Kontrollgruppe erhielt nur

Tab. 44: Zyklische neuromuskuläre Elektrostimulation (nicht während des Gehens)

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	akut/subakut/ chronisch	GF	GG	GS	B
2b –	Yavuzer ei al. 2006	• 10 Minuten zyklische Elektrostimulation des M. tibialis anterior am paretischen Bein zusätzlich zu einer konventionellen Schlaganfallrehabilitation vs. • Konventionelle Reha alleine	12/13	subakut		Ø		
1b– +	Yan et al. 2005	• Zyklische 4-Kanal Stimulation im Liegen zur Erzeugung gehähnlicher Beinbewegungen + Standardrehabilitation (SR) vs. • Schein-Stimulation + SR	13/15	subakut	+			*)
		• Zyklische 4-Kanal Stimulation im Liegen zur Erzeugung gehähnlicher Beinbewegungen + Standardrehabilitation (SR) vs. • SR alleine	13/13	subakut	+			*)

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance, *) nicht verwendet, da nur bei gehfähiger Subgruppe analysiert

die Standard-Rehabilitation. Bei dieser Studie wurde neben der Gehfähigkeit auch der Timed-Up and Go Test als leitlinienrelevantes Kriterium untersucht, da aber Daten nur für die gehfähigen Patienten vorliegen und die Zahl der gehfähigen Patienten in der Kontrollgruppe unter 40% lag, wurde dieses Kriterium nicht gewertet (Tab. 44).

Gehfähigkeit

In der dreiarmigen Studie mit 4-Kanal Stimulation zur Erzeugung gehähnlicher Bewegungen des paretischen Beines in Seitenlage (Yan et al. 2005) wurde die Gehfähigkeit mit Verwendung eines 4-Punkt Stockes als dichotome Variable untersucht. Die Zahl der gehfähigen Patienten in der FES-Gruppe / Placebo-Gruppe / Kontrollgruppe (Gruppengröße bei Auswertung 13/15/13) betrug vor Therapiebeginn 2/1/2; nach der dreiwöchigen Therapiephase stieg die Zahl auf 10/8/5 und in der Follow-up-Messung acht Wochen nach Schlaganfall auf 11/9/6 an. Diese Unterschiede waren sowohl bei der Messung nach drei Wochen Therapie als auch bei der Follow-up-Messung auf einem Signifikanzniveau von $p = 0{,}05$ signifikant für die FES-Gruppe im Vergleich zur Placebo-Stimulation und Kontrollgruppe.

Zu erwähnen ist noch, dass die Idee des Erzeugens gehähnlicher Bewegungen im Liegen im frühen Stadium nach Schlaganfall von einer russischen Arbeitsgruppe aufgegriffen wurde. In einer kontrollierten Studie (Solopova et al. 2011) wurden gehähnliche, reziproke, bilaterale Beinbewegungen im Liegen durch FES sowie eine Art Bewegungsschiene kombiniert erzeugt. Auch in dieser Studie fanden sich positive Auswirkungen auf die Steh- und Gehfähigkeit der Patienten in der Interventionsgruppe (Studie wurde wegen der fehlenden Randomisierung nicht direkt für die Leitlinie verwendet).

Somit ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass zyklische Mehrkanal-Elektrostimulation mit Erzeugung gehähnlicher Bewegungen des in Seitenlage hängenden paretischen Beines die Gehfähigkeit von **subakuten**, initial nicht gehfähigen Patienten verbessert.

Eine zyklische Mehrkanalstimulation zur Erzeugung gehähnlicher Beinbewegungen des paretischen Beines im Liegen **kann** bei **subakuten**, nicht gehfähigen Schlaganfallpatienten zur Verbesserung der Gehfähigkeit angewandt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Gehgeschwindigkeit

In der Studie zur zyklischen Elektrostimulation des M. tibialis anterior (Yavuzer et al. 2006) wurde die selbstgewählte Gehgeschwindigkeit auf einer 10-Meter Strecke untersucht. Es bestand bereits in der Baseline-Messung ein signifikanter Gruppenunterschied für die Gehgeschwindigkeit zugunsten der Kontrollgruppe, was die Validität der bereits aus o.g. methodischen Gründen (kurze Therapiedauer, niedriges On-/Off-Verhältnis) abgewerteten Studie weiter eingeschränkt. Es ergab sich kein signifikanter Anstieg der Gehgeschwindigkeit nach der vierwöchigen Therapiephase im Gruppenvergleich.

Somit ergibt sich eine **sehr niedrige Qualität der Evidenz,** dass zusätzliche zyklische 1-Kanal-Elektrostimulation des M. tibialis anterior mit niedriger Therapieintensität während eines Standard-Rehabilitationsprogramms bei **subakuten** Patienten **nicht** zu einer höheren Gehgeschwindigkeit führt.

Es kann **keine Empfehlung** für zusätzliche zyklische Elektrostimulation des M. tibialis anterior zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall gegeben werden.

4.9.6 Extern getriggerte neuromuskuläre Elektrostimulation (nicht während des Gehens)

Diese Therapie ähnelt der zyklischen neuromuskulären Elektrostimulation (NMES), allerdings erfolgt das Timing nicht durch einen internen Taktgeber im Stimulator sondern durch einen Taster, der vom Patienten oder Therapeuten gedrückt wird.

Evidenz

Eine randomisierte, kontrollierte Studie (Mesci et al. 2009) zur extern getriggerten NMES bei 40 Patienten im chronischen Stadium nach Schlaganfall erfüllt die Krite-

Tab. 45: Extern getriggerte neuromuskuläre Elektrostimulation (nicht während des Gehens)

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b +	Mesci et al. 2009	• Extern getriggerte 1-Kanal NMES des M. tibialis anterior im Sitzen als add-on zur konventionellen Rehabilitation vs. • Konventionelle Reha alleine	20/20	chronisch	Ø			

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Tab. 46: Gemischte Elektrostimulations-Programme untere Extremität (auch während des Gehens)

Evidenzklasse	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium Initial gehfähig	GF	GG	GS	B
1b– +	MacDonnel et al. 1994	• 5 x wöchentlich zyklische Elektostimulation des N. peronaeus und 3 x wöchentlich funktionelles Training mit manuell getriggerter FES vs. • 5 x wöchentl. supervidiertes Eigenübungsprogramm und 3 x wöchentlich funktionelles Training ohne FES	20/18	subakut	(+)[1]			

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance
[1] Signifikante Gruppenunterschiede nur für die Differenzen des FAC zur Baseline-Messung, nicht für Absolutwerte

rien dieser Leitlinie. Beide Gruppen erhielten ein Standard-Rehabilitationsprogramm. Bei der NMES-Gruppe wurde zusätzlich über vier Wochen je fünf Tage pro Woche für 20 Minuten der M. tibialis anterior mit 50 Hz im Sitzen elektrisch stimuliert. Es geht aus der Arbeit nicht klar hervor, ob der Patient oder der Therapeut die Stimulation auslöst, es wird in der Arbeit aber betont, dass der Triggerknopf die Teilnahme der Patienten an der Behandlung verbesserte (Tab. 45).

Gehfähigkeit

In der o. g. Studie von Mesci et al. wurden die Functional Ambulation Categories (FAC) als Maß für die Gehfähigkeit untersucht. Es ergaben sich vor und nach der Behandlung keine signifikanten Änderungen für den FAC. Allerdings kam es nach der Anwendung der Elektrostimulation zu signifikanten Verbesserungen in der Spastik und im passiven Bewegungsausmaß im oberen Sprunggelenk (die aber nicht Zielkriterien dieser Leitlinie sind).

Somit ergibt sich eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass zusätzliche extern getriggerte neuromuskuläre Elektrostimulation (NMES) der Dorsalflexoren des Fußes im Sitzen bei **chronischen** Patienten die Gehfähigkeit **nicht** verbessert. Wegen der positiven Auswirkungen auf Spastik und Bewegungsbereich wird aber keine negative Empfehlung dieser Add-on Therapie ausgesprochen.

Es kann **keine Empfehlung** ausgesprochen werden, extern getriggerte neuromuskuläre Stimulation der Dorsalflexoren des Fußes als Add-on Therapie zur Verbesserung der Gehfähigkeit im **chronischen Stadium** einzusetzen.

4.9.7 Gemischte Elektrostimulations-Programme untere Extremitäten (auch während des Gehens)

Um sich besser an unterschiedliche funktionelle Fähigkeiten der Patienten anzupassen, wurden auch flexible oder gemischte Trainingsprogramme mit funktioneller Elektrostimulation entwickelt, bei denen z.B. zyklische FES-induzierte Einzelgelenkbewegungen bei Parese Grad 0/5 – 1/5 nach MRC eingesetzt werden; bei funktionell besserem Status auch FES-assistierte Bewegungen, auch im funktionellen Kontext bei Bewegungsübungen und Gangtraining .

Evidenz

Es liegt eine randomisierte, kontrollierte Studie zu gemischten FES-Programmen mit Oberflächen-stimulation bei subakuten, primär nicht gehfähigen Patienten nach Schlaganfall vor (MacDonnel et al. 1994). In der Interventionsgruppe (FES-Gruppe) (n = 20) wurde während einer vierwöchigen Trainingsperiode fünf Tage pro Woche eine zyklische Elektrostimulation des N. peronaeus am betroffenen Bein mit Oberflächenelektroden durchgeführt, um eine Dorsalflexion des Fußes zu erreichen, Reizfrequenz 30–50 Hz, 10 sec. On / 30 sec. Off, wobei die Therapiedauer je nach neuromuskulärer Ermüdungsresistenz auf 30–40 Minuten gesteigert wurde. Zusätzlich wurde dreimal wöchentlich für 20 Minuten FES-assistierte Bewegungsübungen oder ein funktionelles, FES-assistiertes Training durchgeführt. Als limitierend werden unangenehme Empfindungen am Reizort und lokale Ermüdung angeführt. Die Kontrollgruppe (n=18) führte zunächst unter therapeutischer Supervision, später ohne Supervision fünfmal wöchentlich ein Eigenübungsprogramm durch. Zusätzlich nahmen sie dreimal wöchentlich für 20 Minuten an einer Therapieeinheit mit Bewegungsübungen und funktionellem Training statt, diese Therapie entsprach der Therapie in der FES-Gruppe, jedoch ohne Elektrostimulation. Ob das funktionelle Training auch ein Gangtraining beinhaltete, geht aus der Arbeit nicht klar hervor. Die Outcome-Messungen wurden vor und nach der vierwöchigen Trainingsperiode sowie acht Wochen nach Rekrutierung der Patienten durchgeführt (Tab. 46).

Gehfähigkeit

In der Baseline-Messung ergaben sich keine signifikanten Gruppenunterschiede in den Functional Ambulation Categories (FAC). Beide Gruppen verbesserten sich nach

vier und acht Wochen signifikant im FAC. Die Differenz des FAC zum Ausgangswert war im Gruppenvergleich in der FES-Gruppe nach vier Wochen und acht Wochen signifikant höher als in der Kontrollgruppe ($p = 0{,}05$). Die Absolutwerte für den FAC waren in der FES-Gruppe nach vier und acht Wochen höher als in der Kontrollgruppe, allerdings war dieser Unterschied statistisch nicht signifikant.

Somit ergibt sich eine **sehr niedrige Qualität der Evidenz,** dass Elektrostimulation des N. peronaeus in einem gemischten Programm mit zyklischer Stimulation und funktioneller Stimulation während funktioneller Aktivitäten im Vergleich zu einem Übungsprogramm ohne FES die Gehfähigkeit von subakuten, initial nicht gehfähigen Patienten verbessert.

Es kann **keine Empfehlung** gegeben werden, ein gemischtes Programm mit zyklischer Elektrostimulation des N. peronaeus und FES-assistierten funktionellen Bewegungsübungen einem Übungsprogramm ohne FES zur Verbesserung der Gehfähigkeit vorzuziehen.

4.9.8 Fahrradtraining (Cycling) mit Funktioneller Elektrostimulation (FES)

Beim FES-unterstützen Fahrradfahren wird die Abfolge der Muskelstimulation meist durch einen Winkelsensor am Tretlager gesteuert. Wegen unterschiedlicher anatomischer Maße der Patienten ist eine individuelle Anpassung des Reizprogramms notwendig. Besonders durch die jüngsten Entwicklungen im E-Bike bzw. Pedelec Bereich ist FES-unterstütztes Fahrradfahren mit einem Dreirad für Patienten mit zentralmotorischen Lähmungen auch draußen gut möglich. Trotzdem wird in den Studien meist ein Fahrradergometer, häufig auch mit Motorunterstützung, zur Realisierung eines FES-gestützten Fahrradtrainings eingesetzt.

Evidenz

Zur Fragestellung der Leitlinie liegen zwei randomisierte, kontrollierte Studien zum FES-unterstützen Fahrradtraining aus derselben Arbeitsgruppe vor. In der Studie von Ferrante et al. (2008) erhielt die Interventionsgruppe während einer Standardrehabilitation über 4 Wochen 35 Minuten täglich ein Training auf dem Fahrradergometer mit gemischten Einheiten von 3 x 5 Minuten passivem Radfahren und 2 x 10 Minuten FES-unterstütztem Radfahren mit Stimulation von je vier verschiedenen Muskeln an beiden Beinen (M. glutaeus maximus, M. quadriceps femoris, ischiocrurale Muskeln, M. tibialis anterior). Die Patienten waren instruiert, nicht aktiv die Bewegung durchzuführen. Die Kontrollgruppe erhielt das Standard-Rehabilitationsprogramm ohne FES und ohne Fahrradtraining; der Therapieumfang in beiden Gruppen war drei Stunden täglich.

In der zweiten randomisierten, kontrollierten Studie (Ambrosini et al. 2011) wurde in der Interventionsgruppe 15 Minuten FES-gestütztes Fahrradtraining plus 2 x 5 Minuten passives Radfahren plus Standardrehabilitation durchgeführt. Die Kontrollgruppe erhielt die gleichen Therapien aber mit Placebo-FES. In dieser Studie wurde keine reine Schlaganfallpopulation untersucht, 3 von 30 Patienten in der Endauswertung hatten ein Schädel-Hirn Trauma. 77 % der Patienten waren initial nicht in der Lage, 50 m zu gehen, daher wird das Studienkollektiv als initial nicht gehfähig betrachtet.

Die Autoren beider Studien betonten, dass das Radfahren mit FES effizient sei, da es zu signifikanten motorischen Verbesserungen (z. B. Leistung, Motricity Index, Aufstehen/Hinsetzen) gekommen sei. Als für die Leitlinien relevante Parameter wurde nur die Gehgeschwindigkeit untersucht (Tab. 47).

Gehgeschwindigkeit

In der ersten Studie (Ferrante et al. 2008) führte FES-gestütztes Fahrradtraining als Teil eines Rehabilitationsprogramms zu keiner Verbesserung der Gehgeschwindigkeit in einem 50-Meter-Gehtest im Vergleich

Tab. 47: Fahrradtraining (Cycling) mit FES

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b– +	Ferrante et al. 2008	• Eine Sitzung/d mit 2 x 10 Min. FES-induziertes und 3 x 5 Min passives Radfahren auf einem motorunterstützten Fahrradergometer + Standardrehabilitation 3 h/d vs • Standardrehabilitation ohne FES (gleicher Therapieumfang)	10/10	subakut		Ø		
1b– +	Ambrosini et al. 2011	• FES unterstütztes (15min) und passives (2 x 5 min) Radfahren auf einem motorunterstützen Fahrradergometer 5 x wöchentl. + Standardrehabilitation vs. • Gleiche Therapie, aber mit Placebo-Stimulation	15/15 (Stroke: 14/13, TBI: 1/2)	subakut		Ø		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

zu einer Standardrehabiliation ohne FES mit gleichem Therapieumfang.

In der Studie von Ambrosini et al. (2011) führte FES-gestütztes Fahrradtraining im Vergleich zu Fahrradtraining mit Placebo-Stimulation ebenfalls zu keiner Verbesserung der Gehgeschwindigkeit im 50 Meter Gehtest. Da beide Studien aus der gleichen Arbeitsgruppe stammten und in der Studie von 2011 kein reines Schlaganfallskollektiv untersucht wurden, wurde der Grad der Evidenz um eine Stufe abgewertet.

Somit ergibt sich eine niedrige Qualität der Evidenz, dass FES gestütztes Fahrradfahren als Teil der Rehabilitation oder im Vergleich zum passiven Fahrradfahren auf einem Standfahrrad die Gehgeschwindigkeit von **subakuten**, initial überwiegend nicht gehfähigen Patienten **nicht** verbessert.

Es kann **keine Empfehlung** für FES-gestütztes Fahrradtraining zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **subakuten** Patienten nach Schlaganfall ausgesprochen werden.

4.9.9 Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS), sensorische Stimulation (ohne Elektroakupunktur)

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Anwendungen der Elektrostimulation, bei denen die Erzeugung einer Muskelkontraktion durch die elektrische Reizung und damit Auslösung einer Bewegung ein wichtiger Aspekt der Therapie war, steht in diesem und im folgenden Abschnitt (Elektroakupunktur) die Reizung afferenter Nervenfasern im Vordergrund, um positive Veränderungen im zentralen Nervensystem auszulösen. In der Regel erfolgt die Reizung unterhalb der motorischen Reizschwelle, teilweise aber auch überschwellig mit Auslösung einer lokalen Muskelzuckung, die aber zu keiner funktionellen Bewegung führt. Dabei sind die den beschriebenen Therapien zugrundeliegenden Hypothesen und neurophysiologischeModelle verschieden.

In der Studie von Chen et al. (2005) erfolgte die Stimulation am Übergang des M. gastrocnemius zur Achillessehne des betroffenen Beines, um damit 1b Afferenzen von Golgi Sehnenorganen zu stimulieren. Es wird angenommen, dass mit dieser Art der Stimulation über Aktivierung inhibitorischer 1b Verbindungen zu den spinalen motorischen Zentren sich die Spastik vermindern und die motorische Funktion verbessern lässt.

In der Studie von Yavuzer et al. (2007) wurde dagegen der N. peronaeus communis des paretischen Beines unterhalb der motorischen Reizschwelle stimuliert unter der Annahme, dass sich durch die sensorische Stimulation die neuronale Plastizität des Gehirns verbessern lässt.

Evidenz

Wenn man von den Studien mit Elektroakupunktur absieht (siehe folgendes Kapitel 4.9.10), liegen die zwei oben erwähnten randomisierten klinischen Studien zur Elektrostimulation unterhalb der motorischen Reizschwelle vor.

In der Studie von Chen (2005) wurden 24 gehfähige Patienten im chronischen Stadium nach Schlaganfall (> 12 Monate) in zwei Gruppen à 12 Patienten randomisiert. Patienten mit einer Spastik von 2–3 nach der modifizierten Ashworth Skala wurden eingeschlossen. Die Behandlungsdauer betrug einen Monat, wobei das begleitende Rehabilitationsprogramm nicht näher beschrieben wurde. Die Interventionsgruppe erhielt 20 Minuten täglich sechs Tage pro Woche Elektrostimulation am Übergang des M. gastrocnemius zur Achillessehne. Die Kontrollgruppe erhielt eine Placebo-Stimulation (Reizintensität = 0).

In der Studie von Yavuzer (2007) wurden je 30 subakute Patienten nach Schlaganfall (15 pro Gruppe) in die beiden Gruppen eingeschlossen. Die Patienten waren stehfähig und in der Lage, zumindest einen Schritt zu gehen (partiell gehfähig). Die Interventionsgruppe erhielt 30 Minuten täglich, 5 x wöchentlich sensorische Elektrostimulation des N. peronaeus communis plus konventionelle Rehabilitation. Auch in dieser Studie erhielt die Kontrollgruppe eine Placebo-Stimulation (Tab. 48).

Tab. 48: Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS), sensorische Stimulation, Elektroakupunktur

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b– +	Chen et al. 2005	• 20 Min. Elektrostimulation am Übergang des M. gastro-cnemius zur Achillessehne knapp unterhalb der motorischen Reizschwelle (Annahme, damit inhibitorische 1b Afferenzen zu stimulieren) vs. • Schein-Stimulation	12/12	chronisch		+		
1b– +	Yavuzer et al. 2007	• 30 Minuten tgl., 5 x wöchentlich Elektrostimulation des N. peronaeus unterhalb der motorischen Schwelle plus konventionelle Rehabilitation vs. • Scheinstimulation und konventionelle Rehabilitation	15/15	subakut		Ø		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Gehgeschwindigkeit

In der Studie von Chen et al. (2005) führte TENS am Sehnenübergang des M. gastrocnemius nach einem Monat Therapie bei chronischen, gehfähigen Patienten zu einer Verbesserung der Gehgeschwindigkeit im 10 Meter Gehtest, während es unter Placebo-Stimulation zu keiner Verbesserung kam.

In der Studie von Yavuzer et al. (2007) führte die sensorische Elektrostimulation des N. peronaeus zusätzlich zu konventioneller Rehabilitation im Vergleich zur Placebo-Stimulation zu keiner signifikanten Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei subakuten, partiell gehfähigen Patienten nach Schlaganfall.

Somit ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass TENS am Sehnenübergang des M. gastrocnemius verglichen mit Placebo-Stimulation bei **chronischen**, gehfähigen Patienten mit spastischer Tonuserhöhung des M. gastrocnemius die Gehgeschwindigkeit verbessert.
Es ergibt sich eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass TENS des N. peronaeus unterhalb der motorischen Schwelle vs Placebo-Stimulation die Gehgeschwindigkeit bei **subakuten**, teilweise gehfähigen Patienten **nicht** verbessert

TENS am Sehnenübergang des spastischen M. gastrocnemius **kann** bei **chronischen,** gehfähigen Schlaganfallpatienten zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit angewandt werden **(Empfehlungsgrad 0**).
Es kann keine Empfehlung für TENS des N. peronaeus zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei subakuten Patienten nach Schlaganfall ausgesprochen werden.

4.9.10 Elektroakupunktur und Elektrostimulation an Akupunkturpunkten

Das Modul Elektroakupunktur wird getrennt von dem Modul Nadelakupunktur (Kapitel 4.5.4) abgehandelt. Grundlage der Elektroakupunktur ist die Platzierung einer Akupunkturnadel an Akupunkturpunkten und deren elektrische repetitive Reizung. Es wird daher davon ausgegangen, dass die Effekte der elektrischen Stimulation zumindest zu einem erheblichen Teil zu Effekten der Akupunkturbehandlung beitragen. Studien zur reinen Elektroakupunktur wurden nicht gefunden, sondern nur Studien zur Kombination von konventioneller Nadelakupunktur und Elektroakupunktur oder zur Elektrostimulation an Akupunkturpunkten mit Oberflächenelektroden (»TENS«). In einer Studie wurde die Nadelakupunktur inklusive Elektroakupunktur mit Nadeln mit der Elektrostimulation an Akupunkturpunkten mit Oberflächenelektroden verglichen.

Evidenz

Insgesamt liegen vier Studien akzeptabler Qualität zur Elektroakupunktur bzw. zur Elektrostimulation an Akupunkturpunkten bei Patienten in der subakuten Phase vor. Johansson und Mitarbeiter untersuchten 1993 insgesamt 78 Patienten mit Halbseitenlähmung nach Schlaganfall mit schweren Einschränkungen der ADL-Funktionen. Davon erhielten 40 Patienten während eines intensiven Rehabilitationsprogramms über eine Gesamtdauer von 10 Wochen zweimal täglich Akupunktur an der paretischen und nichtparetischen Seite an traditionellen chinesischen Akupunkturpunkten. Zehn Nadeln wurden injiziert und für jeweils 30 Minuten belassen. In Ergänzung zu dieser (mechanischen) Stimulation wurden vier Nadeln auf der betroffenen Seite mit einer Frequenz von 2–5 Hertz elektrisch stimuliert, sodass eine Muskelkontraktion erzielt wurde. Aus der Arbeit geht nicht hervor, in welcher zeitlichen Abfolge die Stimulation zur konventionellen Therapie erfolgt.

Die gleiche Arbeitsgruppe untersuchte 2001 insgesamt 150 Patienten in einem randomisierten Design in drei Therapiegruppen. Die primäre Interventionsgruppe erhielt eine Kombination aus Nadelakupunktur inklusive Elektroakupunktur sowohl der betroffenen als auch der nicht betroffenen Seite. Die Patienten der beiden Vergleichsgruppen erhielten entweder transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS) mit hoher Intensität (oberhalb der motorischen Reizschwelle) und niedriger Frequenz an Akupunkturpunkten der betroffenen Körperhälfte oder niedrigintensive (unterhalb der sensorischen Schwelle), hochfrequente Elektrostimulation mit gleicher Elektrodenplatzierung wie in der TENS-Gruppe (Kontrollgruppe).

In einer weiteren Studie untersuchten Yan und Mitarbeiter (2009) insgesamt 62 Patienten im Mittelwert von 9,2 Tagen nach dem Ereignis, die ebenfalls auf drei Behandlungsarme aufgeteilt wurden. Die Interventionsgruppe erhielt eine elektrische Stimulation an vier Akupunkturpunkten in der betroffenen unteren Extremität, die Kontrollgruppe ein identisches Behandlungsregime, jedoch mit Unterbrechung des Stromkreisstimulators. Die Vergleichsgruppe erhielt eine Standardrehabilitation. Der »Timed up and go« als einziges studienrelevantes Zielkriterium wurde jeweils nur bei gehfähigen Patienten erhoben, was bei Studieneinschluss nur bei insgesamt sieben Patienten der Fall war, so dass diese Studie nicht in die Bewertung eingeht.

In der Studie von Ng und Mitarbeitern (2007) wurde keine klassische Elektroakupunktur, sondern TENS an Akupunkturpunkten des betroffenen Beines in einem vierarmigen Parallelgruppendesign bei chronischen Schlaganfallpatienten (durchschnittlich mehr als fünf Jahre nach Schlaganfall) untersucht. Abgesehen von acht Instruktionssitzungen im Labor wurde die Therapie von den Patienten zuhause durchgeführt. Die erste

Tab. 49: Elektroakupunktur und Elektrostimulation an Akupunkturpunkten

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b +	Johansson et al. 1993	• Zusätzliche Nadelakupunktur + Elektroakupunktur an 4 Punkten während intensiver Rehabilitation vs. • Rehabilitation ohne Akupunktur	40/38	subakut	+			+
1b ++	Johansson et al. 2001	• Elektroakupunktur vs. • TENS	48/51	subakut	Ø	Ø		
		• Elektroakupunktur vs. • unterschwelliger Hochfrequenzstimulation an Akupunkturpunkten	48/51	subakut	Ø	Ø		
1b +	Ng et al. 2007	• TENS-Gruppe: 60 Minuten TENS an 4 Akupunkturpunkten des betroffenen Beines vs. • keine Behandlung	19/20	chronisch		Ø		
		• TENS + TRT Gruppe: 60 Minuten TENS an 4 Akupunkturpunkten gefolgt von 60 Minuten aufgabenorientiertem Training vs. • keine Behandlung	21/20	chronisch		+		
		• TENS + TRT Gruppe: 60 Minuten TENS an 4 Akupunkturpunkten gefolgt von 60 Minuten aufgabenorientiertem Training vs. • Placebo-TENS & aufgabenorientiertem Training	21/20	chronisch		+		
		• Placebo-TENS + TRT Gruppe: 60 Minuten Placebo-TENS (Ausgang des Stimulators nicht angeschlossen) gefolgt von 60 Minuten aufgabenorientiertem Training vs. • Keine Behandlung	20/20	chronisch		Ø		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Interventionsgruppe (TENS-Gruppe) erhielt täglich 60 Minuten TENS (2- bis 3-fach oberhalb der sensorischen Schwelle) an vier Akupunkturpunkten des betroffenen Beines. Die TENS+TRT Gruppe erhielt nach der TENS-Behandlung jeweils noch 60 Minuten aufgabenorientiertes Training. Die dritte Gruppe erhielt Placebo-TENS gefolgt von aufgabenorientiertem Training. Die vierte Gruppe (Kontrollgruppe) erhielt keine Behandlung (Tab. 49).

Gehfähigkeit

Im Hinblick auf die Gehfähigkeit zeigten sich in der Studie von Johansson und Mitarbeitern 1993 signifikante Unterschiede in der Gehfähigkeit (gemessen mit dem »mobility score« aus dem von Lindmark entwickelten »modified motor assessment chart« (Lindmark & Hamrin 1988) zugunsten der Gruppe mit zusätzlicher Nadel- und Elektroakkupunktur. Dagegen ergaben sich in dem »motor function score« aus dem gleichen Assessment, mit dem vor allem Einzelbewegungen und repetitive Bewegungen gemessen wurden, keine signifikanten Gruppenunterschiede. Beim Vergleich der Elektroakupunktur mit anderen Formen der Elektrotherapie an Akupunkturpunkten, zeigte sich in der Studie von Johannson und Mitarbeitern 2001 jedoch kein differentieller Effekt bezüglich Gehfähigkeit.

Somit besteht **mittlere Qualität der Evidenz**, dass zusätzliche Nadel-Akupunktur inklusive Elektroakupunktur während eines intensiven Rehabilitationsprogramms im **subakuten Stadium** die Gehfähigkeit verbessert. Gleichzeitig besteht aber auch **mittlere Evidenz**, dass diese Verbesserung nicht stärker ist als nach der Anwendung anderer Elektrotherapien, insbesondere als die TENS mit Oberflächenelektroden an Akupunkturpunkten.

Somit **kann** die Nadelakupunktur inklusive Elektroakupunktur im **subakuten Stadium** als zusätzliche Therapie während eines intensiven Rehabilitationsprogramms angewandt werden, wenn eine Verbesserung der Gehfähigkeit angestrebt wird **(Empfehlungsgrad 0)**.
Es kann **keine Empfehlung** gegeben werden, Nadel-Akupunktur inklusive Elektroakupunktur einer TENS mit Oberflächenelektroden an Akupunkturpunkten vorzuziehen, wenn die Gehfähigkeit im **subakuten Stadium** verbessert werden soll.

Gehgeschwindigkeit

In der dreiarmigen Studie von Johansson et al. (2001) bei subakuten Patienten ergaben sich bezüglich der Gehgeschwindigkeit keine signifikanten Unterschiede beim Vergleich von Nadelakupunktur inklusive Elektroakupunktur, TENS an Akupunkturpunkten oder unterschwelliger, hochfrequenter Elektrostimulation an Akupunkturpunkten (Kontrollgruppe).

In der vierarmigen Studie von Ng et al. 2007 bei chronischen Patienten verbesserte sich die Gehge-

schwindigkeit nach vier Wochen TENS an Akupunkturpunkten im Vergleich zu keiner Behandlung nicht signifikant, wenn TENS als alleinstehende Therapie durchgeführt wurde. Wurde jedoch nach jeweils 60 Minuten TENS noch weitere 60 Minuten ein aufgabenorientiertes Training durchgeführt, so kam es zu einem signifikanten Anstieg der Gehgeschwindigkeit verglichen mit keiner Therapie, mit TENS alleine oder mit Placebo-TENS gefolgt von aufgabenorientiertem Training. 60 Minuten Placebo-TENS gefolgt von 60 Minuten aufgabenorientiertem Training hatte dagegen im Vergleich zu keiner Behandlung oder TENS alleine keinen signifikanten Effekt auf die Gehgeschwindigkeit. Nach den Ergebnissen dieser Studie verbessert die Vorbehandlung mit TENS an Akupunkturpunkten den Effekt von aufgabenorientiertem Training auf die Gehgeschwindigkeit.

Somit besteht eine **mittlere Qualität der Evidenz,** dass Nadelakupunktur inklusive Elektroakupunktur im **subakuten Stadium** die Gehgeschwindigkeit **nicht** mehr verbessert als andere Elektrotherapien an Akupunkturpunkten.
Weiterhin ergibt sich eine **mittlere Qualität der Evidenz,** dass im **chronischen Stadium** TENS an Akupunkturpunkten als alleinstehende, zusätzliche Therapie die Gehgeschwindigkeit **nicht** verbessert.
Es besteht eine **mittlere Qualität der Evidenz,** dass im **chronischen Stadium** eine zusätzliche Therapie mit TENS gefolgt von aufgabenorientiertem Training gegenüber keiner Therapie, gegenüber TENS alleine und gegenüber Placebo-TENS gefolgt von aufgabenorientiertem Training zu einer Verbesserung der Gehgeschwindigkeit führt.

Daher kann **keine Empfehlung** für die Nadelakupunktur inklusive Elektroakupunktur im **subakuten Stadium** zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit ausgesprochen werden.
Im **chronischen Stadium** kann für TENS an Akupunkturpunkten als alleinstehende Therapie zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit **keine Empfehlung** ausgesprochen werden.
TENS an Akupunkturpunkten **kann** im **chronischen Stadium** eingesetzt werden, um den Effekt von nachfolgendem aufgabenorientierten Training auf die Gehgeschwindigkeit zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0).**

Balance

Im Hinblick auf die Balance liegt mit Johannsson et al. (1993) nur eine Studie vor. Hier fand sich durch eine zusätzliche Anwendung der Elektroakupunktur eine signifikante Verbesserung der Balance (gemessen mit dem »balance score« aus dem von Lindmark entwickelten »modified motor assessment chart« [Lindmark & Hamrin, 1988]).

Daher besteht **mittlere Qualität der Evidenz**, dass zusätzliche Nadelakupunktur inklusive Elektroakupunktur während eines intensiven Rehabilitationsprogramms im **akuten/subakuten Stadium** die Balance verbessert.

Somit **kann** zusätzliche Nadelakupunktur inklusive Elektroakupunktur während eines intensiven motorischen Trainings bei Patienten im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall angewandt werden, wenn eine Verbesserung der Balance angestrebt wird **(Empfehlungsstärke 0)**.

GESAMTBEWERTUNG ELEKTROSTIMULATION

Elektrostimulation zur Verbesserung des Gehens oder der Balance umfasst sehr heterogene Interventionen mit unterschiedlichen neuronalen Zielsystemen und unterschiedlicher Reiztechnik und Reizparameter. Entscheidend ist auch der funktionelle Bezug der Elektrostimulation zu funktionellen Bewegungen des Zielsystems oder als Ergänzung zu anderen Therapien. Auf Grund der Heterogenität liegen für die meisten Interventionen nur einzelne Studien vor, so dass die Qualität der Evidenz und dementsprechend die Stärke der Empfehlungen meist niedrig sind.
Die schrittsynchrone Stimulation des N. peronaeus in der Schwungphase zur Behandlung des Fallfußes wird meist im chronischen Stadium nach Schlaganfall neuroprothetisch eingesetzt (siehe Kapitel 4.10). Allerdings konnte in den vorliegenden Studien kein therapeutischer Effekt im Sinne einer Verbesserung der Gehgeschwindigkeit ohne Stimulationssystem bei chronischen Patienten nach Schlaganfall dokumentiert werden – weder für Systeme mit Oberflächenelektroden noch für implantierte Systeme. Bei Patienten im subakuten Stadium kann keine Empfehlung gegeben werden, die N. peronaeus Stimulation mit Oberflächenelektroden einer Sprunggelenksorthese vorzuziehen, um Gehfähigkeit, Gehgeschwindigkeit oder Gehstrecke zu verbessern.
Die Funktionelle Elektrostimulation während eines gezielten Gangtrainings im subakuten Stadium nach Schlaganfall kann die Effekte des Gehtrainings auf Gehgeschwindigkeit und Gehstrecke verbessern. Die beste Empfehlungsgrad (B) [2 Studien unterschiedlicher Arbeitsgruppen mit konsistentem Ergebnis] liegt für das Gehtraining mit schrittsynchroner Stimulation von Flexorreflex-Afferenzen zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit vor. Für diese Anwendung spricht auch die einfache Handhabbarkeit mit nur einem benötigten Elektrodenpaar.
Auch die funktionelle elektrische Mehrkanalstimulation

kann während des Gangtrainings eingesetzt werden, um die Gehstrecke gegenüber einem Gangtraining ohne Elektrostimulation zu verbessern. Allerdings ist die funktionelle Mehrkanalstimulation aufwändig und daher nur für klinische Zentren, welche schwerpunktmäßig FES anwenden, zu empfehlen. Funktionelle Elektrostimulation wurde auch in Kombination mit elektromechanischem Gangtrainer bei nicht gehfähigen, subakuten Patienten untersucht. In den vorliegenden Studien wurden sowohl für die Gangtrainer-Therapie ohne FE als auch die kombinierte Therapie mit Gangtrainer und FES gegenüber einer konventionellen Gangtherapie positive Effekte auf Gehfähigkeit und Gehgeschwindigkeit gefunden, allerdings für die kombinierte Therapie mit FES keine signifikant besseren Effekte als für die Gangtrainer-Therapie ohne FES.

Für die neuromuskuläre Stimulation außerhalb des funktionellen Kontextes (d.h. nicht während des Gehens angewandt) konnte in den meisten Studien keine Effekte auf Parameter nachgewiesen werden, die für das Gehen relevant sind. Dies gilt sowohl für die zyklische Elektrostimulation als auch die extern getriggerte Elektrostimulation des M. tibialis anterior. FES-gestütztes Fahrradfahren führt zu keiner signifikanten Verbesserung der Gehgeschwindigkeit.

Wenn ein Einsatz der neuromuskulären Elektrostimulation (oberhalb der motorischen Schwelle) zur Verbesserung des Gehens nach Schlaganfall geplant ist, so sollte dies also im funktionellen Kontext, besonders als schrittsynchrone Stimulation während eines Gangtrainings erfolgen.

In einer Studie bei schwer betroffenen Patienten im frühen subakuten Stadium nach Schlaganfall wurde eine zyklische elektrische 4-Kanal Stimulation des betroffenen Beines in Seitenlage durchgeführt, so dass gehähnliche Bewegungen dieses Beines resultierten. Dabei wurden signifikante Effekte auf die Gehfähigkeit gefunden. Da diese Therapie auch im frühen Stadium bei weitgehend bettlägerigen Patienten durchgeführt werden kann, verdient sie besondere Beachtung.

Auch zur sensorischen Elektrostimulation (unterhalb der motorischen Reizschwelle) ist die Studienlage heterogen. Elektrostimulation am Muskel-Sehnenübergang des spastischen M. gastrocnemius knapp unterhalb der motorischen Reizschwelle soll 1b-Afferenzen von Golgi-Sehnenorganen stimulieren und einen antispastischen Effekt haben. In einer Studie bei Patienten im chronischen Stadium konnte durch diese Therapie eine Verbesserung der Gehgeschwindigkeit erreicht werden. Dagegen konnte für die sensorische Elektrostimulation des N. peronaeus kein Effekt auf die Gehgeschwindigkeit nachgewiesen werden.

Kombinierte Nadel- und Elektroakupunktur kann während eines intensiven Rehabilitations-programms die Wirkung der Rehabilitation auf Gehfähigkeit und Balance verbessern. Allerdings scheint diese Verbesserung nicht spezifisch im direkten Vergleich zu anderen Elektrotherapien an Akupunkturpunkten zu sein. In einer vierarmigen Studie bei chronischen Patienten führte TENS gefolgt von aufgabenorientiertem Training zu signifikanter Verbesserung der Gehgeschwindigkeit gegenüber TENS alleine und auch gegenüber einer Placebo-Stimulation gefolgt von aufgabenorientiertem Training. Auf Grund dieser Studie ist zu vermuten, dass eine sensorische Stimulation zu einer Bahnung im sensomotorischen System führt, welche die Wirkung des unmittelbar anschließenden motorischen Trainings verbessert. Dies sollte bei der Therapieplanung beim Einsatz sensorischer Elektrostimulation berücksichtigt werden.

Dagegen lässt die aktuelle Studienlage noch keinen Schluss zu, ob die Stimulation von Meridianen (Akupunkturpunkten) einen Effekt hat, der über den Effekt der Elektrostimulation an sich hinausgeht.

4.10 Hilfsmittel

R. Tholen

Hilfsmittel sind ein wichtiger Bestandteil in der Rehabilitation von Schlaganfallpatienten. Unter der Überschrift »Orthesen und Hilfsmittel« werden hier neben Sprunggelenksorthesen (Fußhebeorthesen) und Orthesen mit Elektrostimulation auch orthopädischen Schuhe eingeschlossen, darüber hinaus wird auch die Evidenz von andere Hilfsmittel wie Gehhilfen, Gewichtsmanschetten, Armschlingen, Zehenspreizern und Taping bzw. Thera Togs näher betrachtet.

4.10.1 Orthesen

Bei den Orthesen stehen die Sprunggelenksorthesen (Fußhebeorthesen) und Orthesen mit Elektrostimulation klar im Vordergrund der wissenschaftlichen Auseinandersetzung. Sprunggelenksorthesen werden eingesetzt, um bei Patienten mit Fußhebeschwäche die Fehlhaltung des Fußes zu korrigieren und damit einen festeren Halt beim Gehen zu ermöglichen. Orthesen mit Elektrostimulation erfüllen denselben Zweck, sind aber entsprechend kostspieliger bzw. aufwendiger in der Handhabung. Bei dem Großteil der eingeschlossenen Studien wurde der unmittelbare Effekt der Orthese gemessen. Das bedeutet, dass die Effekte direkt nach dem Anlegen der Orthese erhoben wurden, also ohne vorheriges Training. Lediglich einige wenige Arbeiten untersuchten den sog. mittelbaren Effekt, bei dem die Patienten vorher mit der Orthese trainieren bzw. die Studie über mehrere Wochen läuft. Manche Autoren postulieren, dass die Orthesen mit Elektrostimulation darüber hinausgehende therapeutische Wirkungen (»carry over effects«) auf das Gehen ohne Elektrostimulation haben, diese Frage wird ebenso wie das Wirkprinzip der funktionellen Elektrostimulation in Kapitel 9 »Elektrostimulation« beschrieben.

Evidenz

Insgesamt wurden 13 Studien aus der systematischen Literaturrecherche in die Empfehlungen eingeschlossen. Sechs der 13 Studien untersuchte die Effektivität von Sprunggelenksorthesen (Beckerman et al. 1996, de Wit et al. 2004, Wang, Yen et al. 2005, Thijssen et al. 2007, de Sèze et al. 2011, Erel et al. 2011), sechs weitere setzten sich mit Orthese mit Elektrostimulation auseinander (Burridge et al. 1997, Wright et al. 2004, Sheffler et al. 2006, Kottink et al. 2007, Hausdorff et al. 2008, Ring et al. 2009) und eine Studie betrachtete die Effektivität eines orthopädische Schuhes (Eckhardt et al. 2011). Sowohl bei den Arbeiten zu den Sprunggelenksorthesen als auch bei den Studien zu Orthesen mit Elektrostimulation werden unmittelbare (direkte) Effekte und mittelbare Effekte (über die Zeit) betrachtet, wobei der Effekt über die Zeit (mit Training) bei Orthesen mit Elektrostimulation eher von Bedeutung zu sein scheint als bei Sprunggelenksorthesen. Bei allen hier betrachteten Studien für Orthesen mit Elektrostimulation waren Patienten mit Fallfuß eingeschlossen.

Tab. 50: Sprunggelenksorthesen

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b– +	Beckerman et al. 1996	1 Thermocoagulation (TH) of the tibial nerve + AFO	15/15/15/14	chronisch	–	–	–	
		2 Placebo-TH + AFO (5° dorsiflexion)			–	–		
		3 TH + Placebo-AFO			–	–		
		4 Placebo-TH + Placebo-AFO			–	–		
1b +	de Wit et al. 2004	• Sprunggelenksorthese vs. • keine Sprunggelenksorthese	27 (cross-over)	chronisch		+		+
1b +	Wang, Yen et al. 2005	• Sprunggelenksorthese vs. • keine Sprunggelenksorthese	42 (› 6 Mon.)	subakut		+		Ø
			61 (‹ 6 Mon.)	chronisch		–		Ø
1b +	Thijssen et al. 2007	• Sprunggelenksorthese vs. • keine Sprunggelenksorthese	27 (cross-over)	chronisch		+		
1b +	Erel et al. 2011	• Dynamische Sprunggelenksorthese vs. • keine Sprunggelenksorthese	16/16	chronisch		+		
2b –	de Sèze et al. 2011	• Dynamische Sprunggelenksorthese vs. • Standard-Sprunggelenksorthese	13/15	chronisch		Ø		

+/- signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

4.10.1.1 Sprunggelenksorthesen

Beckerman et al. (1996, n=60, 1b-) führten eine vierarmige Studie mit chronischen Patienten durch. Verglichen wurde eine Sprunggelenksorthese mit 5° Dorsiflexion mit einer Thermokoagulationsbehandlung des Nervus tibialis, wobei jeweils auch mit Placebo-Behandlungen kombiniert wurde: Gruppe 1 erhielt Thermokoagulation + Sprunggelenksorthese, Gruppe 2 Placebo-Thermokoagulation + Sprunggelenksorthese, Gruppe 3 Thermokoagulation + Placebo-Sprunggelenksorthese und Gruppe 4 erhielt Placebo- Thermokoagulation + Placebo-Sprunggelenksorthese. De Wit et al. (2004, n= 20, 1b) untersuchten mit einem Cross-over-Design die Effektivität von Sprunggelenksorthesen in drei unterschiedlichen Ausführungen (unterschiedliche Formen des hinteren Stahl-Wadenbandes) bei chronischen Patienten im Vergleich zu einer Patientengruppe ohne Intervention. Eine Sprunggelenksorthese sowohl für subakute als auch für chronische Patienten untersuchten Wang et al. (2005, n=103, 1b) und verglichen ebenfalls gegen keine Intervention *(cross-over)*. Thijssen et al. (2007, n=27, 1b) betrachteten die Effekte einer Sprunggelenksorthese, die mit Gurten über Schulter und Oberschenkel anzulegen war. Erel et al. (2011, n=32, 1b) untersuchten eine dynamische Sprunggelenksorthese. In dieser zweiarmigen Studie mit chronischen Patienten wurde die dynamische Orthese gegenüber einer Gruppe ohne Intervention über einen Zeitraum von 12 Wochen verglichen. Auch de Sèze et al. (2011, n=28, 2b) untersuchten die Effekte einer dynamischen Sprunggelenksorthese in Bezug auf die Gehgeschwindigkeit bei chronischen Patienten, allerdings wurde hier gegen eine Standard-Sprunggelenksorthese verglichen (Tab. 50).

Gehfähigkeit

Lediglich eine der sechs betrachteten Studien untersuchte die Verbesserung der Gehfähigkeit. Beckerman et al. (1996) konnte bei keiner der vier Gruppen signifikante Verbesserungen in Bezug auf die Gehfähigkeit nachweisen.

Somit ergibt sich eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass der Einsatz einer Sprunggelenksorthese nicht zur Verbesserung der Gehfähigkeit führt.

Es kann **keine Empfehlung** für eine Sprunggelenksorthese bei **chronischen** Patienten zur Verbesserung der Gehfähigkeit ausgesprochen werden.

Gehgeschwindigkeit

Insgesamt vier Studien untersuchten die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit durch die Anwendung von Sprunggelenksorthesen bei chronischen Patienten (Beckerman et al. 1996, Wang et al. 2005, Thijssen et al. 2007, de Wit et al. 2004), wobei Wang et al. (2005) auch Ergebnisse für subakute Patienten berichtete. Problematisch war hier die Inkonsistenz der Ergebnisse bei den Studien. Während Beckerman et al. (1996) und Wang et al. (2005) bei den chronischen Patienten keine signifikanten Verbesserungen nachweisen konnten, zeigten die Arbeiten von de Wit et al. (2004) und Thijssen et al. (2007) signifikante Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit. Darüber hinaus zeigten die subakuten Patienten bei Wang et al. (2005) signifikante Verbesserungen in Bezug auf die Gehgeschwindigkeit. Während in den eben genannten Studien immer der direkte Effekt gemessen (unmittelbar nach Anlegen der Orthese) wurde, untersuchten Erel et al. (2011) den Einsatz der Sprunggelenksorthese über einen Zeitraum von 12 Wochen und konnte auch hier signifikante Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit nachweisen.

Bei Sèze et al. (2011) verbesserte sich die Gehgeschwindigkeit durch den Einsatz der dynamischen Sprunggelenksorthese ebenso wie durch eine Standardorthese und es konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen nachgewiesen werden.

Bei den Ergebnissen in der Gehgeschwindigkeit kommt immer wieder die Frage nach der klinischen Relevanz auf. Zwar sind die erzielten Differenzen statistisch signifikant, sollten aber auch in Relation zu den klinischen Verbesserungen betrachtet werden. Als klinisch relevante Veränderung der Gehgeschwindigkeit wird von einer Differenz von mindestens 20 cm/s ausgegangen (Perry et al. 1995), die von keiner der eingeschlossenen Studien erreicht wurde.

In Bezug auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit ergibt sich eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass eine statische Sprunggelenksorthese die Gehgeschwindigkeit sowohl bei **chronischen** als auch bei **subakuten** Patienten verbessert.
Mit **mittlerer Qualität der Evidenz** kann davon ausgegangen werden, dass eine Sprunggelenksorthese über einen Zeitraum von 12 Wochen die Gehgeschwindigkeit bei chronischen Patienten verbessert.
Es besteht eine **sehr niedrige Qualität der Evidenz,** dass eine dynamische Sprunggelenksorthese ebenso effektiv ist wie eine Standardorthese in Bezug auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **chronischen** Patienten.

Eine statische Sprunggelenksorthese bei **chronischen** Patienten **kann** zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad 0).**
Eine Sprunggelenksorthese bei **subakuten** Patienten **kann** zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad 0).**
Eine statische Sprunggelenksorthese über einen Zeitraum von 12 Wochen bei chronischen Patienten **kann** zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad 0).**

Es kann **keine Empfehlung** für die Überlegenheit der dynamischen oder Standardorthese bei **chronischen** Patienten in Bezug auf die Gehgeschwindigkeit gegeben werden.

Balance

Drei Studien berichteten Ergebnisse zur Balance (de Wit et al. (2004), Wang et al. (2005),Erel et al. (2011) bei chronischen Patienten. Bei der Studie von Wang et al. (2005) gab es auch Ergebnisse für Patienten im subakute Stadium. Während de Wit et al. (2004) mit dem Timed-Up-&-Go-Test signifikante Verbesserungen durch die Sprunggelenksorthese nachweisen konnten, gab es bei Wang et al. (2005) mit der Berg Balance Scale keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen, sowohl bei den chronischen als auch bei den subakuten Patienten. Auch Erel et al. (2011) konnten mit dem Timed-Up-&-Go-Test über einen Zeitraum von 12 Wochen keine signifikanten Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe in Bezug auf die Balance nachweisen.

Aufgrund der Inkonsistenz der Ergebnisse zur Erhebung der Balance ist die Evidenzlage zur Verbesserung der Balance durch das Anlegen von Sprunggelenksorthese nicht eindeutig. In Bezug auf subakute Patienten ergibt sich eine **mittlere Evidenz** dafür, dass eine Sprunggelenksorthese nicht zur Verbesserung der Balance beiträgt. Es kann mit **mittlerer Qualität der Evidenz** davon gesprochen werden, dass eine Sprunggelenksorthese über einen Zeitraum von 12 Wochen nicht zur Verbesserung der Balance bei chronischen Patienten beiträgt.

Aufgrund der widersprüchlichen Studienlage kann **keine Empfehlung** für den Einsatz von Sprunggelenksorthesen zur Verbesserung der Balance bei **chronischen** Patienten ausgesprochen werden.
Es kann **keine Empfehlung** für den Einsatz einer Sprunggelenksorthese zur Verbesserung der Balance bei **subakuten** Patienten ausgesprochen werden.
Es kann **keine Empfehlung** für den Einsatz einer Sprunggelenksorthese über einen Zeitraum von 12 Wochen zur Verbesserung der Balance ausgesprochen werden.

4.10.1.2 Orthesen mit Elektrostimulation

Bei allen in diesem Abschnitt behandelten Orthesen mit Elektrostimulation wurde der Nervus peronaeus am betroffenen Bein zur Verbesserung der Fußhebung während der Schwungphase des Gehens stimuliert. Burridge et al. (1997, n=33, 1b–) untersuchten die Effektivität einer Orthese mit Elektrostimulation in Kombination mit Physiotherapie (10 Therapieeinheiten innerhalb der ersten vier Wochen) bei chronischen Patienten. Die Kontrollgruppe erhielt hier nur die physiotherapeutische Behandlung. Bei der Arbeit von Scheffler et al. (2006, n = 14, 1b–) handelt es sich um eine Studie mit chronischen Patienten im cross-over-Design, bei der alle Patienten Tests mit einer Orthese mit Elektrostimulation, einer Sprunggelenksorthese oder keiner Orthese durchführten, um den unmittelbaren Effekt in Bezug auf die Gehgeschwindigkeit zu ermitteln. Hausdorff et al. (2008, n = 24, 1b–) verglich ebenfalls in einem cross-over-Design eine Orthese mit Elektrostimulation (NESS L300) gegen keine Intervention bei chronischen Patienten. Bei Ring et al. (2009, n = 15, 2b) wurden die Orthese mit Elektrostimulation (vier Wochen Eingewöhnungszeit) mit einer Sprunggelenksorthese bei chronischen Patienten verglichen, wobei alle Patienten an das Tragen einer Sprunggelenksorthese gewöhnt waren. Hier wurde ebenfalls mit einem cross-over-Design gearbeitet. Kottink et al. (2007, n = 29, 1b-) untersuchten eine implantierte Orthese mit Elektrostimulation (Zweikanal Stimulation des Nervus peronaeus profundus und superficialis) über einen Zeitraum von 26 Wochen. Verglichen wurde hier - laut Studienprotokoll - gegen konventionelle Gehhilfen, wobei alle in der Kontrollgruppe eine Sprunggelenksorthese nutzten, weshalb hier nur Aussagen zu dem Vergleich zur Sprunggelenksorthese gemacht werden konnten. Die einzige Arbeit, die sich mit Patienten im subakuten Stadium beschäftigt, ist die Studie von Wright et al. (2004, n = 22, 2b). Verglichen wurde hier eine Orthese mit Elektrostimulation gegen eine Sprunggelenksorthese über einen Zeitraum von 24 Wochen (Tab. 51).

Gehfähigkeit

In Bezug auf die Verbesserung der Gehfähigkeit erhob lediglich die Arbeit von Wright et al. (2004) Daten (Rivermead Mobility Index). Dabei verbesserte sich bei Patienten im subakuten Stadium die Gruppe mit der Orthese mit Elektrostimulation nicht mehr in der Gehfähigkeit als die Gruppe mit herkömmlicher Sprunggelenksorthese.

Es liegt eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür vor, dass eine Orthese mit Elektrostimulation (mit Training) einer Sprunggelenksorthese in Bezug auf die Verbesserung der Gehfähigkeit bei **subakuten** Patienten nicht überlegen ist.

Es kann **keine Empfehlung** für den bevorzugten Einsatz einer Orthese mit Elektrostimulation (mit Training) gegenüber einer Sprunggelenksorthese bei **subakuten** Patienten zur Verbesserung der Gehfähigkeit ausgesprochen werden.

Tab. 51: Orthesen mit Elektrostimulation

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b– +	Burridge et al. 1997	• Orthesen mit Elektrostimulation (Odstock Dropped Foot Stimulator) + Physiotherapie vs. • Physiotherapie alleine	16/16	chronisch		+		
2b –	Wright et al. 2004	• Orthesen mit Elektrostimulation (Odstock Dropped Foot Stimulator) vs. • Sprunggelenksorthese	11/11	subakut	–	–	–	
1b– +	Sheffler et al. 2006	1. Orthesen mit Elektrostimulation 2. Sprunggelenksorthese (AFO) 3. keine Orthese	14 (cross-over)	chronisch		harter Boden Ø Teppich + gegen AFO Ø		
1b– +	Kottink et al. 2007	• Implantierte Orthesen mit Elektrostimulation (zweikanal) vs. • Sprunggelenksorthese (AFO)	14/15	chronisch		+	+	
1b– +	Hausdorff et al. 2008	• Orthesen mit Elektrostimulation vs. • keine Orthese	24 (cross-over)	chronisch		+	+	
2b –	Ring et al. 2009	• Orthesen mit Elektrostimulation vs. • Sprunggelenksorthese	15 (cross-over)	chronisch			–	

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Gehgeschwindigkeit

Insgesamt fünf der sechs eingeschlossenen Studien untersuchten die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit durch die Anwendung von Orthese mit Elektrostimulation (Burridge et a. 1997; Wright et al. 2004; Sheffler et al. 2006; Kottink et al. 2007; Hausdorff et al. 2008).

In Bezug auf die unmittelbare Verbesserung (direkter Effekt ohne Training) der Gehgeschwindigkeit im Vergleich zu keiner Orthese konnten die Arbeiten von Sheffler et al. (2006) und Hausdorff et al. (2009) zwar signifikante Verbesserungen beim Gehen auf Teppichboden aber keine signifikanten Verbesserungen auf hartem Boden durch den Einsatz einer Orthese mit Elektrostimulation bei Patienten im chronischen Stadium nachweisen. Betrachtet man nun den mittelbaren Effekt (über die Zeit) der Orthese mit Elektrostimulation (im Vergleich zu keiner Orthese), bei der die Orthese sowohl während des Trainings als auch im Alltag getragen wird, konnten die Studien von Burridge et a. (1997), Hausdorff et al. (2008) und Kottink et al. (2007) nachweisen, dass sich die Gehgeschwindigkeit von chronischen Patienten über die Zeit weiter verbessert.

Wird der Einsatz einer Orthese mit Elektrostimulation mit dem Anlegen einer Sprunggelenksorthese (siehe oben) verglichen, konnten sowohl für chronische Patienten (Sheffler et al. 2006) als auch Patienten im subakuten Stadium (Wright et al. 2004) keine signifikanten Gruppenunterschiede in Bezug auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit aufgezeigt werden. Lediglich die implantierte Orthese mit Zweikanalstimulation wie sie bei Kottink et al. (2007) untersucht wurde, zeigte signifikante Unterschiede im Vergleich zur Sprunggelenksorthese. Allerdings sollte hierbei abgewogen werden, inwieweit eine weitere Verbesserung der Gehgeschwindigkeit den Aufwand und das Risiko des Eingriffs und die anfallenden Mehrkosten aufwiegen können.

Es besteht eine **mittlere Qualität Evidenz** dafür, dass eine Orthese mit Elektrostimulation (ohne Training) die Gehgeschwindigkeit bei **chronischen Patienten** auf Teppichboden unmittelbar verbessert.
Es besteht eine **mittlere Qualität der Evidenz,** dass

- eine Orthese mit Elektrostimulation (ohne Training) die Gehgeschwindigkeit bei **chronischen** Patienten auf hartem Boden unmittelbar **nicht** verbessert.
- das Tragen einer Orthese mit Elektrostimulation in Therapie und Alltag über längere Zeiträume die direkte Wirkung zusätzlich verbessert.
- eine Orthese mit Elektrostimulation (ohne Training) einer Sprunggelenksorthese in Bezug auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **chronischen** Patienten **nicht** überlegen ist.

Es besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass

- eine implantierte Orthese mit Elektrostimulation (mit Training) einer Sprunggelenksorthese in Bezug auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **chronischen** Patienten überlegen ist. Hierbei ist jedoch das Verhältnis von Nutzen und Aufwand/Risiko der Implantation zu hinterfragen.
- eine Orthese mit Elektrostimulation (mit Training) einer Sprunggelenksorthese in Bezug auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **subakuten** Patienten **nicht** überlegen ist.

Eine Orthese mit Elektrostimulation **kann** von **chronischen** Patienten mit Fallfuß getragen werden, um die Gehgeschwindigkeit auf nicht glattem Untergrund zu verbessern **(Empfehlungsgrad: 0)**.

Wenn eine Orthese mit Elektrostimulation ausgewählt wird, **sollte** sie von **chronischen** Patienten mit Fallfuß in Therapie und Alltag getragen werden, um ihren neuroprothetischen Effekt zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit weiter zu verbessern **(Empfehlungsgrad: B)**.
Es kann **keine Empfehlung** für die Bevorzugung einer Orthese mit Elektrostimulation (ohne Training) gegenüber einer Sprunggelenksorthese bei **chronischen** Patienten zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit ausgesprochen werden.
Es kann **keine Empfehlung** für die Bevorzugung einer implantierten Orthese mit Elektrostimulation (mit Training) gegenüber einer Sprunggelenksorthese bei **chronischen Patienten** zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit ausgesprochen werden.

Gehstrecke

Vier der sechs eingeschlossenen Studien untersuchten die Verbesserung der Gehstrecke (Wright et al. 2004, Hausdorff et al. 2008, Ring et al. 2009, Kottink et al. 2007).

Inwieweit eine Orthese mit Elektrostimulation im Vergleich zu keiner Orthese einen unmittelbar Effekt (direkt) auf die Verbesserung der Gehstrecke hat, untersuchten Hausdorff et al. (2008). Hier wurden signifikante Verbesserungen nachgewiesen. Hausdorff et al. (2008) und Kottink et al. (2007) stellten weiterhin fest, dass, wenn sich Patienten im chronischen Stadium für eine Orthese mit Elektrostimulation entschieden haben, weitere Verbesserungen der Gehstrecke über die Zeit verzeichnet werden konnten.

Wie schon bei der Gehgeschwindigkeit können auch in Bezug auf die Gehstrecke keine Unterschiede zwischen einer Orthese mit Elektrostimulation und einer Sprunggelenksorthese nachgewiesen werden. Das gilt sowohl für subakute Patienten (Wright et al. 2004) als auch für Patienten in der chronischen Phase (Ring et al. 2009). Lediglich die implantierte Orthese von Kottink et al. (2007) konnte eine Überlegenheit gegenüber der Sprunggelenksorthese nachweisen, wobei hier wie schon bei der Gehgeschwindigkeit eine Abwägung stattfinden sollte zwischen dem Aufwand und dem Risiko des Eingriffs sowie den anfallenden Mehrkosten und dem tatsächlichen Gewinn an Gehstrecke.

Es besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz**, dass eine Orthese mit Elektrostimulation (ohne Training) die Gehstrecke bei **chronischen** Patienten verbessert.
Eine **mittlere Qualität der Evidenz** spricht dafür, dass eine Orthese mit Elektrostimulation (mit Training) die Gehstrecke bei **chronischen** Patienten verbessert.
Es besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz,** dass eine Orthese mit Elektrostimulation (mit Training) einer Sprunggelenksorthese in Bezug auf die Verbesserung der Gehstrecke bei **chronischen** Patienten nicht überlegen ist.
Es liegt eine **niedrige Qualität der Evidenz** vor, dass eine implantierte Orthese mit Elektrostimulation (mit Training) einer Sprunggelenksorthese in Bezug auf die Verbesserung der Gehstrecke bei **chronischen** Patienten überlegen ist.
Es konnte eine **mittlere Qualität der Evidenz** ermittelt werden, dass eine Orthese mit Elektrostimulation (mit Training) einer Sprunggelenksorthese in Bezug auf die Verbesserung der Gehstrecke bei **subakuten** Patienten **nicht** überlegen ist.

Eine Orthese mit Elektrostimulation (ohne Training) bei **chronischen** Patienten **kann** zur Verbesserung der Gehstrecke eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.
Wenn eine Orthese mit Elektrostimulation ausgewählt wird, **sollte** sie von **chronischen** Patienten mit Fallfuß in Therapie und Alltag getragen werden, um ihren neuroprothetischen Effekt zur Verbesserung der Gehstrecke weiter zu verbessern **(Empfehlungsgrad B)**.
Es kann **keine Empfehlung** für die Bevorzugung einer Orthese mit Elektrostimulation (mit Training) gegenüber einer Sprunggelenksorthese bei zur Verbesserung der Gehstrecke ausgesprochen werden. Das gilt sowohl für **chronische** als auch für **subakute** Patienten.
Es kann **keine Empfehlung** für die Bevorzugung einer implantierten Orthese mit Elektrostimulation (mit Training) gegenüber einer Sprunggelenksorthese bei **chronischen** Patienten zur Verbesserung der Gehstrecke ausgesprochen werden.

4.10.1.3 Orthopädischer Schuh

Evidenz

Die Effekte eines hohen (stiefelhoch) orthopädischen Schuhs im Vergleich zu einem normalen Schuh wurden von Eckhardt et al. (2011, n=19, 1b-) untersucht. Patienten mit einer spastischen Parese absolvierten einen Gehtest mit und ohne einem verbalen *dual-task*-basierte Übungsprogramm (Antwort auf akustische Signale) (Tab. 52).

Gehgeschwindigkeit

In Bezug auf die Gehgeschwindigkeit konnten Eckhardt et al. (2011) eine signifikante Verbesserung durch den Orthopädischen Schuh bei subakuten Patienten nachweisen, wobei die Verbesserungen nicht die Schwelle klinisch relevanter Veränderungen von 20 cm/s erreichten.

Tab 52: Orthopädischer Schuh

Evidenzklasse	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b– +	Eckhardt et al. 2011	• Orthopädischer Schuh mit und ohne dual-task basierten verbalen Übungen vs. • Normale Schuhe mit und ohne dual-task-basierte verbale Übungen	19	subakut		+		+

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Aufgrund der Studienlage kann von einer **niedrigen Qualität der Evidenz** dafür gesprochen werden, dass der temporäre Einsatz von orthopädischen Schuhen am Anfang der Rehabilitation bei **subakuten** Patienten die Gehgeschwindigkeit verbessern kann.

Orthopädische Schuhe **können** am Anfang der Rehabilitation bei **subakuten** Patienten eingesetzt werden, um die Gehgeschwindigkeit zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**.

Balance

Eckhardt et al. (2011) berichten signifikante Verbesserungen der Balance durch den Einsatz von orthopädischen Schuhen in Kombination mit der konventionellen Physiotherapie bei subakuten Patienten.

Mit **mittlerer Qualität der Evidenz** ist derzeit davon auszugehen, dass der Einsatz von orthopädischen Schuhen am Anfang der Rehabilitation bei **subakuten** Patienten die Balance verbessern kann.

Orthopädische Schuhe können temporär eingesetzt werden, um die Balance zu verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**.

Gesamtbewertung der Intervention

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Evidenzlage zur Effektivität von Sprunggelenksorthesen nicht eindeutig ist. Tendenziell konnten durch das Anlegen einer statischen Sprunggelenksorthese Verbesserungen in der Gehgeschwindigkeit festgestellt werden. In Bezug auf die Gehgeschwindigkeit gilt das sowohl für Patienten im subakuten als auch im chronischen Stadium. Inwieweit es einen Unterschied gibt zwischen statischen und dynamischen Sprunggelenksorthese konnte, aufgrund der spärlichen Studienlage nicht geklärt werden.

Zu den Effekten von Sprunggelenksorthesen in Bezug auf die Gehgeschwindigkeit kommt immer wieder die Frage nach der klinischen Relevanz auf. Betrachtet man die erzielten Verbesserungen auf ihre klinische Relevanz, so erreichte keine Studie die in Perry et al. (1995) als klinisch relevant angegebenen Verbesserungen von mind. 20 cm/s.

Für Orthesen mit Elektrostimulation konnte bei Patienten in der chronischen Phase im Vergleich zu keiner Orthese unmittelbare Effekte (ohne Training) nachgewiesen werden, zusätzlich kam es im Verlauf der weiteren Nutzung im Alltag oder beim Training auch zu weiteren Verbesserungen. Das gilt sowohl für die Gehgeschwindigkeit als auch für die Gehstrecke. Wobei an dieser Stelle bemerkt werden soll, dass sich die Orthesen mit Elektrostimulation sich nicht in ihrer Wirkung von herkömmlichen Orthesen hinsichtlich Gehgeschwindigkeit und Gehstrecke unterschieden.

4.10.2 Andere Hilfsmittel

In diesem Abschnitt werden unterstützende Hilfsmittel zusammengefasst, die in der Rehabilitation von Patienten mit Schlaganfall eingesetzt werden, um sowohl direkt als auch indirekt das Gehen bzw. die Balance zu trainieren. Insgesamt sechs Arbeiten wurden hier eingeschlossen, die Gehhilfen, Taping und Thera Togs, Gewichtsmanschetten, Armschlingen und Zehenspreizer untersuchten.

Evidenz

Bei den eingeschlossenen Arbeiten handelt es sich um randomisierte Studien zu unterschiedlichen Hilfsmitteln (de Saca et al. 1994, Pomeroy et al. 2001, Yavuzer et al. 2002, Tyson et al. 2009, Maguire et al. 2010).

De Saca et al. (1994, n=18, 1b–) überprüften die direkten Effekte von Zehenspreizern (mit und ohne Schuh) bei chronischen Schlaganfallpatienten auf das Gehen. Das Ziel war hier die tonische Flexion in den Zehen beim Stehen und Gehen zu hemmen. Pomeroy et al. (2001, n=24, 1b–) untersuchte inwieweit sich Gewichtsmanschetten an verschiedenen Teilen des Körpers (Handgelenk, Bizeps, Fußgelenk, Oberschenkel, Becken, Schultergürtel) im Vergleich zu keiner Intervention auswirken. Die Idee dahinter war, dass das zusätzliche Gewicht die Muskelkontrolle verbessern kann und sich somit positive auf Balance und Funktion auswirkt. Die Pilotstudie beobachtete chronische Patienten mindestens sechs Monate nach Schlaganfall über einen Zeitraum von sechs Wochen. Yavuzer et al. (2002, n=31, 1b–) untersuchten in einer einzigen Session (cross-over) den Einfluss von Armschlingen an der hemiplegischen

Tab. 53: Andere Hilfsmittel

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b– +	de Saca et al. 1994	Zehenspreizer (mit und ohne Schuh)	18	chronisch		+		
1b– +	Pomeroy et al. 2001	• Gewichtsmanschetten vs. • keine Gewichtsmanschetten	24	chronisch		-		-
1b– +	Yavuzer et al. 2002	• Armschlingen vs. • keine Armschlinge	31	subakut		+		
1b +	Tyson et al. 2009	• Verschiedene Gehhilfen: Gehstock, Sprunggelenksorthese, slider shoe vs. • keine Gehhilfe	20	subakut	+	Ø		
1b– +	Maguire et al. 2010	• (1) Hüftabduktor-Taping • (2) TheraTogs • (3) Stock in der nicht-hemiplegischen Hand	13	subakut		-		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Seite auf das Gehen (dreidimensionale Ganganalyse) bei subakuten Patienten. Die Intention der Intervention war, dass die Armschlinge den Patienten neben dem Schutz des Schultergelenks auch mehr Stabilität und Sicherheit beim Gehen vermittelte. Tyson et al. (2009, n=20, 1b) untersuchten in einer Cross-over-Studie den Effekt von drei unterschiedliche Gehhilfen – Gehstock, Sprunggelenksorthese, *slider shoe*[1] – im Vergleich zu keiner Gehhilfe bei subakuten Patienten. Ebenfalls im cross-over-Verfahren verglichen Maguire et al. (2010, n=13, 1b–) drei unterschiedliche Interventionen – Tapeverbände am Hüftabduktor, *Thera Togs*[2] und Gehstock in der nicht-hemiplegischen Hand.

Gehfähigkeit

Lediglich die Studie von van Tyson et al. (2009) untersuchte die Veränderung der Gehfähigkeit, wobei alle drei Gehhilfen die Gehfähigkeit (erhoben mit FAC) signifikant verbesserten im Vergleich zu keiner Gehhilfe, allerdings konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Gehhilfen nachgewiesen werden.

Aufgrund der Studienlage kann hier von einer **mittleren Qualität der Evidenz** dafür gesprochen werden, dass eine Gehhilfe die Gehfähigkeit bei **subakuten** Patienten verbessert.

Gehhilfen können bei Patienten in der **subakuten Phase** zur Verbesserung der Gehfähigkeit eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

1 Der ‚slider shoe' ist ein Hilfsmittel, das halb über den Schuh gezogen wird (in der Regel aus Neopren) und dem Patienten ermöglicht den geschwächten Fuß leichter über den Boden zu ziehen, wenn er oder sie den Fuß nicht heben kann.
2 TheraTogs™ ist ein medizinisches Hilfsmittel (als elastisches Band oder Kleidungsstück erhältlich) für Neuromotor und/oder sensormotorisches Retraining (Nachtraining, Umschulung).

Gehgeschwindigkeit

Alle fünf Studien untersuchten die Effekte auf die Gehgeschwindigkeit. In Bezug auf den Zehenspreizer von de Saca et al. (1994) konnten statistisch signifikante Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit erhoben werden. Das galt sowohl mit als auch ohne Schuh. Da aber erst bei einer Differenz von mindestens 20 cm/s (Perry et al. 1995) von einer klinischen Relevanz ausgegangen wird und diese hier nicht erreicht wurden, sind die Ergebnisse vor diesem Hintergrund zu interpretieren. Bei Pomeroy et al. (2001) führte der Einsatz von Gewichtsmanschetten nicht zu einer signifikanten Verbesserung der Gehgeschwindigkeit. Durch den Einsatz einer Armschlinge auf der betroffenen Seite verbesserte sich bei Yavuzer et al. (2002) statistisch signifikant die Gehgeschwindigkeit. Allerdings war auch hier wieder die klinische Relevanz in Bezug auf die Gehgeschwindigkeit fraglich. Bei Tyson et al. (2009) konnten keine Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit durch den Einsatz von Gehhilfen nachgewiesen werden. Allerdings sollte an dieser Stelle berücksichtigt werden, dass bei der betrachteten Patientengruppe die Gehgeschwindigkeit nicht im Fokus der Intervention lag, weil diese bei der betrachteten Patientengruppe noch nicht relevant war. Maguire et al. (2010) konnten ebenfalls keine statistisch signifikante Verbesserungen durch das Taping oder Thera Tog nachweisen.

Niedrige Qualität der Evidenz spricht dafür, dass der Einsatz von Gewichtsmanschetten bei chronischen Patienten keinen Einfluss hat auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit.
Es konnte eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür ermittelt werden, dass die Benutzung von Armschlingen zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **subakuten Patienten** beitragen kann.

Eine **niedrige Qualität der Evidenz** wurde dafür ermittelt, dass ein Zehenspreizer (mit und ohne Schuh) auf der betroffenen Seite zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **chronischen** Patienten führt.
Aufgrund der Studienlage kann mit einer **mittleren Qualität der Evidenz** dafür gesprochen werden, dass eine Gehhilfe die Gehgeschwindigkeit bei **subakuten** Patienten nicht verbessert.
Aufgrund der Studienlage kann von einer **mittleren Qualität der Evidenz** dafür gesprochen werden, dass Taping oder TheraTogs am Hüftabduktor während der Rehabilitation die Gehgeschwindigkeit bei **subakuten** Patienten nicht verbessern kann.

Das Tragen von Gewichtsmanschetten kann **nicht empfohlen** werden, da es bei **chronischen** Patienten nicht zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit beiträgt.
Das Tragen einer Armschlinge auf der betroffenen Seite beim Gehtraining dient nicht nur dem Schutz des Schultergelenks, sondern **kann** auch empfohlen werden, um die Gehgeschwindigkeit bei **subakuten** Patienten verbessern **(Empfehlungsgrad 0)**.
Ein Zehenspreizer (mit und ohne Schuh) auf der betroffenen Seite **kann empfohlen werden**, um die Gehgeschwindigkeit bei chronischen Patienten verbessern (Empfehlungsgrad 0).
Es kann **keine Empfehlung** für die Anwendung von Taping oder Thera Togs am Hüftabduktor während der Rehabilitation bei **subakuten** Patienten gegeben werden um die Gehgeschwindigkeit zu verbessern.

Balance

Die Arbeit von Pomeroy et al. (2001) erhoben auch Daten zur Verbesserung der Balance. Im Ergebnis konnten aber keine signifikante Verbesserungen der Balance durch den Einsatz von Gewichtsmanschetten bei chronischen Patienten nachweisen werden.

Aufgrund der Studienlage kann von einer **niedrigen Qualität der Evidenz** gesprochen werden, dass der Einsatz von Gewichtsmanschetten bei chronischen Patienten keinen Einfluss hat auf die Verbesserung der Balance.

Es kann **keine Empfehlung** für das Tragen von Gewichtsmanschetten ausgesprochen werden, um die Balance bei **chronischen** Patienten zu verbessern.

Gesamtbewertung der Intervention

Die Empfehlungen zu den oben beschriebenen Hilfsmitteln basieren überwiegend auf Einzelstudien mit geringen Fallzahlen. Dadurch wird die Empfehlungsstärke wesentlich beeinträchtigt. Dennoch hat sich gezeigt, dass sowohl das Anlegen von Armschlingen auf der betroffenen Seite als auch der Einsatz von Zehenspreizern sich positiv auf die Gehgeschwindigkeit ausgewirkt haben. Wobei zum wiederholten Male die klinische Relevanz der Ergebnisse in Frage gestellt wurde, die mindestens eine Verbesserung von 20 cm/s (Perry et al. 1995) abverlangt. Darüber hinaus ist festzustellen, dass der Einsatz von Gehhilfen die Gehfähigkeit bei subakuten Patienten verbessert. In Bezug auf die Gehgeschwindigkeit und Balance kann der temporäre Einsatz von orthopädischen Schuhen (in der Anfangsphase der Rehabilitation) in Kombination mit konventioneller Physiotherapie eine Verbesserung bei subakuten Patienten herbeiführen.

4.11 Zentrale Stimulation

K. M. Stephan

4.11.1 Repetitive Magnetstimulation (rTMS)

Die transkranielle kortikale Magnetstimulation (TMS) ist ein nicht-invasives Verfahren, das durch die Schädeldecke hindurch im Gehirn Magnetfelder erzeugen kann. Mit Hilfe der repetitiven kortikalen Magnetstimulation werden kortikale Nervenzellen durch die Schädelkalotte in Abhängigkeit von der Stimualtionsfrequenz erregt oder gehemmt, dies beeinflusst das zerebrale Erregungsniveau. Auf Grund der fokalen Stimulationseigenschaften der TMS erlaubt die repetitive Magnetstimulation die Aktivität einzelner Hirnareale direkt oder indirekt zu fördern oder zu hemmen. Der messbare Einfluss der Stimulation hält bis zu ein oder zwei Stunden an.

Bei Schlaganfallpatienten finden sich in einzelnen Studien Hinweise, dass die repetitive Magnetstimulation die Erholung von Funktionen der oberen Extremitäten und von Alltagsfunktionen nach Schlaganfall während der Rehabilitation fördern kann. Dies konnte jedoch in einem Cochrane-Review (Hao et al., 2013) für die Gesamtheit der Studien nicht bestätigt werden. Für die Wirkung der repetitiven Magnetstimulation auf die Funktion der unteren Extremitäten und insbesondere auf das Gehen existieren nur wenige aussagekräftige Studien.

Evidenz

Bei der systematischen Suche fanden sich insgesamt vier Studien aus den Jahren 2010 bis 2014, die die klinische Wirkung der repetitiven zerebralen Magnetstimulation für die Funktionserholung der unteren Extremitäten nach Schlaganfall nutzten: Wang et al. (2012) untersuchten 24 Patienten nach Schlaganfall, Kakuda und Mitarbeiter untersuchten 18 Patienten nach Schlaganfall in einem Cross-over-Design (2013a) und 19 Patienten nach Schlaganfall in einer Kohorte (2013b) und Bonni et al. behandelten sechs Patienten mit Ataxie mit einer zerebellären Theta burst Stimulation (2014). Nur die Studie von Wang et al. (2012) erfüllt unsere Auswahlkriterien.

Die chronischen Schlaganfallpatienten erhielten über zwei Wochen an zehn Tagen jeweils eine 10 minütige repetitive inhibierende (1Hz) oder Sham-Stimulation über dem Beinareal der nicht betroffenen Hemisphäre, gefolgt von 30 Minuten aufgabenorientiertem Training. Vor und nach dem Training wurden der Fugl-Meyer Test für die untere Extremität durchgeführt, die Gehgeschwindigkeit getestet und zeitliche und räumliche Gangparameter erhoben. Eine Follow-up-Untersuchung im Verlauf wurde nicht durchgeführt (Tab. 54).

Gehgeschwindigkeit

Die Gehgeschwindigkeit zeigte direkt nach dem Training eine signifikante Verbesserung in der Interventionsgruppe (repetitive Magnetstimulation und aufgabenorientiertes Training) gegenüber der Kontrollgruppe (Sham-Stimulation und aufgabenorientiertes Training).

Aufgrund der Studienlage besteht **eine niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass ein Übungsprogramm mit repetitiver Magnetstimulation direkt vor einem aufgabenorientierten Training bei Patienten im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall zu einer signifikanten Verbesserung der Gehgeschwindigkeit führt. Eine Aussage über die Dauer der Verbesserung ist nicht möglich.

Die repetitive Magnetstimulation **kann** zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei Patienten nach Schlaganfall im **chronischen Stadium** in Kombination mit einem aufgabenorientierten Training eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad 0)**. Dies sollte vorzugsweise im Rahmen von klinischen Studien erfolgen (s.u.).

Auch wenn die drei anderen Studien unseren Auswahlkriterien nicht entsprechen, so bestätigen doch zwei der Studien den Befund, dass die repetitive Magnetstimulation bei Patienten im chronischen Stadium nach Schlaganfall zu einer Zunahme der Gehgeschwindigkeit führen kann und geben erste Hinweise, dass sie auch die Balance beim Gehen zumindest für eine kurze Zeit verbessern kann. In einer Pilotstudie, die erst nach der Schlussredaktion erschien (Lin et al. 2015) wiesen die Ergebnisse darauf hin, dass auch im subakuten Stadium nach Schlaganfall, die Gehgeschwindigkeit, aber auch die Gehfähigkeit und vor allem die Balance positiv beeinflusst werden können.

Tab.: 54: Repetitive Magnetstimulation

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b +	Wang et al. 2012	1. rTMS (1 Hz, 10 min) vor 30 min aufgabenorientiertem Üben 2. Sham-TMS (10 min) vor 30 min aufgabenorientiertem Training	14/14	chronisch		+		

+/−signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Gesamtbewertung der Intervention

Bisher sind erste Studien zum Effekt der repetitiven transkraniellen Magnetstimulation vor einer physiotherapeutischen Intervention erschienen, die auf eine zumindest kurzfristige positive Wirksamkeit hinweisen. Allerdings werden unter den Experten zur Zeit die optimalen Stimulationsorte sowie die genauen Stimulationsparameter noch intensiv diskutiert, so dass eine Übertragung in den klinischen Alltag außerhalb von Studien problematisch erscheint, insbesondere da auch ernstere Nebenwirkungen (epileptische Anfälle) nicht ausgeschlossen sind.
Es ist zu erwarten, dass sich in Zukunft unter Berücksichtigung des zugrundeliegenden Konzeptes (gezielte Beeinflussung der Plastizität) methodische Weiterentwicklungen ergeben, auf deren Basis ein Training bei besonderen Untergruppen von Schlaganfallpatienten empfohlen werden kann. So ist zum Beispiel aus den konzeptuellen Gründen im subakuten Stadium ein größerer Effekt zu erwarten als im chronischen Stadium. Bis dahin wird die Anwendung nur in klinischen Kompetenzzentren oder innerhalb kontrollierter klinischer Studien empfohlen.

4.11.2 Transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS)

Die transkranielle Gleichstromstimulation beeinflusst die zerebrale Erregbarkeit durch die Schädelkalotte, sie kann durch eine mehrere Minuten dauernde Stimulation in einzelnen kortikalen Hirnarealen direkt oder indirekt gehemmt oder gefördert werden. Allerdings ist die Stimulation nicht so fokal wirksam wie bei der repetitiven kortikalen Magnetstimulation (rTMS). Ähnlich wie bei der rTMS ist die Wirkung der transkraniellen Gleichstromstimulation ca. ein bis zwei Stunden nachweisbar.

Es gibt erste Hinweise, dass die transkranielle Gleichstromstimulation die Erholung von Funktionen der oberen Extremitäten vor allem während der subakuten Phase nach Schlaganfall fördern kann. Im letzten Cochrane-Review (Elsner et al. 2013) wird allerdings nur eine sehr geringe Evidenz für die fördernde Funktion der Gleichstromstimulation gefunden. Für die untere Extremität und die Mobilität liegt bisher keine zusammenfassende Bewertung vor.

Evidenz

Die systematische Suche zeigt, dass insgesamt drei Studien guter Qualität aus den Jahren 2010 bis 2014, die zerebrale Gleichstromstimulation für die unteren Extremitäten mit den vordefinierten Zielkriterien nutzten: (Geroin et al. 2011, Saeys et al. 2014 und Tahtis et al. 2014). Zwei Studien sind randomisierte kontrollierte Studien (Geroin et al. 2011, Tahtis et al. 2014), wobei die zweite Studie allerdings nur jeweils sieben Patienten pro Gruppe enthält. Aufgrund der insgesamt begrenzten Studienlage wurde sie mit eingeschlossen. Eine weitere randomisierte kontrollierte Studie mit jeweils vier untersuchten Patienten pro Untersuchungsarm wurde aufgrund der geringen Gruppengröße nicht mit eingeschlossen (Danzl et al. 2013). In einer Cross-over-Studie von Saeys und Mitarbeitern (2014) wurden 31 Patienten mit und ohne tDCS Stimulation untersucht. Nach den methodischen Vorgaben (siehe Kapitel 2) würde nur der erste Teil der Studie berücksichtigt. Damit hätte die Studie für den untersuchten Zielparameter (Balance) ein negatives Ergebnis, dies widerspricht dem Ergebnis der Gesamtstudie: Erst bei der gemeinsamen Auswertung beider Teile wird das für ein positives Ergebnis notwendige Signifikanzniveau erreicht. Nach sorgfältiger Abwägung in der Leitliniengruppe wurde die Studie nur unterstützend in die Bewertung mit einbezogen.

In der Studie von Geronin et al. (2011) wurden drei Gruppen mit jeweils 10 chronischen Schlaganfallpatienten verglichen. In der ersten Gruppe wurde eine transkranielle Gleichstromstimulation während eines Trainings auf dem Gangtrainer durchgeführt, in der zweiten Gruppe eine »sham«-Stimulation während der gleichen Intervention und in der dritten Gruppe als Kontrolle ein konventionelles Gehtraining ohne (echte oder Sham-) Stimulation. Die Effekte wurden vor und nach dem Training sowie zwei Wochen später gemessen. Ver-

Tab. 55: Transkranielle Gleichstromstimulation

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b	Geroin et al. 2011	1. Gangtrainer Training mit tDCS 2. Gangtrainer Training mit sham-Stimulation 3. konventionelles Gehtraining	10/10/10 Vergleich 1. vs. 2.	chronisch		Ø	Ø	
2b	Tahtis et al. 2014	1. bi-hemisphärische tDCS 2. sham tDCS	7/7	subakut				+
2b (Cross-over)	Saeys et al. 2014	1. tDCS über 4 Wochen 2. sham tDCS über 4 Wochen	15/16	subakut				+

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

glichen wurden in diesem Kapitel nur die Ergebnisse des Vergleichs zwischen den beiden Gangtrainer-Gruppen mit und ohne Stimulation. Zielparameter waren bei den Patienten, die bereits vor der Intervention mindestens 15 Meter selbstständig gehen konnten, die Gehgeschwindigkeit und Gehstrecke.

In der Studie von Tahtis et al. werden einzelne bihemisphärische Gleichstromstimulations-Sitzungen bei Patienten im subakuten Stadium nach Schlaganfall durchgeführt. In der Kontrollgruppe existiert eine entsprechende sham-Bedingung. Der Effekt auf den Timed Up & Go Test (TUG) wird hier direkt nach der Stimulation gemessen. So wird – im Gegensatz zu Geronin et al. nicht der mittel- und langfristige Effekt erfasst, sondern der direkte Effekt nach der Stimulation. In der Cross-over-Studie von Saeys werden die Effekte der tDCS im subakuten Stadium nach Schlaganfall jeweils nach vier Wochen gemessen, Zielparameter war hier ebenfalls die Balance (Tab. 55).

Gehgeschwindigkeit

Die Gehgeschwindigkeit zeigte direkt nach dem Training für beide Gangtrainer-Gruppen bei Geroin et al., 2011 eine signifikante Verbesserung der Gehgeschwindigkeit gegenüber der Kontrollgruppe (konventionelles Gehtraining Bobath). Zwischen der Gruppe mit der Gleichstromstimulation und der Gruppe mit der sham-Stimulation zeigte sich jedoch kein signifikanter Unterschied.

Aufgrund der Studienlage besteht bei einer geringen Patientenzahl je Gruppe eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass ein Übungsprogramm mit Gleichstromstimulation während eines Gehtrainings mit dem Gangtrainer bei Patienten im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall nicht zu einer signifikanten Verbesserung der Gehgeschwindigkeit führt. Für das subakute Stadium liegen keine belastbaren Daten vor.

Eine Empfehlung für oder gegen den Gebrauch der transkraniellen Gleichstromstimulation zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall kann aufgrund der niedrigen Evidenz **nicht** gegeben werden. Die Technik sollte im Rahmen kontrollierter Studien oder Untersuchungen genutzt werden.

Gehstrecke

Die Gehstrecke zeigte direkt nach dem Training für beide Gangtrainer-Gruppen bei Geroin et al. 2011 eine signifikante Verbesserung gegenüber der Kontrollgruppe (konventionelles Gehtraining). Zwischen der Gruppe mit der Gleichstromstimulation und der Gruppe mit der sham-Stimulation zeigte sich jedoch auch hier kein signifikanter Unterschied. Für das subakute Stadium liegen keine belastbaren Daten vor.

Aufgrund der Studienlage besteht bei einer geringen Patientenzahl je Gruppe eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass ein Übungsprogramm mit Gleichstromstimulation während eines Gehtrainings mit dem Gangtrainer bei Patienten im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall nicht zu einer signifikanten Verbesserung der Gehstrecke führt.

Eine Empfehlung für oder gegen den Gebrauch der transkraniellen Gleichstromstimulation zur Verbesserung der Gehstrecke im **chronischen Stadium** nach Schlaganfall kann aufgrund der niedrigen Evidenz **nicht** gegeben werden. Die Technik sollte im Rahmen kontrollierter Studien oder Untersuchungen genutzt werden.

Balance

Die Balance zeigte direkt nach dem Training der Patienten bei Tahtis et al. eine signifikante Verbesserung der Interventionsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe, obwohl in beiden Gruppen nur sieben Patienten eingeschlossen waren. Nicht nur kurzfristig, sondern auch mittel- oder längerfristig kann die Balance vermutlich durch die tDCS beeinflusst werden: die Cross-over-Studie von Saeys et al. weist, wenn man beide Arme der Studie auswertet, ebenfalls einen positiven Effekt der Gleichstromstimulation auf die Balance im Vergleich zur der »Sham-Bedingung« nach.

Aufgrund der Studienlage besteht eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür, dass ein Übungsprogramm mit Gleichstromstimulation bei Patienten im **subakuten Stadium** nach Schlaganfall zu einer signifikanten Verbesserung der Balance führt.

Eine Empfehlung für oder gegen den Gebrauch der transkraniellen Gleichstromstimulation zur Verbesserung der Balance kann für das **subakute Stadium** nach Schlaganfall aufgrund der niedrigen Evidenz **nicht** gegeben werden. Die Technik sollte im Rahmen kontrollierter Studien oder Untersuchungen genutzt werden.

Gesamtbewertung der Intervention

Bisher sind nur erste Studien zum Effekt der transkraniellen Gleichstromstimulation während oder vor einer physiotherapeutischen Intervention erschienen, die im chronischen Stadium für die Förderung der Gehgeschwindigkeit und der Gehstrecke keine positiven Ergebnisse zeigten, im subakuten Stadium jedoch Hinweise auf eine positive Wirkung auf die Balance erkennen lassen. Aus pathophysiologischen Gründen ist im subakuten Stadium ein größerer Effekt zu erwarten als im chronischen Stadium (siehe Einleitung). Somit ist gut möglich, dass eine Intervention, die das Design von Geroin aufnimmt, bei Patienten im subakuten Stadium erfolgreich sein könnte. Andererseits könnte die transkranielle Gleichstromstimulation aber auch die Balance stärker beeinflussen als die Gehstrecke oder Gehgeschwindigkeit. Bei der Vielzahl der Studien, die zur Zeit durchgeführt werden, werden vermutlich in einigen Monaten oder zumindest in einigen Jahren deutlich aussagekräftigere Ergebnisse vorliegen. Bis dahin empfehlen wir, die Technik nur in klinischen Kompetenzzentren oder im Rahmen kontrollierter klinischer Studien oder Untersuchungen zu nutzen.

4.12 Medikamentöse Therapie

Ch. Dohle

4.12.1 Orale Medikamente

Für verschiedene orale Medikamente wurden in Studien überprüft, ob durch sie die motorische Erholung nach Schlaganfall verbessert werden kann. Ihr gemeinsames Wirkprinzip ist im Wesentlichen die Förderung der neuronalen Plastizität, entweder durch direkte Stimulation, z.B. dopaminerger Rezeptoren, oder z.B. durch globale Verbesserung der zerebralen Durchblutung. Daher ist klar zu sagen, dass keines dieser Medikamente isoliert wirken kann, sondern nur im zeitlich engem Zusammenhang mit durchgeführter Physiotherapie. Die konkreten Inhalte der angewandten Physiotherapie sind allerdings in den nachfolgend dargestellten Studien in der Regel nicht präzise beschrieben.

Evidenz

Insgesamt fanden sich in der systematischen Recherche unter den Einschlusskriterien dieser Leitlinie randomisierte klinische Studien für 6 verschiedene Medikamente. Diese Zahl erscheint zunächst niedrig, allerdings war das Zielkriterium der Mehrzahl der bisherigen Medikamentenstudien nach Schlaganfall die Funktion der oberen Extremität. Auch ein Abgleich mit narrativen (Rösser und Floël 2008) oder systematischen Reviews (Berends et al. 2009) ergab für unsere Zielkriterien keinen Hinweis auf nicht mit Suchalgorithmus erfasste Studien. Es ist jedoch wichtig darauf hinzuweisen, dass **für keines der genannten Präparate zu dem Zeitpunkt eine Zulassung zum Einsatz zur Verbesserung der Funktion der unteren Extremität nach Schlaganfall besteht, daher ist ein Einsatz unter dieser Zielsetzung nur off label möglich.** Der Einsatz von Antidepressiva (Fluoxetin, Maprotilin) kann bei begleitender depressiver Störung, insbesondere im Rahmen einer Post-stroke Depression, formell indiziert sein.

Evidenz

Zwei ältere Studien liegen vor zu dem Medikament **Naftidrofuryl**, dem durchblutungsfördernde Wirkungen zugeschrieben werden. Naftidrofuryl hat in Deutschland eine Zulassung zur Verlängerung der Gehstrecke bei Patienten mit chronischer peripherer arterieller Verschlusskrankheit (im Stadium II), allerdings nur wenn andere Therapiemaßnahmen einschließlich Gehtraining nicht durchführbar bzw. nicht angezeigt sind. In einer Studie an insgesamt 55 subakuten Schlaganfallpatienten untersuchten Ducarne et. al (1986) den Effekt des Medikaments in einer Dosierung von 3 x 200 mg gegenüber Placebo während 8-wöchiger stationärer Rehabilitation. In einer weiteren Studie von Capon und Mitarbeitern von 1990 wurde Naftidrofuryl in einer Dosis von 2 x 316,5 mg gegenüber Placebo während 60 Tage stationärer Rehabilitation gegeben.

Dextroamphetamin ist ein Wirkstoff aus der Gruppe der Amphetamine, der u. a. zur Behandlung von ADHS, Narkolepsie und Übergewicht angewendet wird. Die beschriebenen Effekte auf die Erholung nach Schlaganfall sind nicht einheitlich (Martinsson et al. 2007).In einer Studie an insgesamt 37 akuten Schlaganfallpatienten (5 bis 10 Tage nach Schlaganfall) wurde der Effekt von 10 mg Dextroamphetamine gegen eine Placebogabe, jeweils eingenommen vor 90-minütiger Physiotherapie.

Ropinirol ist ein Dominagonist, der primär zur Behandlung des Parkinson-Syndroms und eines Restless-leg-Syndroms zugelassen ist und eingesetzt wird. Aufgrund der beschriebenen Effekte von L-Dopa auf die motorische Erholung nach Schlaganfall (Acler & Manganotti 2013) liegt es nahe, dass ähnliche Effekte auch durch direkte dopaminerge Stimulation erreicht werden können. Untersucht wurde der Effekt dieses Medikament im Rahmen der Studie von Cramer und Mitarbeitern (2009) an insgesamt 33 Schlaganfallpatienten im chronischen Stadium über einen neunwöchigen Behandlungszeitraum in Kombination mit vierwöchiger Physiotherapie, die jedoch nur zweimal wöchentlich am jeweiligen »peak drug level« durchgeführt wurde.

Verschiedene Studien insbesondere bezüglich der oberen Extremität legen einen Effekt von Antidepressiva bzw. Serotoninwiederaufnahmehemmern auf die motorische Erholung nahe (Chollet et al., 2013). In der einzigen hierzu vorliegenden Studie mit Zielkriterien für die untere Extremität untersuchten in einem 3-armigen Design Dam und Mitarbeiter (1996) den Effekt von **Fluoxetin** 20 mg/d versus **Maprotilin** 150 mg/d versus Placebo über drei Monate mit 5 h Therapie/d. Im Rahmen der Studie wurden in den drei Gruppen 16, 14 und 16 Patienten im subakuten und chronischen Stadium (im Mittelwert drei Monate nach Schlaganfall) eingeschlossen.

Eine besondere Betrachtung erhält die Studie zu **Risedronat**, einem Bisphosphonat, das die Knochendichte, insbesondere auch bei Frauen nach der Menopause, verbessert. In einer großen Studie an insgesamt 345 Frauen zwischen drei Tagen und einem Jahr nach Schlaganfall untersuchten Sato et al. (2005) den Effekt von Risedronat gegen Placebo über ein Jahr. Die Studie war primär angelegt, um den Effekt dieses Medikaments auf das Auftreten von Hüftfrakturen zu erfassen. Als sekundäre Zielvariable wurde auch die Zahl der Stürze erfasst, die für diese Leitlinie als eine Variable der Balance definiert ist. Daher wurde diese Studie mit eingeschlossen.

Tab. 56: Medikamente

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b +	Ducarne et al. 1986	Naftidrofuryl 3 x 200 mg vs. Placebo während 8 Wochen stationärer Rehabilitation	32/23	subakut	Ø			
1b +	Capon et al. 1990	Naftidrofuryl 2 x 316,5 mg vs. Placebo während 60 Tage stationärer Rehabilitation	42/40	subakut	+			
2b +/–	Martinsson et al. 2007	10 x Dextroamphetamine 10 mg vs. Placebo vor 90 min Physiotherapie	31/36	akut (5–10 d post stroke)	Ø			
2b ++	Cramer et al. 2009	Ropinirol auftitriert über 9 Wochen vs. Placebo in Kombination mit 4 Wochen Physiotherapie 2x/w bei peak drug level	17/16	chronisch		Ø	Ø	
2b +	Dam et al. 1996	Fluoxetin 20 mg/d vs. Maprotilin 150 mg/d über 3 Monate mit 5 h Therapie/d	16/14	subakut/chronisch (3 m post-stroke)	+			
		Fluoxetin 20 mg / d vs Placebo über 3 Monate mit 5 h Therapie /d	16/16	subakut/chronisch (3 m post-stroke)	Ø			
		Maprotilin 150 mg/ d vs. Placebo über 3 Monate mit 5 h Therapie /d	16/14	subakut/chronisch (3 m post-stroke)	Ø			
1b ++	Sato et al. 2005	Risedronat 1 x 2,5 mg vs. Placebo über 1 Jahr	173/172 (nur Frauen!)	subakut/chronisch (ab Tag 3 für 1 Jahr)				Ø

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Gehfähigkeit

Der Effekt auf die Gehfähigkeit wurde in Studien mit Naftidrofuryl, Dextroamphetamin, Fluoxetin und Maprotilin untersucht.

Für **Naftidrofuryl** liegen zwei Studien vor. In der Studie von Ducarne et al., 1986 fanden sich Verbesserungen auf einer selbstdefinierten Skala der Gehfähigkeit gegenüber der Baseline nur in der aktiven Gruppe, aber nicht in der Placebo-Gruppe. Der direkte Vergleich zwischen beiden Gruppen ergab jedoch keinen signifikanten Unterschied. In der Studie mit der besseren Studienqualität (Capon et. al 1990) zeigte sich in einer Gesamtpopulation von 82 subakuten Schlaganfallpatienten ein signifikanter Unterschied bezüglich der Gehfähigkeit.

Für **Dextroamphetamin** (Gladstone et. al 2006) fand sich kein Unterschied zwischen beiden Behandlungsgruppen in 2 verschiedenen Scores für die Gehfähigkeit (ambulation score, non-functional ambulation). In der dreiarmigen Studie von Dam et al. (1996) für **Fluoxetin** und **Maprotilin** fand sich kein Unterschied in der Gehfähigkeit für beide Medikamente gegenüber Placebo, jedoch eine signifikante Überlegenheit des Präparates Fluoxetin gegenüber Maprotilin für dieses Zielkriterium.

Somit besteht **niedrige Evidenz**, dass Naftidrofuryl zu einer Verbesserung der Gehfähigkeit führt. Es besteht **niedrige Evidenz**, dass die Gabe von Dextroamphetamin, Fluoxetin oder Maprotilin im Zusammenhang mit Physiotherapie zu **keiner** Verbesserung der Gehfähigkeit führt.

Beim Einsatz von Naftidrofuryl in der Akutphase bestehen Hinweise auf minder schwere Nebenwirkungen wie gastrale Nebenwirkungen, Schwindel oder Insomnie (Leonardi-Bee et al., 2007). Zudem fand sich in diesem systematischen Review für akute Schlaganfälle ein nicht-signifikanter Trend für vermehrte frühe Todesfälle. Daher sollte die die Indikation für dieses Medikament besonders kritisch überprüft werden. Für Dextroamphetamin wurden im Rahmen der o. g. Studie keine Nebenwirkungen beschrieben. Im Rahmen anderer Studien wurde jedoch eine Erhöhung von Puls und Blutdruck beschrieben (Martinsson et al. 2007). Beschriebene Effekte auf die Todesrate können auch durch eine nichtsymmetrische Randomisierung verursacht worden sein. Auch hier ist daher die Indikation für dieses Medikament sehr zurückhaltend zu stellen. Bei der Gabe von Fluoxetin wurden Nebenwirkungen beschrieben, allerdings sind in großen Studien insbesondere zur Rehabilitation der oberen Extremität eher positive Effekte beschrieben (Chollet et. al 2011). Für Maprotilin wurden im Rahmen der eingeschlossenen Studie (Dam et al. 1996) ebenfalls Nebenwirkungen dokumentiert, zudem gab es Hinweise auf Verschlechterung des klinischen Zustandsbildes.

Aufgrund der wissenschaftlichen Evidenz kann somit für die Gabe von Fluoxetin zur Verbesserung der Gehfähigkeit **keine Empfehlung** ausgesprochen werden. Die Indikation zur Gabe für die Verbesserung anderer Zielkriterien (z.B. Post-Stroke-Depression) sollte eher großzügig überprüft werden. Die Gabe der drei Medikamente Naftidrofuryl, Dextroamphetamin oder Maprotilin zur Verbesserung der Gehfähigkeit kann nicht außerhalb von Studien empfohlen werden.

Gehgeschwindigkeit

Die Gehgeschwindigkeit wurde lediglich in der kleinen Studie zu Ropinirol von Cramer et. al 2009 untersucht. Hier fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Behandlungsgruppen (gemessen über 50 feet = 15,24 m).

Somit besteht **niedrige Evidenz**, dass die Gabe von Ropinirol in Verbindung mit Physiotherapie zu keiner Verbesserung der Gehgeschwindigkeit führt.

Die Gabe von Ropinirol zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit kann außerhalb von Studien **nicht** empfohlen werden.

Gehstrecke

Auch die Gehstrecke wurde lediglich in der o. g. Studie für Ropinirol von Cramer et. al 2009 untersucht. Hier fand sich ebenfalls kein Unterschied zwischen beiden Behandlungsgruppen (gemessen im 6-Minuten-Gehtest).

Somit besteht **niedrige Evidenz,** dass die Gabe von Ropinirol in Verbindung mit Physiotherapie zu keiner Verbesserung der Gehstrecke führt.

Die Gabe von Ropinirol zur Verbesserung der Gehstrecke **kann nicht** außerhalb von Studien empfohlen werden.

Balance

Ein Zielkriterium der Balance (Zahl der Stürze) fand sich lediglich in der Studie von Sato et al. (2005) für die Gabe von Risedronat, wobei die Studie primär die Zahl der Frakturen untersuchte. In der als Nebenkriterium untersuchten Zahl der Stürze fand sich kein Unterschied zwischen beiden Behandlungsgruppen, jedoch eine signifikante Reduktion der Frakturen nach Sturz.

Somit besteht **mittlere Evidenz**, dass die Gabe von Risedronat über ein Jahr nach Schlaganfall bei Frauen zu keiner Verbesserung der Balance (Reduktion der Stürze) führt.

Für die Gabe von Risedronat bei Frauen nach Schlaganfall zur Verbesserung der Balance kann **keine Empfehlung** ausgesprochen werden. Die Indikation zur Gabe als Frakturprophylaxe sollte jedoch überprüft werden.

Gesamtbewertung der Intervention

Zusammenfassend liegen somit für die Verbesserung der motorischen Funktionen der unteren Extremität nach Schlaganfall nur wenige Studien vor, die die Einschlusskriterien und formalen Anforderungen dieser Leitlinie erfüllen. Bei der Mehrzahl der Studien fand sich kein Unterschied zwischen beiden Behandlungsgruppen. Zudem wurden in fast allen Studien Nebeneffekte dokumentiert. Somit kann zum derzeitigen Zeitpunkt für keines der genannten Präparate eine positive Empfehlung ausgesprochen werden. Diese sollten in der Regel nur im Rahmen von Studien untersucht werden. Aus der Literatur für die Rehabilitation der oberen Extremität gibt es jedoch zunehmend Hinweise, dass insbesondere die Gabe von Serotoninwiederaufnahmehemmern (z. B. Fluoxetin) zur Verbesserung der motorischen Funktion geeignet ist. Daher kann die Indikation zur Gabe bei einer eventuell begleitenden Post-Stroke-Depression eher großzügig gestellt werden.

4.12.2 Botulinumtoxin

Botulinumtoxin (BTX) ist ein neurotoxisches Protein, das die Impulsweiterleitung von Nervenzellen zu Muskeln blockieren und damit den Muskel in unterschiedlichem Ausmaß lähmen kann. Daher wird es in der Rehabilitation vor allem bei ausgeprägter Spastik eingesetzt. Es wird lokal injiziert und entfaltet seine Wirksamkeit (bei Einhalten entsprechender Standards) nur in den jeweils injizierten Muskeln. Die Dosierung für verschiedene Muskeln muss individuell festgelegt werden. Die Wirksamkeit der Injektion hält nur eine begrenzte Zeit an, daher muss sie in der Regel in regelmäßigen Abständen (z. B. alle drei Monate) wiederholt werden. Unterschieden werden verschiedene Subtypen (Botulinumtoxin A bzw. B), die in ihrer Wirksamkeit ähnlich sind, aber unterschiedliches Antigen-Verhalten aufweisen. BTX A wird in verschiedenen Präparaten angeboten (Botox®, Dysport®, Xeomin® und andere), deren Dosierungseinheiten nicht direkt miteinander vergleichbar sind (Brashear et al. 2008). Zudem haben die Präparate in Deutschland verschiedene Zulassungen. Zum Zeitpunkt der Erstellung der Leitlinie bestehen für verschiedene Präparate Zulassungen für verschiedene Störungen mit erhöhter muskulärer Aktivitität wie fokale Dystonien, Armspastik nach Schlaganfall (in verschiedenen Abgrenzungen), oder hyperaktive Blase. Erst seit 2014 hat das Präparat Botox® in einer empfohlenen Dosierung von 300 Einheiten als einziges die Zulassung für fokale Spastizität des Fußgelenks bei erwachsenen Schlaganfallpatienten. **Der Einsatz des ebenfalls in Studien überprüften Präparats Dysport® oder Xeomin® wäre nur off-label möglich.**

Tab. 57: Botulinumtoxin

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b +	Burbaud et al. 1996	• BTX A (Dysport®) + Physiotherapie vs. • NaCl + Physiotherapie	13/10	chronisch		Ø		
1b ++	Pittock et al. 2003	• Niederige / mittlere / hohe Dosierung von BTXA (Dysport®) + Physiotherapie vs. • NaCl + Physiotherapie	57/55/55/54	chronisch	+		Ø	
2b +/–	Mancini et al. 2005	• Niedrige vs. • mittlere Dosierung von BTX A (Botox®)	15/15	chronisch		+		
		• Mittlere vs. • hohe Dosierung von BTX A (Botox®)	15/15	chronisch		+		
		• Niedrige vs. • hohe Dosierung von BTX A (Botox®)	15/15	chronisch		+		
1b +/++	Kaji et al. 2010	• Injektion von 300 U BTX A (Botox®) + Physiotherapie vs. • NaCl- Injektion + Physiotherapie	58/62	chronisch		Ø		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Evidenz

Trotz dieser Zulassungslage liegen zum Einsatz von Botulinumtoxin an der unteren Extremität eine Reihe von guten randomisierten klinischen Studien vor, allerdings sämtlich an Patienten im chronischen Stadium. Dabei kamen ausschließlich die BTX-A-Präparate Botox® und Dysport® zum Einsatz. Burbaud et al. 1996 untersuchten insgesamt 23 Patienten mit schwerer therapierefraktärer Spastik der Fußgelenksplantarflexoren und Fußsupination, die entweder BTX A (insgesamt 1.000 U Dysport®) oder NaCl-Injektionen erhielten. Pittock et al. 2003 untersuchten in der größten derartigen Studie insgesamt 200 gehfähige Patienten mit spastischer Equinovarus-Deformität, die entweder eine niedrige (500 U), mittlere (1.000 U) oder hohe Dosierung (1.500 U) von BTX A (Dysport®) oder eine Na-Cl-Injektion bekamen. Mancini et al. 2005 untersuchten in drei Gruppen jeweils 15 gehfähige Patienten mit spastischer Einschränkung von Dorsoflexion und Gang, die nach einem festen Verteilungsschema eine niedrige (insgesamt 300 U), mittlere (insgesamt 550 U) oder hohe Dosierung (insgesamt 900 U) von BTX A (Botox®) in insgesamt sieben Muskeln erhielten. Bemerkenswerterweise wurde in dieser Studie die begleitende Physiotherapie zwei Monate vor Beginn bis zum Ende der Studie vollständig eingestellt. Die Analyse beruhte auf mehreren multivariaten Analyse (MANOVA) der Verbesserungen zu den verschiedenen Meßzeitpunkten gegenüber den Ausgangswerten in jeweils paarweisen Vergleichen ohne Bonferroni-Korrektur. Auch ist die Größe der Effekte nur schwer zu beurteilen, da Fehler nicht berichtet wurden. Die große randomisierte Studie von Kaji et al. (2010) untersuchte insgesamt 120 gehfähige Patienten mit spastischem Bein mit Equinovarus-Deformität, die eine einmalige Injektion von 300 U BTX A (Botox®) oder NaCl erhielten.

Für die Empfehlung, nicht jedoch für die formale Evidenz, wurde auch eine Metaanalyse von Foley et al. (2010) mit berücksichtigt, bei der sieben Studien mit insgesamt 228 Patienten zusammengefasst wurden, bei denen Botulinumtoxin entweder im Rahmen einer randomisierten kontrollierten Studie oder auch in nichtrandomisierten Kohortenstudie appliziert wurde.

Über die Wirksamkeit der Injektion von Botulinumtoxin alleine bzw. in Kombination mit Physiotherapie hinaus stellt sich die Frage, ob die Effekte durch *zusätzliche Maßnahmen* unterstützt bzw. verbessert werden könnten. Zur Beantwortung dieser Frage untersuchten Karadag-Saygi et al. (2010) 20 mit oder ohne Gehhilfe gehfähige Patienten mit Equinovarus Fuß- und plantarer Flexoren-Spastizität, die alle 75 bis 100 Units BTX A (Botox®), entweder kombiniert mit Kinesiotaping oder einem »sham taping« erhielten. Carda et al. 2011 untersuchten insgesamt 69 gehfähige Patienten mit spastischer Equinovarus-Fußdeformität nach Injektion von 100 U BTX A (Xeomin®), die aufgeteilt auf drei Gruppen zusätzlich entweder Casting, Taping oder Stretching erhielten. In einer sehr kleinen Studie mit insgesamt nur 10 Patienten untersuchte Hesse et al. 1995 10 gehfähige Patienten mit spastischer Equinovarus-Fußdeformität, die entweder 2.000 U BTX A (Dysport®) oder 1.500 – 2.000 U BTX A (Dysport®) kombiniert mit insgesamt 18 30-minütigen Sitzungen alternierender elektrischer Stimulation erhielten. Diese Studie, die aufgrund methodischer Einschränkungen und geringer Fallzahl eigentlich nicht die Einschlusskriterien für die Leitlinie erfüllt, wurde dennoch berücksichtigt, da es keine vergleichbare Untersuchung zum Effekt der Elektrostimulation mit einer höheren Fallzahl gibt (Tab. 58).

Tab. 58: Begleitende Maßnahmen zur Injektion von Botulinumtoxin

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b– ++	Karadag-Saygi et al. 2010	• 75–100 U BTX A (Botox®) + Kinesio-Taping vs. • 75–100 U BTX A (Botox®) + Sham-Taping	10/10	chronisch		Ø		
1b +/++	Carda et al. 2011	• 100 U BTX A (Xeomin®) + Casting vs. • 100 U BTX A (Xeomin®) + Taping	24/27	chronisch	Ø	Ø	Ø	
		• 100 U BTX A (Xeomin®) + Taping vs. • 100 U BTX A (Xeomin®) +Stretching	27/18	chronisch	Ø	Ø	Ø	
		• 100 U BTX A (Xeomin®) + Casting vs. • 100 U BTX A (Xeomin®) +Stretching	24/18	chronisch	Ø	Ø	+	
2b –	Hesse et al. 1995	• 2.000 U BTX A (Dysport®) vs. • 1.500–2.000 U BTX A (Dysport®) + alternierende elektrische Stimulation	5/5	chronisch		+		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Gehfähigkeit

Nur eine Studie, aber die mit der höchsten Fallzahl (Pittock et al. 2003), untersuchte den Einfluss von (verschiedenen Dosierungen von) Botulinumtoxin auf die Gehfähigkeit. In dieser Studie fand sich sowohl eine signifikante Verringerung des Hilfsmittelgebrauchs (Orthese, Stock, Rollator) nach Injektion von BTX im Vergleich zu einer NaCl-Injektion, als auch eine Dosis-Wirkungs-Beziehung für diesen Zielparamater. Der stärkste Effekt war vier Wochen nach Behandlung nachweisbar, danach (8 und 12 Wochen nach Injektion) schwächte er sich ab. Es fanden sich jedoch keine Effekte für Patienten, die initial ohne Hilfsmittel gehfähig waren.

Bezüglich begleitender Maßnahme liegt mit Carda et al. (2011) nur eine Studie mit Betrachtung der Gehfähigkeit (FAC-Skala) vor. Hier fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen der zusätzlichen Behandlung (Casting, Taping oder Stretching).

Somit besteht **hohe Evidenz,** dass höhere Dosen von Botulinumtoxin A zusammen mit Physiotherapie im chronischen Stadium die Gehfähigkeit (Hilfsmittelgebrauch) bei Patienten, die auf Hilfsmittel angewiesen sind, stärker verbessern als die alleinige physiotherapeutische Behandlung. Es besteht **mittlere Evidenz,** dass zusätzliches Casting, Taping oder Stretching zur Verbesserung der Gehfähigkeit einander nicht überlegen sind.

Aufgrund der wissenschaftlichen Evidenz scheint für gehfähige Patienten mit spastischer Equinovarus-Deformität im **chronischen Stadium** ein Einsatz von Botulinumtoxin gerechtfertigt, falls eine Reduktion des Hilfsmittelgebrauchs angestrebt wird **(Empfehlungsgrad B).** Für das Zielkriterium der Gehfähigkeit kann **keine Empfehlung** für zusätzliches Casting, Taping oder Stretching gegeben werden.

Gehgeschwindigkeit

Insgesamt drei Studien (Burbaud et al. 1996, Mancini et al. 2005, Kaji et al. 2010) fanden keine signifikante Verbesserung der Ganggeschwindigkeit (jeweils gemessen mit dem 10-m-Gehtest) durch die Injektion von Botulinumtoxin. Mancini und Mitarbeiter fanden zwar in den paarweisen Vergleichen zu den verschiedenen Meßzeitpunkten eine Überlegenheit der mittleren und höheren gegenüber der niedrigen Dosierung, allerdings ist die Aussagekraft dieser Studie aufgrund der angreifbaren Statistik und des Stops jeglicher begleitender Physiotherapie während der Studienlaufzeit eingeschränkt. Aus dem Review von Foley und Mitarbeitern (2010), das neben den genannten randomisierten Studien auch nicht randomisierte Studien berücksichtigte, fand sich ein signifikanter Effekt der Injektion von Botulinumtoxin auf die Ganggeschwindigkeit, jedoch in geringer Effektstärke (Verbesserung um 0,044 m/s entsprechend 10%). Somit könnte ein Grund der nicht nachgewiesenen Effekte auch in einer Unterpowerung liegen, obwohl die genannten Studien durchaus hohe Fallzahlen aufweisen Zudem ist die klinische Relevanz dieser Effektgröße fraglich. Perry und Mitarbeiter definierten 1995 eine Verbesserung der Ganggeschwindigkeit um 0,2 m/s als klinisch relevant. Das Erreichen dieser Schwelle durch Injektion durch BTX ist aufgrund der vorliegenden Evidenz nicht gesichert.

Bezüglich zusätzlicher Maßnahmen zeigte die Studie von Karadag-Saygi (kleine Studie, daher mittlere Qualität) keine Effekte eines zusätzlichen Tapings auf die Ganggeschwindigkeit (10 m-Gehtest). In der Studie von Carda und Mitarbeitern 2011 fand sich in der paarweisen Testung kein signifikanter Unterschied zwischen Casting, Stretching und Taping. Mit der Studie von Hesse und Mitarbeitern 1995 liegt nur eine Studie vor, die einen relativ starken Effekt einer zusätzlichen Elektrostimulation auf die Ganggeschwindigkeit (gemessen mit einem elektrischen Ganganalysesystem) zeigt. Es ist

zu berücksichtigen, dass es sich hierbei um eine Studie mit sehr kleiner Fallzahl und methodischen Schwächen, aber sehr hoher Effektstärke handelt, die zudem physiologisch plausibel ist.

Somit besteht **hohe Evidenz**, dass Injektion von Botulinumtoxin A die Ganggeschwindigkeit nicht klinisch relevant verbessert. Es besteht insgesamt eine **niedrige Evidenz**, dass zusätzliches Taping die Ganggeschwindigkeit nicht verbessert. Zudem besteht **mittlere Evidenz**, dass zusätzliches Casting, Taping oder Stretching zur Verbesserung der Gehfähigkeit einander nicht überlegen sind. All diese Maßnahmen erfordern zudem einen zusätzlichen therapeutischen Aufwand. Schließlich besteht **niedrige Evidenz**, dass zusätzliche zyklische Elektrostimulationen die Ganggeschwindigkeit verbessert.

Aufgrund der wissenschaftlichen Evidenz kann für gehfähige Patienten mit spastischer Equinovarus-Fußdeformität im **chronischen Stadium** ein Einsatz von Botulinumtoxin nicht empfohlen werden, falls ausschließlich eine Verbesserung der Gehgeschwindigkeit angestrebt wird. Es kann zudem **keine Empfehlung** für ein zusätzliches Casting, Taping, Stretching oder Elektrostimulation gegeben werden, um die Gehgeschwindigkeit zu verbessern.

Gehstrecke

Nur eine Studie (Pittock et al. 2003) untersuchte die Gehstrecke (2-min-Gehtest), hier fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Patientengruppen nach Injektion einer niedrigen, mittleren oder hohen Dosierung von BTX A (Dysport®) bzw. NaCl. Diese Ergebnisse sind im Wesentlichen konsistent mit den Ergebnissen für die Ganggeschwindigkeit (siehe oben).

Bezüglich begleitender Maßnahmen fand sich in der Studie von Carda et al. (2011) für die Gehstrecke (6-min-Gehtest) in der paarweisen Testung eine signifikante Überlegenheit des Castings gegenüber dem Stretching 90 Tage nach Injektion. Alle drei Maßnahmen erfordern einen zusätzlichen therapeutischen Aufwand, aber nur Casting und Taping erscheinen physiologisch plausibel.

Somit liegt **mittlere Evidenz** vor, dass Injektionen von Botulinumtoxin A die Gehstrecke nicht verbessert. Zudem besteht **mittlere Evidenz**, dass zusätzliches Casting die Gehstrecke verbessert, zusätzliches Taping die Gehstrecke nicht verbessert, und zusätzliches Stretching die Gehstrecke weniger verbessert als Casting.

Aufgrund der wissenschaftlichen Evidenz kann für gehfähige Patienten mit spastischer Equinovarus-Deformität im **chronischen Stadium** ein Einsatz von Botulinumtoxin nicht empfohlen werden, falls ausschließlich eine Verbesserung der Gehstrecke angestrebt wird. Sollte die Injektion von Botulinumtoxin (z. B. aus anderen Gründen) durchgeführt werden, kann zusätzliches Casting durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**, kann für zusätzliches Taping **keine Empfehlung** ausgegeben werden, und kann zusätzliches Stretching nicht empfohlen werden, um die Gehstrecke zu verbessern.

Gesamtbewertung der Intervention

Zusammenfassend ist unzweifelhaft, dass die lokale Injektion von Botulinumtoxin Spastizität in den injizierten Muskeln reduziert. Studien zum Einsatz an der unteren Extremität liegen nur für das chronische Stadium nach Schlaganfall vor. In den Studien zeigt sich, dass Botulinum-Toxin zusammen mit Physiotherapie nur in besonderen Konstellationen (Reduktion von Hilfsmittelgebrauch) auch zu funktionell relevanten Verbesserungen von Zielkriterien dieser Leitlinie führt, die einen Einsatz rechtfertigen würden. Klinisch relevante Effekte auf Ganggeschwindigkeit und Gehstrecke finden sich nicht. Die Erreichung anderer Zielkriterien (z.B. Schmerzen, Gelenkfehlstellungen) sind nicht Gegenstand dieser Empfehlung und werden an anderer Stelle dargestellt (z. B. Leitlinie Spastik der DGNR). In der Indikationstellung der Injektion sind stets therapeutische Abwägungen zu verschiedenen Zielkriterien zu berücksichtigen.

4.12.3 Andere Spastikbehandlung

Bei spastischer Equinovarus-Deformität besteht eine Alternative zur Injektion von Botulinumtoxin in der Thermokoagulation des Nervus tibialis. Diese kann komplett oder partiell durchgeführt werden. Die Thermokoagulation führt zu einer irreversiblen Schädigung des Nervens mit entsprechender Lähmung der dadurch versorgten Muskulatur (insbesondere der Musculi solei, gastrocnemius, tibialis posterior). Somit entspricht der Effekt einer gezielten Thermokoagulation des Nervus tibialis der Injektion von Botulinumtoxin in einzelnen oder allen hiervon innervierten Muskeln, dies jedoch irreversibel.

Evidenz

Zu dieser Methode liegt mit der Arbeit von Beckerman et al. 1996 nur eine Studie vor, die in einem 2 x 2 Design sowohl den Effekt einer Thermokoagulation des Nervus tibialis als auch der Anwendung einer Fußgelenksorthese jeweils im Vergleich zu einer korrespondierenden Placebobehandlung untersuchten. Insgesamt wurden

Tab. 59: Thermokoagulation

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b ++	Beckerman et al. 1996	2 x 2 Design: – Thermokoagulation vs. Placebo –-Fußgelenksorthese vs. Placebo	15/15 vs. 16/14	chronisch	Ø	Ø		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Effekte, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

60 chronische Schlaganfallpatienten in eine der vier Behandlungsgruppen eingeschlossen, die eine (echte oder Placebo-) Thermokoagulation und eine (echte oder Placebo) Fußgelenksorthese erhielten. Der Effekt der Fußgelenksorthese ist an anderer Stelle (siehe 4.10.1) dargestellt. Für die Thermokoagulationsbehandlung erfolgte bei allen Patienten eine niedrigfrequente Elektrostimulation von Teilen des Nervus tibialis bis zur Lokalisierung der Fasern des Nervens, die die Muskeln innervierten, die für die Fußdeformität besonders relevant waren. Diese wurden anschliessend mit Lidocain anästhesiert. In der Interventionsgruppe erfolgte dann die Erhitzung der Sonde zur Thermokoagulation, in der Placebogruppe erfolgte keine Energieapplikation. Durch diese strenge Wahl der Placebobedingung zeigte sich eine hohe Nebenwirkungsrate: Ca. 1/3 der Patienten klagten über lokale Beschwerden an der Injektionsstelle, resultierende Folgeschäden oder biomechanische Probleme durch die Veränderung der Statik. Diese Probleme traten in der Thermokoagulationsgruppe (11/30) nur wenig häufiger als in der Placebogruppe (9/30) auf.

Gehfähigkeit

In der genannten Studie wurde die Gehfähigkeit mit Hilfe von Verbesserungen im Sickness Impact Profile (SIP) untersucht, eines Selbsteinschätzungsfragebogen, der in insgesamt 136 Ja-Nein-Fragen 12 verschiedene Kategorien von Einschränkungen erfasst. Die Gehfähigkeit beschreibt die Kategorie »Ambulation«, die auf der standardisierten Wichtung von 12 Einzel-Items beruht. Hier fand sich in einer multifaktoriellen Analyse unter Einschluss von Alter, Baseline-Wert und Fußgelenksorthese kein signifikanter Unterschied zwischen der Verbesserung in der Thermokoagulationsgruppe gegenüber der Placebogruppe.

Somit besteht insgesamt **niedrige Evidenz**, dass Thermokoagulation bei chronisch kranken Patienten die Gehfähigkeit nicht verbessert.

Aufgrund der vorliegenden niedrigen Evidenz für eine fehlende Wirksamkeit, zudem aber einer hohen Nebenwirkungsrate dieser irreversibelen Intervention sollte eine Thermokoagulation im chronischen Stadium **nicht** durchgeführt werden, falls eine Verbesserung der Gehfähigkeit angestrebt wird **(Empfehlungsgrad –B)**. Als alternative, reversible Therapie kann die Injektion von Botulinumtoxin erwogen werden, wobei auch diese nur unter bestimmten Bedingungen empfohlen werden kann (siehe 4.12.2).

Ganggeschwindigkeit

Bezüglich des Kriteriums Ganggeschwindigkeit wurde in der Studie von Beckerman und Mitarbeitern sowohl die maximale, noch als sicher eingeschätzte, Ganggeschwindigkeit auf einer Strecke von 5,5 m erfasst. Auch hier zeigte sich in der multivariaten Analyse kein Unterschied zwischen den beiden Behandlungsgruppen.

Somit besteht insgesamt **niedrige Evidenz**, dass Thermokoagulation bei chronisch kranken Patienten die Ganggeschwindigkeit verbessert.

Somit gilt für die Ganggeschwindigkeit ebenfalls: Aufgrund der vorliegenden niedrigen Evidenz für eine fehlende Wirksamkeit, zudem aber einer hohen Nebenwirkungsrate dieser irreversibelen Intervention sollte eine Thermokoagulation im **chronischen Stadium** nicht durchgeführt werden, falls eine Verbesserung der Ganggeschwindigkeit angestrebt wird **(Empfehlungsgrad –B)**. Als alternative, reversible Therapie kann prinzipiell die Injektion von Botulinumtoxin erwogen werden, für die allerdings im Rahmen der Leitlinie keine Empfehlung ausgesprochen worden ist (siehe 4.12.2).

Gesamtbewertung der Intervention

Zusammenfassend bietet die Thermokoagulation des Nervus tibialis potentiell eine Alternative zur lokalen Injektion von Botulinumtoxin bei spastischer Equinovarus-Deformität des Fußes. Aufgrund des fehlenden Wirksamkeitsnachweises, der Irreversibilität des Eingriffes und der hohen Nebenwirkungsrate kann dies jedoch nicht empfohlen werden. Bei Einschränkung der Gehfähigkeit und/oder der Ganggeschwindigkeit durch spastische Fußdeformitäten sollten die Empfehlungen der Leitlinie zur Injektion von Botulinumtoxin (siehe 4.12.2) berücksichtigt werden.

4.13 Lagerungsschulung

R. Tholen

Zielsetzung der richtigen Lagerung nach Schlaganfall ist es, Folgeschäden wie zum Beispiel Druckgeschwüre und erhöhte Muskelspannung (Spastik) zu verhindern. Eingeschlossen wurden hier nur eine Arbeit (Jones et al. 2005).

Evidenz

Lediglich eine Studie (Jones et al. 2005, n=120, 2b) genügte den Einschlusskriterien innerhalb der systematischen Recherche. Bei der Intervention handelte es sich um eine Schulungsmaßnahme (ein voller Schulungstag) für Pflegekräfte zur Verbesserung der klinischen Praxis im Bereich der Patientenlagerung. Die Kontrollgruppe bestand aus Pflegekräften, die diese Schulung nicht bekamen. Die Zielkriterien bezogen sich dann aber auf die Patienten, die von den Pflegekräften gelagert wurden. Primäres Outcome war die Gehfähigkeit *(Rivermead Mobility Index)* der Schlaganfallpatienten und die sekundären Outcomes waren neben der Gehgeschwindigkeit *(6-meter walk)*, verschiedene motorische Tests und Tätigkeiten des täglichen Lebens nach sechs Monaten (Tab. 60).

Gehfähigkeit

In Bezug auf die Gehfähigkeit der Patienten, die hier mit dem *Rivermead Mobility Index (RMI)* erhoben wurde, konnten sich beide Gruppen im Ergebnis verbessern, aber es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Der zusätzliche Schulungstag im Bereich der Lagerung hatte keinen zusätzlichen Effekt in Bezug zur Gehfähigkeit der Patienten.

Es konnte nur eine **niedrige Evidenz** dafür ermittelt werden, dass eine zusätzlichen Schulung für Pflegekräfte zur Lagerung von Schlaganfallpatienten zur Verbesserung der Gehfähigkeit bei den Patienten der Standardversorgung vorzuziehen ist.

Es kann **keine Empfehlung** ausgesprochen werden, eine zusätzlichen Schulung zur Lagerung von Schlaganfallpatienten zur Verbesserung der Gehfähigkeit der Standardversorgung vorzuziehen.

Gehgeschwindigkeit

Auch bei der Gehgeschwindigkeit, die hier mit dem 6-metre walk gemessen wurde, konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen nachgewiesen werden.

Es konnte nur eine **niedrige Evidenz** dafür ermittelt werden, dass eine zusätzlichen Schulung für Pflegekräfte zur Lagerung von Schlaganfallpatienten zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei den Patienten der Standardversorgung vorzuziehen ist.

Es kann **keine Empfehlung** ausgesprochen werden, eine zusätzlichen Schulung zur Lagerung von Schlaganfallpatienten zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit der Standardversorgung vorzuziehen.

Tab. 60: Lagerung

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b –	Jones et al. 2005	• Schulungsprogramm für Pflegekräfte zur Verbesserung der Lagerung von Schlaganfallpatienten • Kontrolle: Standardversorgung (ohne zusätzliche Schulung)	52/68	akut	Ø	Ø		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Gesamtbewertung Lagerungsschulung

Der Effekt einer Lagerungsschulung kann aufgrund der vorliegenden einzelnen Studie nicht sinnvoll bewertet werden. Zum Effekt der Lagerung selbst liegen leider keine randomisierten Studien vor.

5 Therapieorganisation

5.1 Organisation der Therapieeinheiten

R. Tholen

Dieses Kapitel widmet sich der Frage, wie die Therapie nach Schlaganfall organisiert sein muss, damit sie Wirkung entfalten kann. Im Mittelpunkt stehen hier Aspekte wie das Ausmaß der Therapiezeit bzw. die Trainingsintensität.

5.1.1 Trainingsintensität, zusätzliche Physiotherapie

Inwieweit eine Trainingsintensivierung in Form von zusätzlicher Trainingszeit oder als erhöhte Anzahl der Wiederholungen in der Rehabilitation von Schlaganfallpatienten auch einen zusätzlichen Nutzen für das Gehen bringt, soll im Folgenden anhand der Evidenzlage dargestellt werden.

Evidenz

Insgesamt neun Studien (Kwakkel et al. 1999/2002, Partridge et al. 2000, Glasgow Augmented Physiotherapy Study 2004, Yang et al. 2005, Cook et al. 2009, Peurala et al. 2009, Askim et al. 2010, Galvin et al. 2011, Park et al. 2011) wurden in diese Bewertung mit einbezogen.

Bei den beiden Arbeiten von Kwakkel et al. (1999/2002) handelt es sich um eine dreiarmige Studie (Kwakkel et al. 1999, n=101, 1b) und dem dazugehörigen Follow-up nach 12 Monaten (Kwakkel et al. 2002). Eine Interventionsgruppe der subakuten Patienten erhielt eine Bewegungstherapie mit Schwerpunkt obere Extremitäten, die Patienten erhielten insgesamt 22 Stunden spezifisches Beintraining. Die zweite Interventionsgruppe führte ein Bewegungstherapie mit Schwerpunkt untere Extremitäten durch, hier bestand das spezifische Beintraining aus insgesamt 61 Stunden. Bei der Kontrollintervention lag der Schwerpunkt auf der Immobilisation der Patienten, dennoch erhielten die Patienten insgesamt 23 Stunden spezifischem Beintraining. Die Interventionsgruppe mit dem Training für die unteren Extremitäten erhielt insgesamt zwei Stunde mehr Beintraining pro Woche. Partridge et al. (2000, n=114, 1b) untersuchte den Effekt von doppelt so viel Therapie bei akuten Patienten. Während die Interventionsgruppe 60 Minuten Bobath-Therapie am Tag bekam, erhielt die Kontrollgruppe nur 30 Minuten täglich (jeweils 5x die Woche über 6 Wochen). In Bezug auf die Therapieinhalte wurde auf die individuellen Bedürfnisse der Patienten eingegangen und auf eine Liste von insgesamt 12 Therapiezielen nach dem Bobath-Konzept zurückgegriffen. Eine schottische Studiengruppe führte die Glasgow Augmented Physiotherapy Study (2004, n=70, 1b) durch und untersucht ebenfalls den Effekt zusätzlicher Bewegungstherapie für subakute Patienten, indem sie anstrebten, die tägliche Therapiezeit zu verdoppeln. Die Interventionsgruppe erhielt 60–80 Minuten Therapie pro Tag (5 x die Woche) und die Kontrollgruppe 30–40 Minuten pro Tag (5 x pro Woche). Aufgrund des gemischten Trainings für die oberen und unteren Extremitäten und der unterschiedlichen Gewichtung (29 % obere Extremitäten, 27% untere Extremitäten, 44 % andere Arbeiten) resultierte daraus eine Stunde zusätzliches Training pro Woche für die unteren Extremitäten im Vergleich zur Regelversorgung. In der randomisierten Studie von Yang et al. (2005, n=25, 1b–) bestand das zusätzliche Training aus einer 30 minütigen Übungseinheit ‚Rückwärtsgehen'(3x die Woche über drei Wochen) für chronische Patienten. Die Interventionsgruppe führte dieses Training zusätzlich zu 40 Minuten konventionellem Training (3 x die Woche über drei Wochen) durch. Die Kontrollgruppe führte nur das konventionelle Training durch, das sich auf Kraft, Funktion und Mobilität (inkl. Gangtraining) konzentrierte. In der dreiarmigen Studie von Cook et al. (2010, n=109, 1b) wurden in den beiden Interventionsgruppen zusätzlich zur konventionellen Physiotherapie (Kontrollgruppe) entweder die gleich Menge an Physiotherapie oder aber ein funktionelles Krafttraining absolviert. Die subakuten Patienten erhielten hier 2,6 Stunden mehr spezifisches Beintraining pro Woche. Bei Peurala et al. (2009, 2b, n=37) verglichen in einer dreiarmigen Studie über drei Wochen das Gehen auf dem Boden mit dem Gehtraining mithilfe des Gangtrainers. Die Kontrollgruppe wurde konventionell behandelt. Die beiden Interventionsgruppen bekamen die Trainingseinheiten am Boden bzw. mit dem Gangtrainer zusätzlich zur konventionellen Behandlung. Eingeschlossen wurden Patienten (FAC 0–3) bereits während der ersten 10 Tage nach dem Schlaganfall. Für das Gehtraining wurde eine Stunde geplant, um beiden Gruppen eine Nettogehzeit von 20 Minuten zusätzliche zu den 30 Minuten konventioneller Behandlung zu ermöglichen. Auch die Patienten im subakuten Stadium in der Studie von Askim et al. (2010, n=62, 1b) erhielten die doppelte Menge an Thera-

Tab. 61: Trainingsintensität, zusätzliche Physiotherapie

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b +	Kwakkel et al. 1999/2002	• (1) Bewegungstherapie obere Extremitäten (Insgesamt 22 Std. spez. Beintraining), • (2) Bewegungstherapie untere Extremitäten vs. • Immobilisation mit Schiene (Insgesamt 23 Std. spez. Beintraining)	33/31/37	subakut	+	+		
1b– +	Partridge et al. 2000	• 60 Minuten Bobath vs. • 30 Minuten Bobath	60/54	akut/subakut		Ø		
1b +	Glasgow Augmented Physiotherapy Study (GAPS) 2004	• Zusätzliche Physiotherapie (60-80 Min. pro Tag, 5 Tage die Woche) vs. • konventionelle Physiotherapie (30–40 Min. pro Tag, 5 Tage die Woche)	35/35	subakut	Ø	Ø		
1b– +	Yang et al. 2005	• Konventionelles Training + Rückwärtsgehen vs. • Konventionelles Training allein	13/12	chronisch		+		
1b +	Cooke et al. 2010	• (1) Konventionelle Physiotherapie (CPT) +CPT, (2) CPT+ funktionelles Krafttraining (FST) (Insgesamt ca. 15 Std. zusätzlich) vs. • CPT	38/35/36	subakut	Ø	+		
2b +	Peurala et al. 2009	• Gehen a. d. Boden vs Gehtraining mit Gaittrainer vs. • Konventionelle Therapie	17/20/10	akut/subakut	+			
1b +	Askim et al. 2010	• ‚community-based' intensives motorischesTrainingsprogramm kombiniert mit früher unterstützender Entlassung (3 zusätzliche Sessions) vs. • Standardbehandlung (2x täglich, 30 Minuten, 5 Tage die Woche).	32/30	subakut		Ø		Ø
1b +	Galvin et al. 2011	• Standardtherapie zusätzlich zur ‚FAME therapy' für die unteren Extremitäten (ca. 3,9 Std. mehr als die Kontrolle) vs. • Standardtherapie	20/20	subakut			+	+
2b +	Park et al. 2011	• »Community-based« Gangtraining (Insgesamt 12 zusätzliche Stunden) vs. • Kontrolle: routine physical therapy (1 x täglich)	14/13	chronisch		+	+	+

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

pie, allerdings wurde die zusätzlich Therapie kombiniert mit einer früheren Entlassung. In Bezug auf die unteren Extremitäten wurden hier insgesamt 37,5 Minuten mehr Training pro Woche absolviert. Rund 4 Stunden mehr Beintraining pro Woche zusätzlich zur Standardtherapie bekamen die subakuten Patienten in der Interventionsgruppe von Galvin et al. (2011, n=40, 1b). Bei diesem Zusatztraining handelte es sich um ein spezielles Programm (FAME = family-mediatetd exercise), dass mit der Unterstützung von Familienmitgliedern durchgeführt wurde. Lediglich eine Arbeit untersuchte den Effekt von zusätzlicher Therapie bei chronischen Patienten. Park et al. (2011, n=27, 2b) führten hier ein zusätzliches Gangtraining bei chronischen Patienten durch, bei dem die Interventionsgruppe drei Stunden mehr spezifisches Beintraining erhielt als die Kontrolle, die kein zusätzliches Training bekam (Tab. 61).

Gehfähigkeit

Insgesamt vier Studien untersuchte die Verbesserung der Gehfähigkeit (GAPS 2003, Kwakkel et al. 1999/2002, Cook et al. 2009, Peurala et al. 2009). Während die GAPS (2003) und Cook et al. (2009) bei subakuten Patienten keine signifikanten Verbesserungen der Gehfähigkeit durch zusätzliches unspezifisches Training nachweisen konnten, zeigte die Studie von Kwakkel et al. (1999/2002) – sowohl bei der ersten Studie als auch im Follow-up nach 12 Monaten – und die Arbeit von Peurala et al. (2009) signifikante Effekte in Bezug auf die Gehfähigkeit durch ein zusätzliches spezifisches Beintraining. Auffällig war an dieser Stelle, dass ein mehr an spezifischen Beintraining auch zusätzliche Effekte erbrachte, wohingegen ein mehr an unspezifischem Training keine zusätzlichen Effekte erbrachte.

Es konnte eine **hohe Evidenz** dafür ermittelt werden, dass deutlich mehr spezifische Beintherapie bei **subakuten** Patienten zur Verbesserung der Gehfähigkeit führt und dass ein unspezifisches Training keine zusätzliche Verbesserung herbeiführt.

Wenn bei **subakuten** Patienten zur Verbesserung der Gehfähigkeit zusätzliches Training durchgeführt wird, **sollte** dieses ein spezifisches Beinfunktionstraining bzw. Gehtraining sein **(Empfehlungsgrad B)**. Wenn dies angestrebt wird, dann mindestens 30 Min. mehr am Tag bei fünf Werktagen über sechs Wochen.
Ein zusätzliches unspezifisches Funktionstraining kann **nicht empfohlen** werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Gehgeschwindigkeit

Insgesamt sieben Studien (Kwakkel et al. 1999; Partridge et al. (2000) Glasgow Augmented Physiotherapy Study 2003; Yang et al. 2005; Cook et al. 2009; Askim et al. 2010; Park et al. 2011) untersuchten die Effekte in Bezug auf die Gehgeschwindigkeit. Vier der Studien schlossen subakute Patienten ein und nur in der Arbeiten von Yang et al. (2005) und Park et al. (2011) untersuchte die Effekte auf Patienten im chronische Stadium. Mit Ausnahme der GAPS und der Arbeit von Askim et al. konnten alle anderen Arbeiten signifikante Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit bei subakuten Patienten nachweisen. Allerdings waren auch die Unterschiede bei der zusätzlichen Trainingsdauer auch sehr unterschiedlich. Bei den beiden Studien, die keine Effekte nachweisen konnten (GAPS und Askim et al.) handelte es sich um unspezifisches Training und es wurden mit einer Stunden bzw. 37,5 Minuten pro Woche wesentlich weniger zusätzliches Training absolviert als bei den anderen Studien mit 2 - 3 Stunden mehr Training pro Woche und einem spezifischen Beinfunktions- bzw. Gehtraining.

Beide Studien mit chronischen Patienten zeigten ebenfalls signifikante Effekte durch ein zusätzliches spezifisches Beinfunktions- bzw. Gehtraining.

Es konnte eine **mittlere Evidenz** dafür ermittelt werden, dass **subakute** Patienten von deutlich mehr spezifischer Beintherapie in Bezug auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit profitieren. Es ergibt sich eine **mittlere Evidenz** dafür, dass ein unspezifisches Training keine zusätzliche Verbesserung herbeiführt.
Bei Patienten im **chronischen Stadium** konnte eine hohe Evidenz dafür ermittelt werden, dass deutlich mehr spezifische Beintherapie zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit führt.

Wenn bei **subakuten Patienten** zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit zusätzliches Training durchgeführt wird, **sollte** dieses ein spezifisches Beinfunktionstraining bzw. Gehtraining sein **(Empfehlungsgrad B)**. Wenn dies angestrebt wird, dann mindestens 30 Min. mehr am Tag bei fünf Werktagen über sechs Wochen. Ein zusätzliches unspezifisches Funktionstraining für subakute Patienten kann **nicht empfohlen** werden **(Empfehlungsgrad 0)**.
Bei **chronischen** Patienten **kann** zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit zusätzliches spezifisches Beinfunktionstraining durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**. Wenn dies angestrebt wird, dann mindestens 60 Min. mehr pro Woche.

Gehstrecke

Lediglich zwei der sechs Studien (Galvin et al. 2011; Park et al. 2011) untersuchten auch die Verbesserung der Gehstrecke, wobei dieses Outcome bei Galvin et al. als sekundäres Zielkriterium erhoben wurde. Darüber hinaus waren es bei Galvin et al. (2011) subakute und bei Park et al. (2011) chronische Patienten. Beide Studien konnten signifikante Verbesserungen der Gehstrecke nachweisen.

Es konnte eine **mittlere Evidenz** dafür ermittelt werden, dass deutlich mehr zusätzliches Gehtraining mit Unterstützung von angelernten Laien bei **subakuten** Patienten zur Verbesserung der Gehstrecke führt. Bei den **chronischen** Patienten ergab sich eine niedrige Evidenz dafür, dass deutlich mehr spezifische Beintherapie bei **chronischen** Patienten zur Verbesserung der Gehstrecke führt.

Zusätzliches Gehtraining mit angelernten Laien von mehr als 60 Min. mehr pro Woche **kann** zur Verbesserung der Gehstrecke bei **subakuten** Patienten durchgeführt werde. **(Empfehlungsgrad 0)**.
Zusätzliches spezifisches Beinfunktionstraining von mehr als 60 Min. mehr pro Woche kann zur Verbesserung der Gehstrecke bei **chronischen** Patienten durchgeführt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Balance

In den Arbeiten von Askim et al. (2010), Galvin et al. (2011) und Park et al. (2011) wurde der Effekt von zusätzlichem spezifischen Beintraining auf die Balance untersucht. Während Galvin et al. und Park et al. signifikante Verbesserungen in Bezug auf die Balance nachweisen konnten, waren die Effekte bei Askim et al. nicht signifikant. Allerdings waren auch die Unterschiede bei der zusätzlichen Trainingsdauer und den Interventionsinhalten sehr unterschiedlich. Bei den beiden Studien, die auch Effekte nachweisen konnten (Galvin et al. und Park et al.) wurde mit durchschnittlich 3,25 Stunden pro Woche wesentlich mehr zusätzliches Training absolviert als bei der Studie von Askim et al., bei der es lediglich 37,5 Minuten pro Woche waren. Bei der Studie von Park et al. (2011) handelte es sich um chronische Patienten.

Es konnte eine **niedrige Evidenz** sowohl für **subakute** als auch für **chronische** Patienten ermittelt werden, dass deutlich mehr unspezifische Funktionstraining zur Verbesserung der Balance führt, allerdings waren die Interventionsinhalte sehr unterschiedlich bzw. individuell, sodass keine Empfehlung in Bezug auf die Balance ausgesprochen werden kann.

Tab. 62: Trainingsorganisation

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b +	Langhammer et al. 2009	• Intensive Physiotherapie (Ausdauer, Kraft, Balance) vs. • Individuelles Training (gleiche Ziele, gleiche Inhalte)	35/40	subakut/ chronisch		Ø		Ø
1b +0	Hesse et al. 2011	• Sehr intensive aufgabenorientierte Physiotherapie (intensivere Intervalle mit Pausen) vs. • Regelversorgung	25/25	subakut/ chronisch	Ø			

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

Es kann **keine** Empfehlung für zusätzliches unspezifisches Funktionstraining von mehr als 60 Min. mehr pro Woche Wochen zur Verbesserung der Balance bei **subakuten** oder **chronischen** Patienten ausgesprochen werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

5.1.2 Trainingsorganisation

Der folgende Abschnitt widmet sich der Frage, wann Patienten und auch wie intensiv diese trainieren sollten. Insbesondere geht es darum, ob es effektiver ist, kontinuierlich auf einem bestimmten Level zu trainieren oder ob kurze und dafür sehr intensive Intervalle bzw. selbstorganisierte Trainingszeiten wirksamer sind.

Evidenz

Zwei Studien von Langhammer et al. (2009) und Hesse et al. (2011) untersuchten Fragen zur Trainingsorganisation in sehr unterschiedlicher Form.

Langhammer et al. (2009, n=75, 1b) untersuchte den Unterschied eines sehr intensives, durch einen Physiotherapeuten angeleitetes eins-zu-eins Training (mindestens 80 Stunden im ersten Jahr) für Patienten direkt nach dem Krankenhausaufenthalt mit einem vom Patienten selbstinitiierten Training. Beim selbstinitiierten Training wurden den Patienten keine Trainingsvorgaben gemacht, sondern sie bekamen Behandlung, wenn sie sie brauchten bzw. anfragten. Während in der intensiven Trainingsgruppe der Schwerpunkt auf funktionelle Ausdauer-, Kraft- und Balanceübungen lag mit stetiger Progression, konzentrierte sich das selbstinitiierte Training auf Aktivitäten des täglichen Lebens (individuelle Unabhängigkeit), die Progression wurde in Abstimmung zwischen Patient und Therapeut entschieden. Der Beobachtungszeitraum betrug in beiden Gruppen 12 Monate.

In der Arbeit von Hesse et al. (2011, n=50, 1b) wurden zwei unterschiedliche Organisationsmodelle für Patienten im Anschluss an die Rehabilitation untersucht. Die eine Gruppe erhielt ein intensives Physiotherapieprogramm zu Hause, in dem die Patienten drei zweimonatige Blöcke mit hoher Intensität (4x die Woche, 30–45 Minuten) innerhalb eines Jahres absolvierten. Die zweite Gruppe erhielt das reguläre physiotherapeutische Programm zu Hause mit kontinuierlichem Training (2x die Woche, 30–45 Minuten) über 12 Monate (Tab. 62).

Gehfähigkeit

Lediglich die Studie von Hesse et al. (2011) untersuchte Effekte der Intervention auf die Gehfähigkeit der Patienten. Im Ergebnis konnten sich beide Gruppen ihre Gehfähigkeit gleichermaßen verbessern und es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen intensiveren Intervallen und regelmäßiger Physiotherapie.

Eine **mittlere Qualität der Evidenz** spricht dafür, dass es keinen Unterschied gibt zwischen intensiveren Intervallen und regelmäßiger Physiotherapie in Bezug auf die Gehfähigkeit bei **subakut/chronischen** Patienten.

Da das kontinuierliche Training dem Intensivtraining im Block gleichwertig war, kann **keine spezifische Empfehlung** zum bevorzugten Einsatz einer der beiden Formen ausgesprochen werden. Es können keine Rückschlüsse über die Wirksamkeit im Vergleich zur stationären Intervallrehabilitation gezogen werden, da hier die Intensitäten wesentlich höher sind.

Gehgeschwindigkeit

Die Studie von Langhammer et al. (2009) untersuchte die Effekt in Bezug auf die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit. Es konnten signifikante Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit in beiden Gruppen nachgewiesen werden, aber keine signifikanten Unterschiede zwischen der intensiveren und selbstinitiierten Physiotherapie.

Es besteht eine **mittlere Qualität der Evidenz** dafür, dass sich intensive supervidierte und selbstinitiierte Physiotherapie in Bezug auf die Gehgeschwindigkeit bei **subakut/chronischen** Patienten nicht voneinander unterscheiden.

Da das intensive supervidierte und die selbstinitiierte Physiotherapie für die gehfähigen Patienten gleichwertig waren, kann **keine spezifische Empfehlung**

Tab. 63: Zirkeltraining

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b +1	Mudge et al. 2009	• Aufgabenorientiertes Zirkeltraining vs. • Soziales und edukatives Training	31/27	chronisch	Ø	+		
1b +	Pang et al. 2005	• Fitness and Mobility Exercise (FAME) program (3 Stationen: Kardio, Mobilität und Balance, Kraft) vs. • seated upper extremity program (3 Stationen)	32/31	chronisch			+	Ø
2b -	Blennerhassett & Dite 2004	• aufgabenbezogenes Zirkeltraining vs. • Zirkeltraining obere Extremitäten	15/15	subakut			+	+
1b +1	Yang et al. 2006	• funktionelles Krafttraining als Kreistraining vs. • keine Intervention	24/24	chronisch		+	+	+
1b +	Salbach et al. 2004	• Task-oriented walking retraining vs. • Training der oberen Extremitäten	44/47	chronisch		+	+	Ø
1b +	Mead et al. 2007	• Kombination aus Kraft- und Ausdauertraining vs. • Entspannungstraining	32/34	akut	Ø	+		+
1b +	van Vliet et al. 2004	• Bobath-basierte Behandlung vs. • motor relearning	60/60	akut			Ø	
2b +	Outermans et al. 2010	• Aufgabenorientiertes Training mit hoher Intensität training vs. • aufgabenorientiertes Training mit geringer Intensität training	23/21	subakut		+	+	Ø
2b +	Verma et al. 2011	• aufgabenorientiertes Zirkeltraining in der Gruppe mit Bewegungsvorstellung vs. • Bobath	15715	subakut	+	+	+	

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

zum bevorzugten Einsatz einer der beiden Formen ausgesprochen werden um die Gehgeschwindigkeit zu verbessern.

Balance

In Bezug auf die Verbesserung der Balance können lediglich die Daten von Langhammer et al. (2009) herangezogen werden. Auch hier konnten zwar signifikante Verbesserungen in beiden Gruppen nachgewiesen werden, aber keine signifikanten Unterschiede zwischen der intensiveren und selbstinitiierten Physiotherapie.

Es besteht eine **mittlere Evidenz** dafür, dass es keinen Unterschied gibt zwischen der intensiveren und selbstinitiierten Physiotherapie in Bezug auf die Balance bei **subakut/chronischen** Patienten.

Da das intensive supervidierte und die selbstinitiierte Physiotherapie für die gehfähigen Patienten gleichwertig waren, kann **keine spezifische Empfehlung** zum bevorzugten Einsatz einer der beiden Formen ausgesprochen werden um die Balance zu verbessern.

5.1.3 Zirkeltraining

Das Zirkeltraining, auch Kreis- oder Circuittraining genannt, bezeichnet eine Trainingsform. Verschiedene Übungsstationen sind nacheinander durchzuführen. Die einzelnen Stationen bestehen dabei jeweils aus einer spezifischen Übung und sind meist kreisförmig angelegt. Je nach Übungsauswahl und Ausführungsmodalität schult Zirkeltraining schwerpunktmäßig die Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit oder Schnelligkeit. Zirkeltraining in der Schlaganfallrehabilitation – individuell oder in der Gruppe (mehr als zwei Patienten) – besteht in der Regel aus einem maßgeschneiderten Interventionsprogramm mit Fokus auf das Training funktioneller Aufgaben. Das Zirkeltraining stellt eine Trainingsform dar, um verschiedene Inhalte in unterschiedlichen Phasen der Schlaganfallrehabilitation zu integrieren. Für den Therapeuten bietet diese Form des Trainings sowohl die Gruppe als auch die Einzelperson im Auge zu behalten (vgl. Manske 2006, S. 102).

Evidenz

Verschiedene Übersichtsarbeiten (English & Hillier 2010, Wevers et al. 2009) und Studien (siehe Tabelle 63) evaluierten die Effektivität von Zirkeltraining in Bezug auf die Rehabilitation der unteren Extremitäten. Allerdings ging es bei diesen Arbeiten nicht um die Trainingsform an sich, sondern um verschiedene Trainingsschwerpunkte, die in Form eines Zirkeltrainings durchgeführt wurden. Deshalb werden die Ergebnisse dieser Studien in den verschiedenen Rubriken besprochen und nicht als Trainingsform Zirkeltraining (Tab. 63)

GESAMTBEWERTUNG THERAPIEORGANISATION

Die Evidenzlage macht deutlich, dass ein zusätzliches spezifisches Training zur Verbesserung der Gehfähigkeit, Gehgeschwindigkeit und die Gehstrecke bei subakuten und chronischen Patienten als sehr effektiv einzuschätzen ist. Allerdings ist mehr nicht gleich mehr. Es hat sich herausgestellt, dass ein spezifisches Beinfunktions- bzw. Gehtraining notwendig ist, um Verbesserungen in Bezug aufs Gehen zu erzielen – ein unspezifisches Funktionstraining kann hier nicht das gleiche leisten. In Bezug auf die zusätzliche Trainingszeit stellt sich heraus, dass mindestens 30 Min. mehr am Tag bei 5 Werktagen über 6 Wochen nötig sind, um die Gehfähigkeit signifikant zu verbessern. Bei Gehgeschwindigkeit und Gehstrecke ergab eine zusätzliche Trainingszeit von über 60 Minuten pro Woche signifikante Effekte.

5.2 Übergreifende Organisationskonzepte

R. Tholen

Ähnlich wie bei der Organisation der Therapieeinheiten geht es bei den übergreifenden Organisationskonzepten nicht mehr um die Interventionen an sich. Im Vordergrund stehen hier das Timing der Therapie, das Therapiesetting und die Frage, inwieweit bestimmte Formen des Trainings u. a. als eigenverantwortliche Übungsprogramme oder als Gruppetraining wirksam sind. Die Rehabilitation von Schlaganfallpatienten kann in vielen unterschiedlichen Settings stattfinden. Neben der intensiveren stationärer oder ambulanter Rehabilitation bieten sich diverse Möglichkeiten dazwischen mit Betreuung im häuslichen Umfeld, Eigentrainingsprogrammen zuhause, in Fitnessstudios, Sportvereinen oder Physio- bzw. Ergotherapiepraxen etc. Besprochen werden hier Modelle wie *early supported discharge,* also eine frühere Entlassung aus dem Krankenhaus und die dann benötigte zusätzliche Unterstützung der Patienten und Programme, die sich mit physiotherapeutische Betreuung von Patienten zu Hause auseinandersetzen.

5.2.1 Early supported Discharge mit anschließender multidisziplinärer Rehabilitation im häuslichen Umfeld

Das Model des early supported discharge (ESD) ist entstand aus der Unsicherheit heraus, dass nicht klar zu bestimmen war, wie sich die optimale Kombination aus stationärer und ambulanter Rehabilitation bzw. Rehabilitation zu Hause zusammensetzt. Kosteneffektivität und die Interessen des Patienten stehen hier im Vordergrund. Die Idee beim *early supported discharge* liegt darin, die Versorgung von Schlaganfallpatienten basierend auf einer kurzen Aufenthaltszeit im Krankenhaus, gefolgt von einer frühen Entlassung in eine wohnortnahen Rehabilitation bzw. einer Rehabilitation zu Hause zu sichern (vgl. Holmqvist et al. 1998). Auch wenn der Name darauf schließen lässt, dass es um die frühe Entlassung der Patienten geht, so wird in der näheren Betrachtung deutlich, dass im Vordergrund eine gut koordinierte poststationäre Betreuung durch ein interdisziplinäres Team steht (siehe Abb. 3). Der Cochrane-Review von Fearon et al. (2012) untersuchte die Effekte und Kosten von ESD im Vergleich zu konventionellen Formen der Entlassungs- und Rehabilitationspraxis. Auf der Grundlage der insgesamt 14 eingeschlossenen Studien mit überwiegend älteren Patienten mit mittelschweren Einschränkungen, wiesen die Autoren nach, dass Patienten aus EDS-Programmen nach sechs Monaten zuhause unabhängiger sind als Patienten die die Regelversorgung erhielten. Darüber hinaus schnitten diese Patienten besser ab bei den ADL-Scores und waren dementsprechend auch zufriedener mit der Betreuung. Herausgestellt wurde hier noch einmal, dass ein ESD-Angebot sich nicht für jeden Patienten eignet, aber dass für eine ausgewählte Gruppe von Betroffenen eine langfristige Abhängigkeit bzw. eine stationäre Betreuung im Pflegeheim reduziert werden kann.

Evidenz

Insgesamt sechs Studien (Rudd et al. 1997; Widen Holmqvist/von Koch/Thorsen et al. 1998/2000/2005; Baskett et al. 1999; Mayo et al. 2000; Donnelly et al. 2004; Askim et al. 2006) betrachten Modelle des *early supported discharge* in Bezug auf Gehgeschwindigkeit und Balance. Alle sechs Arbeiten verglichen Patienten nach einer frühen Entlassung gegen die sog. Regelversorgung, die entweder aus stationärer oder ambulanter Rehabilitation bestand. Die Verweildauer im Krankenhaus betrug

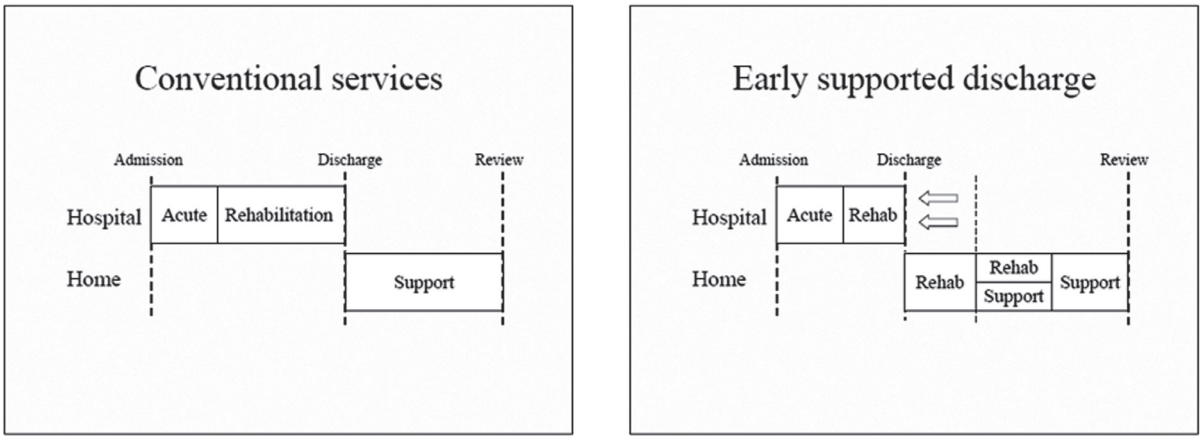

Abb. 3: Early supported discharge (Quelle: Langhorne 2005: http://www.irishheart.ie/iopen24/pub/conferencedocs/langhorneihfo7.pdf)

Tab. 64: Early supported discharge

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
2b –	Rudd et al. 1997	• Frühe Entlassung mit Unterstützung und weiter-gehender Rehabilitation zuhause vs. • Regelversorgung (stationäre Behandlung, Planung der Entlassung und ambulanten Betreuung)	167/164	subakut		Ø		
2b –	Widen Holmqvist et al. 1998 von Koch et al. 2000 Thorsen et al. 2005	• Frühe Entlassung mit Unterstützung und weitergehender Rehabilitation zuhause vs. • Regelversorgung (stationäre oder ambulante Reha bzw. day care)	42/41	subakut		Ø		
1b +	Baskett et al. 1999	• Individuelles und selbstständig ausgeführtes Rehabilitationsprogramm zuhause vs. • ambulante Rehabilitation	50/50	subakut		Ø		
1b +	Mayo et al. 2000	• Frühe Entlassung mit Unterstützung und weitergehender Rehabilitation zuhause vs. • Regelversorgung	58/56	subakut				Ø
1b +	Donnelly et al. 2004	• Interdisziplinäres Team für die ambulante Reha zuhause vs. • stationäre Rehabilitation	59/54	subakut		Ø		
1b– +	Askim et al. 2006	• Behandlung auf der Stroke Unit in Kombination mit einer Folgebehandlung zuhause vs. • stationäre Rehabilitation	31/31	subakut		Ø		Ø

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

bei den betrachteten Arbeiten durchschnittlich 28 Tage (10–42 Tage), wobei die Studien von Mayo et al. (2000) und Askim et al. (2006) mit 10 bzw. 14 Tagen besonders kurz und bei Donnelly et al. (2004) mit ca. 6 Wochen besonders lang waren. Bei vier Arbeiten (Rudd et al. 1997, n=331, 2b; Widen Holmqvist/von Koch/Thorsen et al. 1998/2000/2005, n=83, 2b; Baskett et al. 1999, n=100, 1b; Donnelly et al. 2004, n=113, 1b) lag die anschließende Rehabilitationszeit bei durchschnittlich 12 Wochen, bei den beiden Arbeiten mit der relativ kurzen Krankenhauszeit (Mayo et al. 2000, n=114, 1b; Askim et al. 2006, n=62, 1b-) war auch die Rehabilitationszeit mit vier Wochen eher kurz. Zu bemerken ist hier natürlich, dass die oben angegebenen Verweildauern im Krankenhaus und die anschließende Rehabilitationszeit immer abhängig sind vom individuellen Schweregrad der Patienten. Während die Studien von Rudd et al. (1997), Widen Holmqvist/von Koch/Thorsen et al. (1998/2000/2005), Donnelly et al. (2004) und Askim et al. (2006) ihre Patienten auch über die Rehabilitationszeit hinaus mindestens über 12 Monate beobachteten (Holmqvist/von Koch/Thorsen et al. sogar über 5 Jahre), endete die Datenerhebung bei Baskett et al. (1999) und Mayo et al. (2000) nach drei Monaten (Tab. 64).

Gehgeschwindigkeit

Fünf der sechs Studien untersuchten den Effekt in Bezug auf die Gehgeschwindigkeit (Rudd et al. 1997; Holmqvist/von Koch/Thorsen et al. 1998/2000/2005; Baskett et al. 1999; Donnelly et al. 2004; Askim et al. 2006). Alle fünf Studien bestätigten, dass sich sowohl die Patienten nach der frühen Entlassung als auch die Patienten mit der Regelversorgung ihre Gehgeschwindigkeit gleichermaßen verbesserten und dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen zu verzeichnen gab.

Es konnte eine **hohe Evidenz** dafür ermittelt werden, dass early supported discharge und anderen Rehabilitationsformen gleichwertig sind.

Es kann **keine Empfehlung** dafür ausgesprochen werden, dass early supported discharge einer anderen Rehabilitationsform für **subakuten** Schlaganfallpatienten zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit vorzuziehen.

Balance

In den Arbeiten von Mayo et al. (2000) und Askim et al. (2006) wurde der Effekt des early supported discharge-Modells in Bezug auf die Balance untersucht. Auch hier konnten in beiden Studien keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen nachgewiesen werden.

Es konnte eine **hohe Evidenz** dafür ermittelt werden, dass *early supported discharge* und anderen Rehabilitationsformen gleichwertig sind.

Es kann **keine Empfehlung** dafür ausgesprochen werden, *early supported discharge* einer anderen Rehabilitationsform für **subakuten** Schlaganfallpatienten zur Verbesserung der Balance vorzuziehen.

5.2.2 Organisationskonzepte im häuslichen Umfeld

Viele Patienten haben Mobilitätsprobleme als Langzeitfolge eines Schlaganfalls. Wie effektiv ein Training zu Hause bei subakuten und chronischen Schlaganfallpatienten ist, wird im Folgenden näher betrachtet. Zusammengefasst werden an dieser Stelle Studien, die ambulante Physiotherapie im häuslichen Umfeld anderen Therapien gegenüberstellen. Bei den Interventionen handelt es sich sowohl um ganzheitliche (obere und untere Extremitäten) und hochfrequente Übungsprogramme für Funktion, Ausdauer-, Kraft- und/oder Balancetraining als auch um niederfrequente problemorientierte Physiotherapie mit beratendem Schwerpunkt im häuslichen Umfeld.

Evidenz

Sieben Studien wurden hier mit einbezogen (Duncan et al. 1998; Studenski et al. 2005; Duncan et al. 2011; Wade et al. 1992; Green et al. 2002; Harrington et al. 2010; Olney et al. 2006). Drei Arbeiten (Duncan et al. 1998, Studenski et al. 2005, Duncan et al. 2011) untersuchten die Effekte bei Patienten im subakuten Stadium und vier (Wade et al. 1992, Green et al. 2002, Harrington et al. 2010, Olney et al. 2006) von chronischen Patienten. Bei der kleinen Pilotstudie von Duncan et al. (1998, n=20, 1b-) wurde ein Bewegungstraining zu Hause, bestehend aus Kraft-, Balance- und Ausdauerübungen, verglichen mit der Regelversorgung, wie sie vom Arzt verschrieben wurde und die individuell auf den Patienten ausgerichtet war. Auch Studenski et al. (2005, n=100, 1b) verglichen ein umfassendes physiotherapeutisches Training zu Hause mit Kraft-, Ausdauer- und Balanceinhalten gegen die Regelversorgung wie sie vom Arzt verschrieben wurde, wie sie vom Hausarzt verschrieben wurde. Bei der neueren Arbeit von Duncan et al. (2011, n=408, 1b) handelt es sich um eine dreiarmige Studie bei der ebenfalls ein ganzheitliches physiotherapeutisches Training zu Hause verglichen wurde gegen 1. ein frühes Laufbandtraining (nach zwei Monaten) und 2. gegen ein spätes Laufbandtraining (nach sechs Monaten = im Anschluss an die letzte Messung), wobei alle Patienten parallel in unterschiedlichem Ausmaß physiotherapeutisch betreut wurden. Bei den Studien von Wade et al. (1992, n=94, 1b-) und Green et al. (2002, n=170, 1b-) wurde ein physiotherapeutisches Programm zu Hause mit Bewegungsanteilen und Patienteninformationen angewendet, die individuell auf den Patienten ausgerichtet war. In beiden Arbeiten ging es um Patienten im chronischen Stadium mindestens ein Jahr nach Schlaganfall. Während bei Wade et al. (1992) ein Cross-over-Design angewendet wurde und die eine Gruppe dementsprechend keine Intervention bekam, erhielt die Kontrollgruppe bei Green et al. die Regelversorgung. Eine Metaanalyse von Green et al. (2004) hat beide Studien noch einmal rechnerisch zusammengefasst, da sie die gleiche Zielgruppe behandelten und dieselben Zielkriterien verwendeten aber unterschiedliche Ergebnisse erzielten. Harrington et al. (2010, n=243, 1b) führten ebenfalls ein physiotherapeutisch betreutes Programm mit Bewegungsanteilen und Patienteninformationen durch. Hier waren die Patienten durchschnittlich 10 Monate nach Schlaganfall. Die Kontrollgruppe erhielt ebenfalls die Regelversorgung. Die Studie von Olney et al. (2006, n=74, 1b) untersuchte ein 10-wöchiges supervidiertes Gruppentraining im Vergleich zu einem Training zuhause nach einer nach

Tab 65: Organisationskonzepte im häuslichen Umfeld

Evidenzklasse Validität	Autor/Jahr	Interventionen	Patienten pro Gruppe	Stadium	GF	GG	GS	B
1b- +	Duncan et al. 1998	• Bewegungsprogramm zu Hause (Kraft, Balance und Ausdauer) vs. • Regelversorgung	10/10	subakut		+	+	Ø
1b+	Studenski et al. 2005	• Bewegungstherapie zu Hause vs. • Regelversorgung	50/50	subakut	Ø			
1b +	Duncan et al. 2011	• 1. Physiotherapie zu Hause vs. • frühes Laufbandtraining • 2. Physiotherapie zu Hause vs. • spätes Laufbandtraining	139/143/126	subakut		Ø +	Ø +	
1b- +	Wade et al. 1992	• Physiotherapie mindestens ein Jahr nach Schlaganfall zu Hause vs. • keine Intervention	94	chronisch	Ø	Ø		
1b- +	Green et al. 2002	• Physiotherapie mindestens ein Jahr nach Schlaganfall zu Hause vs. • Regelversorgung	85/85	chronisch	+	+		
1b +	Harrington et al. 2010	• Bewegungsintervention und Patienteninformation vs. • Regelversorgung	119/124	chronisch	Ø			
1b +	Onley et al. 2006	• Gruppentraining mit Anleitung vs. • Training zuhause ohne Anleitung	37/37	chronisch		Ø		

+/– signifikante Effekte für/gegen erstgenannte/zusätzliche Intervention, Ø keine signifikanten Gruppenunterschiede, GF Gehfähigkeit, GG Gehgeschwindigkeit, GS Gehstrecke, B Balance

mündlichen Einführung und mit schriftlichen Instruktionen bei chronischen Patienten (durchschnittlich 3,5 Jahre nach Schlaganfall). Der Fokus der Intervention lag hier bei der Verbesserung der Gehgeschwindigkeit (Tab. 65).

Gehfähigkeit

Einzig die Studie von Studenski et al. (2005) überprüfte das Programm in Bezug auf die Verbesserung der Gehfähigkeit bei Patienten im subakuten Stadium. Im Ergebnis konnten hier in beiden Gruppen keine signifikanten Effekte nachgewiesen werden. Bei den chronischen Patienten wurden bei drei Arbeiten Daten zur Gehfähigkeit erhoben. Während Wade et al. (1992) und Harrington et al. (2010) keine signifikanten Verbesserung der Gehfähigkeit nachweisen konnten, gab es bei Green et al. (2002) statistisch signifikante Verbesserungen in der Interventionsgruppe, wobei das hier eine Steigerung von 10 auf 11 Punkte beim RMI bedeutete. Da alle Patienten bereits gehfähig waren, sind Ergebnisse bezüglich Gehfähigkeit nur begrenzt aussagekräftig.

Es kann von einer **mittleren Qualität der Evidenz** dafür gesprochen werden, dass ein hochfrequentes Übungsprogramm im häuslichen Umfeld nicht zur Verbesserung der Gehfähigkeit bei **subakuten** Patienten führt.
Es ergibt sich nur eine **niedrige Evidenz** dafür, dass eine niederfrequente problemorientierte Physiotherapie mit beratendem Schwerpunkt im häuslichen Umfeld bei **chronischen** Patienten keinen Einfluss auf die Gehfähigkeit hat.

Es kann **keine Empfehlung** für ein hochfrequentes Übungsprogramm im häuslichen Umfeld ausgesprochen werden um die Gehfähigkeit bei **subakuten** Patienten zu verbessern.
Es kann **keine Empfehlung** für niederfrequente problemorientierte Physiotherapie mit beratendem Schwerpunkt im häuslichen Umfeld zur Verbesserung der Gehfähigkeit bei **chronischen** Patienten ausgesprochen werden.

Gehgeschwindigkeit

Beide Studien von Duncan et al. (1998/2011) konnten eine Verbesserung der Gehgeschwindigkeit durch die physiotherapeutischen Übungsprogramme nachweisen. In der älteren Studie konnten signifikante Unterschiede zugunsten der Interventionsgruppe in Bezug auf die Gehgeschwindigkeit gemessen werden. Bei der neueren Studie gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen der Inderventions- und der Laufbandgruppe aber signifikante Unterschiede zugunsten der Interventionsgruppe im Vergleich zu keiner Intervention. Für die Gehgeschwindigkeit bei Green et al. (2002) und Wade et al. (1992) ziehen wir die Ergebnisse der Metaanalyse von Green et al. (2004) heran, die sich errechnet aus den Ergebnissen der beiden Studien. Die Berechnung konnte zwar eine statistisch signifikante Verbesserung der Gehgeschwindigkeit von 2,7 m/Min. (= 4,5 cm/Sek.) nachweisen, die aber kaum eine klinische Relevanz zeigte, wenn man die 20 cm/Sek Unterschied berücksichtigt, die laut Perry et al. (1995) für eine klinische relevante Verbesserung notwendig sind. Bei Onley et al. konnten im Anschluss an die Intervention beide Gruppen gleichermaßen signifikante Verbesserungen in Bezug auf die Gehgeschwindigkeit nachweisen, allerdings gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Es kann von einer **hohen Qualität der Evidenz** dafür gesprochen werden, dass ein hochfrequentes Übungsprogramm im häuslichen Umfeld zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **subakuten** Patienten führt.
Es wurde eine **niedrige Qualität der Evidenz** dafür ermittelt, dass eine niederfrequente problemorientierte Physiotherapie mit beratendem Schwerpunkt im häuslichen Umfeld keinen Einfluss auf die Gehgeschwindigkeit bei **chronischen** Patienten hat.
Es besteht eine **mittlere Qualität der Evidenz**, dass ein *unsupervised exercise program* ebenso zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **chronischen** Patienten beiträgt, wie ein *supervised exercise program* nach initiier Einführung in der ersten Woche.

Ein hochfrequentes Übungsprogramm im häuslichen Umfeld für **subakute** Schlaganfallpatienten sollte zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad B)**.
Es kann **keine Empfehlung** für niederfrequente problemorientierte Physiotherapie mit beratendem Schwerpunkt im häuslichen Umfeld zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **chronischen** Patienten ausgesprochen werden **(Empfehlungsgrad 0)**.
Es kann **keine** Empfehlung ausgesprochen werden, ob ein *unsupervised exercise program* oder ein *supervised exercise program* zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei **chronischen** Patienten geeigneter ist. Allerdings gibt es Hinweise für geschlechtsspezifische Unterschiede (Männer profitieren vom unsupervised exercise program, Frauen profitieren vom supervised exercise program) **(Empfehlungsgrad 0)**.

Gehstrecke

In Bezug auf die Gehstrecke konnten ebenfalls die beiden Studien von Duncan et al. (1998/2011) eine Verbesserung verzeichnen. In beiden Arbeiten konnten aber keine Unterschiede zwischen den physiotherapeutischen Übungsprogramm und der Kontrolle (Regelver-

sorgung bzw. Laufbandtraining) nachgewiesen werden. Wieder nur im Vergleich zu keiner Intervention konnten in der neueren Studie von Duncan et al. (2011) signifikante Unterschiede erhoben werden.

Es gibt eine **hohe Qualität der Evidenz** dafür, dass ein hochfrequentes Übungsprogramm im häuslichen Umfeld zur Verbesserung der Gehstrecke bei **subakuten** Patienten führt.
Es wurde eine **hohe Qualität der Evidenz** dafür ermittelt, dass sowohl ein hochfrequentes Übungsprogramm im häuslichen Umfeld als auch ein intensives spezifisches Gangtraining im Vergleich zu einer Regelversorgung zur Verbesserung der Gehstrecke bei **subakuten** Patienten führt.

Ein hochfrequentes Übungsprogramm für **subakute** Schlaganfallpatienten **sollte** zur Verbesserung der Gehstrecke eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad B)**.
Ein hochfrequentes Übungsprogramm im häuslichen Umfeld für **subakute** Schlaganfallpatienten **kann** ebenso wie ein spezifischen Training zur Verbesserung der Gehstrecke eingesetzt werden **(Empfehlungsgrad 0)**.

Balance

Lediglich die kleine Pilotstudie von Duncan et al. (1998) konnte Daten zur Balance aufweisen. Es konnten zwar Verbesserungen der Balance in beiden Gruppen von subakuten Patienten nachgewiesen werden, aber keine signifikante Unterschiede zwischen den physiotherapeutischen Übungsprogramm und der Kontrolle (Regelversorgung.

Aufgrund der Studienlage kann nur von einer **niedrigen Qualität der Evidenz** dafür gesprochen werden, dass ein hochfrequentes Übungsprogramm im häuslichen Umfeld zur Verbesserung der Balance bei **subakuten** Patienten führt.

Es kann **keine Empfehlung** für ein hochfrequentes Übungsprogramm im häuslichen Umfeld zur Verbesserung der Balance bei **subakuten Patienten** ausgesprochen werden.

GESAMTBEWERTUNG ZU ÜBERGEORDNETEN ORGANISATIONSKONZEPTEN

In Bezug auf das *early-suport-discharge-Model* kann vermerkt werden, dass sich diese Form der frühen Rehabilitation außerhalb des Krankenhauses mit dem Augenmerk auf Gehgeschwindigkeit und Balance im Ergebnis nicht von der regulären Rehabilitation unterscheidet und daher bezüglich der Verbesserung der Gehgeschwindigkeit und Balance eine Alternative darstellt. Andere Parameter wie Kostenfaktoren, Komplikationen oder andere klinische Parameter bleiben in diesen Betrachtungen allerdings unberücksichtigt. Lediglich Donnelly et al. (2004) betrachteten den Kostenfaktor und stellten fest, dass die häusliche Reha zwar etwas günstiger war, dies aber nicht statistisch signifikant. Im deutschen Gesundheitssystem gibt es derzeit kein direkt vergleichbares Konzept. Die »mobile Rehabilitation« kommt diesem Konzept nahe, ist aber nicht obligat verknüpft mit einer früheren Entlassung aus der stationären Behandlung.
In der frühen Phase nach der Rehabilitation stellte sich heraus, dass ein hochfrequentes Übungsprogramm im häuslichen Umfeld für subakute Schlaganfallpatienten zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit und der Gehstrecke einem spezifischen Training ebenbürtig ist.
Betrachten wir die chronische Phase mehr als ein Jahr nach dem Schlaganfall, so hat niederfrequente problemorientierte Physiotherapie mit beratendem Schwerpunkt im häuslichen Umfeld keinen Einfluss auf die Verbesserung der Gehfähigkeit oder Gehgeschwindigkeit.

6 Zusammenfassende Bewertung aller Interventionen

Nachdem in den vorherigen Kapiteln die Evidenz und daraus resultierenden Empfehlungen für die einzelnen Interventionen behandelt worden sind, erfolgt nachfolgend eine Zusammenstellung der Empfehlungen für die verschiedenen Zielkriterien.

6.1 Gehfähigkeit

Zur Verbesserung der Gehfähigkeit ist die hohe Zahl der durchgeführten Schritte (Wiederholungen) ein wesentliches Wirkprinzip. In der Wahl der anzuwendenden Therapien muss dabei unterschieden werden, ob die Patienten zu Beginn der Therapie bereits gehfähig sind oder noch nicht. Bei *nicht gehfähigen Patienten* können die in Tabelle 66 aufgeführten folgenden Empfehlungen ausgesprochen werden.

Bei diesen Patienten im subakuten Stadium sollte die Zahl der Wiederholungen, falls verfügbar, unter Einschluss eines Endeffektorgerätes (z. B. Gangtrainer) realisiert werden. Alternativ kann das Gehtraining auch unter Einschluss eines Exoskeletts (z. B. Lokomat) oder eines Laufbands erfolgen. Wie bereits in Kapitel 4.2 ausgeführt, bietet die bisherige gerätegestützte Gangrehabilitation keinen Vorteil an sich, sondern sie ermöglicht unter optimiertem Einsatz von Personal- und Zeitressourcen die Sicherstellung der erforderlichen Wiederholungsfrequenz. Wird diese Frequenz durch konventionelles Gangtraining erreicht, kann ein vergleichbares Rehabilitationsergebnis erreicht werden (Peurala et al. 2009). Die Wertigkeit der verschiedenen Prinzipien des gerätegestützten Gehtrainings (Endeffektor versus Exoskelett) ist Gegenstand intensiver Diskussionen in der Literatur (s. Kap. 4.2). Es kann jedoch derzeit nicht abschließend geklärt werden, ob ein möglicher Unterschied durch die Zahl bzw. Auswahl der Patientenpopulation der vorliegenden Studien bedingt ist oder aber auf realen physiologischen Unterschieden beruht. Direkte Vergleichsstudien (RCTs) zwischen beiden Geräten für Schlaganfall-Patienten existieren nicht.

Bei *zumindest mit Hilfe gehfähigen Patienten* ist die Geräteunterstützung nicht mehr als präferentiell zu sehen (Tab. 67).

Bei diesen Patienten kann die Wahl eines konventionellen oder gerätegestützten Trainings (in diesem Fall in der Regel mit dem Laufband) relativ frei von den Möglichkeiten der Einrichtung abhängig gemacht werden, ohne dass dies einen Unterschied im Ergebnis zur Folge hätte. Wird das Laufband benutzt, so sollte dies möglichst progressiv (unter Steigerung der Laufbandgeschwindigkeit) eingesetzt werden.

Tab. 66: Erlangung der Gehfähigkeit bei nicht gehfähigen Patienten

	subakut	chronisch
A (soll):		
B (sollte):	• Intensives Gehtraining (4.1), falls verfügbar und realisierbar unter Einschluss eines Endeffektor-basierten Gerätes (z. B. Gangtrainer) (4.2.)	
0 (kann):	• Intensives Gehtraining unter Einschluss eines Laufbands oder eines Exoskelett gestützten Gerätes (z. B. des Lokomaten) des Lokomaten (4.2) • zyklische Mehrkanalstimulation zur Erzeugung gehähnlicher Beinbewegungen des paretischen Beines im Liegen (4.9) • Für Patienten mit Neglect: Spezifisches Neglect-Training (4.7) • Zusätzlich: Elektroakupunktur (4.9)	
-B (sollte nicht)		

(in Klammern: Kapitel)

Tab. 67: Verbesserung der Gehfähigkeit bei (eingeschränkt) gehfähigen Patienten

	subakut	chronisch
A (soll):		
B (sollte):	• Intensives Gehtraining: konventionell **oder** unter Einschluss eines Laufbands (möglichst progressiv) (4.1 und 4.2)	• Für Patienten mit spastischer Equinovarus-Deformität: Injektion von Botulinumtoxin zur Reduktion des Hilfsmittelgebrauchs (4.12)
0 (kann):	• Aufgabenbezogenes Training mit Bewegungsvorstellung (4.1) • Nutzung von Gehhilfen (4.10) • Kombinationstherapie aus Endeffektor-basiertem Gerät mit funktioneller Elektrostimulation (4.9) • Zusätzlich: Nadelakupunktur inklusive Elektroakupunktur während intensiver Rehabilitation (4.9)	• Unterstützung eines Laufbandtrainings mit VR (4.6)
-B (sollte nicht)		• Für Patienten mit spastischer Equinovarus-Deformität: Thermokoagulation des N. tibialis (4.12)

(in Klammern: Kapitel)

6.2 Gehgeschwindigkeit

Zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit können die in Tabelle 68 aufgeführten Empfehlungen ausgesprochen werden.

Wird bei bereits gehfähigen Patienten eine Verbesserung der Gehgeschwindigkeit angestrebt, so ist das progressive aerobe Laufbandtraining als Goldstandard anzusehen. Auch das intensive Gehtraining mit und ohne Laufband oder ein intensives supervidiertes Heimübungsprogramm kann nachdrücklich empfohlen werden. Gleiches gilt im Übrigen auch für das Gehtraining mit akustischem Feedback. Bedacht werden sollte insbesondere bei diesen Patienten der Einsatz von Hilfsmitteln, wie Sprunggelenksorthesen, orthopädischer Schuhversorgung oder einer Armschlinge bei schwerer Armparese.

Für initial (eingeschränkt) gehfähige Patienten kann vor allem eine schrittsynchrone Stimulation von Flexorreflex-Afferenzen während des Gehtrainings empfohlen werden, um eine höhere Gehgeschwindigkeit zu erzielen. Aber auch der Einsatz eines Gangtrainers oder akustische Stimulation können bei schwer betroffenen Patienten die Effekte eines Gehtrainings verbessern.

Tab. 68: Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei (eingeschränkt) gehfähigen Patienten

	subakut	**chronisch**
A (soll):	• Aufgabenbezogenes Ausdauertraining [in der Umsetzung progressives Laufbandtraining (4.2.) **oder** progressives Zirkeltraining (4.3)	
B (sollte):	• Intensives Gehtraining ohne Laufband (4.1) **oder** • Intensives Gehtraining unter Einschluss eines Laufbands (4.2) **oder** • Intensives supervidiertes Heimübungsprogramm (Kräftigung, Ausdauer, Balance) mit Progression (5.1) • Gehtraining mit Stimulation von Flexorreflex-Afferenzen (4.9) • Zusätzlich: Beinfunktionstraining (5.1)	Orthese mit oder ohne Elektrostimulation (mittelbarer Effekt) (4.10
0 (kann):	• Intensives progressives aufgabenbezogenes Training (4.1) • Aufgabenbezogenes Training mit Bewegungsvorstellung (4.1) • Gehtraining mit Endeffektor basiertem Gerät (z.B. Gangtrainer) oder Exoskelett gestütztem Gerät (z.B. Lokomat) (4.2) • Kraft-Ausdauertraining (4.3) • Isokinetisches Krafttraining (4.3) • Gehtraining mit akustischer Stimulation (4.5) • Akustisches Feedback beim Gehen (4.6) • Feedback/Reinforcement (tägliche Zeitmessung beim Gehen mit verstärkendem Feedback) (4.6) • Kombinationstherapie aus Endeffektor basiertem Gerät mit funktioneller Elektrostimulation (4.9) • Sprunggelenksorthese (4.10) • Frühzeitiger orthopädischer Schuh (4.10) • Bei schwerer Armparese: Armschlinge (4.10)	• Intensives progressives aufgabenbezogenes Training (4.1) • Aufgabenbezogenes Ausdauertraining, z.B. progressives aerobes Laufbandtraining (4.3) • Kombination aus Laufbandtraining und variablem Gehtraining auf dem Boden (4.2) • Gehtraining mit Endeffektor basiertem Gerät (4.2) • Aufgabenbezogenes Krafttraining (4.3) • Kraftfeedbacktraining (4.6) • Bewegungsbeobachtung (4.7) • TENS am Sehnenübergang des spastischen M. gastrocnemius (4.9) • TENS an Akupunkturpunkten vor einem aufgabenorientierten Training (4.9) • Sprunggelenksorthese (4.10) • Orthese mit Elektrostimulation des N. peronaeus (unmittelbarer Effekt) (4.10) • Zehenspreizer mit/ohne Schuh (4.10) • repetitive Magnetstimulation in Kombination mit aufgabenorientiertem Training (4.11) • Zusätzlich: Training von Rückwärtsgehen (4.1) • Zusätzlich: Balancetrainer (4.6) • Zusätzlich: VR-basiertes Training (4.6) • Zusätzlich: Dual-Task-Training (4.7) • Zusätzlich: Beinfunktionstraining (5.1)
-B (sollte nicht)		• Für Patienten mit spastischer Equinovarus-Deformität: Thermokoagulation des N. tibialis (4.12)

(in Klammern: Kapitel)

6.3 Gehstrecke

Zur Verbesserung der Gehstrecke können die in Tabelle 69 aufgeführten Empfehlungen ausgesprochen werden.

Eine Verbesserung der Gehstrecke als weitere Steigerung der Gehfähigkeit bei ohne Hilfsmittel gehfähigen Patienten erfordert nicht nur eine Verbesserung des Gangbildes an sich, sondern nun auch insbesondere eine Erhöhung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit. Goldstandard hierzu ist aerobes Ausdauertraining, welches jedoch obligat aufgabenbezogen durchgeführt werden sollte, z. B. als progressives aerobes Laufbandtraining. Auch hier kann das intensive Gehtraining unter Einschluss eines Laufbands oder ein intensives supervidiertes Heimübungsprogramm mit hoher Empfehlungsstärke empfohlen werden, ebenso ein intensives progressives aufgabenbezogenes Training oder ein isoliertes Kraftausdauertraining. Auch hier kann durch Verfahren der Elektrostimulation insbesondere bei schwer betroffenen Patienten ein zusätzlicher Effekt erzielt werden.

Tab. 69: Verbesserung der Gehstrecke bei (eingeschränkt) gehfähigen Patienten

	subakut	chronisch
A (soll):	• Aufgabenbezogenes Ausdauertraining (4.3)	
B (sollte):	• Intensives supervidiertes Heimübungsprogramm (Kräftigung, Ausdauer, Balance) mit Progression (5.1) • Intensives Gehtraining unter Einschluss eines Laufbands, insbesondere progressives, aerobes Laufbandtraining (4.2)	• Aufgabenbezogenes Ausdauertraining, z. B. progressives aerobes Laufbandtraining (4.2) • Orthese mit Elektrostimulation des N. peronaeus (mittelbarer Effekt) (4.10)
0 (kann):	• Aufgabenbezogenes Training mit Bewegungsvorstellung (4.1) • Gehtraining mit Endeffektor basiertem Gerät (z. B. Gangtrainer) oder Exoskelett gestütztem Gerät (z. B. Lokomat) (4.2) • Kraft-Ausdauertraining (4.3) • Funktionelle Elektrische Mehrkanalstimulation während Gangtraining (4.9) • hochfrequentes Übungsprogramm im häuslichen Umfeld (5.2) • Zusätzlich: Kraft-Ausdauertraining (4.3) • Zusätzlich: Beinfunktionstraining (5.1)	• Intensives progressives aufgabenbezogenes Training (4.4) • Kombination aus Laufbandtraining und variablem Gehtraining auf dem Boden (4.2) • Gehtraining mit Endeffektor basiertem Gerät (4.2) • Ergometertraining (4.3) • Aufgabenbezogenes Krafttraining (4.3) • Kraftfeedbacktraining (4.6) • Bewegungsbeobachtung (4.7) • Orthese mit Elektrostimulation des N. peronaeus (unmittelbarer Effekt) (4.10) • Zusätzlich: Beinfunktionstraining (5.1)
-B (sollte nicht)		• Funktionelle Elektrostimulation mit perkutanen Drahtelektroden (4.9)

(in Klammern: Kapitel)

6.4 Balance

Zur Verbesserung der **Balance** können die in Tabelle 70 aufgeführten Empfehlungen ausgesprochen werden.

Eine Verbesserung der Balance und eine Reduktion der **Zahl der Stürze** kann durch ein spezifisches Gehtraining alleine nicht erreicht werden. Als **Wirkprinzip** besteht im subakuten und im chronischen Stadium nach Schlaganfall am ehesten ein **Balance- und Mobilitätstraining an der Belastungs- und Fähigkeitsgrenze mit direkter Einbeziehung relevanter funktioneller Aufgaben**. Auch hier sollten die erworbenen Fähigkeiten kontinuierlich weiter geübt werden, um sie dauerhaft zu erhalten. Je nach Alltagsanforderungen der Patienten kann aus einem weiten Spektrum an Trainingsaufgaben gewählt werden.

Tab. 70: Verbesserung der Balance (statisch, dynamisch, Stürze)

	subakut	**chronisch**
A (soll):		
B (sollte):	• Intensives Gehtraining ohne Laufband (4.1) **oder** • Intensives Gehtraining unter Einschluss eines Laufbands (4.2) **oder** • Intensives supervidiertes Heim-übungsprogramm (Kräftigung, Ausdauer, Balance) mit Progression (4.1) • Motor Relearning Programme (4.8)	
0 (kann):	• Gehtraining mit Laufband, Endeffektor basiertem Gerät (z. B. Gangtrainer) oder Exoskelett gestütztem Gerät (z. B. Lokomat) (4.2) • Kraft- Ausdauertraining (4.3) • Rumpfaktivitäten auf instabiler Unterstützungsfläche (4.4) • Akustisches Feedback beim Gehen (4.6) • Frühzeitiger orthopädischer Schuh (4.10) • Zusätzlich: Ergometertraining (4.3) Zusätzlich: Biofeedback-Plattform mit erweiterten Aufgabenstellungen (4.6) • Zusätzlich: Nadelakupunktur inklusive Elektroakupunktur während intensiver Rehabilitation (4.9)	• Gehtraining mit Endeffektor basiertem Gerät (z.B. Gangtrainer) oder Exoskelett gestütztem Gerät (z. B. Lokomat) (4.2) • Aufgabenbezogenes Krafttraining (4.3) • Übungen auf instabiler Unterstützungsfläche (4.4) • Übungsprogramm mit systematischer Verringerung der Unterstützungsfläche und Progression der Perturbation (4.4) • Individualisiertes Übungsprogramm (Balance, Koordination) (4.4) Ai Chi (Tai Chi im Wasser) (4.4) • Bewegungsbeobachtung (4.7) Kombiniertes Dual-Task-basiertes Übungsprogramm (4.7) • Zusätzlich: Biofeedback-Plattform mit erweiterten Bewegungskomponenten (4.6) • Zusätzlich: VR-basiertes Training (4.6)
-B (sollte nicht)		• Funktionelle Elektrostimulation mit perkutanen Drahtelektroden (4.9)

(in Klammern: Kapitel)

6.5 Zusammenfassung

Zusammenfassend liefert somit die kritische Analyse der Evidenz und die daraus resultierenden Ableitungen von Empfehlungen auch pathophysiologische Rationale, die der Verbesserung der entsprechenden Zielkriterien zugrunde liegen. Wichtig ist im gesamten Kontext nicht die Fokussierung auf bestimmte Therapiemaßnahmen, sondern die Auswahl des relevanten Wirkprinzips.

Auf den ersten Blick bestätigen die Ergebnisse vermeintlich alltägliches Rehabilitationswissen: wer gehen lernen möchte, muss Gehen üben, wer die Gehgeschwindigkeit verbessern möchte muss die Geschwindigkeit beim Gehen steigern, wer die Gehstrecke verlängern möchte, muss die Ausdauer beim Gehen steigern. Die dafür jeweils optimalen Behandlungsmethoden können den Tabellen entnommen werden und – unter Berücksichtigung individueller Aspekte – zu einem individuellen Behandlungspfad zusammengestellt werden. Das Laufband hat dabei eine Sonderstellung, da es mit unterschiedlicher Zielsetzung eingesetzt werden kann: Zum einen führt es durch die hohe Anzahl an Wiederholungen zu einer Verbesserung der Gehfähigkeit, zum anderen bewirkt besonders das progressive Laufbandtraining als aerobes Training eine Steigerung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit.

Ein genauerer Blick auf die Ergebnisse gibt zusätzliche Einblicke in die unterliegenden Prinzipien und in die Praxis des Wiedererlernens des Gehens:

(1) Kraft, Tonus-Regulation und kardiopulmonale Ausdauer sind wesentliche Voraussetzungen für das Gehen; eine positive Evidenz für ihr Training nach Schlaganfall besteht allerdings nur für das Training dieser Elemente im funktionellen Zusammenhang, nicht für ein isoliertes Dehnen, Kraft- oder Ausdauertraining.
(2) Die multiplen Elemente der Trainingsprogramme zur Verbesserung der Balance weisen auf die komplexe (Patho-)physiologie der Balance hin. Dies erfordert die Adaptation der beschriebenen Behandlungsmethoden auf die individuellen Fähigkeiten der Patienten, ohne dass für die einzelnen Trainingskomponenten immer eine positive Evidenz vorhanden ist. Ähnliches gilt für das Wiedererlernen der Gehfähigkeit und – bei genauerer Betrachtung –auch für die anderen Zielkriterien.
(3) Die spezifischen Zielkriterien Gehgeschwindigkeit und Gehstrecke erfassen vor allem das längere Gehen. Bisher gibt es keinen allgemein anerkannten Score, der das sichere Gehen für kurze Strecken in Alltagssituationen erfasst, z. B. beim Gehen einiger Schritte nach dem Aufstehen vom Sessel, beim Tragen von Geschirr von der Küche ins Wohnzimmer oder beim dringenden Gang zur Toilette. Auch die zurzeit in der Literatur gebräuchlichen Tests der Balance umfassen nur einen Teil der für das langsame Gehen unter erschwerten Bedingungen notwendigen Fähigkeiten.
(4) Diskussionswürdig ist die Abgrenzung zwischen subakutem und chronischem Schlaganfallstadium. Vermutlich würde eine pathophysiologische Definition z.B. der Übergang von einer Periode ausgeprägter postläsioneller Plastizität zu einer mit „normaler“ Plastizität, eine physiologisch sinnvollere Abgrenzung zwischen den verschiedenen Erholungsperioden im Zeitverlauf ermöglichen.

6.6 Ausblick

Es ist offensichtlich, dass es weiterer Studien bedarf, um das optimale Therapieregime für einen individuellen Patienten genauer definieren zu können. Wie dargestellt, liegen zum gegenwärtigen Zeitpunkt für sehr viele Therapieverfahren ausreichend Befunde für ihre Wirksamkeit an sich vor. Der Schwerpunkt der nächsten Jahre sollte daher auf Vergleichsstudien zweier oder mehrerer als prinzipiell wirksam erachteter Interventionen liegen, insbesondere für eine gut definierte Patientengruppe mit einem klaren Behandlungsauftrag. Allerdings zeigt die Betrachtung der Effektstärken der hier behandelten Studien, dass derartige Fragestellungen vermutlich nicht mehr monozentrisch, sondern nur noch multizentrisch bearbeitet werden können. Hierzu ist eine weitere Professionalisierung und Akademisierung der Neurorehabilitation erforderlich.

Die Ergebnisse der Leitlinie weisen aber auch auf einen erweiterten Forschungsauftrag hin: sie vermitteln uns die Notwendigkeit, die einzelnen Komponenten des Gehtrainings nach Schlaganfall und seinen Zeitverlauf besser zu verstehen, um diese Komponenten beim einzelnen Patienten noch gezielter einsetzen zu können.

Die Autoren der Leitlinie hoffen, mit ihrer Arbeit zum besseren Verständnis beigetragen zu haben, aber auch Impulse zur Weiterentwicklung der Rehabilitation geben zu können.

7 Danksagung

Dank an den Vorstand und die Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation, insbesondere *E. König, C. Dettmers, V. Hömberg, C. W. Wallesch* und *T. Platz*, an *E. Böhle* vom Deutschen Verband für Physiotherapie (ZVK) und *I. Koop* von der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF), für ihre Unterstützung während des gesamten Prozesses. Die Erstellung der Leitlinie wurde mit Sach- und Personalmitteln maßgeblich unterstützt durch den Deutschen Verband für Physiotherapie, dem Institut für Gesundheits- und Pflegewissenschaft der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, der MEDIAN Klinik Berlin-Kladow, den Medical Park Loipl, der Schön Klinik Bad Aibling und der St. Mauritius-Therapieklinik. Besonderer Dank gilt auch *Fr. M. Luther* (Bad Aibling) für ihr Mitwirken bei der Literaturrecherche sowie *Fr. L. Ferreira dos Santos* und ganz besonders *Fr. C. L. Fritzsch* (Berlin) für ihre aktive Unterstützung im Prozess der Literaturbeschaffung und -bewertung. Darüber hinaus möchten wir *Fr. B. Peters* (Berlin) für umfassende organisatorische Unterstützung danken.

8 Literatur

1. Acler M, Manganotti P. Role, indications and controversies of levodopa administration in chronic stroke patients. Eur J Phys Rehabil Med 2013;49:243-49.
2. Ada L, Dean CM, Hall JM, Bampton J, Crompton S. A treadmill and overground walking program improves walking in persons residing in the community after stroke: a placebo-controlled, randomized trial. Arch Phys Med Rehabil 2003;84:1486-91.
3. Ada L, Dean CM, Morris ME, Simpson JM, Katrak P. Randomized trial of treadmill walking with body weight support to establish walking in subacute stroke: the MOBILISE trial. Stroke 2010;41:1237-42.
4. Ahn MH, Ahn CS, Kim MC. Effect of Selective-task vs Set-task Program on Balance and Weight Bearing of Stroke Patient. J Phys Ther Sci 2011;23:707-11.
5. Alexander DN, Cen S, Sullivan KJ, Bhavnani G, Ma X, Azen SP. Effects of acupuncture treatment on poststroke motor recovery and physical function: a pilot study. Neurorehabil Neural Repair 2004;18:259-67.
6. Ambrosini E, Ferrante S, Pedrocchi A, Ferrigno G, Molteni F. Cycling induced by electrical stimulation improves motor recovery in postacute hemiparetic patients: a randomized controlled trial. Stroke 2011;42:1068-73.
7. Askim T, Morkved S, Indredavik B. Does an extended stroke unit service with early supported discharge have any effect on balance or walking speed? J Rehabil Med 2006;38:368-74.
8. Askim T, Morkved S, Engen A, Roos K, Aas T, Indredavik B. Effects of a community-based intensive motor training program combined with early supported discharge after treatment in a comprehensive stroke unit: a randomized, controlled trial. Stroke 2010;41:1697-703.
9. Au-Yeung SS, Hui-Chan CW, Tang JC. Short-form Tai Chi improves standing balance of people with chronic stroke. Neurorehabil Neural Repair 2009;23:515-22.
10. Baer HR, Wolf SL. Modified emory functional ambulation profile: an outcome measure for the rehabilitation of post-stroke gait dysfunction. Stroke 2001;32:973-79.
11. Bang DH, Shin WS, Kim SY, Choi JD. The effects of action observational training on walking ability in chronic stroke patients: a double-blind randomized controlled trial. Clin Rehabil 2013;27:1118-25.
12. Baskett JJ, Broad JB, Reekie G, Hocking C, Green G. Shared responsibility for ongoing rehabilitation: a new approach to home-based therapy after stroke. Clin Rehabil 1999;13:23-33.
13. Batchelor FA, Hill KD, Mackintosh SF, Said CM, Whitehead CH. Effects of a multifactorial falls prevention program for people with stroke returning home after rehabilitation: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2012;93:1648-55.
14. Bateman. The effect of aerobic training on rehabilitation outcomes after recent severe brain injury: a randomized controlled evaluation. Arch Phys Med Rehabil 2001;82:174-82.
15. Beckerman H, Becher J, Lankhorst GJ, Verbeek AL. Walking ability of stroke patients: efficacy of tibial nerve blocking and a polypropylene ankle-foot orthosis. Arch Phys Med Rehabil 1996;77:1144-51.
16. Berends HI, Nijlant JM, Movig KL, Van Putten MJ, Jannink MJ, Ijzerman MJ. The clinical use of drugs influencing neurotransmitters in the brain to promote motor recovery after stroke; a Cochrane systematic review. Eur J Phys Rehabil Med 2009;45:621-30.
17. Bernhardt J, Langhorne P, Lindley RI et al. Efficacy and safety of very early mobilisation within 24 h of stroke onset (AVERT): a randomised controlled trial. Lancet 2015;386:46-55.
18. Biernaskie J, Chernenko G, Corbett D. Efficacy of rehabilitative experience declines with time after focal ischemic brain injury. J Neurosci 2004;24:1245-54.
19. Bjarnason-Wehrens B. Trainingsformen und ihre Anwendungen. In Rauch B, ed. Kardiologische Rehabilitation - Standards für die Praxis nach den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Prävention. Stuttgart: Georg-Thieme-Verlag, 78-89.
20. Blennerhassett J, Dite W. Additional task-related practice improves mobility and upper limb function early after stroke: a randomised controlled trial. Aust J Physiother 2004;50:219-24.
21. Bobath B. Adult Hemiplegia: Evaluation and Treatment. Butterworth-Heinemann, 1990.
22. Bogataj U, Gros N, Kljajic M, Acimovic R, Malezic M. The rehabilitation of gait in patients with hemiplegia: a comparison between conventional therapy and multichannel functional electrical stimulation therapy. Phys Ther 1995;75:490-502.
23. Bonni S,Ponzo V, Caltagirone C, Koch G. Cerebellar theta burst stimulation in stroke patients with ataxia. Funct Neurol 2014;29:41-45
24. Bourbonnais D, Vanden Noven S. Weakness in patients with hemiparesis. Am J Occup Ther 1989;43:313-19.
25. Bourbonnais D, Bilodeau S, Lepage Y, Beaudoin N, Gravel D, Forget R. Effect of force-feedback treatments in patients with chronic motor deficits after a stroke. Am J Phys Med Rehabil 2002;81:890-897.
26. Bovend'Eerdt TJ, Dawes H, Sackley C, Izadi H, Wade DT. An integrated motor imagery program to improve functional task performance in neurorehabilitation: a single-blind randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2010;91:939-46.
27. Bradley L, Hart BB, Mandana S, Flowers K, Riches M, Sanderson P. Electromyographic biofeedback for gait training after stroke. Clin Rehabil 1998;12:11-22.
28. Brashear A. Clinical comparisons of botulinum neurotoxin formulations. Neurologist 2008;14:289-98.
29. Brazzelli M, Saunders DH, Greig CA, Mead GE. Physical fitness training for stroke patients. Cochrane Database Syst Rev 2011;CD003316.
30. Brock K, Haase G, Rothacher G, Cotton S. Does physiotherapy based on the Bobath concept, in conjunction with a task practice, achieve greater improvement in walking ability in people with stroke compared to physiotherapy focused on structured task practice alone?: a pilot randomized controlled trial. Clin Rehabil 2011;25:903-12.
31. Burbaud P, Wiart L, Dubos JL et al. A randomised, double blind, placebo controlled trial of botulinum toxin in the treatment of spastic foot in hemiparetic patients. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1996;61:265-69.
32. Burridge J, Taylor P, Hagan S, Wood D, Swain I. The Effect of Common Peroneal Nerve Stimulation on Quadriceps Spasticity in Hemiplegia. Physiotherapy 1997;83:82-89.
33. Burridge J, Taylor P, Hagan S, Swain I. Experience of clinical use of the Odstock dropped foot stimulator. Artif Organs 1997;21:254-60.
34. Burridge JH, Taylor PN, Hagan SA, Wood DE, Swain ID. The effects of common peroneal stimulation on the effort and speed of walking: a randomized controlled trial with

chronic hemiplegic patients. Clin Rehabil 1997;11:201-10.
35. Capon A, Lehert P, Opsomer L. Naftidrofuryl in the treatment of subacute stroke. J Cardiovasc Pharmacol 1990;16 Suppl 3:S62-S66.
36. Carda S, Invernizzi M, Baricich A, Cisari C. Casting, taping or stretching after botulinum toxin type A for spastic equinus foot: a single-blind randomized trial on adult stroke patients. Clin Rehabil 2011;25:1119-27.
37. Carr J, Shepherd R. Neurological Rehabilitation: Optimizing Motor Performance, 2nd ed. Churchill Livingstone.
38. Carr JH, Shepherd RB. A Motor Relearning Programme for Stroke. Aspen Publishers.
39. Caspers S, Zilles K, Laird AR, Eickhoff SB. ALE meta-analysis of action observation and imitation in the human brain. Neuroimage 2010;50:1148-67.
40. Center for Evidence Based Medicine. Oxford Centre for Evidence-based Medicine – Levels of Evidence (March 2009). Verfügbar unter: http://www.cebm.net/oxford-centre-evidence-based-medicine-levels-evidence-march-2009/. Letzter Zugriff: 07. Oktober 2015, 09:11 Uhr.
41. Chan DY, Chan CC, Au DK. Motor relearning programme for stroke patients: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2006;20:191-200.
42. Chen SC, Chen YL, Chen CJ, Lai CH, Chiang WH, Chen WL. Effects of surface electrical stimulation on the muscle-tendon junction of spastic gastrocnemius in stroke patients. Disabil Rehabil. 2005 Feb 4;27(3):105-10.
43. Chen JC, Lin CH, Wei YC, Hsiao J, Liang CC. Facilitation of motor and balance recovery by thermal intervention for the paretic lower limb of acute stroke: a single-blind randomized clinical trial. Clin Rehabil 2011;25:823-32.
44. Cheng PT, Wu SH, Liaw MY, Wong AM, Tang FT. Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention. Arch Phys Med Rehabil 2001;82:1650-1654.
45. Cho KH, Lee KJ, Song CH. Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients. Tohoku J Exp Med 2012;228:69-74.
46. Chollet F, Tardy J, Albucher JF et al. Fluoxetine for motor recovery after acute ischaemic stroke (FLAME): a randomised placebo-controlled trial. Lancet Neurol 2011;10:123-30.
47. Chu KS, Eng JJ, Dawson AS, Harris JE, Ozkaplan A, Gylfadóttir S. Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil. 2004 Jun;85:870-4.
48. Cooke EV, Mares K, Clark A, Tallis RC, Pomeroy VM. The effects of increased dose of exercise-based therapies to enhance motor recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. BMC Med 2010;8:60.
49. Cooke EV, Tallis RC, Clark A, Pomeroy VM. Efficacy of functional strength training on restoration of lower-limb motor function early after stroke: phase I randomized controlled trial. Neurorehabil Neural Repair 2010;24:88-96.
50. Cramer SC, Dobkin BH, Noser EA, Rodriguez RW, Enney LA. Randomized, placebo-controlled, double-blind study of ropinirole in chronic stroke. Stroke 2009;40:3034-38.
51. Daly JJ, Roenigk K, Holcomb J et al. A randomized controlled trial of functional neuromuscular stimulation in chronic stroke subjects. Stroke 2006;37:172-78.
52. Dam M, Tonin P, De Boni A et al. Effects of fluoxetine and maprotiline on functional recovery in poststroke hemiplegic patients undergoing rehabilitation therapy. Stroke 1996;27:1211-14.
53. Danzl MM, Chelette KC, Lee K et al. Brain stimulation paired with novel locomotor training with robotic gait orthosis in chronic stroke: a feasibility study. NeuroRehabilitation 2013;33:67-76.
54. de Saca LR, Catlin PA, Segal RL. Immediate effects of the toe spreader on the tonic toe flexion reflex. Phys Ther 1994;74:561-70.
55. de Seze MP, Bonhomme C, Daviet JC et al. Effect of early compensation of distal motor deficiency by the Chignon ankle-foot orthosis on gait in hemiplegic patients: a randomized pilot study. Clin Rehabil 2011;25:989-98.
56. de Wit DC, Buurke JH, Nijlant JM, Ijzerman MJ, Hermens HJ. The effect of an ankle-foot orthosis on walking ability in chronic stroke patients: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2004;18:550-557.
57. Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. Arch Phys Med Rehabil 2000;81:409-17.
58. Dean CM, Ada L, Bampton J, Morris ME, Katrak PH, Potts S. Treadmill walking with body weight support in subacute non-ambulatory stroke improves walking capacity more than overground walking: a randomised trial. J Physiother 2010;56:97-103.
59. Dean CM, Rissel C, Sherrington C et al. Exercise to enhance mobility and prevent falls after stroke: the community stroke club randomized trial. Neurorehabil Neural Repair 2012;26:1046-57.
60. Dias D, Lains J, Pereira A et al. Can we improve gait skills in chronic hemiplegics? A randomised control trial with gait trainer. Eura Medicophys 2007;43:499-504.
61. Dobkin BH, Plummer-D'Amato P, Elashoff R, Lee J. International randomized clinical trial, stroke inpatient rehabilitation with reinforcement of walking speed (SIRROWS), improves outcomes. Neurorehabil Neural Repair 2010;24:235-42.
62. Dohle C, Kleiser R, Seitz RJ, Freund HJ. Body scheme gates visual processing. J Neurophysiol 2004;91:2376-79.
63. Dromerick AW, Lang CE, Birkenmeier RL et al. Very Early Constraint-Induced Movement during Stroke Rehabilitation (VECTORS): A single-center RCT. Neurology 2009;73:195-201.
64. Ducarne H. Evaluation of a vasoactive substance, naftidrofuryl, during the rehabilitation phase after an ischaemic insult. Curr Med Res Opin 1986;10:58-71.
65. Duncan P, Richards L, Wallace D et al. A randomized, controlled pilot study of a home-based exercise program for individuals with mild and moderate stroke. Stroke 1998;29:2055-60.
66. Duncan P, Studenski S, Richards L et al. Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. Stroke 2003;34:2173-80.
67. Duncan PW, Sullivan KJ, Behrman AL et al. Body-weight-supported treadmill rehabilitation after stroke. N Engl J Med 2011;364:2026-36.
68. Eckhardt MM, Mulder MC, Horemans HL, van der Woude LH, Ribbers GM. The effects of high custom made shoes on gait characteristics and patient satisfaction in hemiplegic gait
69. 56. Gait Posture 2011;34:543-47.
70. Eich HJ, Mach H, Werner C, Hesse S. Aerobic treadmill plus Bobath walking training improves walking in subacute stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2004;18:640-651.
71. Elsner B, Kugler J, Pohl M, Mehrholz J. Transcranial direct current stimulation (tDCS) for improving function and activities of daily living in patients after stroke. Cochrane Database Syst Rev 2013;11: CD009645. doi: 10.1002/14651858.CD009645.pub2.
72. Embrey DG, Holtz SL, Alon G, Brandsma BA, McCoy SW. Functional electrical stimulation to dorsiflexors and plantar flexors during gait to improve walking in adults with chronic hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil 2010;91:687-96.

73. Eng JJ, Tang PF. Gait training strategies to optimize walking ability in people with stroke: a synthesis of the evidence. Expert Rev Neurother 2007;7:1417-36.
74. Erel S, Uygur F, Engin S, I, Yakut Y. The effects of dynamic ankle-foot orthoses in chronic stroke patients at three-month follow-up: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2011;25:515-23.
75. Ertelt D, Small S, Solodkin A et al. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. Neuroimage 2007;36 Suppl 2:T164-T173.
76. Ertelt D, Binkofski F. Action observation as a tool for neurorehabilitation to moderate motor deficits and aphasia following stroke. Neural Regen Res 2012;7:2063-74.
77. Eser F, Yavuzer G, Karakus D, Karaoglan B. The effect of balance training on motor recovery and ambulation after stroke: a randomized controlled trial. Eur J Phys Rehabil Med 2008;44:19-25.
78. Fearon P, Langhorne P. Services for reducing duration of hospital care for acute stroke patients. Cochrane Database Syst Rev 2012;9:CD000443.
79. Ferrante S, Pedrocchi A, Ferrigno G, Molteni F. Cycling induced by functional electrical stimulation improves the muscular strength and the motor control of individuals with post-acute stroke. Europa Medicophysica-SIMFER 2007 Award Winner. Eur J Phys Rehabil Med 2008;44:159-67.
80. Ferreira dos Santos, L., Christ, O., Mate, K., Schmidt, H., Krüger, J., and Dohle, C. Movement Visualisation in Virtual Reality Rehabilitation of the Lower Limb: A systematic review. BioMedical Engineering OnLine . Ref Type: Generic (in Druck).
81. Fink M, Rollnik JD, Bijak M et al. Needle acupuncture in chronic poststroke leg spasticity. Arch Phys Med Rehabil 2004;85:667-72.
82. Fisher S, Lucas L, Thrasher TA. Robot-assisted gait training for patients with hemiparesis due to stroke. Top Stroke Rehabil 2011;18:269-76.
83. Flansbjer UB, Holmbäck AM, Downham D, Patten C, Lexell J. Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. J Rehabil Med. 2005 Mar;37:75-82.
84. Flansbjer UB, Miller M, Downham D, Lexell J. Progressive resistance training after stroke: effects on muscle strength, muscle tone, gait performance and perceived participation. J Rehabil Med. 2008 Jan;40:42-8. doi: 10.2340/16501977-0129.
85. Foley N, Murie-Fernandez M, Speechley M, Salter K, Sequeira K, Teasell R. Does the treatment of spastic equinovarus deformity following stroke with botulinum toxin increase gait velocity? A systematic review and meta-analysis. Eur J Neurol 2010;17:1419-27.
86. Franceschini M, Carda S, Agosti M, Antenucci R, Malgrati D, Cisari C. Walking after stroke: what does treadmill training with body weight support add to overground gait training in patients early after stroke?: a single-blind, randomized, controlled trial. Stroke 2009;40:3079-85.
87. Galvin R, Cusack T, O'Grady E, Murphy TB, Stokes E. Family-mediated exercise intervention (FAME): evaluation of a novel form of exercise delivery after stroke. Stroke 2011;42:681-86.
88. GAPS group,The Glasgow Augmented Physiotherapy Study group. Can augmented physiotherapy input enhance recovery of mobility after stroke? A randomized controlled trial. Clin Rehabil 2004;18:529-537.
89. Geroin C, Picelli A, Munari D, Waldner A, Tomelleri C, Smania N. Combined transcranial direct current stimulation and robot-assisted gait training in patients with chronic stroke: a preliminary comparison. Clin Rehabil 2011;25:537-48.
90. Gladstone DJ, Danells CJ, Armesto A et al. Physiotherapy coupled with dextroamphetamine for rehabilitation after hemiparetic stroke: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. Stroke 2006;37:179-85.
91. Glasser L. Effects of isokinetic training on the rate of movement during ambulation in hemiparetic patients. Phys Ther 1986;66:673-76.
92. Globas C, Becker C, Cerny J et al. Chronic stroke survivors benefit from high-intensity aerobic treadmill exercise: a randomized control trial. Neurorehabil Neural Repair 2012;26:85-95.
93. Gok H, Geler-Kulcu D, Alptekin N, Dincer G. Efficacy of treatment with a kinaesthetic ability training device on balance and mobility after stroke: a randomized controlled study. Clin Rehabil 2008;22:922-30.
94. Gordon NF, Gulanick M, Costa F et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; the Council on Cardiovascular Nursing; the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the Stroke Council. Circulation 2004;109:2031-41.
95. Green J, Forster A, Bogle S, Young J. Physiotherapy for patients with mobility problems more than 1 year after stroke: a randomised controlled trial. Lancet 2002;359:199-203.
96. Green J, Young J, Forster A, Collen F, Wade D. Combined analysis of two randomized trials of community physiotherapy for patients more than one year post stroke. Clin Rehabil 2004;18:249-52.
97. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. BMJ 2008;336:924-26.
98. Haake M, Muller HH, Schade-Brittinger C et al. German Acupuncture Trials (GERAC) for chronic low back pain: randomized, multicenter, blinded, parallel-group trial with 3 groups. Arch Intern Med 2007;167:1892-98.
99. Hamzei F, Lappchen CH, Glauche V, Mader I, Rijntjes M, Weiller C. Functional plasticity induced by mirror training: the mirror as the element connecting both hands to one hemisphere. Neurorehabil Neural Repair 2012;26:484-96.
100. Hao Z, Wang D, Zeng Y, Liu M. Repetitive transcranial magnetic stimulation for improving function after stroke. Cochrane Database Syst Rev 2013; 5:CD008862. doi: 10.1002/14651858.CD008862.pub2.
101. Harrington R, Taylor G, Hollinghurst S, Reed M, Kay H, Wood VA. A community-based exercise and education scheme for stroke survivors: a randomized controlled trial and economic evaluation. Clin Rehabil 2010;24:3-15.
102. Hausdorff JM, Ring H. Effects of a new radio frequency-controlled neuroprosthesis on gait symmetry and rhythmicity in patients with chronic hemiparesis. Am J Phys Med Rehabil 2008;87:4-13.
103. Her JG, Park KD, Yang Y et al. Effects of balance training with various dual-task conditions on stroke patients. J Phys Ther Sci 2011;23:713-17.
104. Hesse S, Jahnke MT, Luecke D, Mauritz KH. Short-term electrical stimulation enhances the effectiveness of Botulinum toxin in the treatment of lower limb spasticity in hemiparetic patients. Neurosci Lett 1995;201:37-40.
105. Hesse S, Welz A, Werner C, Quentin B, Wissel J. Comparison of an intermittent high-intensity vs continuous low-intensity physiotherapy service over 12 months in community-dwelling people with stroke: a randomized trial. Clin Rehabil 2011;25:146-56.
106. Heuschmann PU, Busse O., Wagner M. et al. Schlaganfallhäufigkeit und Versorgung von Schlaganfallpatienten in Deutschland . Akt Neurol 2010 2010;37:333-40.
107. Hidler J, Nichols D, Pelliccio M et al. Multicenter randomized clinical trial evaluating the effectiveness of the

Lokomat in subacute stroke. Neurorehabil Neural Repair 2009;23:5-13.
108. Hornby TG, Campbell DD, Kahn JH, Demott T, Moore JL, Roth HR. Enhanced gait-related improvements after therapist- versus robotic-assisted locomotor training in subjects with chronic stroke: a randomized controlled study. Stroke 2008;39:1786-92.
109. Hoyer E, Jahnsen R, Stanghelle JK, Strand LI. Body weight supported treadmill training versus traditional training in patients dependent on walking assistance after stroke: a randomized controlled trial. Disabil Rehabil 2012;34:210-219.
110. Husemann B, Muller F, Krewer C, Heller S, Koenig E. Effects of locomotion training with assistance of a robot-driven gait orthosis in hemiparetic patients after stroke. A randomized controlled pilot study. Stroke 2007;38:349-54.
111. Jaffe DL, Brown DA, Pierson-Carey CD, Buckley EL, Lew HL. Stepping over obstacles to improve walking in individuals with poststroke hemiplegia. J Rehabil Res Dev 2004;41:283-92.
112. James JEP. Closed kinetic chain training to enhance muscle power, control and retrain dynamic balance under task specific conditions improves functional walking ability in chronic stroke survivors. Dublin, Ireland: National University of Ireland, 2002.
113. Janke O. Verbesserte Automatisierung durch Lernen unter Dual-Task Bedingungen? Zwei Studien mit neurologisch erkrankten Patienten und Normalpersonen 2003. Dissertation, Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.
114. Johannsen L, Wing AM, Pelton T et al. Seated bilateral leg exercise effects on hemiparetic lower extremity function in chronic stroke. Neurorehabil Neural Repair 2010;24:243-53.
115. Johansson BB, Haker E, von Arbin M et al. Acupuncture and transcutaneous nerve stimulation in stroke rehabilitation: a randomized, controlled trial. Stroke 2001;32:707-13.
116. Johansson K, Lindgren I, Widner H, Johansson B, Wiklund I. [Acupuncture therapy in stroke. Patients experience significant improvement]. Lakartidningen 1993;90:2597-600.
117. Johansson K, Lindgren I, Widner H, Wiklund I, Johansson BB. Can sensory stimulation improve the functional outcome in stroke patients? Neurology 1993;43:2189-92.
118. Jones A, Tilling K, Wilson-Barnett J, Newham DJ, Wolfe CD. Effect of recommended positioning on stroke outcome at six months: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2005;19:138-45.
119. Jorgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, Vive-Larsen J, Stoier M, Olsen TS. Outcome and time course of recovery in stroke. Part I: Outcome. The Copenhagen Stroke Study. Arch Phys Med Rehabil 1995;76:399-405.
120. Kaji R, Osako Y, Suyama K, Maeda T, Uechi Y, Iwasaki M. Botulinum toxin type A in post-stroke lower limb spasticity: a multicenter, double-blind, placebo-controlled trial. J Neurol 2010;257:1330-1337.
121. Kakuda W, Abo M, Nakayama Y et al. High-frequency rTMS using a double cone coil for gait disturbance. Acta Neurol Scand 2013a;128:100-196.
122. Kakuda W, Abo M, Watanabe S et al. High-frequency rTMS applied over bilateral leg motor areas combined with mobility training for gait disturbance after stroke: a preliminary study. Brain Inj 2013b;27:1080-1086.
123. Karadag-Saygi E, Cubukcu-Aydoseli K, Kablan N, Ofluoglu D. The role of kinesiotaping combined with botulinum toxin to reduce plantar flexors spasticity after stroke. Top Stroke Rehabil 2010;17:318-22.
124. Karthikbabu S, Nayak A, Vijayakumar K et al. Comparison of physio ball and plinth trunk exercises regimens on trunk control and functional balance in patients with acute stroke: a pilot randomized controlled trial. Clin Rehabil 2011;25:709-19.
125. Katz-Leurer M, Shochina M, Carmeli E, Friedlander Y. The influence of early aerobic training on the functional capacity in patients with cerebrovascular accident at the subacute stage. Arch Phys Med Rehabil 2003;84:1609-14.
126. Katz-Leurer M, Carmeli E, Shochina M. The effect of early aerobic training on independence six months post stroke. Clin Rehabil 2003;17:735-41.
127. Katz-Leurer M, Sender I, Ofer K, Zeevi D. The influence of early cycling training on balance in stroke patients at the subacute stage. Results of a preliminary trial. Clin Rehabil 2006;20:398-405.
128. Katz-Leurer M, Shochina M. The influence of autonomic impairment on aerobic exercise outcome in stroke patients. NeuroRehabilitation 2007;22:267-72.
129. Kim JH, Jang SH, Kim CS, Jung JH, You JH. Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: a double-blind, randomized controlled study. Am J Phys Med Rehabil 2009;88:693-701.
130. Kim JH, Lee BH. Action observation training for functional activities after stroke: a pilot randomized controlled trial. 2013;33:565-74.
131. Kollen BJ, Lennon S, Lyons B, Wheatley-Smith L, Scheper M, Buurke JH, Halfens J, Geurts AC, Kwakkel G. The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: what is the evidence? Stroke. 2009 Apr;40:e89-97. doi: 10.1161/STROKEAHA.108.533828. Epub 2009 Jan 29.
132. Kosak MC, Reding MJ. Comparison of partial body weight-supported treadmill gait training versus aggressive bracing assisted walking post stroke. Neurorehabil Neural Repair 2000;14:13-19.
133. Kottink AI, Hermens HJ, Nene AV et al. A randomized controlled trial of an implantable 2-channel peroneal nerve stimulator on walking speed and activity in poststroke hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil 2007;88:971-78.
134. Kottink AI, Hermens HJ, Nene AV, Tenniglo MJ, Groothuis-Oudshoorn CG, Ijzerman MJ. Therapeutic effect of an implantable peroneal nerve stimulator in subjects with chronic stroke and footdrop: a randomized controlled trial. Phys Ther 2008;88:437-48.
135. Krakauer JW, Carmichael ST, Corbett D, Wittenberg GF. Getting neurorehabilitation right: what can be learned from animal models? Neurorehabil Neural Repair 2012;26:923-31.
136. Kuys SS, Brauer SG, Ada L. Higher-intensity treadmill walking during rehabilitation after stroke in feasible and not detrimental to walking pattern or quality: a pilot randomized trial. Clin Rehabil 2011;25:316-26.
137. Kwakkel G, Wagenaar RC, Twisk JW, Lankhorst GJ, Koetsier JC. Intensity of leg and arm training after primary middle-cerebral-artery stroke: a randomised trial. Lancet 1999;354:191-96.
138. Kwakkel G, Wagenaar RC. Effect of duration of upper- and lower-extremity rehabilitation sessions and walking speed on recovery of interlimb coordination in hemiplegic gait. Phys Ther 2002;82:432-48.
139. Kwakkel G, Kollen BJ, Wagenaar RC. Long term effects of intensity of upper and lower limb training after stroke: a randomised trial. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2002;72:473-79.
140. Kwakkel G. Impact of intensity of practice after stroke: issues for consideration. Disabil Rehabil 2006;28:823-30.
141. Kwakkel G, Kollen B, Twisk J. Impact of time on improvement of outcome after stroke. Stroke 2006;37:2348-53.
142. Kwakkel G, Kollen BJ. Predicting activities after stroke: what is clinically relevant? Int J Stroke 2013;8:25-32.
143. Langhammer B, Stanghelle JK, Lindmark B. An evaluation of two different exercise regimes during the first year following stroke: a randomised controlled trial. Physiother Theory Pract 2009;25:55-68.
144. Langhammer B, Stanghelle JK. Exercise on a treadmill or

walking outdoors? A randomized controlled trial comparing effectiveness of two walking exercise programmes late after stroke. Clin Rehabil 2010;24:46-54.
145. Lau KW, Mak MK. Speed-dependent treadmill training is effective to improve gait and balance performance in patients with sub-acute stroke. J Rehabil Med 2011;43:709-13.
146. Laufer Y, Dickstein R, Chefez Y, Marcovitz E. The effect of treadmill training on the ambulation of stroke survivors in the early stages of rehabilitation: a randomized study. J Rehabil Res Dev 2001;38:69-78.
147. Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. Cochrane Database Syst Rev 2011;2:CD008349.
148. Lee JY. The effects of exercising on unstable surfaces on the balance ability of stroke patients. Journal of Physical Therapy Science 2011;23:789-92.
149. Lee MJ, Kilbreath SL, Singh MF et al. Comparison of effect of aerobic cycle training and progressive resistance training on walking ability after stroke: a randomized sham exercise-controlled study. J Am Geriatr Soc 2008;56:976-85.
150. Lee SH, Byun SD, Kim CH et al. Feasibility and effects of newly developed balance control trainer for mobility and balance in chronic stroke patients: a randomized controlled trial. Ann Rehabil Med 2012;36:521-29.
151. Leonardi-Bee J, Steiner T, Bath-Hextall F. Naftidrofuryl for acute stroke. Cochrane Database Syst Rev 2007;CD005478.
152. Liberson WT, Holmquest HJ, Scot D, Dow M. Functional electrotherapy: stimulation of the peroneal nerve synchronized with the swing phase of the gait of hemiplegic patients. Arch Phys Med Rehabil 1961;42:101-5.
153. Lin YN, Hu CJ, Chin JY et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation of the unaffected hemisphere leg motor area in patients with subacute stroke ans substantial leg impairment: A pilot study. J Rehabil Med 2015;47:305-310.
154. Lindmark B, Hamrin E. Evaluation of functional capacity after stroke as a basis for active intervention. Validation of a modified chart for motor capacity assessment. Scand J Rehabil Med 1988;20:111-15.
155. Liu SY, Hsieh CL, Wei TS, Liu PT, Chang YJ, Li TC. Acupuncture stimulation improves balance function in stroke patients: a single-blinded controlled, randomized study. Am J Chin Med 2009;37:483-94.
156. Luft AR, Macko RF, Forrester LW et al. Treadmill exercise activates subcortical neural networks and improves walking after stroke: a randomized controlled trial. Stroke 2008;39:3341-50.
157. MacDonell RAL, Triggs WJ, Leikauskas J et al. Functional electrical stimulation to the affected lower limb and recovery after cerebral infarction. J Stroke Cerebrovasc Dis 1994;4:155-60.
158. Macko RF, Ivey FM, Forrester LW et al. Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: a randomized, controlled trial. Stroke 2005;36:2206-11.
159. Madjar H, Mendelson E. Physiolexikon: Physiotherapie von A bis Z. Thieme.
160. Maguire C, Sieben JM, Frank M, Romkes J. Hip abductor control in walking following stroke -- the immediate effect of canes, taping and TheraTogs on gait. Clin Rehabil 2010;24:37-45.
161. Mancini F, Sandrini G, Moglia A, Nappi G, Pacchetti C. A randomised, double-blind, dose-ranging study to evaluate efficacy and safety of three doses of botulinum toxin type A (Botox) for the treatment of spastic foot. Neurol Sci 2005;26:26-31.
162. Marigold DS, Eng JJ, Dawson AS, Inglis JT, Harris JE, Gylfadottir S. Exercise leads to faster postural reflexes, improved balance and mobility, and fewer falls in older persons with chronic stroke. J Am Geriatr Soc 2005;53:416-23.
163. Martinsson L, Hardemark H, Eksborg S. Amphetamines for improving recovery after stroke. Cochrane Database Syst Rev 2007;CD002090.
164. Matthys K, Smits M, van der Geest JN et al. Mirror-induced visual illusion of hand movements: a functional magnetic resonance imaging study. Arch Phys Med Rehabil 2009;90:675-81.
165. Mayo NE, Wood-Dauphinee S, Cote R et al. There's no place like home : an evaluation of early supported discharge for stroke. Stroke 2000;31:1016-23.
166. McClellan R, Ada L. A six-week, resource-efficient mobility program after discharge from rehabilitation improves standing in people affected by stroke: placebo-controlled, randomised trial. Aust J Physiother 2004;50:163-67.
167. Mead GE, Greig CA, Cunningham I et al. Stroke: a randomized trial of exercise or relaxation. J Am Geriatr Soc 2007;55:892-99.
168. Meek C, Pollock A, Potter J, Langhorne P. A systematic review of exercise trials post stroke. Clin Rehabil 2003;17:6-13.
169. Mehrholz J, Elsner B, Werner C, Kugler J, Pohl M. Electromechanical-assisted training for walking after stroke: updated evidence. Stroke. 2013 Oct;44:e127-9.
170. Mehrholz J, Pohl M, Elsner B. Treadmill training and body weight support for walking after stroke. Cochrane Database Syst Rev. 2014 Jan 23;1:CD002840. doi: 10.1002/14651858.CD002840.pub3.
171. Merkert J, Butz S, Nieczaj R, Steinhagen-Thiessen E, Eckardt R. Combined whole body vibration and balance training using Vibrosphere(R): improvement of trunk stability, muscle tone, and postural control in stroke patients during early geriatric rehabilitation. Z Gerontol Geriatr 2011;44:256-61.
172. Mesci N, Ozdemir F, Kabayel DD, Tokuc B. The effects of neuromuscular electrical stimulation on clinical improvement in hemiplegic lower extremity rehabilitation in chronic stroke: a single-blind, randomised, controlled trial. Disabil Rehabil 2009;31:2047-54.
173. Mirelman A, Bonato P, Deutsch JE. Effects of training with a robot-virtual reality system compared with a robot alone on the gait of individuals afterstroke. Stroke. 2009 Jan;40:169-74. doi: 10.1161/STROKEAHA.108.516328. Epub 2008 Nov 6.
174. Mohan U, Babu SK, Kumar KV, Suresh BV, Misri ZK, Chakrapani M. Effectiveness of mirror therapy on lower extremity motor recovery, balance and mobility in patients with acute stroke: A randomized sham-controlled pilot trial. Ann Indian Acad Neurol 2013;16:634-39.
175. Moreland JD, Goldsmith CH, Huijbregts MP et al. Progressive resistance strengthening exercises after stroke: a single-blind randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2003;84:1433-40.
176. Morone G, Bragoni M, Iosa M et al. Who may benefit from robotic-assisted gait training? A randomized clinical trial in patients with subacute stroke. Neurorehabil Neural Repair 2011;25:636-44.
177. Morone G, Iosa M, Bragoni M et al. Who may have durable benefit from robotic gait training?: a 2-year follow-up randomized controlled trial in patients with subacute stroke. Stroke 2012;43:1140-1142.
178. Mudge S, Barber PA, Stott NS. Circuit-based rehabilitation improves gait endurance but not usual walking activity in chronic stroke: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2009;90:1989-96.
179. Ng MF, Tong RK, Li LS. A pilot study of randomized clinical controlled trial of gait training in subacute stroke patients with partial body-weight support electromechanical gait trainer and functional electrical stimulation: six-month follow-up. Stroke 2008;39:154-60.

180. Ng SS, Hui-Chan CW. Transcutaneous electrical nerve stimulation combined with task-related training improves lower limb functions in subjects with chronic stroke. Stroke 2007;38:2953-59.
181. Nijland R, Kwakkel G, Bakers J, van WE. Constraint-induced movement therapy for the upper paretic limb in acute or sub-acute stroke: a systematic review. Int J Stroke 2011;6:425-33.
182. Nilsson L, Carlsson J, Danielsson A et al. Walking training of patients with hemiparesis at an early stage after stroke: a comparison of walking training on a treadmill with body weight support and walking training on the ground. Clin Rehabil 2001;15:515-27.
183. Noh DK, Lim JY, Shin HI, Paik NJ. The effect of aquatic therapy on postural balance and muscle strength in stroke survivors--a randomized controlled pilot trial. Clin Rehabil 2008;22:966-76.
184. Olney SJ, Nymark J, Brouwer B et al. A randomized controlled trial of supervised versus unsupervised exercise programs for ambulatory stroke survivors. Stroke 2006;37:476-81.
185. Ouellette MM, LeBrasseur NK, Bean JF et al. High-intensity resistance training improves muscle strength, self-reported function, and disability in long-term stroke survivors. Stroke 2004;35:1404-9.
186. Outermans JC, Van Peppen RP, Wittink H, Takken T, Kwakkel G. Effects of a high-intensity task-oriented training on gait performance early after stroke: a pilot study. Clin Rehabil 2010;24:979-87.
187. Paci M. Physiotherapy based on the Bobath concept for adults with post-stroke hemiplegia: a review of effectivenessstudies. . J Rehabil Med 2003; 35: 2–7
188. Pang MY, Eng JJ, Dawson AS, McKay HA, Harris JE. A community-based fitness and mobility exercise program for older adults with chronic stroke: a randomized, controlled trial. J Am Geriatr Soc 2005;53:1667-74.
189. Pang MY, Ashe MC, Eng JJ, McKay HA, Dawson AS. A 19-week exercise program for people with chronic stroke enhances bone geometry at the tibia: a peripheral quantitative computed tomography study. Osteoporos Int 2006;17:1615-25.
190. Paoloni M, Mangone M, Scettri P, Procaccianti R, Cometa A, Santilli V. Segmental muscle vibration improves walking in chronic stroke patients with foot drop: a randomized controlled trial. Neurorehabil Neural Repair 2010;24:254-62.
191. Paolucci S, Antonucci G, Guariglia C, Magnotti L, Pizzamiglio L, Zoccolotti P. Facilitatory effect of neglect rehabilitation on the recovery of left hemiplegic stroke patients: a cross-over study. J Neurol 1996;243:308-14.
192. Park HJ, Oh DW, Kim SY, Choi JD. Effectiveness of community-based ambulation training for walking function of post-stroke hemiparesis: a randomized controlled pilot trial. Clin Rehabil 2011;25:451-59.
193. Park J, Hopwood V, White AR, Ernst E. Effectiveness of acupuncture for stroke: a systematic review. J Neurol 2001;248:558-63.
194. Partridge C, Mackenzie M, Edwards S et al. Is dosage of physiotherapy a critical factor in deciding patterns of recovery from stroke: a pragmatic randomized controlled trial. Physiother Res Int 2000;5:230-240.
195. Perry J, Garrett M, Gronley JK, Mulroy SJ. Classification of walking handicap in the stroke population. Stroke 1995;26:982-89.
196. Peurala SH, Tarkka IM, Pitkanen K, Sivenius J. The effectiveness of body weight-supported gait training and floor walking in patients with chronic stroke. Arch Phys Med Rehabil 2005;86:1557-64.
197. Peurala SH, Airaksinen O, Huuskonen P et al. Effects of intensive therapy using gait trainer or floor walking exercises early after stroke. J Rehabil Med 2009;41:166-73.
198. Pickenbrock H. Das Bobath-Konzept heute. In: Meyer G, Friesacher H, Lange R, eds. Handbuch der Intensivpflege. 2005. Verfügbar unter: http://www.lin-arge.de/uploads/files/IV_8_7.pdf. Letzter Zugriff: 18.09.2015, 08:26 Uhr.
199. Pittock SJ, Moore AP, Hardiman O et al. A double-blind randomised placebo-controlled evaluation of three doses of botulinum toxin type A (Dysport) in the treatment of spastic equinovarus deformity after stroke. Cerebrovasc Dis 2003;15:289-300.
200. Platz, T. and Roschka, S. Rehabilitative Therapie bei Armparese nach Schlaganfall. Neurol Rehabil 2009;15:81-106.
201. Platz, T. and Quintern, J. Methodik der Leitlinien-Entwicklung der Leitlinien-Kommission der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR). Neurol Rehabil 2009; 15:75-80.
202. Pohl M, Mehrholz J, Ritschel C, Ruckriem S. Speed-dependent treadmill training in ambulatory hemiparetic stroke patients: a randomized controlled trial. Stroke 2002;33:553-58.
203. Pohl M, Werner C, Holzgraefe M et al. Repetitive locomotor training and physiotherapy improve walking and basic activities of daily living after stroke: a single-blind, randomized multicentre trial (DEutsche GAngtrainerStudie, DEGAS). Clin Rehabil 2007;21:17-27.
204. Polese C, Ada L, Dean CM, Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF. Treadmill training is effective for ambulatory adults with stroke: a systematic review. J Physiother. 2013 Jun;59(2):73-80. doi: 10.1016/S1836-9553(13)70159-0.
205. Pomeroy VM, Evans B, Falconer M, Jones D, Hill E, Giakas G. An exploration of the effects of weighted garments on balance and gait of stroke patients with residual disability. Clin Rehabil 2001;15:390-397.
206. Quaney BM, Boyd LA, McDowd JM et al. Aerobic exercise improves cognition and motor function poststroke. Neurorehabil Neural Repair 2009;23:879-85.
207. Quintern, J., Krewer, C., Bisle, G., Husemann, B., and Heller, S. Enhancement of gait retraining by electrical stimulation of flexor reflex afferents in acute stroke patients: A randomized controlled clinical study. Wood, D. 9th Annual Conference of the International Functional Electrical Stimulation Society. 2004. Bournemouth, United Kingdom, IFESS_2004. 2004.
208. Quintern, J. and Krewer, C. Flexion Withdrawal Reflexes Triggered by Functional Electrical Stimulation Enhance the Effect of Gait Retraining after Stroke. A Randomized, Controlled Trial. 2010 (Unpublished Work).
209. Raasch CC, Zajac FE. Locomotor strategy for pedaling: muscle groups and biomechanical functions. J Neurophysiol 1999;82:515-25.
210. Rathore SS, Hinn AR, Cooper LS, Tyroler HA, Rosamond WD. Characterization of incident stroke signs and symptoms: findings from the atherosclerosis risk in communities study. Stroke 2002;33:2718-21.
211. Richards CL, Malouin F, Bravo G, Dumas F, Wood-Dauphinee S. The role of technology in task-oriented training in persons with subacute stroke: a randomized controlled trial. Neurorehabil Neural Repair 2004;18:199-211.
212. Ring H, Treger I, Gruendlinger L, Hausdorff JM. Neuroprosthesis for footdrop compared with an ankle-foot orthosis: effects on postural control during walking. J Stroke Cerebrovasc Dis 2009;18:41-47.
213. Rizzolatti G, Craighero L. The mirror-neuron system. Annu Rev Neurosci 2004;27:169-92.
214. Rosser N, Floel A. Pharmacological enhancement of motor recovery in subacute and chronic stroke. NeuroRehabilitation 2008;23:95-103.
215. Rudd AG, Wolfe CD, Tilling K, Beech R. Randomised controlled trial to evaluate early discharge scheme for patients with stroke. BMJ 1997;315:1039-44.

216. Saeys W, Vereeck L, Truijen S, Lafosse C, Wuyts FP, Heyning PV. Randomized controlled trial of truncal exercises early after stroke to improve balance and mobility. Neurorehabil Neural Repair 2012;26:231-38.
217. Saeys W, Vereeck L, Lafosse C, Truijen S, Wuyts FL, Van De Heyning P. Transcranial direct current stimulation in the recovery of postural control after stroke: a pilot study. Disabil Rehabil 2014;1-7.
218. Saka O, Serra V, Samyshkin Y, McGuire A, Wolfe CC. Cost-effectiveness of stroke unit care followed by early supported discharge. Stroke 2009;40:24-29.
219. Salbach NM, Mayo NE, Wood-Dauphinee S, Hanley JA, Richards CL, Cote R. A task-orientated intervention enhances walking distance and speed in the first year post stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2004;18:509-19.
220. Sato Y, Iwamoto J, Kanoko T, Satoh K. Risedronate therapy for prevention of hip fracture after stroke in elderly women. Neurology 2005;64:811-16.
221. Saunders DH, Greig CA, Mead GE, Young A. Physical fitness training for stroke patients. Cochrane Database Syst Rev 2009;CD003316.
222. Schauer M, Mauritz KH. Musical motor feedback (MMF) in walking hemiparetic stroke patients: randomized trials of gait improvement. Clin Rehabil 2003;17:713-22.
223. Schwartz I, Sajin A, Fisher I et al. The effectiveness of locomotor therapy using robotic-assisted gait training in subacute stroke patients: a randomized controlled trial. PM R 2009;1:516-23.
224. Shaughnessy M, Michael KM, Sorkin JD, Macko RF. Steps after stroke: capturing ambulatory recovery. Stroke 2005;36:1305-7.
225. Sheffler LR, Hennessey MT, Naples GG, Chae J. Peroneal nerve stimulation versus an ankle foot orthosis for correction of footdrop in stroke: impact on functional ambulation. Neurorehabil Neural Repair 2006;20:355-60.
226. Shin WS, Lee SW, Lee YW, Choi SB, Song CH. Effects of Combined Exercise Training on Balance of Hemiplegic Stroke Patients. J Phys Ther Sci 2011;23:639-43.
227. Sims J, Galea M, Taylor N et al. Regenerate: assessing the feasibility of a strength-training program to enhance the physical and mental health of chronic post stroke patients with depression. Int J Geriatr Psychiatry 2009;24:76-83.
228. Solopova IA, Tihonova DY, Grishin AA, Ivanenko YP. Assisted leg displacements and progressive loading by a tilt table combined with FES promote gait recovery in acute stroke. NeuroRehabilitation. 2011;29(1):67-77. doi: 10.3233/NRE-2011-0679.
229. Spaich EG, Svaneborg N, Jorgensen HR, Andersen OK. Rehabilitation of the hemiparetic gait by nociceptive withdrawal reflex-based functional electrical therapy: a randomized, single-blinded study. J Neuroeng Rehabil 2014;11.
230. Studenski S, Duncan PW, Perera S, Reker D, Lai SM, Richards L. Daily functioning and quality of life in a randomized controlled trial of therapeutic exercise for subacute stroke survivors. Stroke 2005;36:1764-70.
231. Sullivan KJ, Brown DA, Klassen T et al. Effects of task-specific locomotor and strength training in adults who were ambulatory after stroke: results of the STEPS randomized clinical trial. Phys Ther 2007;87:1580-1602.
232. Sungkarat S, Fisher BE, Kovindha A. Efficacy of an insole shoe wedge and augmented pressure sensor for gait training in individuals with stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2011;25:360-369.
233. Sutbeyaz S, Yavuzer G, Sezer N, Koseoglu BF. Mirror therapy enhances lower-extremity motor recovery and motor functioning after stroke: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2007;88:555-59.
234. Tahtis V, Kaski D, Seemungal BM. The effect of single session bi-cephalic transcranial direct current stimulation on gait performance in sub-acute stroke: A pilot study. Restor Neurol Neurosci 2014;32:527-32.
235. Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR. Rhythmic facilitation of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. J Neurol Sci 1997;151:207-12.
236. Thaut MH, Leins AK, Rice RR et al. Rhythmic auditory stimulation improves gait more than NDT/Bobath training in near-ambulatory patients early poststroke: a single-blind, randomized trial. Neurorehabil Neural Repair 2007;21:455-59.
237. Thieme H, Mehrholz J, Pohl M, Behrens J, Dohle C. Mirror therapy for improving motor function after stroke. Cochrane Database Syst Rev 2012;3:CD008449.
238. Thijssen DH, Paulus R, van Uden CJ, Kooloos JG, Hopman MT. Decreased energy cost and improved gait pattern using a new orthosis in persons with long-term stroke. Arch Phys Med Rehabil 2007;88:181-86.
239. Thorsen AM, Holmqvist LW, Pedro-Cuesta J, von Koch L. A randomized controlled trial of early supported discharge and continued rehabilitation at home after stroke: five-year follow-up of patient outcome. Stroke 2005;36:297-303.
240. Toledano-Zarhi A, Tanne D, Carmeli E, Katz-Leurer M. Feasibility, safety and efficacy of an early aerobic rehabilitation program for patients after minor ischemic stroke: A pilot randomized controlled trial. NeuroRehabilitation 2011;28:85-90.
241. Tong RK, Ng MF, Li LS. Effectiveness of gait training using an electromechanical gait trainer, with and without functional electric stimulation, in subacute stroke: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2006;87:1298-304.
242. Tung FL, Yang YR, Lee CC, Wang RY. Balance outcomes after additional sit-to-stand training in subjects with stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2010;24:533-42.
243. Tyson SF, Hanley M, Chillala J, Selley A, Tallis RC. Balance disability after stroke. Phys Ther. 2006 Jan;86(1):30-8.
244. Tyson SF, Rogerson L. Assistive walking devices in nonambulant patients undergoing rehabilitation after stroke: the effects on functional mobility, walking impairments, and patients‘ opinion. Arch Phys Med Rehabil 2009;90:475-79.
245. van Cranenburgh B. Neurorehabilitation: neurophysiologische Grundlagen, Lernprozesse, Behandlungsprinzipien. Elsevier, Urban und Fischer.
246. van Nes IJ, Latour H, Schils F, Meijer R, van Kuijk A, Geurts AC. Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke: a randomized, controlled trial. Stroke 2006;37:2331-35.
247. Van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJ, Van der Wees PJ, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what‘s the evidence? Clin Rehabil 2004;18:833-62.
248. van Vliet PM, Lincoln NB, Foxall A. Comparison of Bobath based and movement science based treatment for stroke: a randomised controlled trial. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2005;76:503-8.
249. van dP, I, Wood-Dauphinee S, Lindeman E, Kwakkel G. Effects of exercise training programs on walking competency after stroke: a systematic review. Am J Phys Med Rehabil 2007;86:935-51.
250. Veerbeek JM, van WE, van PR et al. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. PLoS One 2014;9:e87987.
251. Verma R, Arya KN, Garg RK, Singh T. Task-oriented circuit class training program with motor imagery for gait rehabilitation in poststroke patients: a randomized controlled trial. Top Stroke Rehabil 2011;18 Suppl 1:620-632.
252. Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, Mayo NE. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. Stroke

1998;29:1122-28.
253. von Koch L, Widen HL, Kostulas V, Almazan J, Pedro-Cuesta J. A randomized controlled trial of rehabilitation at home after stroke in Southwest Stockholm: outcome at six months. Scand J Rehabil Med 2000;32:80-86.
254. Wade DT, Collen FM, Robb GF, Warlow CP. Physiotherapy intervention late after stroke and mobility. BMJ 1992;304:609-13.
255. Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. Phys Ther 2000;80:886-95.
256. Wang RY, Chen HI, Chen CY, Yang YR. Efficacy of Bobath versus orthopaedic approach on impairment and function at different motor recovery stages after stroke: a randomized controlled study. Clin Rehabil 2005;19:155-64.
257. Wang RY, Yen L, Lee CC, Lin PY, Wang MF, Yang YR. Effects of an ankle-foot orthosis on balance performance in patients with hemiparesis of different durations. Clin Rehabil 2005;19:37-44.
258. Wang RY, Tseng HY, Liao KK, Wang CJ, Lai KL, Yang YR. rTMS combined with task-oriented training to improve symmetry of interhemispheric corticomotor excitability and gait performance after stroke: a randomized trial. Neurorehabil Neural Repair 2012;26:222-30.
259. Warlow C, van Gijn J, Dennis M et al. Stroke: Practical Management, Third Edition. Wiley-Blackwell.
260. Widen HL, von Koch L, Kostulas V et al. A randomized controlled trial of rehabilitation at home after stroke in southwest Stockholm. Stroke 1998;29:591-97.
261. Wolf SL, Catlin PA, Gage K, Gurucharri K, Robertson R, Stephen K. Establishing the reliability and validity of measurements of walking time using the Emory Functional Ambulation Profile. Phys Ther 1999;79:1122-33.
262. Wright, P. A., Mann, G. E., and Swain, I. A comparison of electrical stimulation and the conventional ankle foot orthosis in the correction of a dropped foot following stroke. 9th Annual Conference of the International FES Society September 2004 – Bournemouth, UK. (Conference Proceeding).
263. Yan T, Hui-Chan CW.Transcutaneous electrical stimulation on acupuncture points improves muscle function in subjects after acute stroke: a randomized controlled trial. J Rehabil Med. 2009 Apr;41:312-6. doi: 10.2340/16501977-0325.
264. Yan T, Hui-Chan CW, Li LS. Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke: a randomized placebo-controlled trial. Stroke 2005;36:80-85.
265. Yang YR, Yen JG, Wang RY, Yen LL, Lieu FK. Gait outcomes after additional backward walking training in patients with stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2005;19:264-73.
266. Yang YR, Wang RY, Lin KH, Chu MY, Chan RC. Task-oriented progressive resistance strength training improves muscle strength and functional performance in individuals with stroke. Clin Rehabil 2006;20:860-870.
267. Yang YR, Wang RY, Chen YC, Kao MJ. Dual-task exercise improves walking ability in chronic stroke: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2007;88:1236-40.
268. Yang YR, Tsai MP, Chuang TY, Sung WH, Wang RY. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. Gait Posture 2008;28:201-6.
269. Yavuzer G, Ergin S. Effect of an arm sling on gait pattern in patients with hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil 2002;83:960-963.
270. Yavuzer G, Geler-Kulcu D, Sonel-Tur B, Kutlay S, Ergin S, Stam HJ. Neuromuscular electric stimulation effect on lower-extremity motor recovery and gait kinematics of patients with stroke: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2006;87:536-40.
271. Yavuzer G, Oken O, Atay MB, Stam HJ. Effect of sensory-amplitude electric stimulation on motor recovery and gait kinematics after stroke: a randomized controlled study. Arch Phys Med Rehabil 2007;88:710-714.
272. Yelnik AP, Le Breton F, Colle FM et al. Rehabilitation of balance after stroke with multisensorial training: a single-blind randomized controlled study. Neurorehabil Neural Repair 2008;22:468-76.

Korrespondenzadressen:

Dr. med. Christian Dohle, M. Phil.
MEDIAN Klinik Berlin-Kladow
Kladower Damm 223
D-14089 Berlin
christian.dohle@median-kliniken.de

Dr. med. Klaus Martin Stephan
St. Mauritius Therapieklinik
Strümper Straße 111
D-40670 Meerbusch
stephan@stmtk.de