

Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie

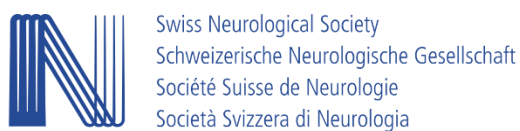
# Rehabilitation sensomotorischer Störungen

**Entwicklungsstufe: S2k**

**Koordination:** Prof. Dr. Gereon Nelles, Köln  
Prof. Dr. Thomas Platz, Greifswald

**Herausgegeben von der Kommission Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN) und der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR)**

**unter Mitwirkung der am Konsensusprozess beteiligten Fachgesellschaften, Berufsverbände und Organisationen**



**Disclaimer: Keine Haftung für Fehler in Leitlinien der DGN e. V.**

Die medizinisch-wissenschaftlichen Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN) e. V. sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärztinnen und Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die „Leitlinien“ sind für Ärztinnen und Ärzte rechtlich nicht bindend; maßgeblich ist immer die medizinische Beurteilung des einzelnen Untersuchungs- bzw. Behandlungsfalls. Leitlinien haben daher weder – im Fall von Abweichungen – haftungsbegründende noch – im Fall ihrer Befolgung – haftungsbefreiende Wirkung.

Die Mitglieder jeder Leitliniengruppe, die Arbeitsgemeinschaft Wissenschaftlicher Medizinischer Fachgesellschaften e. V. und die in ihr organisierten Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, wie die DGN, erfassen und publizieren die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt – dennoch können sie für die Richtigkeit des Inhalts keine rechtliche Verantwortung übernehmen. Insbesondere bei Dosierungsangaben für die Anwendung von Arzneimitteln oder bestimmten Wirkstoffen sind stets die Angaben der Hersteller in den Fachinformationen und den Beipackzetteln sowie das im einzelnen Behandlungsfall bestehende individuelle Nutzen-Risiko-Verhältnis der Patientin/des Patienten und seiner Erkrankungen vom behandelnden Arzt/der behandelnden Ärztin zu beachten! Die Haftungsbefreiung bezieht sich insbesondere auf Leitlinien, deren Geltungsdauer überschritten ist.

**Version 4**

AWMF-Versionsnr.: 4.0

Vollständig überarbeitet: 01.02.2023

Gültig bis: 31.01.2028

Kapitel: Rehabilitation

**Zitierhinweis**

Nelles G., Platz T., Allert N., Brinkmann S., Dettmer C., Dohle C., Engel A., Eckhardt G., Elsner B., Fheodoroff K., Guggisberg A., Jahn K., Liepert J., Pucks-Faes E., Reichl S., Renner C., Steib S., Rehabilitation sensomotorischer Störungen, S2k-Leitlinie, 2023, in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Online: [www.dgn.org/leitlinien](http://www.dgn.org/leitlinien) (abgerufen am TT.MM.JJJJ)

**Korrespondenz**

[G.Nelles@neuromed-campus.de](mailto:G.Nelles@neuromed-campus.de)

[T.Platz@bdh-klinik-greifswald.de](mailto:T.Platz@bdh-klinik-greifswald.de)

**Im Internet**

[www.dgn.org](http://www.dgn.org)

[www.dgnr.de](http://www.dgnr.de)

[www.awmf.org](http://www.awmf.org)

## Herausgeber

- Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN)
- Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR)

## Koordination

- Prof. Dr. Gereon Nelles, Köln (DGN)
- Prof. Dr. Thomas Platz, Greifswald (DGNR)

## Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen

| Stimmberechtigte Mandatstragende | Ort                                                                                                                                                                                                                                                                               | Fachgesellschaft/ Organisation                                                               |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prof. Dr. Gereon Nelles          | Neurologische Praxis, Werthmannstr. 1c, 50935 Köln                                                                                                                                                                                                                                | Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN)                                                   |
| Prof. Dr. Thomas Platz           | BDH-Klinik Greifswald, Institut für Neurorehabilitation und Evidenzbasierung, An-Institut der Universität Greifswald<br>Karl-Liebknecht-Ring 26a<br>17491 Greifswald<br>&<br>Universitätsmedizin Greifswald<br>AG Neurorehabilitation<br>Fleischmannstraße 44<br>17475 Greifswald | Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR)                                         |
| Sabine Brinkmann, M. Sc. NR      | Hochschule Osnabrück, Albrechtstr. 30, 49076 Osnabrück                                                                                                                                                                                                                            | Deutscher Verband Ergotherapie e. V. (DVE)                                                   |
| Prof. Dr. Christian Dettmers     | Kliniken Schmieder (Stiftung & Co.) KG<br>Eichhornstraße 68<br>78464 Konstanz                                                                                                                                                                                                     | Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR)                                         |
| Priv.-Doz. Dr. Christian Dohle   | P.A.N. Zentrum für Post-Akute Neurorehabilitation im Fürst Donnersmarck-Haus<br>Rauentaler Str. 32<br>13465 Berlin                                                                                                                                                                | Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR)                                         |
| Dr. Gabriele Eckhardt            | Dr. P.H. Gabriele Eckhardt<br>Geschäftsführerin Rehazentrum Burgerland GmbH<br>Haan, Solingen, Wuppertal,<br>Burger Landstr. 53–55<br>42659 Solingen                                                                                                                              | Deutscher Verband für Physiotherapie (ZVK)                                                   |
| Prof. Dr. Bernhardt Elsner       | Ernst-Abbe-Hochschule Jena, Carl-Zeiß-Promenade 2, 07745 Jena                                                                                                                                                                                                                     | Deutsche Gesellschaft für Neurotraumatologie und klinische Neurorehabilitation e. V. (DGNKN) |

| Stimmberechtigte Mandatstragende | Ort                                                                                                                                                                                          | Fachgesellschaft/ Organisation                                                                              |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prof. Dr. Klemens Fheodoroff     | KABEG Gailtal Klinik, Radninger Str. 12, A-9620 Hermagor                                                                                                                                     | Österreichische Gesellschaft für Neurorehabilitation (OeGNR)                                                |
| Prof. Dr. Adrian Guggisberg      | Universitäre Neurorehabilitation, Universitätsklinik für Neurologie, Inselspital, Universitätsspital Bern, Freiburgstrasse 41c, 3010 Bern, Schweiz                                           | Schweizerische Gesellschaft für Neurorehabilitation (SGNR); Schweizerische Neurologische Gesellschaft (SNG) |
| Prof. Dr. Klaus Jahn             | Schön Klinik Bad Aibling – Neurologische Klinik und Deutsches Schwindel- und Gleichgewichtszentrum der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München, Kolbermoorer Str. 72, 83043 Bad Aibling | Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN)                                                                  |
| Prof. Dr. Joachim Liepert        | Kliniken Schmieder Allensbach Zum Tafelholz 8 78476 Allensbach                                                                                                                               | Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN)                                                                  |
| Stephanie Reichl, M. Sc. NR      | Universitätsmedizin Greifswald AG Neurorehabilitation Fleischmannstraße 44 17475 Greifswald                                                                                                  | Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR)                                                        |
| Priv.-Doz. Dr. Caroline Renner   | Klinikum Hersfeld-Rotenburg GmbH Klinik für Neurologie und Neurologische Rehabilitation Herz-Kreislauf-Zentrum Heinz-Meise-Straße 100 36199 Rotenburg/Fulda                                  | Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR)                                                        |
| Prof. Dr. Simon Steib            | Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg/ Institut für Sport und Sportwissenschaft, Im Neuenheimer Feld 700, 69120 Heidelberg                                                                   | Deutscher Verband für Gesundheitssport und Sporttherapie (DVGS)                                             |
| Anna Engel                       | Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe, Schulstraße 22, 33330 Gütersloh                                                                                                                        | Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe (SDSH)                                                                 |
| Priv.-Doz. Dr. Niels Allert      | Neurologisches Rehabilitationszentrum Godeshöhe GmbH Waldstraße 2–10 53177 Bonn                                                                                                              | Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN)                                                                  |
| Prim. Dr. Elke Pucks-Faes        | Ö. LKH Hochzirl – Natters Neurologie Leitung Standort Hochzirl A-6170 Zirl                                                                                                                   | Österreichische Gesellschaft für Neurologie (ÖGN)                                                           |

## Was gibt es Neues?

- Unter Plastizität versteht man die Fähigkeit neuronaler Netzwerke insbesondere im Zentralnervensystem (ZNS) zur Anpassung an veränderte Umgebungsbedingungen. Für die Rehabilitation bedeutsam sind zwei Formen der Neuroplastizität: die Anpassungsvorgänge nach Erkrankungen oder Verletzungen, also die sog. läsionsinduzierte Plastizität, und die durch Therapien und Training hervorgerufene trainingsinduzierte Plastizität („experience-dependent plasticity“).
- Die behandlungsvermittelte funktionelle Erholung des Gehirns beruht dabei insbesondere auf ausreichend spezifischem und intensivem restitutivem Training („Neural Repair Therapy“), das die funktionsfördernde zerebrale Reorganisation unterstützt. Sie kann durch nicht invasive Hirnstimulation und (begrenzt) Pharmaka gefördert werden.
- Für die sensomotorische Rehabilitation ist wichtig zu beachten, dass sie in die individuell indizierte Neurorehabilitation insgesamt (auch zur Behandlung anderer Alltagsbeeinträchtigung verursachender Funktionsstörungen) integriert und mit der individuell erforderlichen zeitlichen Perspektive („continuum of care“) stattfindet, die Maßnahmen der (teil-)stationären (Früh-) Rehabilitation ebenso einschließt wie die weiterführende ambulante Behandlung, Eigentaining und Reha-Sport. Sie verfolgt dabei – soweit möglich und behandlungszielunterstützend – einen funktionswiederherstellenden Ansatz (auf Schädigungsebene, „Impairment“, ggf. integriert in Aktivitäten), um Aktivitäten und Teilhabe zu fördern. Andererseits umfassen die Maßnahmen der Rehabilitation auch das direkte Training von Alltagsaktivitäten sowie der sozialen und beruflichen Teilhabe (inklusive des Erlernens des Umgangs mit teilhabefördernden Hilfsmitteln). Umweltfaktoren und personenbezogene Faktoren werden hierbei berücksichtigt.
- Angehörige von Patientinnen und Patienten, bei denen zu erwarten ist, dass sie (z. B. nach dem Klinikaufenthalt) zu Hause auf Hilfe angewiesen bleiben, können durch eine Schulung in den Themenbereichen Unterstützung der Betroffenen beim Positionswechsel, beim Gehen und bei weiteren Aktivitäten des täglichen Lebens die entsprechenden Hilfestellungen erlernen. Dies hat signifikante Auswirkungen auf die Lebensqualität von Betroffenen und Angehörigen.
- Eine organisierte, multiprofessionelle Schlaganfallversorgung (inklusive Rehabilitation) reduziert nicht nur die Sterblichkeit, die Wahrscheinlichkeit einer Heimunterbringung und einer langfristigen Behinderung, sondern verbessert auch die Genesung und die Selbstständigkeit bei den Aktivitäten des täglichen Lebens. Hierzu trägt die sensomotorische Rehabilitation wesentlich bei.
- In den ersten Wochen nach einem Schlaganfall besteht eine mehrwöchige Phase einer verstärkten Neuroplastizität, in welcher die stärksten motorischen Verbesserungen eintreten. Ziel einer unterstützenden Pharmakotherapie ist es, diese Phase auszudehnen und/oder in der Phase neuroplastische Prozesse noch zu intensivieren. Der selektive Serotonin-Wiederaufnahme-Hemmer (SSRI) Fluoxetin hat keinen Einfluss auf den Grad der Behinderung nach Schlaganfall, kann aber bei der Verbesserung motorischer Funktionen unterstützend wirksam sein. Cerebrolysin® ist eine Mischung aus enzymatisch behandelten Peptiden aus Schweinehirn und hat tierexperimentell neuroprotektive und neurotrophe Eigenschaften. Cerebrolysin® hat bei

Schlaganfall das Potenzial, ein geringeres neurologisches Defizit und einen geringeren Behinderungsgrad zu unterstützen, und könnte in Kombination mit Rehabilitation zu einer Verbesserung motorischer Funktionen insbesondere bei schwer Betroffenen beitragen.

- Mit der steigenden Anzahl an Pat., die eine kardiopulmonale Reanimation überleben, steigt auch die Zahl der dadurch bedingten Folgeerkrankungen, insbesondere des hypoxischen Hirnschadens. Anders als bei der fokalen Hirnschädigung durch einen Schlaganfall führt die globale Ischämie beim Herz-Kreislaufstillstand vorrangig zu einer Schädigung von Hirnregionen mit besonders niedriger Ischämietoleranz. Dazu gehört vor allem die Hippocampusregion. Im Vordergrund stehen deswegen weniger sensomotorische Ausfälle als kognitive Funktionsstörungen, vor allem des Kurz- und Langzeitgedächtnisses (sowie auch Störungen des Bewusstseins). Die Rehabilitation sensomotorischer Defizite ist dabei an die individuellen kognitiven Fähigkeiten adaptiert umzusetzen. Grundsätzlich ist ein (senso-)motorisches Lernvermögen und Erholungspotenzial auch bei schweren kognitiven Einschränkungen möglich.
- Trotz rückläufiger Unfallzahlen und technologischer Fortschritte bei der Unfallverhütung bleibt das Schädel-Hirn-Trauma (SHT) eine der großen Herausforderungen in der neurologischen Rehabilitation. Zunehmend häufiger sind ältere Menschen betroffen, die durch Stürze eine Kopfverletzung mit Hirnschädigung erleiden. Beim SHT spielen kognitive und Exekutivfunktionsstörungen mit Beeinträchtigung der Verhaltens- und Impulskontrolle nicht selten eine bedeutende Rolle in der Rehabilitation. Verhaltenstherapeutische Ansätze sind daher oftmals integraler Bestandteil der Behandlung. Die Rehabilitation der sensomotorischen Störungen findet adaptiert an die individuellen Besonderheiten statt.
- Sensomotorische Störungen sind häufige Folgen von Hirntumoren und deren Behandlungen. Art und Ausmaß der Rehabilitationsmaßnahmen hängen von den neurologischen Funktionsstörungen und von dem zu erwartenden biologischen Verhalten des Tumors ab. Häufig ist die Rehabilitation in eine tumorspezifische, neuroonkologische Behandlung integriert.
- Die Defizite und Verlaufsformen bei den Pat. mit Multipler Sklerose (MS) sind interindividuell sehr unterschiedlich bzw. die Variabilität ist größer als beim Hirninfarkt mit anatomischen Gefäßterritorien und korrespondierenden Ausfallserscheinungen. Der Krankheitsprozess ist bei MS zudem auch ohne sichtbare Schübe oder neue Herde durch degenerative und/oder diffus entzündliche Prozesse häufig progredient. Ein weiterer Unterschied zum Schlaganfall ist auch, dass Fatigue häufiger und ausgeprägter ist. Die Rehabilitation gerade auch der sensomotorischen Störungen ist ein fester Bestandteil einer adäquaten Behandlung der MS. Kernbestandteile einer nachhaltigen Rehabilitation sind auch Schulungen, regelmäßiges körperliches Training und Erkenntnisse aus dem Bereich der Lebensstiländerung.
- Die neuromuskulären Erkrankungen (NME) sind eine heterogene Gruppe von Erkrankungen, die vorwiegend das periphere Nervensystem betreffen. Es liegt eine Schädigung der Nerven, der neuromuskulären Übertragung, des Muskels oder eine Kombination dieser Komponenten zugrunde. Es können das zentrale, das sensible oder auch das autonome Nervensystem und andere Organsysteme mitbetroffen sein. Allen NME gemein ist eine Verminderung der Muskelkraft. Das kann zu einer Schwäche der Atem-, Schluck-, Rumpf- und

Extremitätenmuskulatur und dadurch zu Einschränkungen in den Alltagsaktivitäten („activities of daily living“, ADL) und Behinderung führen. Die NME umfassen akute, subakute, aber vor allem auch chronische Krankheiten, daher sind eine Fortführung der sensomotorischen Therapien nicht nur im stationären Bereich, sondern auch im ambulanten Bereich, sowie eine stationäre Rehabilitation im Intervall z. B. i. R. eines Heilverfahrens von besonderer Bedeutung. Wichtig ist es, eine lückenlose Behandlungskette zu gewährleisten.

Auf die Darstellung der „Wichtigsten Empfehlungen“ wurde an dieser Stelle bewusst verzichtet. Alle Empfehlungen sind in den jeweiligen Kapiteln zu finden.

# Inhalt

|          |                                                                                                                                          |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Allgemeine und neurobiologische Prinzipien .....</b>                                                                                  | <b>11</b> |
|          | Literatur .....                                                                                                                          | 14        |
| <b>2</b> | <b>Besonderheiten bei erworbenen Schädigungen des Gehirns.....</b>                                                                       | <b>18</b> |
| 2.1      | Sensomotorische Rehabilitation als integraler Bestandteil der neurologischen (Früh-<br>)Rehabilitation .....                             | 18        |
| 2.2      | Sensomotorische Rehabilitation nach Schlaganfall.....                                                                                    | 19        |
| 2.3      | Rehabilitation nach hypoxischem Hirnschaden .....                                                                                        | 22        |
| 2.4      | Rehabilitation nach Schädel-Hirn-Trauma .....                                                                                            | 23        |
| 2.5      | Rehabilitation nach Hirntumoren.....                                                                                                     | 24        |
| 2.6      | Rehabilitation nach Enzephalitiden.....                                                                                                  | 24        |
|          | Literatur .....                                                                                                                          | 25        |
| <b>3</b> | <b>Besonderheiten bei Multipler Sklerose .....</b>                                                                                       | <b>27</b> |
| 3.1      | Grundlagen der Rehabilitation bei entzündlichen Erkrankungen .....                                                                       | 27        |
|          | Literatur .....                                                                                                                          | 32        |
| <b>4</b> | <b>Besonderheiten bei peripheren neuromuskulären Erkrankungen .....</b>                                                                  | <b>34</b> |
| 4.1      | Neuromuskuläre Plastizität .....                                                                                                         | 35        |
| 4.2      | Rehabilitation bei Critical-Illness-Polyneuropathie/Critical-Illness-Myopathie als<br>Bestandteil des Post-Intensive-Care-Syndroms ..... | 35        |
| 4.3      | Rehabilitation bei akuter und chronischer inflammatorischer demyelinisierender<br>Polyneuropathie .....                                  | 39        |
| 4.4      | Rehabilitation bei Myasthenie .....                                                                                                      | 41        |
| 4.5      | Rehabilitation bei amyotropher Lateralsklerose.....                                                                                      | 42        |
|          | Literatur .....                                                                                                                          | 44        |
| <b>5</b> | <b>Besonderheiten bei Bewegungsstörungen .....</b>                                                                                       | <b>48</b> |
| 5.1      | Rehabilitation sensomotorischer Störungen beim idiopathischen Parkinsonsyndrom.....                                                      | 48        |
|          | Literatur .....                                                                                                                          | 55        |
| <b>6</b> | <b>Teilhabeorientierte Rehabilitation .....</b>                                                                                          | <b>59</b> |
| 6.1      | Zielsetzung.....                                                                                                                         | 59        |
| 6.2      | Therapiemethoden.....                                                                                                                    | 60        |
|          | Literatur .....                                                                                                                          | 62        |
| <b>7</b> | <b>Rehabilitation der oberen Extremität.....</b>                                                                                         | <b>65</b> |
| 7.1      | Wissenschaftlicher Hintergrund und Evidenz .....                                                                                         | 65        |
| 7.2      | Diagnostik und Behandlungsplanung.....                                                                                                   | 65        |
| 7.3      | Grundsätzliche Behandlungsansätze.....                                                                                                   | 66        |
| 7.4      | Syndromspezifische Therapie.....                                                                                                         | 68        |
|          | Literatur .....                                                                                                                          | 75        |
| <b>8</b> | <b>Rehabilitation von Stand und Gang.....</b>                                                                                            | <b>77</b> |
| 8.1      | Wissenschaftlicher Hintergrund und Evidenz .....                                                                                         | 77        |

|           |                                                                                               |           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 8.2       | Wiederherstellung der Gehfähigkeit bei nicht gehfähigen Patientinnen und Patienten .....      | 77        |
| 8.3       | Verbesserung der Gehfähigkeit bei (eingeschränkt) gehfähigen Patientinnen und Patienten ..... | 78        |
| 8.4       | Verbesserung der Gehgeschwindigkeit.....                                                      | 79        |
| 8.5       | Verbesserung der Gehstrecke .....                                                             | 80        |
| 8.6       | Verbesserung des Gleichgewichts beim Stehen und Gehen.....                                    | 80        |
| 8.7       | Bedeutung der Motivation bei der Rehabilitation der Mobilität .....                           | 80        |
|           | Literatur .....                                                                               | 82        |
| <b>9</b>  | <b>Motorische Rehabilitation von Fatigue .....</b>                                            | <b>87</b> |
|           | Literatur .....                                                                               | 90        |
| <b>10</b> | <b>Pharmakotherapie in der motorischen Rehabilitation .....</b>                               | <b>92</b> |
| 10.1      | Hintergrundinformationen.....                                                                 | 92        |
|           | Literatur .....                                                                               | 95        |
| <b>11</b> | <b>Versorgung mit Hilfsmitteln als Bestandteil der sensomotorischen Rehabilitation .....</b>  | <b>97</b> |

# 1 Allgemeine und neurobiologische Prinzipien

Adrian Guggisberg, Klaus Jahn

Für die Verbesserung der Funktion nach fokalen Hirnläsionen (z. B. Schlaganfall), aber auch bei neurodegenerativen (z. B. Parkinson) und entzündlichen Hirnerkrankungen (z. B. Enzephalitis) ist eine Reihe von Faktoren wichtig, die in ihrem Zusammenspiel das Verbesserungspotenzial ausmachen. Wir werden uns in diesem Kapitel auf die Mechanismen bei zentralen Läsionen konzentrieren. Zwei grundlegende Ansichten zur Erholungsfähigkeit gestörter Hirnfunktionen stehen dabei nebeneinander:

1. Die maximal erreichbare Besserung ist von vornherein durch individuelle Faktoren und betroffene Strukturen vorausbestimmt. Damit soll die Therapie in der Neurorehabilitation vor allem Komplikationen im Spontanverlauf verhindern. Eine Therapie moderater Intensität reicht aus, um den Spontanverlauf zu unterstützen und Kontrakturen oder Ähnliches zu vermeiden (z. B. Dietz, 2021)
2. Die Besserung hängt beinahe linear von der Therapie ab und das Ergebnis kann durch Spezifität, Intensität, Fokussierung, Wiederholung und Zeit der aktiven Therapien stark beeinflusst werden (z. B. Maier et al., 2019). Je besser in diesem Zusammenhang die funktionsgestörten Netzwerke erkannt und verstanden werden, umso spezifischer lässt sich die Therapie planen.

In der Realität wirken sich beide Theorien auf das Behandlungsergebnis aus: Gestörte Netzwerke und individuelle Faktoren wie Alter, Grund- und Vorerkrankungen bestimmen das Besserungspotenzial. Zusätzlicher Funktionsgewinn erfordert hohen und spezifischen Einsatz therapeutischer Ressourcen. Mehr Therapiezeit und hohe Wiederholungsraten einer geübten Bewegung können dann das funktionelle Outcome verbessern (Goldsmith et al. 2022; French et al. 2016). Der Funktionsgewinn durch intensiviertes Training ist aber oft gering (Hubli et al., 2012; Lang et al., 2016).

Beim Üben werden lerntheoretische Grundsätze berücksichtigt („motor relearning“). Diese Vorgehensweise hat sich in Übersichtsarbeiten als überlegen gegenüber anderen therapeutischen Vorgehensweisen gezeigt (Verbeek et al., 2014). Der Mehrgebrauch einer Extremität oder bestimmter Muskelgruppen führt zu einer Vergrößerung der kortikalen Repräsentation und ist in der Regel auch mit einer Funktionsverbesserung assoziiert (Sterr, 2004). Umgekehrt kann auch der verminderte Gebrauch zu einer Abnahme der Repräsentation im Gehirn führen. Das Üben von aktiven Bewegungen der paretischen Hand in der Frühphase nach Schlaganfall führt beispielsweise zu ausgedehnten Mehraktivierungen, auch in nicht primär motorischen Arealen. Patientinnen und Patienten mit guter klinischer Besserung zeigten im Verlauf wieder eine Abnahme (= Normalisierung) der Mehraktivierungen. Bei Pat. mit geringer oder fehlender Besserung bleiben die verstärkten Aktivierungen hingegen bestehen. Eine bilaterale Aktivierung des sensomotorischen Kortex korreliert mit einer schlechteren Rückbildung der Symptomatik (Ward & Frackowiak, 2006).

Unter Plastizität versteht man die Fähigkeit neuronaler Netzwerke insbesondere im Zentralnervensystem (ZNS) zur Anpassung an veränderte Umgebungsbedingungen. Für die Rehabilitation bedeutsam sind zwei Formen der Neuroplastizität: die Anpassungsvorgänge nach

Erkrankungen oder Verletzungen, also die sog. läsionsinduzierte Plastizität, und die durch Therapien und Training hervorgerufene trainingsinduzierte Plastizität („experience-dependent plasticity“, Krakauer, 2006; Kleim & Jones, 2008). Die trainingsinduzierte Plastizität kann durch Umgebungsreize gefördert werden („environmental enrichment“), wie es z. B. für die Wiederherstellung der Myelinisierung von Bahnverbindungen bei jungen Erwachsenen gezeigt wurde (Nicholson et al., 2022). Auch nicht motorisches Training kann in diesem Zusammenhang helfen: Langzeit-Musik-Training induziert Plastizität in der weißen Substanz in Netzwerken, die für Emotion und Sprache von Bedeutung sind (Nicholson et al., 2022).

Tierexperimentelle Untersuchungen weisen darauf hin, dass die postläsionelle Plastizität in den ersten vier Wochen am stärksten ist (Zeiler et al., 2016; Zeiler & Krakauer, 2013). Entsprechend führt ein früher Beginn der Rehabilitation potenziell zu größeren Funktionsverbesserungen (McDonnell et al. 2015), was bei Pat. nicht immer gezeigt werden kann (Bernhardt et al., 2015). Die spontane Plastizität ist in den ersten Wochen und Monaten nach Hirnläsion am größten (Cramer, 2008). Der Spontanverlauf ist dabei abhängig von den geschädigten Strukturen. Insbesondere eine Beteiligung des kortikospinalen Trakts (Pyramidenbahn) ist mit einer schlechten Prognose für das Wiedererlangen der distalen Feinmotorik assoziiert. Ohne Pyramidenbahnbeteiligung ist die erreichbare Besserung motorischer Funktionen unvergleichlich besser, unabhängig von der Intensität des Trainings, bzw. bei einer Standardtherapie mit 30–50 min aktiver Therapie pro Tag (Winters et al., 2015; Prabhakaran et al., 2008). Die individuelle Kapazität für eine Verbesserung kann nicht leicht überwunden werden (Nave et al., 2019; Stinear et al., 2020). Gute Rückbildungschancen haben Pat. mit intakter Propriozeption und guter kognitiver Funktion. Prognostisch ungünstig sind begleitende Tiefensensibilitätsstörungen, Aphasien, Neglect oder Störungen der Raumorientierung (z. B. Pusher-Verhalten, Bergmann et al., 2020). Auch bei spinalen Läsionen ist das Besserungspotenzial von den geschädigten Strukturen abhängig. Oft liegt eine Kombination aus zentraler und peripherer Schädigung vor, wobei der periphere Anteil erheblich zur Beeinträchtigung beiträgt und eine schlechte Besserungstendenz hat (Dietz & Fouad, 2014). Das Alter der Pat. spielt nur insofern eine Rolle, als das ältere Pat. mehr Training brauchen, um das gleiche Ziel zu erreichen bzw. um Erlerntes in Alltagsaktivität umzusetzen (Wirtz et al. 2015).

Unsere Vorstellungen von den Mechanismen, die neurologischen Defiziten zugrunde liegen, wurden lange Zeit von einer lokalisationstheoretischen Sichtweise beeinflusst, nach der neurologische Defizite aus der Zerstörung umschriebener und funktionell spezialisierter Hirnregionen resultieren. In ähnlicher Weise kann die Erholung von neurologischen Defiziten in der Tradition der Lokalisationstheorie als Reorganisation umschriebener, erhaltener Hirnregionen in der Nähe der Läsion betrachtet werden. Bahnbrechende Studien an nicht menschlichen Primaten zur Plastizität des Gehirns nach einem Schlaganfall haben gezeigt, dass die Erholung von neurologischen Defiziten durch die Reorganisation erhaltener periläsionaler Areale erfolgen kann, welche neu die Funktionen übernehmen, die zuvor von dem geschädigten Gewebe gesteuert wurden (Nudo, 1996; Nudo et al. 1996). Die funktionelle Bildgebung beim Menschen hat dynamische Veränderungen der aufgabenbezogenen Aktivierungen in nahe gelegenen periläsionalen Bereichen nach einem Schlaganfall gezeigt (Feydy, 2002; Ward et al., 2003). Folglich sind Rehabilitationsbehandlungen

darauf ausgerichtet, eine wiederholte und intensive Aktivierung der periläsionalen Areale zu ermöglichen (Dong et al., 2006; Dancause & Nudo, 2011).

Das Gehirn ist jedoch ein Netzwerk mit extrem dichten Verbindungen. Daher ist zu erwarten, dass ein Schlaganfall (oder eine andere Hirnverletzung) nicht nur lokale Schäden verursacht, die zu einer Nekrose des Hirngewebes führen, sondern auch Auswirkungen auf das Hirnnetzwerk hat, was zu Fehlfunktionen in verbundenen Bereichen führt, die von der Schlaganfallläsion entfernt sind (Carrea & Tononi, 2014). Studien an menschlichen Schlaganfallpatienten mit funktioneller Bildgebung haben in der Tat gezeigt, dass Störungen der Interaktionen des motorischen Kortex mit motorischen Defiziten korrelieren. Diese Netzwerkstörungen können sowohl im Ruhezustand ohne explizite Aufgaben als auch bei der Ausführung von Aufgaben beobachtet werden. Somit entstehen neurologische Defizite nicht nur aufgrund lokaler Gewebeschäden, sondern auch aufgrund eines Verlusts der neuronalen Interaktionen von Hirnregionen, die nicht direkt von der Läsion betroffen sind (Guggisberg et al., 2019). Wie oben beschrieben, führt eine schwergradige Schädigung der Pyramidenbahn zu einer besonders schweren motorischen Beeinträchtigung in der akuten und chronischen Phase sowie zu einer besonders geringen Verbesserung, wie mehrere Studien übereinstimmend zeigen (Stinear et al., 2007; Kim et al., 2015; Ramsey et al., 2017; Schulz et al., 2015; Feng et al., 2015; Byblow et al., 2015; Buch et al., 2016; Guggisberg et al., 2017). Die Erholung nach einem Schlaganfall hängt ebenfalls von den strukturellen Verbindungen zwischen den Hirnregionen ab. Dabei können alternative und/oder neu gebildete Verbindungen den Verlust der üblichen Bahnen ausgleichen (Schulz et al., 2015; Schulz et al., 2015; Schulz et al., 2017; Schulz et al., 2017).

Es gibt auch immer mehr Hinweise darauf, dass interregionale neuronale Interaktionen an der Plastizität des Gehirns beteiligt sind. Aus der Tierliteratur wissen wir, dass kortikales Remapping und axonale Sprossung von kohärenten neuronalen Oszillationen zwischen periläsionalen Bereichen und umgebendem Gewebe begleitet werden (Carmichael & Cgesselet, 2002; Buch & Cohen, 2016; Frost et al., 2003). Die Untersuchung der Netzwerkinteraktionen bei Schlaganfallpatienten liefert indirekte Hinweise auf ähnliche Prozesse beim Menschen. Zu verschiedenen Zeitpunkten nach dem Schlaganfall wurden Korrelationen zwischen den Netzwerkinteraktionen vor der Therapie und der klinischen Verbesserung während der Therapieperioden beobachtet. Insbesondere wurde festgestellt, dass der motorische Kortex seinen Austausch mit anderen Arealen steigern kann, was zu einer klinischen Verbesserung der Armfunktion führt (Wang et al., 2010; Westlake et al., 2012; Buch et al., 2012; Nicolo et al., 2015; De Vico Fallani et al., 2013). Auch die kontraläsionale Hemisphäre weist nach einem Schlaganfall strukturelle und funktionelle Veränderungen auf, aber ihre genaue Rolle für die Genesung ist noch unzureichend geklärt. Abhängig von Faktoren wie der Läsionskonfiguration und der Zeit nach dem Schlaganfall kann die kontraläsionale Hemisphäre eine unterstützende Rolle für die Genesung spielen oder aber auch eine maladaptive Plastizität begünstigen (Guggisberg et al., 2019).

Es ist aktuell noch unklar, mit welchen Methoden es am besten gelingt, diese Netzwerkprozesse der Hirnplastizität zu fördern. Immerhin konnte gezeigt werden, dass eine Standardtherapie mit intensivem Training neben anderen neuronalen Effekten zu einer gleichzeitigen Verbesserung von Netzwerkinteraktionen führt (Westlake et al., 2012; Rehme et al., 2011; Wu et al. 2015; Golestani et al., 2013). Die Forschung beschäftigt sich aktuell mit neuen Therapien, welche relevante

Netzwerkinteraktionen spezifisch fördern können, beispielsweise mittels nicht invasiver Hirnstimulation (Grefkes et al., 2010, Volz et al., 2016) oder mittels Neurofeedback (Mottaz et al., 2018). Um die Neurorehabilitation spezifisch auf die Erfordernisse des trainierten Netzwerks auszurichten, sollte die geübte Aufgabe schwierig genug sein, um das jeweilige Hirnnetzwerk auch tatsächlich zu aktivieren (Levin, Weiss & Keshner, 2015). Dies ist z. B. auch der Fall bei Wiedererlangen der Gehfähigkeit (siehe auch Kapitel 8 Rehabilitation von Stand und Gang): Repetitive Schritte allein sollten nach den Kenntnissen über die beteiligten Strukturen und Netzwerke nur die Patterngeneratoren in Rückenmark und Hirnstamm aktivieren, während die Involvierung der Netzwerke in den Großhirnhemisphären die Übung schwieriger Bedingungen mit z. B. dem Überwinden von Hindernissen, der Anpassung der Geschwindigkeit etc. erfordert (Jahn et al., 2008; Schuhbeck et al., 2022).

## Literatur

1. Dietz, V., Restoration of motor function after CNS damage: is there a potential beyond spontaneous recovery? *Brain Commun*, 2021. 3(3): p. fcab171.
2. Maier, M., B.R. Ballester, and P. Verschure, Principles of Neurorehabilitation After Stroke Based on Motor Learning and Brain Plasticity Mechanisms. *Front Syst Neurosci*, 2019. 13: p. 74.
3. Goldsmith, J., et al., Arguments for the biological and predictive relevance of the proportional recovery rule. *Elife*, 2022. 11.
4. French, B., et al., Repetitive task training for improving functional ability after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016. 11: p. CD006073.
5. Hubli, M., et al., Spinal neuronal dysfunction after stroke. *Exp Neurol*, 2012. 234(1): p. 153-60.
6. Lang, C.E., et al., Dose response of task-specific upper limb training in people at least 6 months poststroke: A phase II, single-blind, randomized, controlled trial. *Ann Neurol*, 2016. 80(3): p. 342-54.
7. Veerbeek, J.M., et al., What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 2014. 9(2): p. e87987.
8. Sterr, A., Training-based interventions in motor rehabilitation after stroke: theoretical and clinical considerations. *Behav Neurol*, 2004. 15(3-4): p. 55-63.
9. Ward, N.S. and R.S. Frackowiak, The functional anatomy of cerebral reorganisation after focal brain injury. *J Physiol Paris*, 2006. 99(4-6): p. 425-36.
10. Krakauer, J.W., Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Curr Opin Neurol*, 2006. 19(1): p. 84-90.

11. Kleim, J.A. and T.A. Jones, Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *J Speech Lang Hear Res*, 2008. 51(1): p. S225-39.
12. Nicholson, M., et al., Remodelling of myelinated axons and oligodendrocyte differentiation is stimulated by environmental enrichment in the young adult brain. *Eur J Neurosci*, 2022.
13. Zeiler, S.R., et al., Paradoxical Motor Recovery From a First Stroke After Induction of a Second Stroke: Reopening a Postischemic Sensitive Period. *Neurorehabil Neural Repair*, 2016. 30(8): p. 794-800.
14. Zeiler, S.R. and J.W. Krakauer, The interaction between training and plasticity in the poststroke brain. *Curr Opin Neurol*, 2013. 26(6): p. 609-16.
15. McDonnell, M.N., et al., An investigation of cortical neuroplasticity following stroke in adults: is there evidence for a critical window for rehabilitation? *BMC Neurol*, 2015. 15: p. 109.
16. Bernhardt, J., et al., Early mobilization after stroke: early adoption but limited evidence. *Stroke*, 2015. 46(4): p. 1141-6.
17. Cramer, S.C., Repairing the human brain after stroke: I. Mechanisms of spontaneous recovery. *Ann. Neurol.*, 2008. 63(3): p. 272-287.
18. Winters, C., et al., Generalizability of the Proportional Recovery Model for the Upper Extremity After an Ischemic Stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 2015. 29(7): p. 614-22.
19. Prabhakaran, S., et al., Inter-individual variability in the capacity for motor recovery after ischemic stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 2008. 22(1): p. 64-71.
20. Nave, A.H., et al., Physical Fitness Training in Patients with Subacute Stroke (PHYS-STROKE): multicentre, randomised controlled, endpoint blinded trial. *BMJ*, 2019. 366: p. l5101.
21. Stinear, C.M., et al., Advances and challenges in stroke rehabilitation. *Lancet Neurol*, 2020. 19(4): p. 348-360.
22. Bergmann, J., et al., Perception of postural verticality in roll and pitch while sitting and standing in healthy subjects. *Neurosci Lett*, 2020. 730: p. 135055.
23. Dietz, V. and K. Fouad, Restoration of sensorimotor functions after spinal cord injury. *Brain*, 2014. 137(Pt 3): p. 654-67.
24. Wirz, M., V. Dietz, and N. European Multicenter Study of Spinal Cord Injury, Recovery of sensorimotor function and activities of daily living after cervical spinal cord injury: the influence of age. *J Neurotrauma*, 2015. 32(3): p. 194-9.
25. Nudo, R.J., Recovery after damage to motor cortical areas. *Curr Opin Neurobiol*, 1999. 9(6): p. 740-7.

26. Nudo, R.J., et al., Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct. *Science*, 1996. 272(5269): p. 1791-4.
27. Feydy, A., et al., Longitudinal study of motor recovery after stroke: recruitment and focusing of brain activation. *Stroke*, 2002. 33(6): p. 1610-1617.
28. Ward, N.S., et al., Neural correlates of motor recovery after stroke: a longitudinal fMRI study. *Brain*, 2003. 126(Pt 11): p. 2476-96.
29. Dong, Y., et al., Motor cortex activation during treatment may predict therapeutic gains in paretic hand function after stroke. *Stroke*, 2006. 37(6): p. 1552-5.
30. Dancause, N. and R.J. Nudo, Shaping plasticity to enhance recovery after injury. *Prog Brain Res*, 2011. 192: p. 273-95.
31. Carrera, E. and G. Tononi, Diaschisis: past, present, future. *Brain*, 2014. 137(Pt 9): p. 2408-22.
32. Guggisberg, A.G., et al., Brain networks and their relevance for stroke rehabilitation. *Clin Neurophysiol*, 2019. 130(7): p. 1098-1124.
33. Stinear, C.M., et al., Functional potential in chronic stroke patients depends on corticospinal tract integrity. *Brain*, 2007. 130(Pt 1): p. 170-180.
34. Kim, K.H., et al., Prediction of Motor Recovery Using Diffusion Tensor Tractography in Supratentorial Stroke Patients With Severe Motor Involvement. *Ann Rehabil Med*, 2015. 39(4): p. 570-6.
35. Ramsey, L.E., et al., Behavioural clusters and predictors of performance during recovery from stroke. *Nat Hum Behav*, 2017. 1(February): p. 0038-0038.
36. Schulz, R., et al., Parietofrontal motor pathways and their association with motor function after stroke. *Brain*, 2015. 138(Pt 7): p. 1949-60.
37. Feng, W., et al., Corticospinal tract lesion load: An imaging biomarker for stroke motor outcomes. *Ann Neurol*, 2015. 78(6): p. 860-70.
38. Byblow, W.D., et al., Proportional recovery after stroke depends on corticomotor integrity. *Ann Neurol*, 2015. 78(6): p. 848–859.
39. Buch, E.R., et al., Predicting motor improvement after stroke with clinical assessment and diffusion tensor imaging. *Neurology*, 2016. 86(20): p. 1924-5.
40. Guggisberg, A.G., et al., Longitudinal Structural and Functional Differences Between Proportional and Poor Motor Recovery After Stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 2017. 31(12): p. 1029-1041.
41. Schulz, R., et al., Cortico-Cerebellar Structural Connectivity Is Related to Residual Motor Output in Chronic Stroke. *Cereb Cortex*, 2015(October 2015): p. bhv251-bhv251.

42. Schulz, R., et al., Synergistic but independent: The role of corticospinal and alternate motor fibers for residual motor output after stroke. *NeuroImage: Clinical*, 2017. 15(December 2016): p. 118-124.
43. Schulz, R., et al., Interactions Between the Corticospinal Tract and Premotor-Motor Pathways for Residual Motor Output After Stroke. *Stroke*, 2017. 48(10): p. 2805-2811.
44. Carmichael, S.T. and M.F. Chesselet, Synchronous neuronal activity is a signal for axonal sprouting after cortical lesions in the adult. *J Neurosci*, 2002. 22(14): p. 6062-70.
45. Buch, E.R., S.L. Liew, and L.G. Cohen, Plasticity of Sensorimotor Networks: Multiple Overlapping Mechanisms. *Neuroscientist*, 2016.
46. Frost, S.B., et al., Reorganization of remote cortical regions after ischemic brain injury: a potential substrate for stroke recovery. *J Neurophysiol*, 2003. 89(6): p. 3205-14.
47. Wang, L., et al., Dynamic functional reorganization of the motor execution network after stroke. *Brain*, 2010. 133(Pt 4): p. 1224-38.
48. Westlake, K.P., et al., Resting state alpha-band functional connectivity and recovery after stroke. *Exp. Neurol.*, 2012. 237(1): p. 160-9.
49. Buch, E.R., et al., Parietofrontal integrity determines neural modulation associated with grasping imagery after stroke. *Brain*, 2012. 135(Pt 2): p. 596-614.
50. Nicolo, P., et al., Coherent neural oscillations predict future motor and language improvement after stroke. *Brain*, 2015. 138(Pt 10): p. 3048-60.
51. De Vico Fallani, F., et al., Multiscale topological properties of functional brain networks during motor imagery after stroke. *Neuroimage*, 2013. 83: p. 438-49.
52. Rehme, A.K., et al., Dynamic causal modeling of cortical activity from the acute to the chronic stage after stroke. *Neuroimage*, 2011. 55(3): p. 1147-58.
53. Wu, J., et al., Connectivity measures are robust biomarkers of cortical function and plasticity after stroke. *Brain*, 2015. 138(Pt 8): p. 2359-69.
54. Golestani, A.M., et al., Longitudinal evaluation of resting-state fMRI after acute stroke with hemiparesis. *Neurorehabil Neural Repair*, 2013. 27(2): p. 153-63.
55. Grefkes, C., et al., Modulating cortical connectivity in stroke patients by rTMS assessed with fMRI and dynamic causal modeling. *Neuroimage*, 2010. 50(1): p. 233-42.
56. Volz, L.J., et al., Shaping Early Reorganization of Neural Networks Promotes Motor Function after Stroke. *Cereb Cortex*, 2016. 26(6): p. 2882-94.
57. Mottaz, A., et al., Modulating functional connectivity after stroke with neurofeedback: Effect on motor deficits in a controlled cross-over study. *Neuroimage Clin*, 2018. 20: p. 336-346.

58. Levin, M.F., P.L. Weiss, and E.A. Keshner, Emergence of virtual reality as a tool for upper limb rehabilitation: incorporation of motor control and motor learning principles. *Phys Ther*, 2015. 95(3): p. 415-25.
59. Jahn, K., et al., Imaging human supraspinal locomotor centers in brainstem and cerebellum. *Neuroimage*, 2008. 39(2): p. 786-792.
60. Schuhbeck, F., et al., Determinants of functioning and health-related quality of life after vestibular stroke. *Front Neurol*, 2022. 13: p. 957283.

## 2 Besonderheiten bei erworbenen Schädigungen des Gehirns

Gereon Nelles, Elke Pucks-Faes, Thomas Platz

### 2.1 Sensomotorische Rehabilitation als integraler Bestandteil der neurologischen (Früh-)Rehabilitation

Sensomotorische Störungen tragen neben anderen sensorischen, kognitiven und Kommunikationsstörungen wesentlich zu Behinderungen bei erworbenen Schädigungen des Gehirns bei. Wenn keine fortschreitende Schädigung, wie z. B. bei einem progredienten Hirntumor, besteht, bilden sich sensomotorische Funktionsstörungen zumindest über einen längeren Zeitraum und teilweise zurück, soweit die organischen Voraussetzungen wie die partielle Unversehrtheit der kortikospinalen Bahnen vorliegen (Bernhardt et al., 2017). Dazu können sowohl eine Spontanerholung wie auch therapieinduzierte Funktionsverbesserungen des Gehirns beitragen. Die behandlungsvermittelte funktionelle Erholung des Gehirns beruht dabei insbesondere auf ausreichend spezifischem und intensivem restitutivem Training („Neural Repair Therapy“; Joy & Carmichael, 2021), das die funktionsfördernde zerebrale Reorganisation unterstützt. Sie kann andererseits durch nicht invasive Hirnstimulation und (begrenzt) Pharmaka gefördert werden (siehe Kapitel 10 Pharmakotherapie in der motorischen Rehabilitation). Für die sensomotorische Rehabilitation ist wichtig zu beachten, dass sie in die individuell indizierte Neurorehabilitation insgesamt (auch zur Behandlung anderer Alltagsbeeinträchtigung verursachender Funktionsstörungen) integriert (Platz, 2022) und mit der individuell erforderlichen zeitlichen Perspektive („continuum of care“) stattfindet (Bernhardt et al., 2017), die Maßnahmen der (teil-)stationären (Früh-)Rehabilitation ebenso einschließt wie die weiterführende ambulante Behandlung, Eigentaining und Reha-Sport. Sie verfolgt dabei – soweit möglich und behandlungszielunterstützend – einen funktionswiederherstellenden Ansatz (auf Schädigungsebene, „Impairment“, ggf. integriert in Aktivitäten), um Aktivitäten und Teilhabe zu fördern. Umweltfaktoren und personenbezogene Faktoren werden hierbei berücksichtigt.

Die nach dem Phasenmodell der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation, BAR (1995), gestufte Versorgung der Neurorehabilitation bietet ein breites Spektrum von Rehabilitationsmöglichkeiten- und -einrichtungen. Nach diesem in Deutschland etablierten Modell entspricht die Akutbehandlung (z. B. auf einer Stroke Unit) der Phase A. Der Übergang von der Phase A zur Phase B, C oder D ist

meist mit einem Wechsel der Behandlungseinrichtung verbunden. Die neurologische Frührehabilitation stellt die Behandlungs- und Rehabilitationsphase B dar und ist je nach Schwere des Schlaganfalls durch einen hohen Bedarf an (intensiv- bzw.) akutmedizinischer Behandlung gekennzeichnet. In der Phase C können die Pat. in der Rehabilitation aktiv mitarbeiten, brauchen aber oft noch medizinische und umfangreiche pflegerische Versorgung. Die Phase D entspricht der Anschlussrehabilitation (früher Anschlussheilbehandlung) nach Abschluss der Frühmobilisation. In einer Phase E wird die berufliche Wiedereingliederung gefördert. In der Phase F werden für Schwerbetroffene dauerhafte unterstützende und funktionserhaltende Maßnahmen angewendet. In der Schweiz und Österreich sind andere, kontextadaptierte Versorgungsformen etabliert, die analog eine Versorgung entsprechend des Schweregrads der Beeinträchtigungen und ein „continuum of care“ gewährleisten.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Neu<br>Stand (2023) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <p>Sensomotorische Rehabilitation nach erworbenen Hirnschädigungen sollte – soweit möglich und behandlungszielunterstützend – einen funktionswiederherstellenden Ansatz (auf Schädigungsebene, „Impairment“, ggf. integriert in Aktivitäten) verfolgen, um Aktivitäten und Teilhabe zu fördern. Bei nicht ausreichender Erfolgsaussicht, z. B. auch nach einer gewissen Rehabilitationsdauer, können das Erlernen von Kompensationstechniken und/oder eine adäquate Hilfsmittelverordnung eine geeignete Methode zur Verbesserung von Aktivitäten und Teilhabe darstellen.</p> |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Neu<br>Stand (2023) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <p>Sensomotorische Rehabilitation nach erworbenen Hirnschädigungen sollte eingebettet in die individuelle Neurorehabilitation insgesamt (auch zur Behandlung anderer Alltagsbeeinträchtigung verursachender Funktionsstörungen) und mit der individuell erforderlichen zeitlichen Perspektive stattfinden.</p> |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |

## 2.2 Sensomotorische Rehabilitation nach Schlaganfall

Motorische und sensible Funktionsstörungen, insbesondere Hemiparesen, sind die häufigsten neurologischen Ausfälle nach ZNS-Schädigungen. Mehr als 50 % aller Schlaganfallbetroffenen haben residuale Paresen, insbesondere von Arm und Hand. Beim Erwachsenen ist ein Schlaganfall mit Hemiparese deswegen auch die häufigste Ursache für eine körperliche Behinderung. Über zwei Drittel aller Schlaganfallpatientinnen und -patienten brauchen nach der Akutphase weiter Rehabilitationsbehandlungen, etwa ein Drittel bleibt im täglichen Leben auf fremde Hilfe angewiesen, 20 % brauchen Hilfe bei der Fortbewegung und 70 % bleiben in ihrer Berufs- oder Erwerbsfähigkeit eingeschränkt (Buntin et al., 2010). In der Mehrzahl wird in den Wochen und Monaten nach einer akuten Erkrankung eine Besserung der neurologischen Ausfälle beobachtet. Diese Rückbildung ist sehr variabel, aber nur selten wird eine vollständige funktionelle Restitution erreicht. Alter und Ausmaß der Hemiparese sind im Hinblick auf die Funktionsrestitution die

wichtigsten Prädiktoren (Harvey, 2015). Beim Schlaganfall haben frühe klinische Rückbildungszeichen (erste 7 Tage) wie eine aktive Streckung der Hand und Finger oder Abduktion im Schultergelenk der paretischen Extremität einen prognostischen Wert für die Langzeiterholung; auch neurophysiologische Parameter wie die magnetisch evozierbaren Potenziale, MEP und bildgebende Biomarker wie die diffusionsgewichtete MRT können zur Einschätzung des Rückbildungspotenzials beitragen (Stinear, 2017). Betroffene mit rein motorischen Ausfällen („pure motor hemiparesis“), intakter Propriozeption und guter kognitiver Funktion haben häufig gute Besserungschancen, auch wenn in der Akutphase eine schwere (inkomplette) Hemiparese besteht.

Die Rückbildungsfähigkeit von sensiblen Störungen ist weniger gut untersucht. Sensible Störungen können ein breites Spektrum von sehr geringen bis zu schweren funktionellen Beeinträchtigungen hervorrufen. Insbesondere Störungen der Tiefensensibilität haben oft erhebliche Auswirkungen auf die motorischen Fähigkeiten und können wichtige Funktionen wie das Greifen und das Gehen stark beeinträchtigen. Zwischen motorischen und sensiblen Störungen besteht in Bezug auf den funktionellen Einsatz einer Extremität eine enge wechselseitige Beziehung.

Auf den Schlaganfall-Spezialstationen („Stroke Unit“) und in der nachfolgenden Postakut-Rehabilitation wird die Behandlung von einem multiprofessionellen Team in der Regel aus Ärztinnen und Ärzten, Pflegekräften, Physiotherapeuten und Physiotherapeutinnen, Ergotherapeuten und Ergotherapeutinnen, Logopädinnen und Logopäden, Neuropsychologinnen und Neuropsychologen und Sozialdienst geleistet; dieses wird bedarfsweise durch Hilfsmittelversorger unterstützt. Metaanalysen der Stroke Unit Trialists Collaboration deuten stark darauf hin, dass es wichtig ist, frühzeitig mit der Rehabilitation zu beginnen, sobald der Patient/die Patientin dazu bereit ist und sie tolerieren kann (Langhorne et al., 2020). Es gibt überzeugende metaanalytische Belege aus vielen randomisierten kontrollierten Studien dafür, dass eine organisierte, multiprofessionelle Schlaganfallversorgung (inklusive Rehabilitation) nicht nur die Sterblichkeit (OR 0,76, 95 % Konfidenzintervall, KI 0,66–0,88; Evidenz moderater Qualität) und die Wahrscheinlichkeit einer Heimunterbringung und langfristigen Behinderung verringert, sondern auch die Genesung verbessert und die Selbstständigkeit bei den Aktivitäten des täglichen Lebens erhöht (OR 0,77, 95 % KI 0,69–0,87; Evidenz moderater Qualität) (Langhorne et al., 2020). Die Wirksamkeit einzelner Rehabilitationsmethoden und -techniken, die zum Gesamterfolg beitragen, wird in den Kapiteln 7 bis 11 dieser Leitlinie besprochen.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                          | Neu<br>Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Die Schlaganfallrehabilitation sollte in spezialisierten Einrichtungen von einem multiprofessionellen Team erbracht werden und die Erholung sensomotorischer Funktionen mit geeigneten Interventionen unterstützen. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                              |                     |

Auch Zeitpunkt und Intensität der frühen Rehabilitation sind wichtige Faktoren für die funktionellen Ergebnisse nach einem Schlaganfall. Der größte Teil der Rückbildung von neurologischen Ausfällen, insbesondere auch von sensomotorischen Funktionen, wird innerhalb der ersten 3 bis 6 Monate nach Schlaganfall beobachtet (van der Vliet et al., 2020). Danach wird die Rückbildungskurve flacher. Bei

leichteren Schädigungen wird häufiger eine schnellere Erholung (innerhalb der ersten 3 Monate) beobachtet, bei schwereren eine langsamere mit einer Abflachung der Kurve erst nach 6 Monaten. Einer intensiven Rehabilitation kommt deswegen während der ersten 3 bis 6 Monate nach einem Schlaganfall eine besondere Bedeutung zu. Entsprechend wird ein früher Beginn der sensomotorischen Rehabilitation bei ausreichender Intensität in vielen klinischen Praxisleitlinien weltweit empfohlen (u. a. Platz et al., 2021). Allerdings sind die ersten 24 Stunden nach einem akuten Schlaganfall möglicherweise mit einer erhöhten Vulnerabilität verbunden. In einer großen multizentrischen Studie an über 2100 Pat. war eine hochintensive und sehr frühe Mobilisierung innerhalb der ersten 24 Stunden nach Schlaganfallbeginn mit einem schlechteren funktionellen Ergebnis verbunden (AVERT Trial Collaboration, 2015).

Einen wichtigen Baustein der sensomotorischen Rehabilitation nach Schlaganfall stellt auch die individuell angemessene Versorgung mit Hilfsmitteln dar, die Mobilität, Selbsthilfefähigkeit und Teilhabe relevant unterstützen. Die Erstversorgung erfolgt in der Regel vor Ende der stationären Rehabilitation und wird dann ggf. ambulant entsprechend dem Behandlungsverlauf modifiziert.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                              | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Sensomotorische Rehabilitation nach Schlaganfall sollte früh beginnen, ausreichend intensiv gestaltet und – falls erforderlich – zumindest über mehrere Monate vorgesehen werden, um die funktionelle Erholung in der Frühphase nach Schädigung ausreichend zu fördern. |                     |
| Konsensstärke: 94,0 % (Konsens)                                                                                                                                                                                                                                         |                     |

Die nach der Entlassung aus der Phase D ambulant erbrachten Rehabilitationsleistungen dienen der weiteren Funktionserholung, wenn diese noch nicht vollständig abgeschlossen ist. Üblicherweise erfolgt die ambulante Rehabilitation über Heilmittelverordnungen. Auch diese sollten idealerweise weiter in ein therapeutisches Gesamtkonzept integriert sein. Im späteren Verlauf werden regelmäßige bzw. auch Phasen intensiverer sensomotorischer Rehabilitation gemäß individueller Indikation vorgesehen. Dabei werden Behandlungsziele und zu deren Erreichung geeignete Interventionen selektiert und der Erfolg von Maßnahmen mittels standardisierter Assessments überprüft. Wie lange die sensomotorische Rehabilitation poststationär fortgesetzt wird, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, u. a. von Art und Umfang der neurologischen Funktionsausfälle, dem Rehabilitationspotenzial, dem Erfolg verordneter Behandlungen, aber auch von den sozialen Kontextfaktoren. Auch für die Rehabilitation auf Grundlage der ambulanten Heilmittelerbringung ist die Formulierung von eindeutigen Rehabilitationszielen erforderlich. Bei Pat. mit bleibenden neurologischen Funktionsstörungen, z. B. Hemiparesen, kann die Fortsetzung der ambulanten Rehabilitation auch dem Erhalt der Mobilität und Selbsthilfefähigkeit dienen. Daten aus wissenschaftlichen Studien gibt es hierzu jedoch nicht.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Die Fortsetzung der sensomotorischen Rehabilitation als ambulante Behandlung, in der Regel auf Grundlage von Heil- und Hilfsmittelverordnungen, sollte zur Erreichung spezifischer Behandlungsziele erfolgen, kann regelmäßige Behandlung ebenso umfassen wie Phasen intensiver Behandlung und sollte durch geeignete standardisierte Assessments auf Wirksamkeit überprüft werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |

### 2.3 Rehabilitation nach hypoxischem Hirnschaden

Mit der steigenden Anzahl an Patientinnen und Patienten, die eine kardiopulmonale Reanimation überleben, steigt auch die Zahl der dadurch bedingten Folgeerkrankungen, insbesondere des hypoxischen Hirnschadens. Anders als bei der fokalen Hirnschädigung durch einen Schlaganfall führt die globale Ischämie beim Herz-Kreislauf-Stillstand vorrangig zu einer Schädigung von Hirnregionen mit besonders niedriger Ischämietoleranz. Dazu gehört vor allem die Hippocampusregion. Im Vordergrund stehen deswegen weniger sensomotorische Ausfälle als kognitive Funktionsstörungen, vor allem des Kurz- und Langzeitgedächtnisses (sowie auch Störungen des Bewusstseins). Es gibt keine Daten aus prospektiv angelegten kontrollierten Studien zur Wirksamkeit von Rehabilitationsmaßnahmen. In einer retrospektiven Studie an 152 Pat. konnte während einer stationären Rehabilitationsbehandlung eine Verbesserung von kognitiven Leistungen beobachtet werden (Stock et al., 2016). Eine weitere retrospektive Studie mit 93 Pat. zeigte, dass ausreichend lange neurologische Frührehabilitation über eine breite Spanne an Beeinträchtigung (ADL-Kompetenz) zu Beginn der Rehabilitation mit zum Teil sehr großen Fortschritten bei der Alltagskompetenz einhergeht (Heinz & Rollnik, 2015). Die Rehabilitation sensomotorischer Defizite ist dabei an die individuellen kognitiven Fähigkeiten adaptiert umzusetzen. Grundsätzlich sind ein (senso-)motorisches Lernvermögen und Erholungspotenzial auch bei schweren kognitiven Einschränkungen möglich.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                 | Neu<br>Stand (2023) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Pat. nach einer hypoxischen Hirnschädigung sollten in Abhängigkeit von ihren neurologischen, neuropsychologischen und psychischen Funktionsstörungen einer strukturierten Rehabilitation zugeführt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                     |                     |

| Empfehlung                                                                                                                        | Neu<br>Stand (2023) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Die Rehabilitation sensomotorischer Defizite sollte dabei an die individuellen kognitiven Fähigkeiten adaptiert umgesetzt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                            |                     |

## 2.4 Rehabilitation nach Schädel-Hirn-Trauma

Trotz rückläufiger Unfallzahlen und technologischer Fortschritte bei der Unfallverhütung bleibt das Schädel-Hirn-Trauma (SHT) eine der großen Herausforderungen in der neurologischen Rehabilitation. Immer häufiger sind ältere Menschen betroffen, die durch Stürze eine Kopfverletzung mit Hirnschädigung erleiden. Grundsätzlich lässt sich die gestufte Versorgung des Phasenmodells der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation auch für die Behandlung des SHT anwenden. In allen Stufen der medizinischen Rehabilitation sollte die Behandlung nach einem einheitlichen Therapiekonzept von einem multiprofessionellen Behandlungsteam geleistet werden, zu dem in der Regel Ärztinnen und Ärzte, Pflegekräfte, Physiotherapeuten und Physiotherapeutinnen, Ergotherapeuten und Ergotherapeutinnen, Logopädinnen und Logopäden, Neuropsychologinnen und Neuropsychologen sowie der Sozialdienst gehören und das bedarfsweise durch Hilfsmittelversorger unterstützt wird. Die Rehabilitation nach Hirnverletzungen fördert die Genesung durch drei Hauptansätze:

1. Die Neuroplastizität wird durch Rehabilitationsmaßnahmen gefördert.
2. Erkennen und Verhindern von Komplikationen während der (teil-)stationären Rehabilitation in den Tagen bis Monaten nach einer Hirnverletzung
3. Hilfsmittelanpassungen werden im Rahmen der Rehabilitation etabliert, um entsprechende Verbesserung der Partizipation im Alltag zu ermöglichen (Platz, 2021).

Es gibt nur begrenzt Daten aus kontrollierten Studien zur Wirksamkeit einzelner Rehabilitationstechniken, strukturierter Behandlungsprogramme oder zum optimalen Zeitfenster für die Rehabilitation nach SHT. Zu den wichtigsten Empfehlungen für die Rehabilitation nach SHT gehören Edukationsprogramme, computergestütztes Training, wiederholtes aufgabenspezifisches Üben von Aktivitäten des täglichen Lebens, sichere Nutzung von Hilfsmitteln und verhaltensmodifizierendes Training und Beratung (Lee et al., 2019). Durch frontotemporale Prädispositionsstellen für Hirnkontusionen beim SHT spielen kognitive und Exekutivfunktionsstörungen mit Beeinträchtigung der Verhaltens- und Impulskontrolle nicht selten eine bedeutende Rolle in der Rehabilitation nach SHT. Verhaltenstherapeutische Ansätze sind daher oftmals integraler Bestandteil der Behandlung. Die Rehabilitation der ebenso häufigen sensomotorischen Störungen findet adaptiert an die individuellen Besonderheiten statt und ist nicht selten durch ein auch über längere Zeit bestehendes Rehabilitationspotenzial gekennzeichnet. In einer kleinen, aber kontrollierten Studie an Pat. mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma war die Funktionserholung nach frühem Behandlungsbeginn besser im Vergleich zu Pat., die später behandelt wurden (Andelic et al., 2012).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Neu<br>Stand (2023) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Die Rehabilitation nach einem Schädel-Hirn-Trauma sollte koordiniert von einem multiprofessionellen Behandlungsteam erbracht werden. Auch bei der sensomotorischen Rehabilitation sollten neuropsychologische und/oder verhaltenstherapeutische Ansätze berücksichtigt werden, wenn Beeinträchtigungen des Verhaltens und der Impulskontrolle vorliegen. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |

## 2.5 Rehabilitation nach Hirntumoren

Sensomotorische Störungen sind häufige Folgen von Hirntumoren und deren Behandlungen. Art und Ausmaß der Rehabilitationsmaßnahmen hängen von den neurologischen Funktionsstörungen und von dem zu erwartenden biologischen Verhalten des Tumors ab. Häufig ist die Rehabilitation in eine tumorspezifische, neuroonkologische Behandlung integriert. Im Vordergrund stehen Maßnahmen zur Verbesserung der sensomotorischen, kommunikativen und neuropsychologischen Defizite sowie die Unterstützung bei der Krankheitsverarbeitung und bei emotionalen Belastungen. Die Evidenz für die Wirksamkeit solcher Maßnahmen ist bisher nicht durch adäquate Studien belegt, wenngleich kleinere kontrollierte Studien nahelegen, dass eine multidisziplinäre intensive Rehabilitation bei Hirntumorkr. die Mobilität, Kontinenz und Selbsthilfefähigkeit bei Alltagsaktivitäten verbessert (Khan et al., 2014). Ebenso fehlen randomisierte kontrollierte Studien hinsichtlich der Organisation (stationäre vs. ambulante Therapie), Therapieintensität und Therapielänge sowie Kosteneffizienz.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Neu<br>Stand (2023) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Die Rehabilitation bei Pat. mit Hirntumoren sollte koordiniert von einem multiprofessionellen Behandlungsteam und in die tumorspezifische Behandlung integriert erbracht werden. Dabei sollte die sensomotorische Rehabilitation analog zu der bei anderen Hirnschädigungen durchgeführt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                           |                     |

## 2.6 Rehabilitation nach Enzephalitiden

Neben neuropsychologischen Ausfällen sind sensomotorische Störungen häufige Ursachen einer Behinderung nach Enzephalitiden. Im Vordergrund stehen Maßnahmen, die diese Beeinträchtigungen verbessern. Daten aus kontrollierten Studien zur Wirksamkeit einzelner Rehabilitationsmethoden oder strukturierter Behandlungsprogramme liegen nicht vor.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Neu<br>Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Pat. nach Enzephalitiden sollten in Abhängigkeit von ihren neurologischen, neuropsychologischen und psychischen Funktionsstörungen einer strukturierten Neurorehabilitation zugeführt werden. Dabei sollte die sensomotorische Rehabilitation analog zu der bei anderen Hirnschädigungen durchgeführt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |

## Literatur

1. Andelic N., Bautz-Holter E., Ronning P., et al. Does an early onset and continuous chain of rehabilitation improve the long-term functional outcome of patients with severe traumatic brain injury? *Journal of Neurotrauma*. 2012;29(1): 66–74. doi: 10.1089/neu.2011.1811.
2. AVERT Trial Collaboration Group. Bernhardt J, Langhorne P, Lindley RI, Thrift AG, Ellery F, Collier J, Churilov L, Moodie M, Dewey H, Donnan G. Efficacy and safety of very early mobilisation within 24 h of stroke onset (AVERT): a randomised controlled trial [published correction appears in *Lancet*. 2015;386:30]. *Lancet*. 2015; 386:46–55.
3. Bernhardt J, Hayward KS, Kwakkel G, Ward NS, Wolf SL, Borschmann K, Krakauer JW, Boyd LA, Carmichael ST, Corbett D, Cramer SC. Agreed definitions and a shared vision for new standards in stroke recovery research: The Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable taskforce. *Int J Stroke*. 2017 Jul;12(5):444-450.
4. Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR) (Hrsgb.). Empfehlungen zur Neurologischen Rehabilitation von Patienten mit schweren und schwersten Hirnschädigungen in den Phasen B und C. Frankfurt/Main, 2. November 1995.
5. [https://www.bar-frankfurt.de/fileadmin/dateiliste/\\_publikationen/reha\\_vereinbarungen/pdfs/Empfehlung\\_neurologische\\_Reha\\_Phasen\\_B\\_und\\_C.pdf](https://www.bar-frankfurt.de/fileadmin/dateiliste/_publikationen/reha_vereinbarungen/pdfs/Empfehlung_neurologische_Reha_Phasen_B_und_C.pdf) (erreicht am 15.10.2022)
6. Buntin MB, Colla CH, Deb P, Sood N, Escarce JJ. Medicare spending and outcomes after postacute care for stroke and hip fracture. *Med Care*. 2010; 48:776–784. doi: 10.1097/MLR.0b013e3181e359df.
7. Harvey RL. Predictors of Functional Outcome Following Stroke. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2015 Nov; 26(4):583–98. doi: 10.1016/j.pmr.2015.07.002. Epub 2015 Sep 26. Review.
8. Heinz UE, Rollnik JD. Outcome and prognosis of hypoxic brain damage patients undergoing neurological early rehabilitation. *BMC Res Notes*. 2015 Jun 17;8:243. doi: 10.1186/s13104-015-1175-z. Erratum in: *BMC Res Notes*. 2016;9:396.
9. Joy MT, Carmichael ST. Encouraging an excitable brain state: mechanisms of brain repair in stroke. *Nat Rev Neurosci*. 2021 Jan;22(1):38-53. doi: 10.1038/s41583-020-00396-7.
10. Khan F, Amatya B, Drummond K, Galea M. Effectiveness of integrated multidisciplinary rehabilitation in primary brain cancer survivors in an Australian community cohort: a controlled clinical trial. *Journal of Rehabilitation Medicine* 2014;46: 754-60.
11. Langhorne P, Ramachandra S, Stroke Unit Trialists' Collaboration. Organised inpatient (stroke unit) care for stroke: network meta-analysis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Apr 23;4(4):CD000197. doi: 10.1002/14651858.CD000197.pub4.

12. Lee SY, Amatya B, Judson R, Truesdale M, Reinhardt JD, Uddin T, Xiong XH, Khan F. Clinical practice guidelines for rehabilitation in traumatic brain injury: a critical appraisal. *Brain Inj.* 2019;33(10):1263-1271. doi: 10.1080/02699052.2019.1641747.
13. Marklund N, Bellander BM, Godbolt AK, Levin H, McCorry P, Thelin EP. Treatments and rehabilitation in the acute and chronic state of traumatic brain injury. *J Intern Med*; 2019 Jun;285(6):608-623. doi: 10.1111/joim.12900.
14. Platz T (Hrsgb.). Update Neurorehabilitation 2022. Tagungsband zur Summer School Neurorehabilitation. Hippocampus Verlag, Bad Honnef, 2022.
15. Platz T., Schmuck L., Roschka S., BurrIDGE J. (2021) Arm Rehabilitation. In: Platz T. (eds) *Clinical Pathways in Stroke Rehabilitation*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58505-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58505-1_7)
16. Stinear CM. Prediction of motor recovery after stroke: advances in biomarkers. *Lancet Neurol.* 2017 Oct;16(10):826-836. doi: 10.1016/S1474-4422(17)30283-1. Epub 2017 Sep 12. PMID: 28920888 Review.
17. Stock D, Jacob B, Chan V et al. *Arch Phys Med Rehabil.* 2019 Sep;100(9):1640-1647. doi: 10.1016/j.apmr.2019.01.012. Epub 2019 Feb 20.
18. van der Vliet R, Selles RW, Andrinopoulou ER, Nijland R, Ribbers GM, Frens MA, Meskers C, Kwakkel G. Predicting Upper Limb Motor Impairment Recovery after Stroke: A Mixture Model. *Ann Neurol.* 2020 Mar;87(3):383-393. doi: 10.1002/ana.25679.
19. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 10871. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710871>  
<https://www.mdpi.com/journal/ijerph>
20. Kushner D., et al. Rehabilitation of motor dysfunction in primary brain tumor patients *Neuro Onco Pract.* 2(4), 185-191, 2015;
21. Hansen A. et al, *Phys. Therapie* 100: 564-574(2020) Effectiveness of Physical Therapy- and Occupational Therapy- Based Rehabilitation in People Who Have Glioma and Are Undergoing Active Anticancer Treatment

### 3 Besonderheiten bei Multipler Sklerose

Christian Dettmers, Gereon Nelles

#### 3.1 Grundlagen der Rehabilitation bei entzündlichen Erkrankungen

Plastizität – die intrinsische Fähigkeit des Gehirns, sich entsprechend externen Reizen oder Läsionen anzupassen –, wie sie tierexperimentell und bei Pat. mit Schlaganfall gut belegt ist, existiert auch bei entzündlichen Hirnerkrankungen (Pan & Chan, 2021; Prosperini & Di Filippo, 2019). Besonders deutlich ist dies mittels Studien mit funktioneller Bildgebung gezeigt, die häufig eine Mehraktivierung zeigen, die als Kompensationsmechanismus verstanden wird (Rocca et al., 2015). Funktionelle und mikrostrukturelle Veränderungen finden sich in den Hirnstrukturen, die aktivitätsabhängig stimuliert wurden, und sind Folge spezifischen aufgabenorientierten Trainings, nicht unspezifischer Aktivierung im Rahmen der Rehabilitation (Prosperini & Di Filippo, 2019; Prosperini et al., 2014). Mit Ausnahme einzelner, teils auch divergenter Studien fehlt eine überzeugende Synopsis, durch welches Training welche Strukturen aktiviert, wie Reparationsvorgänge (Remyelinisierung, Aussprossung und Neuvernetzung) gefördert werden und wie sich dies auf den klinischen Erfolg auswirkt.

Gegenüber den pathophysiologischen Verhältnissen beim Hirninfarkt muss man methodische und inhaltliche Unterschiede berücksichtigen. Das ist ein Grund, warum wir in dieser Ausgabe der Leitlinie den entzündlichen Erkrankungen und damit vor allem der Multiplen Sklerose einen eigenen Abschnitt widmen:

1. Die Defizite und Verlaufsformen bei den Patientinnen und Patienten mit MS sind interindividuell sehr unterschiedlich bzw. die Variabilität ist größer als beim Hirninfarkt mit anatomischen Gefäßterritorien und korrespondierenden Ausfallerscheinungen. Aufgrund der hohen Variabilität der Läsionen bei MS müssten die Gruppengrößen für Studien sehr groß sein, sodass es weniger aussagekräftige Studien zur klinischen Erholung/Plastizität gibt als beim Hirninfarkt.
2. Aufgrund der unterschiedlichen Defizite sind die Therapieziele auch unterschiedlich und es lassen sich nicht einfach homogene Gruppen mit einheitlichen Defiziten und Zielen bilden.
3. Schübe verhindern eine einfache Beurteilung zur nachhaltigen Wirksamkeit von Übungsbehandlungen.
4. Der Krankheitsprozess ist auch ohne sichtbare Schübe oder neue Herde häufig progredient durch degenerative und/oder diffus entzündliche Prozesse. Diese verlaufen interindividuell mit unterschiedlicher Geschwindigkeit, was erneut die Verläufe sehr variabel macht und eine Beurteilung von Rehabilitationsmaßnahmen erschwert.
5. Ein weiterer Unterschied zum Schlaganfall ist auch, dass Fatigue häufiger und ausgeprägter ist (siehe Kapitel 9. Fatigue ist der häufigste Grund für eine teilweise Erwerbsminderung (Kobelt et al., 2017; Simmons, Tribe & McDonald, 2010). Fatigue wirft die Frage auf, wie intensiv das Training sein darf oder sollte. Pat. erleben am Ende des Trainings häufig eine Verschlechterung, was die Motivation senkt. Zudem ist es im Alltag für die Betroffenen, die

noch in Teil- oder Vollzeit erwerbstätig sind, schwierig, im Anschluss an ihre Arbeit noch regelmäßig zu trainieren.

6. Während es für die meisten Pat. mit Schlaganfall offenkundig ist, dass Bewegungsmangel, hoher Blutdruck, hoher Blutzucker und Hyperlipidämie Risikofaktoren für die Entstehung von Durchblutungsstörungen sind und man diesen durch regelmäßige Bewegung entgegenwirken kann, haben Lebensstiländerung und ausreichend Bewegung für viele Pat. mit MS nicht so einen hohen Stellenwert. Es rückt langsam und zunehmend in das Bewusstsein der Gesundheitsbetreuer und -betreuerinnen, dass Pat. mit MS natürlich auch den zerebrovaskulären Risikofaktoren unterliegen und auch dies ein Grund zu regelmäßiger körperlicher Aktivität entsprechend den WHO-Empfehlungen ist (Rütten, 2016). Dabei kommt niedergelassenen Neurologen und Neurologinnen sowie Therapeutinnen und Therapeuten eine wichtige Rolle zu, um Pat. zu regelmäßiger körperlicher Aktivität zu motivieren und ggf. auch entsprechende Verschreibungen zu tätigen (Learmonth & Motl, 2021).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                   | Neu<br>Stand (2023) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Pat. mit MS sollten im Verlauf der Erkrankung frühzeitig dazu angehalten werden, zur Verbesserung von Gleichgewicht, Ausdauer, Kraft und Geschicklichkeit regelmäßiges körperliches Training zu absolvieren. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                       |                     |

Neben der Verbesserung der körperlichen Fitness regt körperliches Training auch die Kognition und/oder Plastizität an, erhöht das allgemeine Wohlbefinden und die Lebensqualität und ist antidepressiv, möglicherweise sogar neuroprotektiv (Mahalakshmi, Maurya, Lee & Bharath Kumar, 2020).

Daher ist die Rehabilitation mittlerweile fester Bestandteil einer adäquaten modernen Behandlung der MS. Kernbestandteile einer nachhaltigen Rehabilitation sind Schulungen, regelmäßiges körperliches Training und Erkenntnisse aus dem Bereich der Lebensstiländerung (Learmonth & Motl, 2021). Regelmäßiges Eigentaining bekommt einen hohen Stellenwert und wird immer wichtiger. Dieses kann auch durch Teilnahme an digitalen Programmen oder Tele-Reha-Nachsorge erfolgen (Dennett, Gunn & Freeman, 2018; Rintala et al., 2018), die mittlerweile durch Kostenträger gefördert, organisiert und unterstützt werden. Zukünftig wird man darauf achten müssen, dass die Internetangebote auch den Leitlinien entsprechen (Sadeghi-Bahmani, Silveira, Baird & Motl, 2021).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                          | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Sofern Pat. nicht intrinsisch ausreichend motiviert sind, regelmäßig selbstständig zu trainieren, sollten sie über ambulante therapeutische Begleitung an ein regelmäßiges körperliches Training herangeführt werden. Zusätzlich können anerkannte Internetangebote erwogen werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |

## Assessment

Für das Assessment wird der 9-Loch-Stecktest oder ein Handdynamometer für die Funktion der oberen Extremität empfohlen, für die Dokumentation z. B. der Gehfähigkeit und -geschwindigkeit der 10-Meter-Gehtest, der Ausdauer und Belastbarkeit beim Gehen der 2-Minuten-Gehtest oder der 6-Minuten-Gehtest (Roy & Benedict, 2018).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Neu<br>Stand (2023) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Zur Dokumentation der Handfunktion sollten zu individuell sinnvollen Zeitpunkten (mindestens einmal im Jahr) die Maximalkraft (Dynamometer) und die Feinmotorik (9-Loch-Stecktest) sowie zur Erfassung der Mobilität der 10-Meter-Gehtest und der 2-Minuten- oder der 6-Minuten-Gehtest durchgeführt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                     |

Die Mobilität lässt sich hinsichtlich der Outcomes sinnvollerweise unterteilen in Gehfähigkeit, Gehgeschwindigkeit, Ausdauer, Balance/Gleichgewicht bzw. Stürze. Eine von der DGNR initiierte Redaktionsgruppe hat eine übersichtliche Tabelle entwickelt, in der dargestellt ist, welche Trainingsmethode für welches mobilitätsbezogene Outcome welche Trainingsform evidenzbasiert ist (S. 22 in Tholen et al., 2019)\*. Hier finden sich auch die Verweise auf die Originalarbeiten und deren Bewertungen, auf denen die nachfolgenden Empfehlungen beruhen.

| Empfehlung                                                                                                        | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Zur Förderung der Mobilität soll vorrangig ein regelmäßiges, therapeutisch angeleitetes Gangtraining stattfinden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                            |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                 | Neu<br>Stand (2023) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Unterstützend sollen ein systematisches Ausdauertraining (Laufband, Ergometer, Gehen) und ein gezieltes Krafttraining durchgeführt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                     |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Für schwer Betroffene (EDSS > 6) <sup>1</sup> sollte Roboter-assistierte Gangtraining zum Erhalt oder zur Verbesserung der Gehfähigkeit eingesetzt werden. Alternativ sollte ein möglichst vergleichbar intensives Gangtraining erfolgen. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                    |                     |

<sup>1</sup>Die Expanded Disability Status Scale (EDSS) ist eine von John F. Kurtzke (1983) entwickelte Leistungsskala, die den Schweregrad der Behinderung bei Multiple-Sklerose-Pat. angibt. Die Skala beginnt bei Grad 0,0 und endet bei Grad 10,0, wobei höhere Grade im Laufe der Erkrankung nur von einem Teil der Erkrankten erreicht werden. EDSS-Grad 6.0: Bedarf intermittierend, oder auf einer Seite konstant, der Unterstützung (Krücke, Stock, Schiene) um etwa 100 m ohne Rast zu gehen.

| Empfehlung                                                                                            | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Zur Verbesserung des Gleichgewichts sollte ein spezielles Gleichgewichtstraining durchgeführt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                |                     |

| Empfehlung                                                                               | Neu<br>Stand (2023) |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Virtuelle Realität kann zur Verbesserung des Gleichgewichts ergänzend eingesetzt werden. |                     |
| Konsensstärke: 86,7 %                                                                    |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                     | Neu<br>Stand (2023) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Tai-Chi und Hippotherapie, ggf. auch Pilates und Yoga, können zur Verbesserung von Koordination und Gleichgewicht ergänzend eingesetzt werden. |                     |
| Konsensstärke: 92,9 %                                                                                                                          |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                          | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Regelmäßige sensomotorische Therapie sollte funktionell, ziel- und alltagsorientiert auf die bestehenden Beeinträchtigungen ausgerichtet sein. Dabei sollte der Therapieerfolg mittels standardisierter Assessments erfasst werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                              |                     |

Die American Academy of Neurology geht davon aus, dass acht Wochen ambulante Therapie wahrscheinlich die Gehfähigkeit verbessert, aber nicht die Funktion der oberen Extremität (Haselkorn et al., 2015). Drei Wochen stationäre oder sechs Wochen teilstationäre multidisziplinäre Rehabilitation sind vielleicht wirksam (Haselkorn et al., 2015).

Ein Cochrane Review von 2019 argumentiert, dass die Evidenz, durch Training Stürze bei MS zu verhindern, schwach sei (Hayes et al., 2019). Eine aktuelle aussagekräftige Übersicht bestätigt die Wirksamkeit der interdisziplinären Rehabilitation bei MS hinsichtlich Selbstständigkeit und Lebensqualität und kommentiert auch viele therapeutische Einzelmaßnahmen und Techniken (Momsen, Ortenblad, & Maribo 2022).

Den Effekt von Interventionen auf Feinmotorik, Kraft, Ataxie oder Sensibilität im Bereich der oberen Extremität abzuschätzen, ist schwierig, da die Interventionen meist eingebunden sind in eine multimodale Rehabilitation. Eine systematische Übersichtsarbeit hat acht RCTs identifiziert, die den Effekt von Übungsbehandlungen an 2–3 Tagen/Woche über 30–60 Minuten und 5–24 Wochen auf den ARAT, den 9-Loch-Stecktest oder die Griffkraft untersucht haben (Neira et al., 2022). Die Autoren folgern zurückhaltend, dass durch Krafttraining eine Verbesserung von Kraft und Funktion der oberen Extremität bei MS möglich ist.

Telerehabilitation stellt ein wichtiges Instrument dar zur Steigerung der Intensität und Regelmäßigkeit des heimbasierten Trainings sowie zur Sicherung der Nachhaltigkeit (Dennett et al., 2018; Rintala et al., 2019).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Neu<br>Stand (2023) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Für Patientinnen und Patienten mit Arm- oder Handfunktionsstörungen sollte bei entsprechendem Rehabilitationsziel ein schädigungs- oder aktivitätsorientiertes Training zur Funktionsverbesserung der oberen Extremitäten durchgeführt werden. Dabei sollte der Therapieerfolg mit einem standardisierten Assessment erfasst werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |

**\*Anmerkung:** Raina Tholen nahm für den ZVK an der Arbeitsgruppe der DGNR zur Erstellung der Leitlinie zur Bewegungstherapie zur Verbesserung der Mobilität von Pat. mit MS teil. Sie führte die Recherchen und Bewertungen durch und trug ganz wesentlich zum erfolgreichen Abschluss der Arbeitsgruppe bei. Nach schwerer Krankheit verstarb sie am 4.6.2020.

## Literatur

1. Dennett, R., Gunn, H., & Freeman, J. A. (2018). Effectiveness of and User Experience With Web-Based Interventions in Increasing Physical Activity Levels in People With Multiple Sclerosis: A Systematic Review. *Phys Ther*, 98(8), 679-690. doi:10.1093/ptj/pzy060
2. Haselkorn, J. K., Hughes, C., Rae-Grant, A., Henson, L. J., Bever, C. T., Lo, A. C., . . . Narayanaswami, P. (2015). Summary of comprehensive systematic review: Rehabilitation in multiple sclerosis: Report of the Guideline Development, Dissemination, and Implementation Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*, 85(21), 1896-1903. doi:10.1212/WNL.0000000000002146
3. Hayes, S., Galvin, R., Kennedy, C., Finlayson, M., McGuigan, C., Walsh, C. D., & Coote, S. (2019). Interventions for preventing falls in people with multiple sclerosis. *Cochrane Database Syst Rev*, 11, CD012475. doi:10.1002/14651858.CD012475.pub2
4. Kobelt, G., Thompson, A., Berg, J., Gannedahl, M., Eriksson, J., Group, M. S., & European Multiple Sclerosis, P. (2017). New insights into the burden and costs of multiple sclerosis in Europe. *Mult Scler*, 23(8), 1123-1136. doi:10.1177/1352458517694432
5. Kurtzke, J.F. (1983). Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology*, 33(11), 1444-52. doi:10.1212/wnl.33.11.1444.
6. Learmonth, Y. C., & Motl, R. W. (2021). Exercise Training for Multiple Sclerosis: A Narrative Review of History, Benefits, Safety, Guidelines, and Promotion. *Int J Environ Res Public Health*, 18(24). doi:10.3390/ijerph182413245
7. Mahalakshmi, B., Maurya, N., Lee, S. D., & Bharath Kumar, V. (2020). Possible Neuroprotective Mechanisms of Physical Exercise in Neurodegeneration. *Int J Mol Sci*, 21(16). doi:10.3390/ijms21165895
8. Momsen, A. H., Ortenblad, L., & Maribo, T. (2022). Effective rehabilitation interventions and participation among people with multiple sclerosis: An overview of reviews. *Ann Phys Rehabil Med*, 65(1), 101529. doi:10.1016/j.rehab.2021.101529
9. Neira V.E., Niemietz T.D., Farrell J.F. (2022). The effects of exercise training on upper extremity function for persons with Multiple Sclerosis: A systematic review. *J Rehabilitation Med-Clinical Communication*. Vol 5, Article 2306
10. Pan, S., & Chan, J. R. (2021). Clinical Applications of Myelin Plasticity for Remyelinating Therapies in Multiple Sclerosis. *Ann Neurol*, 90(4), 558-567. doi:10.1002/ana.26196
11. Prosperini, L., & Di Filippo, M. (2019). Beyond clinical changes: Rehabilitation-induced neuroplasticity in MS. *Mult Scler*, 25(10), 1348-1362. doi:10.1177/1352458519846096

12. Prosperini, L., Fanelli, F., Petsas, N., Sbardella, E., Tona, F., Raz, E., . . . Pantano, P. (2014). Multiple sclerosis: changes in microarchitecture of white matter tracts after training with a video game balance board. *Radiology*, 273(2), 529-538. doi:10.1148/radiol.14140168
13. Rintala, A., Hakala, S., Paltamaa, J., Heinonen, A., Karvanen, J., & Sjogren, T. (2018). Effectiveness of technology-based distance physical rehabilitation interventions on physical activity and walking in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Disabil Rehabil*, 40(4), 373-387. doi:10.1080/09638288.2016.1260649
14. Rintala, A., Paivarinne, V., Hakala, S., Paltamaa, J., Heinonen, A., Karvanen, J., & Sjogren, T. (2019). Effectiveness of Technology-Based Distance Physical Rehabilitation Interventions for Improving Physical Functioning in Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Arch Phys Med Rehabil*, 100(7), 1339-1358. doi:10.1016/j.apmr.2018.11.007
15. Rocca, M. A., Amato, M. P., De Stefano, N., Enzinger, C., Geurts, J. J., Penner, I. K., . . . Group, M. S. (2015). Clinical and imaging assessment of cognitive dysfunction in multiple sclerosis. *Lancet Neurol*, 14(3), 302-317. doi:10.1016/S1474-4422(14)70250-9
16. Roy S, Benedict RHB: Assessment of cognitive impairment in Multiple Sclerosis. In: DeLuca J, Sandroff BM: Cognition and Behavior in Multiple Sclerosis. American Psychological Association, 2018
17. Rütten, A., Pfeifer, K. (2016). Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung. doi:[https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3\\_Downloads/B/Bewegung/Nationale-Empfehlungen-fuer-Bewegung-und-Bewegungsfoerderung-2016.pdf](https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/B/Bewegung/Nationale-Empfehlungen-fuer-Bewegung-und-Bewegungsfoerderung-2016.pdf)
18. Sadeghi-Bahmani, D., Silveira, S. L., Baird, J. F., & Motl, R. W. (2021). Do internet resources align with exercise training and physical activity guidelines for people with multiple sclerosis? *Mult Scler J Exp Transl Clin*, 7(3), 20552173211038035. doi:10.1177/20552173211038035
19. Simmons, R. D., Tribe, K. L., & McDonald, E. A. (2010). Living with multiple sclerosis: longitudinal changes in employment and the importance of symptom management. *J Neurol*, 257(6), 926-936. doi:10.1007/s00415-009-5441-7
20. Tholen, R., Dettmers, C., Henze, T., Höthker, S., Flachenecker, P., Lamprecht, S., Sailer, M., Tallner, A., Vaney, C. (2019). Bewegungstherapie zur Verbesserung der Mobilität von Patienten mit Multipler Sklerose. *Neurol & Rehabil*, 25, 3-40.

## 4 Besonderheiten bei peripheren neuromuskulären Erkrankungen

Caroline Renner

Die neuromuskulären Erkrankungen (NME) sind eine heterogene Gruppe von Erkrankungen, die vorwiegend das periphere Nervensystem betreffen. Es liegt eine Schädigung der Nerven, der neuromuskulären Übertragung, des Muskels oder eine Kombination dieser Komponenten zugrunde. Es können das zentrale, das sensible oder auch das autonome Nervensystem und andere Organsysteme mitbetroffen sein. Allen NME gemein ist eine Verminderung der Muskelkraft (Kaindl et al., 2019). Das kann zu einer Schwäche der Atem-, Schluck-, Rumpf- und Extremitätenmuskulatur und dadurch zu Einschränkungen in den Alltagsaktivitäten („activities of daily living“, ADL) und zur Behinderung führen. Kurzfristiges Ziel der sensomotorischen Rehabilitation im Rahmen der neurologischen Frührehabilitation (Phase B (Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation, 1999) bei NME ist es, Komplikationen, wie z. B. Druckulzera, Kontrakturen und Inaktivitätsatrophie, zu vermeiden. Mittelfristige Ziele in der Phase B sind die Entwöhnung von der maschinellen Beatmung sowie die Wiederherstellung normaler Körperfunktionen. Langfristiges Ziel ist es in allen Phasen der neurologischen Rehabilitation bei NME, eine größtmögliche Wiederherstellung der Muskelkraft, die größtmögliche Selbstständigkeit in den basalen und erweiterten Aktivitäten des täglichen Lebens und die größtmögliche Teilhabe zu erreichen bzw. zu erhalten. Die NME umfassen akute, subakute, aber vor allem auch chronische Krankheiten, daher sind eine Fortführung der sensomotorischen Therapien nicht nur im stationären Bereich, sondern auch im ambulanten Bereich sowie eine stationäre Rehabilitation im Intervall z. B. i. R. eines Heilverfahrens von besonderer Bedeutung. Wichtig ist es, eine lückenlose Behandlungskette zu gewährleisten.

In einem aktuellen systematischen Review mit Metaanalyse aus 76 Studien wurde nachgewiesen, dass mindestens 6 Wochen aerobes Training, Krafttraining oder ein Kombinationstraining für verschiedene Formen der NME effektiv die Muskelkraft und funktionelle Kapazität (gemessen anhand des 6-Minuten-Gehtests und des Timed-Up-and-Go-Tests) und die Lebensqualität (gemessen am SF-36) im Vergleich zum Status vorher verbessern und keine schädlichen Nebenwirkungen haben (Stefanetti et al., 2020). In der Metaanalyse zum Vergleich zwischen oben genanntem Übungstraining und üblicher Behandlung zeigte sich nur eine signifikante Verbesserung der aeroben Kapazität. D. h., ein Kraft- und Ausdauertraining ist nicht nur nicht schädlich, sondern verbessert auch die Kraft, die aerobe und funktionelle Kapazität sowie die Lebensqualität. Outcomes bezüglich der Aktivitäten des täglichen Lebens wurden allerdings nicht untersucht.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Neu Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Sensomotorische Rehabilitation bei neuromuskulären Erkrankungen sollte integriert in die individuell indizierte Neurorehabilitation ein Kraft- und Ausdauertraining der Muskulatur beinhalten und – soweit möglich – einen funktionswiederherstellenden Ansatz verfolgen, um Aktivitäten und Teilhabe zu fördern. |                  |
| Sensomotorische Rehabilitation bei (chronischen) neuromuskulären Erkrankungen sollte über die stationäre Neurorehabilitation hinaus eine Fortführung der Therapien im ambulanten Bereich beinhalten und somit eine lückenlose Behandlungskette gewährleisten.                                                     |                  |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |

Im Folgenden wird die Rehabilitation von Krankheiten besprochen, bei denen eine Schädigung der Vorderhornzelle (amyotrophe Lateralsklerose), des Axons (Critical-Illness-Neuropathie), der Schwann-Zelle (akute und chronische demyelinisierende Polyneuropathie), der motorischen Endplatte (Myasthenie) oder des Muskels (Critical-Illness-Myopathie) vorliegt. Die rehabilitative Behandlung von hereditären Muskelatrophien und Neuropathien ist nicht Gegenstand dieses Kapitels.

## 4.1 Neuromuskuläre Plastizität

Die Plastizität der peripheren Nerven und der Muskeln bildet die Grundlage für die sensomotorische Rehabilitation und begründet die unterschiedlichen Regenerationszeiten verschiedener neuromuskulärer Erkrankungen.

### Regeneration der Nerven

Periphere Nervenläsionen können die Schwann-Zellen mit ihrer Myelinscheide und/oder das Axon betreffen. Wenn nur die Myelinscheide, wie z. B. bei entzündlichen Erkrankungen, betroffen ist, so kommt es zur Neubildung der fokalen Myelinscheiden-Segmente in etwa 4–8 Wochen, soweit keine erneute Verletzung stattgefunden hat (Stoll & Müller, 1999). Wenn nach zwei Monaten keine Funktionserholung zu beobachten ist, dann ist von einer axonalen Läsion auszugehen. Der distale abgetrennte Teil des Axons wird abgebaut (Wallersche Degeneration) und aus dem proximalen Stumpf sprossen Nervenfasern entlang der Basalmembran der untergegangenen Nervenfasern mit einer Geschwindigkeit von 2–4 mm am Tag auf den denervierten Muskel zu. Dieser Prozess ist – abhängig von der Entfernung – sehr langwierig und durch Training nicht beeinflussbar (Stoll & Müller, 1999). Axonale Läsionen führen nicht nur zu einer Muskelschwäche, sondern auch zu Einbußen der Sensibilität und zu neuropathischem Schmerz.

### Regeneration der Muskeln

Die Muskulatur verfügt über enorme plastische Kapazität. Der Strukturstoffwechsel des Muskels hat eine Halbwertszeit von 7–15 Tagen (Pfeiffer, 2010). Allgemein besteht eine Homöostase zwischen Proteinsynthese und Proteindegradation und beide Prozesse unterliegen unter anderem hormonellen und mechanischen Einflüssen. Die Immobilisation eines Muskels führt zur Muskelatrophie (Proteindegradation und Muskelfaserabbau) durch fehlenden Krafteinsatz. Ein Krafttraining führt neben der verbesserten Rekrutierung und Synchronisierung motorischer Einheiten auch zur Zunahme von Muskelfasern (Steinacker et al., 2002; Mukund & Subramaniam, 2020).

## 4.2 Rehabilitation bei Critical-Illness-Polyneuropathie/Critical-Illness-Myopathie als Bestandteil des Post-Intensive-Care-Syndroms

Das Post-Intensive-Care-Syndrom (PICS) bezeichnet einen neurologisch heterogenen Schädigungskomplex, der bei kritisch Erkrankten nach einem Aufenthalt auf der Intensivstation beobachtet werden kann und der zu erhöhten Morbiditäts-, Rehospitalisierungs- und Mortalitätsraten, bleibenden Einschränkungen in der körperlichen, kognitiven und psychischen

Gesundheit und Beeinträchtigungen in der gesundheitsbezogenen Lebensqualität und Partizipation am gesellschaftlichen Leben führen kann (Ramnarain et al., 2021). Das Syndrom ist gekennzeichnet durch neue oder verstärkte Beeinträchtigungen der kognitiven, psychischen und/oder physischen Funktionen, die den Krankenhausaufenthalt überdauern. Per definitionem liegt ein PICS vor, wenn eine oder mehrere der drei Funktionsebenen beeinträchtigt sind (Needham et al., 2012). Die physischen Beeinträchtigungen betreffen neuromuskuläre Funktionen, oft zusammengefasst als „Intensive Care Unit-Acquired Weakness (ICUAW)“ und betreffen das Schlucken, die Atmung, die Mobilität und die Selbsthilfefähigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens. ICUAW fasst alle Arten der Muskelschwäche zusammen. Dazu gehören auch die Critical-Illness-Polyneuropathie (CIP), die Critical-Illness-Myopathie (CIM), die Critical-Illness-Neuromyopathie (CINM) und die muskuläre Dekonditionierung. Die CINM ist die häufigste dieser Erkrankungen. Auf der Intensivstation ist eine prolongierte oder fehlgeschlagene Entwöhnung von der Beatmung häufig ein erstes Zeichen von CIP, CIM oder CINM. Die Ätiologie ist unvollständig geklärt, aber Sepsis, systemische Inflammationen, multiples Organversagen, Dysregulationen im Glukosemetabolismus, Langzeitbeatmung, Immobilität, Vasopressoren und Glukokortikoide sind mit der Entwicklung einer ICUAW assoziiert (Inoue et al., 2019; Wang et al., 2020).

Die CIP ist das Ergebnis einer Dysfunktion bzw. des Untergangs einzelner peripherer Axone, gekennzeichnet durch eine sensomotorische, axonale Polyneuropathie und klinisch durch eine schlaffe, symmetrische Muskelschwäche der Extremitäten mit Verlust der Muskeleigenreflexe, aber auch durch eine Schwäche der Atemmuskulatur. Im Verlauf kommt es zu einer Atrophie der Muskeln mit Bevorzugung distaler Muskelgruppen. Obwohl die Muskelschwäche häufig dominiert, kommt es darüber hinaus bei der CIP auch zu sensiblen Nervenläsionen mit Beeinträchtigung von Berührungs-, Schmerz-, Temperatur- und Vibrationsempfinden (Cheung et al., 2021). Insbesondere die Hyperglykämie mit ihren Sekundärschäden fördert die Entstehung einer CIP (Cheung et al., 2021).

Die CIM hingegen ist eine Erkrankung der Muskulatur mit selektivem Verlust von Myosinproteinen und konsekutiver Atrophie der Muskelfasern. Sie teilt mit der CIP die Muskelschwäche und die Muskelatrophie als Symptom, unterscheidet sich von ihr oft jedoch durch einen bevorzugten Befall proximaler Muskelgruppen. Spezifische Risikofaktoren wie die Immobilität und proinflammatorische Zytokine fördern den Verlust von Muskelproteinen und hemmen die Muskelfunktion (Cheung et al., 2021). Die Unterscheidung von CIP und CIM kann klinisch erschwert sein. Das Vorhandensein von sensiblen Ausfallerscheinungen und die Bevorzugung distaler Muskelgruppen deuten dabei auf eine CIP hin. Eine Unterscheidung zwischen CIP, CIM und CINM ist – wenn möglich – aus prognostischen Gründen sinnvoll. Die Prognose der CIM im Vergleich zur CIP ist im Langzeitverlauf günstiger (Cheung et al., 2021), da die Regeneration der Axone bei der CIP deutlich langsamer verläuft (etwa 1–3 mm pro Tag). Darüber hinaus kann es bei der CIP zu persistierenden axonalen Schäden kommen, während bei einer isolierten CIM eine vollständige Restitution zu erwarten ist (Cheung et al., 2021).

Um eine CINM oder ICUAW bei wachen Patientinnen und Patienten diagnostizieren zu können, werden drei Muskelgruppen auf beiden Seiten in der oberen und unteren Extremität nach dem Medical Research Council (MRC) getestet und bewertet (0–5 Punkte, 0: es ist keine Muskelkontraktion spürbar oder sichtbar, 5: es besteht vollständige Kraft). Der Punktwert aller vier Extremitäten wird addiert, bei einem Summenwert < 48 wird von einer ICUAW ausgegangen

(DeJonghe et al., 2002). Den Goldstandard für die differenzierte Diagnostik bilden elektroneurographische und elektromyographische Untersuchungen. Wenn ICUAW/CINM/CIP/CIM diagnostiziert wird, sollten auch kognitive und psychische Funktionen mittels eines geeigneten standardisierten Assessments untersucht werden, da ein PICS wahrscheinlich ist (Renner et al., 2022). Daher bedarf es spezialisierter multiprofessioneller Zentren, in denen neben der sensomotorischen Rehabilitation auch eine kognitive und psychisch-rehabilitative Therapie stattfinden kann, was in der S2e-LL „Multimodale Rehabilitationskonzepte für das Post-Intensive-Care-Syndrom (PICS)“ näher ausgeführt ist (Renner et al., 2022).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                              | Neu<br>Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Bei festgestellter Diagnose einer „Intensive Care Unit-Acquired Weakness“ (ICUAW) sollte auch ein geeignetes standardisiertes Screening zur Erfassung kognitiver und psychischer Komorbidität erfolgen. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                  |                     |

Die Datenlage zur Effektivität der sensomotorischen rehabilitativen Behandlung der ICUAW ist sehr spärlich.

### Frühmobilisierung

Frühmobilisierung kann unterschiedliche Formen und Schwerpunkte annehmen, wie passive Mobilisierung (Bettmobilität, Neuromuskuläre elektrische Stimulation (NMES)), assistierte Übungen (Bettfahrrad („Cycling“), Roboter, funktionale Übungen, Widerstandsübungen, Transfers), aktive Übungen (aktive Übungen, Aktivitäten des täglichen Lebens, Gehen) oder andere Übungen, z. B. kognitive Übungen (Clarissa et al., 2019).

Ein systematischer Review von Fuke et al. (2018) kam zu dem Schluss, dass Frühmobilisation, die passive bis aktive Übungen, ADL-Training, NMES und Bettfahrradübungen beinhaltet, im Vergleich zur üblichen Versorgung das kurzfristige und funktionale Outcome (MRC zum Zeitpunkt der Entlassung), aber nicht das langfristige Outcome nach 3–6 Monaten, gemessen mit den gesundheitsbezogenen Lebensqualitätsinstrumenten (EQ-5D oder SF-36 PF), verbessert.

Neuere Metaanalysen von Wang et al. (2020) und Waldauf et al. (2021) zeigten, dass Frühmobilisierung positive Effekte auf die Dauer der Beatmung, Verweildauer auf der Intensivstation und im Krankenhaus hat und zu weniger Komplikationen führt (Delir, Thrombosen und Dekubitus). Die besten Effekte der Frühmobilisierung waren bei Pat. zu beobachten, die ausreichend lange auf Intensivstation waren, um Trainingseffekte zu erreichen, und eine mittlere Krankheitsschwere hatten. Es wird empfohlen, Frühmobilisierung auf der Intensivstation oder in der neurologischen Frührehabilitation der Phase B strukturiert, interprofessionell und anhand von definierten Ein- und Ausschlusskriterien in individuell angepasster Dosierung und Frequenz umzusetzen (Bein et al., 2015; Renner et al., 2022).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                              | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Frühmobilisation soll angepasst an die Belastbarkeit und den Allgemeinzustand der Pat. mit ICUAW auf der Intensivstation und/oder in der neurologischen Frührehabilitation Phase B so früh wie möglich begonnen werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                  |                     |

### Sensomotorische Rehabilitation/Bewegungstherapie

Studien der sensomotorischen Neurorehabilitation im Rahmen einer postakuten Rehabilitation kommen zu keinem eindeutigen Ergebnis. Ein Cochrane Review von Connolly (2015) wertete 6 Studien aus, bei denen die Hälfte der Studien Fortschritte in der funktionellen körperlichen Leistungsfähigkeit ergaben, die andere Hälfte keinen Unterschied zur Kontrolle fand. Problematisch war die Heterogenität der verglichenen Studien bezüglich des Therapieregimes und der Outcomes. Ein weiterer Cochrane Review mit dem Ziel, die Effekte der physiotherapeutischen Behandlung auf die Aktivitäten des täglichen Lebens bei CIP/CIM zu evaluieren, gelangte zu keinem Ergebnis, da die bei der systematischen Suche detektierten Studien den Einschlusskriterien nicht entsprachen (Mehrholz et al., 2015).

Veldema und Kollegen/Kolleginnen (2019) untersuchten die Effektivität eines Rollstuhl-Fahrradergometer- und Krafttrainings im Vergleich zur Standardversorgung im Hinblick auf die diversen Funktions- und aktivitätsbezogenen Zielparameter sowie die Lebensqualität von Pat. mit ICUAW. Im Ergebnis zeigte sich, dass Ergometertraining die maximale Kraft der unteren Extremitäten, die kardiovaskuläre Fitness sowie die Rumpfkraft nach einem Beobachtungszeitraum von vier Wochen verbesserte. Im selben Zeitraum verbesserte sich die Gruppe, welche das Krafttraining erhielt, signifikant in ihrer Gehgeschwindigkeit. D. h., bewegungstherapeutische Maßnahmen, die im Rahmen der Frühmobilisation durchgeführt werden, sind auch in der postakuten Rehabilitation effektiv.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                    | Neu<br>Stand (2023) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Bewegungstherapeutische Übungen (aerobes Training und Krafttraining), die z. B. im Rahmen der Frühmobilisation durchgeführt werden, sollten abhängig vom verbleibenden Defizit in der postakuten Rehabilitation bei ICUAW fortgeführt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                        |                     |

### Elektrische Muskelstimulation

Ein randomisiertes kontrolliertes Studiendesign nutzten Chen et al. (2019), um eine aktive elektrische Stimulation der Mm. vastus laterales und Mm. rectus femoris beidseits hinsichtlich ihrer Effektivität bei 37 Pat. mit ICUAW im Vergleich zu einer Sham-Behandlung zu untersuchen. Als Ergebnisse wurden keine signifikanten Veränderungen der Lungenfunktion oder der Selbstständigkeit in den ADL nachgewiesen, nur eine signifikante Zunahme der Muskelkraft im rechtsseitigen M. quadriceps

femoris war zu verzeichnen. Auch ältere Studien zur elektrischen Muskelstimulation zeigten keinen eindeutigen Nutzen. Daher kann keine Empfehlung dazu ausgesprochen werden.

#### Training der Atemmuskulatur

Die Wirksamkeit eines inspiratorischen Muskelkrafttrainings bei ICUAW wurde von Bissett et al. (2016) mit üblicher individualisierter Physiotherapie verglichen. Sie randomisierten 70 Pat. und betrachteten primär deren inspiratorische Muskelkraft sowie Ermüdbarkeit der inspiratorischen Muskulatur. Das Training wurde mit einem Einatemtrainer an 5 Tagen über zwei Wochen umgesetzt. Die inspiratorische Muskelkraft vergrößerte sich in der Interventionsgruppe signifikant mehr als in der Kontrollgruppe. Die muskuläre Ermüdbarkeit veränderte sich in beiden Gruppen nicht signifikant. Zusätzlich wurde eine signifikante Verbesserung in der Lebensqualität in der Interventionsgruppe festgestellt (Bissett et al., 2016).

| Empfehlung                                                                                                                                                      | Neu<br>Stand (2023) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Training der Atemmuskulatur sollte in Abhängigkeit der individuellen sensomotorischen Defizite bei ICUAW zusätzlich zur Standardbehandlung durchgeführt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                          |                     |

### 4.3 Rehabilitation bei akuter und chronischer inflammatorischer demyelinisierender Polyneuropathie

Die akute inflammatorische demyelinisierende Polyneuropathie (AIDP), im Weiteren als Guillain-Barré-Syndrom (GBS) bezeichnet, ist eine akut einsetzende postinfektiöse Autoimmunerkrankung. In 80 % der Fälle gehen Infektionen des Respirations- oder Gastrointestinaltrakts voraus. CMV, EBV, Mykoplasmen, Haemophilus influenzae, Zika-Virus, SARS-Corona-Virus Typ2 und insbesondere Campylobacter jejuni sind bekannte Erreger. Die Immunantwort richtet sich nicht nur gegen Epitope der Erreger, sondern auch gegen solche der Schwann-Zelle und des Axons (molekulares Mimikry). Es entwickelt sich eine Polyradikuloneuropathie mit Demyelinisierung der peripheren sensomotorischen und autonomen Nerven (Kaindl et al., 2019).

Das GBS manifestiert sich außer mit Rücken- und Beinschmerzen mit einer aufsteigenden, meist symmetrischen Muskelschwäche, die oft in den Beinen beginnt. Diese Muskelschwäche kann zu einer vollständigen Lähmung der Extremitäten sowie zur respiratorischen Insuffizienz führen. Die Muskeleigenreflexe sind schwach oder nicht auslösbar. Störungen der Sensibilität mit Kribbelparästhesien oder Taubheitsgefühl, Herzrhythmusstörungen und erhebliche Schwankungen des Blutdrucks sind Ausdruck einer Mitbeteiligung des autonomen Nervensystems. Auch kraniale Nerven können beteiligt sein und z. B. Schluckstörungen bewirken. Ein schwerer Verlauf mit Beatmungspflicht wird bei ca. 15 % aller Pat. beobachtet und erfordert eine entsprechende Überwachung. Obwohl die Mortalität gering ist und die spontane Erholung nach erfolgter pharmakologischer Therapie prognostisch gut ist, behalten 20 % der Pat. nach 12 Monaten neurologische Einschränkungen und eine reduzierte Gehfähigkeit (Khan et al., 2011). Im Gegensatz zum GBS zeichnet sich die chronische inflammatorische demyelinisierende Polyneuropathie (CIDP)

durch einen chronischen Verlauf aus mit langsam zunehmenden Einschränkungen und Behinderungen, wenn keine adäquate pharmakologische Therapie erfolgt.

Wegen des fluktuierenden Verlaufs von GBS in den anfänglichen 4–8 Wochen wird sowohl von der WHO als auch in dem internationalen Consensus Statement zur Diagnose und Behandlung von GBS empfohlen, ein Monitoring der Vitalparameter, des Krankheitsverlaufs und des Auftretens von Komplikationen in der Rehabilitation fortzuführen. Insbesondere die Atmung, die Schluckfunktion, Kreislaufparameter und die Muskelkraft sollten überwacht werden. Auch Komplikationen wie Schmerzen, Angst, Depression und Halluzinationen sollten erfasst und behandelt werden. Um den Krankheitsverlauf abzubilden, wird als Assessment der „Functional Independence Measure“ (FIM) oder die „Guillain-Barré Syndrome Disability Scale“ (GBSDS) empfohlen (Leonhard et al., 2019).

Die Datenlage zur Effektivität der physiotherapeutisch rehabilitativen Behandlung der sensomotorischen Einschränkungen bei GBS ist sehr spärlich und lässt keine eindeutige Schlussfolgerung zu.

Ein systematischer Review zur Evaluation des Effekts von Bewegungstherapie auf GBS kam zu keinem eindeutigen Ergebnis, da nur eine randomisierte kontrollierte Studie gefunden wurde (Arsenault et al., 2016). Die allerdings verzeichnete bei Pat. mit einem über ein Jahr zurückliegenden GBS eine signifikante Verbesserung des FIM nach einem 12-wöchigen intensiven gemischten Ausdauer- und Krafttraining, verglichen mit einem wenig intensiven und pro Therapieeinheit kürzer andauernden Training (Khan et al., 2011). Ein aktueller systematischer Review zur Evaluation der Effektivität der multiprofessionellen Rehabilitation nach GBS konnte letztendlich nur drei Studien einschließen (inklusive der Studie von Khan et al., 2011), die allerdings unterschiedliche Therapieregimes und Outcome-Parameter enthielten. Es konnte kein evidenzbasiertes Ergebnis zur Effektivität der multiprofessionellen Rehabilitation nach GBS abgeleitet werden (Sulli et al., 2021). Dennoch wird, basierend auf Empirie, in dem internationalen Consensus Statement eindeutig eine frühestmögliche multiprofessionelle Rehabilitation empfohlen, um die sensomotorischen und psychischen Einschränkungen sowie den Schmerz und die Fatigue zu therapieren (Leonhard et al., 2019).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                             | Neu<br>Stand (2023) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Die sensomotorische Rehabilitation von Pat. mit GBS sollte ein engmaschiges Monitoring von Vitalparametern, Muskelkraft, Selbstständigkeit, respiratorischer und Schluckfunktion sowie von Schmerzen und psychischen Beeinträchtigungen gewährleisten. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                 |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                                             | Neu Stand (2023) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Pat. mit GBS sollten in Abhängigkeit von ihren neurologischen Funktionsstörungen und ihrer psychischen Belastung einer strukturierten Rehabilitation zugeführt werden. |                  |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                 |                  |

| Empfehlung                                                                                                                                                                            | Neu Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Die Rehabilitation sensomotorischer Defizite beim GBS sollte eine individuell angepasste Kombination aus Ausdauertraining, Gehtraining und Kraft- bzw. Widerstandstraining enthalten. |                  |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                |                  |

Ähnlich gering ist die Datenlage zur Effektivität der physiotherapeutisch rehabilitativen Behandlung der sensomotorischen Einschränkungen bei CIDP. Eine Studie zeigte, dass Pat. mit CIDP von einem 12-wöchigen aeroben Bewegungstraining, gefolgt von einem 12-wöchigen Widerstandstraining, in Bezug auf die Ausdauerleistungsfähigkeit und die isokinetische Muskelkraft profitierten (Markvardsen et al., 2018). Ein Jahr später zeigten die Pat., die das Training fortführten, den Erhalt ihrer Muskelkraft und Ausdauer, während die Pat., die das Training vor einem Jahr beendet hatten, die Ausdauer und Kraft um 16 % bzw. 13 % gesunken war (Markvardsen et al., 2019).

Für den ambulanten Bereich wird ein Ergometer- und Widerstandstraining bei CIDP z. B. 3 x wöchentlich empfohlen (Markvardsen et al., 2018; Sommer et al., 2018).

In den europäischen Leitlinien werden allgemein Physiotherapie und Ergotherapie empfohlen (Van den Bergh et al., 2021).

| Empfehlung                                                                                                                                                                  | Neu Stand (2023) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Die sensomotorische Rehabilitation von Pat. mit CIDP sollte ein individuell angepasstes Ausdauertraining, Krafttraining und – soweit indiziert – ein Gehtraining enthalten. |                  |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                      |                  |

#### 4.4 Rehabilitation bei Myasthenie

Bei der Myasthenia gravis (MG), einer chronischen postsynaptischen Autoimmunerkrankung, beeinträchtigen Antikörper der IgG-Subklasse, die gegen Bestandteile des Acetylcholinrezeptors an der motorischen Endplatte gerichtet sind, die neuromuskuläre Erregungsübertragung.

Kardinalsymptom der MG ist eine abnorme Ermüdbarkeit der Muskulatur, die im Tagesverlauf zunimmt und sich nach Ruhepausen bessert. Ptosis und Doppelbilder, die auf einer Schwäche der äußeren Augenmuskeln beruhen, sind typische Frühsymptome, nasale Sprache und

Schluckstörungen sind Zeichen einer Schwäche der Kau- und Schlundmuskulatur. Im Verlauf schreitet die Erkrankung über die Rumpfmuskulatur (Atemprobleme) bis zu den Extremitätenmuskeln fort. Die oft lebenslange pharmakologische Therapie basiert zum einen auf der Verbesserung der neuromuskulären Übertragung durch Hemmung der Acetylcholinesterase an der neuromuskulären Synapse und zum anderen auf der Inhibition der Autoimmunreaktion durch Immunsuppressiva (Kaindl et al., 2019). Wegen der schnellen Ermüdbarkeit der Pat. wurde früher von einer Trainingstherapie abgesehen. Inzwischen nehmen Hinweise aus der Literatur zu, die eine Trainingstherapie befürworten, um dem Abbau der Muskulatur und Bewegungseinschränkungen entgegenzuwirken. Eine strukturierte Atemtherapie über 8 Wochen führte im Vergleich zu einer konventionellen Therapie zu einer signifikant verbesserten Ausdauer der Atemmuskulatur (Fregonezi et al., 2005). Bei Pat. mit einer leichten Myasthenie wurde ein intensives Ausdauertraining mit einem progressivem Widerstandstraining im Sinne einer medizinischen Trainingstherapie (MTT) verglichen. Beide Gruppen zeigten eine stabile aerobe Leistungsfähigkeit. Nur die Gruppe mit dem Widerstandstraining verbesserte ihre Muskelkraft in den proximalen Muskeln der Extremitäten (Rahbeck et al., 2017). Ein Review von 5 Beobachtungsstudien belegt, dass Pat. mit milder Myasthenie von einem leichten Widerstandstraining oder einem leichten aeroben Training profitieren und weder subjektive noch objektive Einbußen verzeichnen (O'Connor et al., 2020). O'Connor und Kolleginnen (2020) empfehlen, dass Pat. mit stabil eingestellter Myasthenie entsprechend der Empfehlung des American College of Sports Medicine wöchentlich 150 Minuten Bewegungstraining moderater Intensität durchführen sollen. Somit sollte die sensomotorische Rehabilitation bei Myasthenie Übungen leichter Intensität zur Verbesserung der Muskelkraft und der Kraftausdauer enthalten.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                  | Neu<br>Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Die sensomotorische Rehabilitation von Pat. mit stabil eingestellter Myasthenia gravis sollte ein individuell angepasstes Widerstands- und Ausdauertraining leichter Intensität beinhalten. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                      |                     |

#### 4.5 Rehabilitation bei amyotropher Lateralsklerose

Die amyotrophe Lateralsklerose (ALS) ist eine chronische, fortschreitende degenerative Erkrankung des zentralen und des peripheren motorischen Nervensystems. Die Degeneration der ersten Motoneurone führt zu spastischen Lähmungen, während die Schädigung des zweiten Motoneurons eine zunehmende schlaffe Parese mit Muskelatrophie bedingt. Dies führt zu fortschreitenden Gang-, Sprech- und Schluckstörungen, eingeschränkter Koordination und Schwäche der Arm- und Handmuskulatur und dadurch zu einer fortschreitenden Einschränkung bei den Aktivitäten des täglichen Lebens und schließlich zur respiratorischen Insuffizienz. Die Lebenserwartung ist sehr variabel und abhängig von der Krankheitsmanifestation und -symptomatik (Masrori et al., 2020). Abgesehen von dem palliativen Ansatz der Behandlung dieser unheilbaren Krankheit, ist auch ein physiotherapeutischer Ansatz von Bedeutung, da zunehmende Immobilität die Muskelatrophie verstärkt. In einer Metaanalyse von 5 Studien zum Vergleich von therapeutischem Training, einer

Kombination von leichtem Widerstandstraining und Ausdauertraining, und konventioneller Physiotherapie zeigte sich eine geringere Abnahme in der „ALS Functional Rating Scale (ALSFRS)“ 6 Monate nach dem therapeutischen Training im Vergleich zur konventionellen Physiotherapie. Dieser Unterschied war signifikant für die respiratorische Funktion der ALSFRS, aber nicht für die Extremitätenfunktion der ALSFRS (Park et al., 2020). Allerdings waren die therapeutischen Methoden heterogen. Auch die anderen o. g. Funktionsstörungen können im jeweiligen Krankheitsstadium durch therapeutische Maßnahmen (Ergotherapie, Logopädie, Physiotherapie) passager verbessert oder durch alternative Bewältigungsstrategien und Hilfsmittel kompensiert werden, um Alltagskompetenz und Teilhabe möglichst lange aufrechtzuerhalten. Entsprechend sollten rehabilitative Ansätze bei ALS koordiniert von einem multiprofessionellen Behandlungsteam erbracht werden.

| Empfehlung                                                                                                    | Neu<br>Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Die Rehabilitation bei ALS sollte koordiniert von einem multiprofessionellen Behandlungsteam erbracht werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                        |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                              | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Bei der sensomotorischen Rehabilitation bei ALS kann ein leichtes Widerstandstraining, kombiniert mit einem leichten aeroben Training, angepasst an die individuellen Funktionen des Patienten/der Patientin, erfolgen. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                  |                     |

## Literatur

1. Kaindl AM, Schara U, Schülke-Gerstenfeld M. Neuromuskuläre Erkrankungen. Pädiatrie. 2019;221–35. German. doi: 10.1007/978-3-662-57295-5\_9. PMCID: PMC7498395.
2. Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR) (Hrsg.). Empfehlungen zur Neurologischen Rehabilitation von Patienten mit schweren und schwersten Hirnschädigungen in den Phasen B und C. Frankfurt/Main, 2. November 1995. [https://www.bar-frankfurt.de/fileadmin/dateiliste/\\_publikationen/reha\\_vereinbarungen/pdfs/Empfehlung\\_neurologische\\_Reha\\_Phasen\\_B\\_und\\_C.pdf](https://www.bar-frankfurt.de/fileadmin/dateiliste/_publikationen/reha_vereinbarungen/pdfs/Empfehlung_neurologische_Reha_Phasen_B_und_C.pdf) (erreicht am 15.10.2022)
3. Stefanetti RJ, Blain A, Jimenez-Moreno C et al. Measuring the effects of exercise in neuromuscular disorders: a systematic review and meta-analyses [version 1; peer review: 2 approved]. Wellcome Open Res 2020, 5:84 (<https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.15825.1>)
4. Stoll G, Müller HW. Nerve injury, axonal degeneration and neural regeneration: basic insights. Brain Pathol. 1999 Apr;9(2):313-25. doi: 10.1111/j.1750-3639.1999.tb00229.x. PMID: 10219748; PMCID: PMC8098499
5. Pfeiffer G. Rehabilitation neuromuskulärer Erkrankungen. In Frommelt P, Lösslein H. Hrsg. Neurorehabilitation. 3.Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer; 2010. S. 696-709.
6. Steinacker LM, Wang L, Lormes w, Reißnecker S, Liu Y. Strukturanpassung des Skelettmuskels auf Training. Dtsch Z Sportmed 2002 53 (12) 354-360.
7. Mukund K, Subramaniam S. Skeletal muscle: A review of molecular structure and function, in health and disease. Wiley Interdiscip Rev Syst Biol Med. 2020 Jan;12(1):e1462. doi: 10.1002/wsbm.1462. Epub 2019 Aug 13. PMID: 31407867; PMCID: PMC6916202.
8. Ramnarain, D., Aupers, E., den Oudsten, B., Oldenbeuving, A., de Vries, J., & Pouwels, S. Post Intensive Care Syndrome (PICS): an overview of the definition, etiology, risk factors, and possible counseling and treatment strategies. Expert Rev Neurother, 2021 21(10), 1159-1177. <https://doi.org/10.1080/14737175.2021.1981289>
9. Needham, D. M., Davidson, J., Cohen, H., Hopkins, R. O., Weinert, C., Wunsch, H., Zawistowski, C., Bemis-Dougherty, A., Berney, S. C., Bienvu, O. J., Brady, S. L., Brodsky, M. B., Denehy, L., Elliott, D., Flatley, C., Harabin, A. L., Jones, C., Louis, D., Meltzer, W., Muldoon, S. R., Palmer, J. B., Perme, C., Robinson, M., Schmidt, D. M., Scruth, E., Spill, G. R., Storey, C. P., Render, M., Votto, J., & Harvey, M. A. Improving long-term outcomes after discharge from 84 intensive care unit: report from a stakeholders' conference. Crit Care Med 2012, 40(2), 502-509. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e318232da75>
10. Inoue, S., Hatakeyama, J., Kondo, Y., Hifumi, T., Sakuramoto, H., Kawasaki, T., Taito, S., Nakamura, K., Unoki, T., Kawai, Y., Kenmotsu, Y., Saito, M., Yamakawa, K., & Nishida, O. Post-

intensive care syndrome: its pathophysiology, prevention, and future directions. *Acute Med Surg.* 2019, 6(3), 233-246. <https://doi.org/10.1002/ams2.415>

11. Wang, W., Xu, C., Ma, X., Zhang, X., & Xie, P. Intensive Care Unit-Acquired Weakness: A Review of Recent Progress With a Look Toward the Future. *Front Med (Lausanne)* 2020, 7, 559789. <https://doi.org/10.3389/fmed.2020.559789>.
12. Cheung K, Rathbone A, Melanson M, Trier J, Ritsma BR, Allen MD. Pathophysiology and management of critical illness polyneuropathy and myopathy. *J Appl Physiol* (1985). 2021 May 1;130(5):1479-1489. doi: 10.1152/jappphysiol.00019.2021. Epub 2021 Mar 18. PMID: 33734888; PMCID: PMC8143786.
13. De Jonghe B, Sharshar T, Lefaucheur JP, Authier FJ, Durand-Zaleski I, Boussarsar M, Cerf C, Renaud E, Mesrati F, Carlet J, Raphaël JC, Outin H, Bastuji-Garin S; Groupe de Réflexion et d'Etude des Neuromyopathies en Réanimation. Paresis acquired in the intensive care unit: a prospective multicenter study. *JAMA.* 2002 Dec 11;288(22):2859-67. doi: 10.1001/jama.288.22.2859. PMID: 12472328.
14. Renner C, Albert M, Brinkmann S, Diserens K, Dzialowski I, Heidler M-D, Jeitziner M-M, Lück M, Nusser-Müller-Busch R, Nydahl P, Sandor P, Schäfer A, Scheffler B, Wallesch C, Zimmermann G, S2e-LL- multimodale Rehabilitationskonzepte für das Post-Intensive-Care-Syndrom (PICS) In: DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR NEUROREHABILITATION E.V. (DGNR) (Hrsg.), Leitlinien für die Neurorehabilitation. Auflage/Version Datum: 1.0/31. Oktober 2022 <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/080-007.html>
15. Clarissa, C., Salisbury, L., Rodgers, S., & Kean, S. (2019). Early mobilization in mechanically ventilated patients: a systematic integrative review of definitions and activities. *J Intensive Care*, 7, 3. <https://doi.org/10.1186/s40560-018-0355-z>
16. Fuke, R., Hifumi, T., Kondo, Y., Hatakeyama, J., Takei, T., Yamakawa, K., Inoue, S., & Nishida, O. (2018). Early rehabilitation to prevent postintensive care syndrome in patients with critical illness: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 8(5), e019998. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-019998>
17. Wang, J., Ren, D., Liu, Y., Wang, Y., Zhang, B., & Xiao, Q. (2020). Effects of early mobilization on the prognosis of critically ill patients: A systematic review and meta-analysis. *International journal of nursing studies*, 110, 103708. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103708>
18. Waldauf, P., Jiroutková, K., Krajčová, A., Puthuchear, Z., & Duška, F. (2020). Effects of Rehabilitation Interventions on Clinical Outcomes in Critically Ill Patients: Systematic Review and Meta- Analysis of Randomized Controlled Trials. *Crit Care Med*, 48(7), 1055-1065. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000004382>
19. Bein T, Bischoff M, Brückner U et al. (2015) S2e-Leitlinie: Lagerungstherapie und Frühmobilisation zur Prophylaxe oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen. Revision 2015. *Anästh Intensivmed* 56:428–458

20. Connolly B, Salisbury L, O'Neill B, Geneen L, Douiri A, Grocott MP, Hart N, Walsh TS, Blackwood B; ERACIP Group. Exercise rehabilitation following intensive care unit discharge for recovery from critical illness. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Jun 22;2015(6):CD008632. doi: 10.1002/14651858.CD008632.pub2. PMID: 26098746; PMCID: PMC6517154.
21. Mehrholz J, Pohl M, Kugler J, Burridge J, Mückel S, Elsner B. Physical rehabilitation for critical illness myopathy and neuropathy. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015, Issue 3. Art. No.: CD010942. DOI: 10.1002/14651858.CD010942.pub2.
22. Veldema, J., Bösl, K., Kugler, P., Ponfick, M., Gdynia, H. J., & Nowak, D. A. (2019). Cycle ergometer training vs resistance training in ICU-acquired weakness. *Acta Neurol Scand*, 140(1), 62-71. <https://doi.org/10.1111/ane.13102>
23. Chen, Y. H., Hsiao, H. F., Li, L. F., Chen, N. H., & Huang, C. C. (2019). Effects of Electrical Muscle Stimulation in Subjects Undergoing Prolonged Mechanical Ventilation [Journal Article; Randomized Controlled Trial]. *Respiratory care*, 64(3), 262-271. <https://doi.org/10.4187/respcare.05921>
24. Bissett, B. M., Leditschke, I. A., Neeman, T., Boots, R., & Paratz, J. (2016). Inspiratory muscle training to enhance recovery from mechanical ventilation: a randomised trial [with consumer summary]. *Thorax* 2016 Sep;71(9):812-819.
25. Khan F, Pallant JF, Amatya B, et al. Outcomes of high- and low- intensity rehabilitation programme for persons in chronic phase after Guillain-Barré syndrome: a randomized controlled trial. *J Rehabil Med*. 2011;43:638–646.
26. Leonhard SE, Mandarakas MR, Gondim FAA, Bateman K, Ferreira MLB, Cornblath DR, van Doorn PA, Dourado ME, Hughes RAC, Islam B, Kusunoki S, Pardo CA, Reisin R, Sejvar JJ, Shahrizaila N, Soares C, Umapathi T, Wang Y, Yiu EM, Willison HJ, Jacobs BC. Diagnosis and management of Guillain-Barré syndrome in ten steps. *Nat Rev Neurol*. 2019 Nov;15(11):671-683. doi: 10.1038/s41582-019-0250-9. Epub 2019 Sep 20. PMID: 31541214; PMCID: PMC6821638.
27. Arsenault NS, Vincent P, Bh Y, et al. Influence of Exercise on Patients with Guillain-Barré. *Physioter Can*. 2016;68:367–376.
28. Sulli S, Scala L, Berardi A, Conte A, Baione V, Belvisi D, Leodori G, Galeoto G. The efficacy of rehabilitation in people with Guillain-Barré syndrome: a systematic review of randomized controlled trials. *Expert Rev Neurother*. 2021 Apr;21(4):455-461. doi: 10.1080/14737175.2021.1890034. Epub 2021 Feb 23. PMID: 33567916.
29. Markvardsen LH, Overgaard K, Heje K, Sindrup SH, Christiansen I, Vissing J, Andersen H. Resistance training and aerobic training improve muscle strength and aerobic capacity in chronic inflammatory demyelinating polyneuropathy. *Muscle Nerve*. 2018 Jan;57(1):70-76. doi: 10.1002/mus.25652. Epub 2017 Apr 15. PMID: 28345260.

30. Markvardsen LK, Carstens AR, Knak KL, Overgaard K, Vissing J, Andersen H. Muscle Strength and Aerobic Capacity in Patients with CIDP One Year after Participation in an Exercise Trial. *J Neuromuscul Dis.* 2019;6(1):93-97. doi: 10.3233/JND-180344. PMID: 30507584.
31. Sommer C, Geber C, Young P, Forst R, Birklein F, Schoser B. Polyneuropathies. *Dtsch Arztebl Int.* 2018 Feb 9;115(6):83-90. doi: 10.3238/arztebl.2018.083. PMID: 29478436; PMCID: PMC5832891.
32. Van den Bergh PYK, van Doorn PA, Hadden RDM, et al. European Academy of Neurology/Peripheral Nerve Society guideline on diagnosis and treatment of chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy: Report of a joint Task Force—Second revision. *J Peripher Nerv Syst.* 2021;26(3):242–268. [https:// doi.org/10.1111/jns.12455](https://doi.org/10.1111/jns.12455)
33. Fregonezi GA, Resqueti VR, Guell R, Pradas J, Casan P. Effects of 8-week, interval-based inspiratory muscle training and breath- ing retraining in patients with generalized myasthenia gravis. *Chest* 2005;128:1524-30.
34. Rahbek MA, Mikkelsen EE, Overgaard K, Vinge L, Andersen H, Dalgas U. Exercise in myasthenia gravis: A feasibility study of aerobic and resistance training. *Muscle Nerve.* 2017 Oct;56(4):700-709. doi: 10.1002/mus.25552. Epub 2017 Mar 24. PMID: 28085204.
35. O'Connor L, Westerberg E, Punga AR. Myasthenia Gravis and Physical Exercise: A Novel Paradigm. *Front Neurol.* 2020 Jul 29;11:675. doi: 10.3389/fneur.2020.00675. PMID: 32849178; PMCID: PMC7403401.
36. Masrori P, Van Damme P. Amyotrophic lateral sclerosis: a clinical review. *Eur J Neurol.* 2020 Oct;27(10):1918-1929. doi: 10.1111/ene.14393. Epub 2020 Jul 7. PMID: 32526057; PMCID: PMC7540334.
37. Park D, Kwak SG, Park J-S, Choo YJ and Chang MC (2020) Can Therapeutic Exercise Slow Down Progressive Functional Decline in Patients With Amyotrophic Lateral Sclerosis? A Meta-Analysis. *Front. Neurol.* 11:853. doi: 10.3389/fneur.2020.00853

## 5 Besonderheiten bei Bewegungsstörungen

Niels Allert

### 5.1 Rehabilitation sensomotorischer Störungen beim idiopathischen Parkinsonsyndrom

Das idiopathische Parkinsonsyndrom ist eine neurodegenerative Erkrankung mit der progredienten Entwicklung motorischer und nicht motorischer Störungen. Bislang kann das Fortschreiten der Erkrankung weder verlangsamt noch aufgehalten werden. Die Krankheitsdynamik und die Kombination von motorischen und nicht motorischen Störungen sind interindividuell sehr unterschiedlich ausgeprägt. Rehabilitationsziele müssen somit individuell bestimmt werden und ändern sich mit Fortschreiten der Erkrankung. Störungsspezifisch stehen physikalische, pharmakologische und operative Therapien zur Verfügung. Eine interdisziplinäre multimodale Rehabilitationsbehandlung berücksichtigt daher alle Therapieoptionen und nutzt entsprechend individuell angezeigte Kombinationen zur Verbesserung des Therapieerfolgs. Ein multimodaler Therapieansatz ist auch wegen der Wechselwirkung motorischer und nicht motorischer Störungen erforderlich. So mindern eine unbehandelte Depression, eine unbehandelte Psychose oder eine delirante Störung den Erfolg einer physiotherapeutischen Übungsbehandlung ebenso wie eine unbehandelte orthostatische Dysregulation oder eine unbehandelte neurogene Blasenentleerungsstörung.

| Empfehlung                                                                                                                                                        | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Die Rehabilitation von Parkinsonbetroffenen sollte multiprofessionell und multimodal unter Berücksichtigung motorischer und nicht motorischer Störungen erfolgen. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                            |                     |

**Nicht motorische Störungen** werden bei der Rehabilitation motorischer Störungen entsprechend berücksichtigt, durch geeignete Assessments (z. B. die Skala zur Erfassung nicht motorischer Symptome bei der Parkinsonerkrankung, Storch et al., 2010) objektiviert und leitliniengerecht behandelt werden.

Die spezifischen **motorischen Störungen** bei Parkinson umfassen Akinese, Rigor, Tremor, Gang- und Gleichgewichtsstörungen einschließlich der Körperhaltung. Für eine nach der International Classification of Function, Disability and Health (ICF) gesteuerte Rehabilitationsplanung werden das Vorliegen und die Ausprägung dieser Störungen sowie die Auswirkung auf die Selbstständigkeit im Alltag durch geeignete Assessments erfasst.

#### Assessments bei Parkinson

- Die Hoehn & Yahr Scale erlaubt eine Einordnung in 5 Krankheitsstadien (Hoehn & Yahr, 1967).

- Die Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) erlaubt besonders mit den Abschnitten II und III eine Evaluierung der motorischen Symptomausprägung und ihres Einflusses auf Alltagsaktivitäten (Fahn & Elton, 1987).
- Die Schwab and England's Activities of Daily Living Scale beurteilt die funktionelle Selbstständigkeit (Schwab & England, 1969).

Zur Rehabilitation/Therapie Parkinson-bedingter Sprechstörungen sei auf die DGN-Leitlinie „Neurogene Sprechstörungen (Dysarthrien)“ (Ackermann et al., 2018) verwiesen.

In der Therapie **motorischer Störungen** spielt die Pharmakotherapie eine wichtige Rolle. Sie wird im Rehabilitationskonzept berücksichtigt und leitliniengerecht eingesetzt (die S3-Leitlinie „Idiopathisches Parkinsonsyndrom“ war bis zum 31.12.2020 gültig und wird derzeit überarbeitet). Ebenso werden bei Grenzen der Pharmakotherapie Eskalationstherapien in Form einer Medikamentenpumpentherapie (subkutane Apomorphininfusion, intestinale Levodopa-Infusion) oder einer operativen Behandlung (Tiefe Hirnstimulation, Thalamotomie, Pallidotomie, MR-gesteuerte fokussierte Ultraschallbehandlung) berücksichtigt. Dieses erfordert gegebenenfalls eine Evaluierung in dafür spezialisierten Zentren.

Auf die Therapie der akinetisch-rigiden Hand- und Armfunktionsstörungen wird in dieser Leitlinie in dem gesonderten Kapitel über Armfunktionsstörungen eingegangen (vgl. Kapitel 7.4 Syndrom-spezifische Therapie). An dieser Stelle werden insbesondere Gang- und Gleichgewichtsstörungen als Teil der motorischen Störungen behandelt.

Der Gang kann beim idiopathischen Parkinsonsyndrom vielfältig verändert sein. Der hypokinetische Gang zeichnet sich durch eine verkürzte Schrittweite, ein vermindertes Abrollen der Füße mit bevorzugter Belastung des Vorfußes, einen reduzierten Armschwung und eine reduzierte Ganggeschwindigkeit aus. Die Belastung des Vorfußes kann im Gang zunehmen und zur Festination führen mit der Schwierigkeit, rasch stehen zu bleiben. Die Zahl an Wendeschritten ist erhöht. Gangblockaden („freezing of gait“) können beim Starten, Wenden, an Engpässen, vor dem Erreichen eines Ziels oder spontan im Gang auftreten. Hinzutreten kann im Krankheitsverlauf eine Störung der Gleichgewichtsreflexe. Kompensationsschritte bei einer Verlagerung des Körperschwerpunkts fallen zu kurz aus und führen zu vermehrten Korrekturschritten bis hin zum Sturz.

Für das Assessment von Gang und Gleichgewicht stehen u. a. folgende Assessments zur Verfügung:

- der 6-Minuten-Gehtest
- der 10-Meter-Gehtest
- die Bestimmung von Gangparametern wie Ganggeschwindigkeit und Schrittweite
- der Timed-up-and-go-Test
- der Push-and-Release-Test
- die Berg-Balance-Scale
- der Mini-BESTest (Mini Balance Evaluation Systems Test)
- das „Freezing of gait questionnaire“ zur Erfassung von Gangblockaden (Freezing) (Deutsche Version: Vogler et al., 2015)

Motorische Störungen einschließlich der Gang- und Gleichgewichtsstörungen können durch bewegungs- und physiotherapeutische Maßnahmen gebessert werden. Die wissenschaftliche Evidenz ist in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen. Dieses hat in einer umfangreichen Datenanalyse zur Erstellung der European Physiotherapy Guidelines for Parkinson's Disease geführt (Keus et al., 2014). Diese Guidelines wurden zuletzt 2020 aktualisiert und schlossen die Ergebnisse von 191 Studien an 7998 Studienteilnehmende ein (Radder et al., 2020).

Die vielfältigen Therapieformen wurden in die im Folgenden aufgeführten Therapieformen unterteilt. Angegeben sind die klinischen Parameter, bei denen die jeweilige Therapieform in der Metaanalyse zu signifikanten Verbesserungen führte, und die Empfehlungen, die die Autorinnen und Autoren zur Länge der Therapieeinheiten, ihrer Frequenz und Dauer aus den untersuchten Studien ableiteten (Keus et al., 2014; Radder et al., 2020). Bei noch rezenteren Metaanalysen spezieller Therapieformen werden diese Ergebnisse ergänzend aufgeführt (Stand: Oktober 2022). Ein evidenzbasierter Vergleich der Therapieformen untereinander ist dagegen nicht möglich.

- *Konventionelle Physiotherapie* verbesserte die Gesamtheit motorischer Symptome, den Gang, die Sturzangst und Gangblockaden. Empfohlen wurden 3 x 45 Minuten/Woche über mindestens 8 Wochen.
- *Laufbandtraining* verbesserte den Gang (vor allem die Ganggeschwindigkeit und die Schrittlänge), aber nicht Gangblockaden. Empfohlen wurden 3 x 30 Minuten/Woche über mindestens 4 Wochen. In einer Metaanalyse von 13 Studien fanden Bishnoi et al. (2022) Verbesserungen der Schrittlänge bei reinem Laufbandtraining. Laufbandtraining mit steigender Geschwindigkeit oder Neigung führte zu Verbesserungen von Ganggeschwindigkeit, Schrittlänge und Kadenz; Perturbationslaufbandtraining verbesserte Ganggeschwindigkeit und Schrittlänge.
- *Strategietraining* verbesserte Gang und Gleichgewicht, nicht aber Gangblockaden.
- *Tanzen* verbesserte die Gesamtheit motorischer Symptome, den Gang und das Gleichgewicht, nicht aber Gangblockaden. Empfohlen werden 2 x 60 Minuten/Woche über mindestens 10 Wochen. Auch Hasan et al. finden in einer Metaanalyse von 14 randomisierten kontrollierten Studien an 372 Pat. signifikante Verbesserungen der Gesamtheit motorischer Symptome, des Gangs und Gleichgewichts (Hasan et al., 2022). Verschiedene Formen von Tanztherapien wurden untersucht (Tango, irischer Tanz, sardischer Tanz, Standardtänze, lateinamerikanische Tänze und Turo). Die häufigsten Studien wurden zum (argentinischen) Tango durchgeführt. Tango erscheint wegen der häufigen Bewegungsstarts und -stopps sowie Änderungen von Geschwindigkeit und Rhythmus besonders geeignet.
- *Tai-Chi (und Qigong)* verbesserten die Gesamtheit motorischer Symptome, den Gang und das Gleichgewicht. Empfohlen wurden für Tai-Chi 2 x 60 Minuten/Woche über mindestens 24 Wochen. Eine Wirksamkeit auf die Gesamtheit der motorischen Symptome, Bradykinesie und Gleichgewicht finden auch Yu et al. in einer Metaanalyse von 17 randomisierten kontrollierten Studien an 951 Studienteilnehmenden (Yu et al., 2021) sowie Lei et al. in einer weiteren Metaanalyse von 20 randomisierten kontrollierten Studien mit 996 Teilnehmenden (Lei et al., 2022). Lei et al. untersuchten dabei auch Unterschiede verschiedener Formen von Tai-Chi. Hinsichtlich der Gesamtheit motorischer Symptome erwiesen sich als am wirksamsten: 24-form simplified Tai Chi > Tai Chi exercise program > 8-form simplified Yang style Tai Chi > 8-form simplified Chen

style Tai Chi. Hinsichtlich des Gleichgewichts war am wirksamsten: Tai Chi exercise program > 24-form simplified Tai Chi > 8-form simplified Chen style Tai Chi.

- *Nordic Walking* verbesserte die Gesamtheit motorischer Symptome, den Gang und das Gleichgewicht. Salse-Batán et al. beurteilen dagegen in ihrer Metaanalyse von 12 randomisierten kontrollierten Studien lediglich die Verbesserung der Gangfähigkeit als klinisch relevant, nicht aber Veränderungen der Gesamtheit motorischer Symptome und des Gleichgewichts (Salse-Batán et al., 2022).
- *Krafttraining* verbesserte den Gang. Yang et al. 2022 fanden dagegen in einer Metaanalyse von 14 Studien mit 761 Patientinnen und Patienten Verbesserungen von Gangblockaden und der Muskelkraft, nicht aber anderer Gangparameter oder des Gleichgewichts (Yang et al., 2022). Gollan et al. analysierten 18 randomisierte kontrollierte Studien und fanden zwar gegenüber passiven Kontrollpersonen signifikante Verbesserungen von Muskelkraft, Gesamtheit der motorischen Symptome, Gang und Gleichgewicht, nicht aber gegenüber körperlich aktiven Kontrollpersonen (Gollan et al., 2022).
- *Aerobes Training* verbesserte die Gesamtheit motorischer Symptome, den Gang und das Gleichgewicht. Demgegenüber fanden Li et al. in einer Metaanalyse von 9 randomisierten kontrollierten Studien mit 444 Pat. Verbesserungen von Gang und Gleichgewicht, nicht aber der Gesamtheit der motorischen Symptome (Li et al., 2021).
- *Gang- und Gleichgewichtstraining* verbesserte die Gesamtheit motorischer Symptome, den Gang und das Gleichgewicht. Die Wirksamkeit von Übungsbehandlungen zur Vorbeugung/Reduktion von Stürzen wurde in einer Cochrane-Analyse untersucht (Allen et al., 2022). Danach reduzierten Übungsbehandlungen die Sturzhäufigkeit wahrscheinlich um 26 % und die Zahl der Pat., die einen oder mehr Stürze erleiden, wahrscheinlich um 10 %. In frühen Krankheitsphasen war regelmäßig supervidiertes Eigentaining geeignet und ausreichend, in späteren Krankheitsphasen (wegen eines erhöhten Sturzrisikos) das Training in der Physiotherapie (Platz & Lempert, 2022).
- *Exergaming* (Computerspiele, die zu körperlichen Bewegungen und Reaktionen auffordern) verbesserten Gang und Gleichgewicht. Eine Verbesserung des Gleichgewichts durch VR-basiertes Gleichgewichtstraining fanden auch Sarasso et al. in einer Metaanalyse (Sarasso et al., 2022), allerdings primär unmittelbar nach dem Training und ohne nachgewiesene Langzeitwirkung. Zhang et al. untersuchten in einer Metaanalyse von 19 Studien mit 781 Teilnehmenden die Wirksamkeit von Exergaming bei älteren Parkinsonbetroffenen. Auch hier fanden sich signifikante Verbesserungen einzelner Gangparameter, die aber kaum den Grad einer klinischen Bedeutung erreichten (Zhan et al., 2022).

| Empfehlung                                                                                                                                                                              | Neu<br>Stand (2023) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Parkinsonbetroffene sollten bereits in frühen Krankheitsstadien zu aerobem Training (z. B. Nordic Walking, Jogging, Fahrradfahren, Laufbandtraining) und Krafttraining ermutigt werden. |                     |
| Die Auswahl der Bewegungsform sollte sich nach individuellen Bedürfnissen und Präferenzen richten.                                                                                      |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                  |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                                           | Neu Stand (2023) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Ziel von Interventionen sollte es sein, dass Betroffene Bewegungsübungen (zunehmend) eigenständig ohne Supervision durch Therapeutinnen und Therapeuten durchführen. |                  |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                               |                  |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Neu Stand (2023) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Gleichgewichtsfördernde Therapien sollten ebenfalls frühzeitig angeboten werden (Tanzen, Tai- Chi, Gang- und Gleichgewichtstraining als therapeutisch supervidiertes Eigentaining), da das Auftreten von Gleichgewichtsstörungen im Rahmen der Krankheitsprogression sehr wahrscheinlich ist. |                  |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |

### Spezifische motorische Störungen

#### **Tremor**

Tremor kann als Ruhe- und/oder Haltetremor sowie auch als Aktionstremor vor allem der oberen Extremitäten auftreten. Ein Ruhetremor ist sozial stigmatisierend, aber funktionell weniger störend als ein Haltetremor oder besonders ein Aktionstremor. In der Therapie steht die Pharmakotherapie im Mittelpunkt (siehe S2k-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Neurologie, Deuschl et al., 2022). Bei unzureichendem Ansprechen oder Nebenwirkungen der Pharmakotherapie stehen operative Therapien (läsionelle Verfahren wie die Thalamotomie und Pallidotomie, nicht läsionelle Verfahren wie die Tiefe Hirnstimulation) sowie das nicht operative läsionelle Verfahren der MR-gesteuerten fokussierten Ultraschallbehandlung zur Verfügung. Potenzieller Nutzen und Risiken müssen in erfahrenen Zentren individuell bei der Indikationsstellung ermittelt werden.

Für den Erfolg von motorischen Übungsbehandlungen bei Tremor gibt es bislang nur eingeschränkte Hinweise ohne ausreichende Evidenz (O'Connor & Kini, 2011; Fox et al., 2018; Kadkhodaie et al., 2020; Shahien et al., 2022).

| Empfehlung                                                                                      | Neu Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Motorische Therapien können bislang nicht zur Behandlung des Parkinsontremors empfohlen werden. |                  |
| Konsensstärke: 93,3 % (Konsens)                                                                 |                  |

### **Haltungsstörungen**

Zu den charakteristischen Haltungsstörungen bei Parkinson gehören die Flexionshaltung der Wirbelsäule nach vorn mit dem Extrem einer Kamptokormie, die Lateralabweichung der Wirbelsäule mit dem Extrem eines Pisa-Syndroms und die Flexion der Halswirbelsäule mit dem Extrem eines Antecollis (Tinazzi et al., 2022). Die Ätiologie ist bislang unzureichend geklärt (Srivanitchapoom & Hallet, 2016). Zentrale und periphere Mechanismen werden diskutiert, insbesondere zentrale dystone und periphere myopathische Mechanismen. Entsprechend unterschiedlich sind die vorgeschlagenen Therapien. Die Evidenz für deren Wirksamkeit ist bislang gering, sodass keine allgemeinen Empfehlungen gegeben werden können. Im Einzelfall können wirksam sein:

- Physiotherapie mit Dehnübungen und Kräftigung der Haltemuskulatur (Gandolfi et al., 2019)
- Botulinumtoxin (Artusi et al., 2019) bei Hinweisen auf eine dystone Störung
- orthopädische Wirbelsäulen Chirurgie (Spindler et al., 2016; Kimura et al., 2017; Park et al., 2020)
- Tiefe Hirnstimulation im Nucleus subthalamicus oder Globus pallidus internus (Spindler et al., 2022).

Als Hilfsmittel bieten Rollatoren mit Unterarmauflage oft eine bessere Kontrolle der Haltung in Stand und Gang.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                    | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Zur Therapie von Haltungsstörungen können motorische Therapie und die Versorgung mit Hilfsmitteln eingesetzt werden. In Einzelfällen können Botulinumtoxin, eine orthopädische Wirbelsäulen Chirurgie oder die Tiefe Hirnstimulation in erfahrenen Zentren eingesetzt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |

### **Gangblockaden („Freezing of gait“)**

Gangblockaden stellen eine besonders behindernde motorische Störung dar. Sie können beim Starten, Wenden, an Engpässen, vor dem Erreichen eines Ziels oder spontan im Gang auftreten. Sie sind mit einer erhöhten Sturzgefahr verbunden, insbesondere bei zusätzlichen Gleichgewichtsstörungen. Mit hoher Evidenz verbundene Therapieempfehlungen können bislang nicht gegeben werden (Goh et al., 2022; Kwok et al., 2022). Goh et al. fanden in einer Metaanalyse von 65 randomisierten Studien keine klare Evidenz für die Wirksamkeit rehabilitativer Interventionen (Goh et al., 2022). Sie empfehlen eine individualisierte Therapie, ausgehend von den Auslösefaktoren und verbunden mit Therapien zur Verbesserung von Gang und Gleichgewicht. Demgegenüber leiten Kwok et al. aus einer Metaanalyse von 46 randomisierten kontrollierten Studien (Kwok et al., 2022) Hinweise auf die Wirksamkeit folgender Therapien ab:

- Hindernistraining
- „Action Observation Training“ (AOT)
- Laufbandtraining
- komplexe Übungstherapien

Hieraus leiten die Autorinnen und Autoren ab, dass die Verbindung eines komplexen motorischen Trainings mit Aufmerksamkeits- und kognitiven Strategien vielversprechende Therapieansätze liefert.

Von besonderem Interesse bei der Therapie von Gangblockaden sind externe visuelle und auditive Stimuli („cues“), die zum Überwinden der Blockade führen können. Als solche können visuelle Stimuli wie ein projizierter Laserstrich am Boden genutzt werden, z. B. angebracht an Gehstöcken oder Rollatoren. Hilfreich kann ein Händeklatschen oder lautes Sprechen sein. Solche Stimuli können auch durch Hilfspersonen gegeben werden (Ghai et al., 2018).

Normale Rollatoren erweisen sich bei Gangblockaden oft als nicht hilfreich, da sie im Moment der Gangblockade weiterrollen und dadurch das Sturzrisiko erhöhen können. Hier bieten Rollatoren mit Bremswirkung (Rollator mit Umkehr- oder Rückwärtsbremse, Rollator mit Fliehkraftbremse) eine individuell hilfreiche Alternative.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                          | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Bei Gangblockaden kann ein Gang- und Gleichgewichtstraining in Verbindung mit Aufmerksamkeits- und kognitiven Strategien erfolgen. Hilfreich können externe visuelle und auditive Stimuli („cues“) sein, die erwogen werden können. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                              |                     |

## Literatur

1. Ackermann H. et al., Neurogene Sprechstörungen (Dysarthrien), S1-Leitlinie, 2018; in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie.
2. Allen NE, Canning CG, Almeida LRS, Bloem BR, Keus SH, Löfgren N, Nieuwboer A, Verheyden GS, Yamato TP, Sherrington C. Interventions for preventing falls in Parkinson's disease. Cochrane Database Syst Rev. 2022 Jun 6;6(6):CD011574. doi: 10.1002/14651858.CD011574.pub2. PMID: 35665915
3. Artusi CA, Bortolani S, Merola A, et al. Botulinum toxin for pisa syndrome: an MRI-, ultrasound- and electromyography-guided pilot study. Parkinsonism Relat Disord 2019;62:231–235
4. Bishnoi A, Lee R, Hu Y, Mahoney JR, Hernandez ME. Effect of Treadmill Training Interventions on Spatiotemporal Gait Parameters in Older Adults with Neurological Disorders: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Int J Environ Res Public Health. 2022 Feb 28;19(5):2824
5. Deuschl G., Schwingenschuh P. et al., Tremor, S2k-Leitlinie, 2022; in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Online: [www.dgn.org/leitlinien](http://www.dgn.org/leitlinien)
6. Fahn S, Elton RL. Unified Parkinson's Disease Rating Scale. In: Fahn S, Marsden CD, Calne D, Goldstein M, eds. Recent developments in Parkinson's disease. Florham Park, N.J: MacMillan Health Care Information, 1987:153-63
7. Fox SH, Katzenschlager R, Lim SY, Barton B, de Bie RMA, Seppi K et al (2018) International Parkinson and movement disorder society evidence-based medicine review: update on treatments for the motor symptoms of Parkinson's disease: Treatment of Motor Symptoms in PD. Mov Disord 33(8):1248–1266
8. Gandolfi M, Tinazzi M, Magrinelli F, Busselli G, Dimitrova E, Polo N, Manganotti P, Fasano A, Smania N, Geroi C. Four-week trunk-specific exercise program decreases forward trunk flexion in Parkinson's disease: A single-blinded, randomized controlled trial. Parkinsonism Relat Disord. 2019 Jul;64:268-274
9. Goh L, Canning CG, Song J, Clemson L, Allen NE. The effect of rehabilitation interventions on freezing of gait in people with Parkinson's disease is unclear: a systematic review and meta-analyses. Disabil Rehabil. 2022 Sep 15:1-20. doi: 10.1080/09638288.2022.2120099. Online ahead of print. PMID: 36106644
10. Gollan R, Ernst M, Lieker E, Caro-Valenzuela J, Monsef I, Dresen A, Roheger M, Skoetz N, Kalbe E, Folkerts AK. Effects of Resistance Training on Motor- and Non-Motor Symptoms in

Patients with Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Parkinsons Dis.* 2022;12(6):1783-1806. doi: 10.3233/JPD-223252

11. Hasan SM, Alshafie S, Hasabo EA, Saleh M, Elnaiem W, Qasem A, Alzu'bi YO, Khaled A, Zaazouee MS, Ragab KM, Nourelden AZ, Doheim MF. Efficacy of dance for Parkinson's disease: a pooled analysis of 372 patients. *J Neurol.* 2022 Mar;269(3):1195-1208. doi: 10.1007/s00415-021-10589-4
12. Hoehn MM and Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology* 1967;17:427–442.
13. Kadkhodaie M, Sharifnezhad A, Ebadi S, Marzban S, Habibi SA, Ghaffari A et al (2020) Effect of eccentric-based rehabilitation on hand tremor intensity in Parkinson disease. *Neurol Sci* 41(3):637–643
14. Keus SHJ, Munneke M, Graziano M. European Physiotherapy Guidelines for Parkinson's Disease. Nijmegen: Royal Dutch Society for Physical Therapy (KNGF) and ParkinsonNet; 2015. URL: <http://parkinsonnet.info/news/penultimate-version-european-physiot>
15. Kimura H, Fujibayashi S, Otsuki B, Takemoto M, Shikata J, Odate S, et al. Lumbar spinal surgery in patients with Parkinson disease: a multicenter retrospective study. *Clin Spine Surg.* 2017;30(6):E809–E818
16. Kwok JYY, Smith R, Chan LML, Lam LCC, Fong DYT, Choi EPH, Lok KYW, Lee JJ, Auyeung M, Bloem BR Managing freezing of gait in Parkinson's disease: a systematic review and network meta-analysis. *J Neurol.* 2022 Jun;269(6):3310-3324. doi: 10.1007/s00415-022-11031-z. Epub 2022 Mar 4. PMID: 35244766
17. Lei H, Ma Z, Tian K, Liu K, Wang J, Zhu X, Mi B, Chen Y, Yang Q, Jiang H. Front The effects of different types of Tai Chi exercises on motor function in patients with Parkinson's disease: A network meta-analysis. *Aging Neurosci.* 2022 Aug 29;14:936027. doi: 10.3389/fnagi.2022.936027. eCollection 2022. PMID: 36105909
18. Li Y, Song H, Shen L, Wang Y. The efficacy and safety of moderate aerobic exercise for patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Palliat Med.* 2021 Mar;10(3):2638-2649. doi: 10.21037/apm-20-166
19. O'Connor RJ, Kini MU (2011) Non-pharmacological and non-surgical interventions for tremor: a systematic review. *Parkinsonism Relat Disord* 17(7):509–515
20. Park HY, Ha KY, Kim YH, Oh IS, Chang DG, Kim SI, Jeon WK, Kim GU. Spinal Surgery for Parkinson Disease With Camptocormia: Propensity Score-Matched Cohort Study With Degenerative Sagittal Imbalance (DSI). *Clin Spine Surg.* 2020 Dec;33(10):E563-E571

21. Platz T, Lempert T. Nützt motorisches Training als Sturzprävention bei idiopathischem Parkinsonsyndrom ?. *DGNeurologie* 2022; 5:501–505. <https://doi.org/10.1007/s42451-022-00484-1>
22. Radder DLM, Lígia Silva de Lima A, Domingos J, Keus SHJ, van Nimwegen M, Bloem BR, de Vries NM. Physiotherapy in Parkinson's Disease: A Meta-Analysis of Present Treatment Modalities. *Neurorehabil Neural Repair*. 2020 Oct; 34(10): 871–880
23. Rutz DG, Benninger DH. Physical therapy for freezing of gait and gait impairments in Parkinson disease: a systematic review. *PM&R* 2020;12(11):1140–1156
24. Sajjad Farashi, Leila Kiani, Saeid Bashirian. Effect of Exercise on Parkinson's Disease Tremor: A Meta-analysis Study. *Tremor Other Hyperkinet Mov (N Y)* 2021 Apr 27;11:15. doi: 10.5334/tohm.599
25. Salse-Batán J, Sanchez-Lastra MA, Suarez-Iglesias D, Varela S, Ayán C. Effects of Nordic walking in people with Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Health Soc Care Community*. 2022 Sep;30(5):e1505-e1520. doi: 10.1111/hsc.13842.
26. Sarasso E, Gardoni A, Tettamanti A, Agosta F, Filippi M, Corbetta D. Virtual reality balance training to improve balance and mobility in Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *J Neurol*. 2022 Apr;269(4):1873-1888. doi: 10.1007/s00415-021-10857-3. Epub 2021 Oct 28. PMID: 34713324
27. Schwab, R.S. and England, A.C. (1969) Projection Technique for Evaluating Surgery in Parkinson's Disease. In: Gillingham, F.J. and Donaldson, I.M.L., Eds., *Third Symposium on Parkinson's Disease*, Edinburgh, Livingstone, 152- 157.
28. Shahien M, Elaraby A, Gamal M, Abdelazim E, Abdelazeem B, Ghaith HS, Negida A. Physical therapy interventions for the management of hand tremors in patients with Parkinson's disease: a systematic review. *Neurol Sci*. 2022 Oct 7. doi: 10.1007/s10072-022-06420-1. Online ahead of print
29. Spindler P, Alzoobi Y, Kühn AA, Faust K, Schneider GH, Vajkoczy P. Deep brain stimulation for Parkinson's disease-related postural abnormalities: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurg Rev* 2022;45(5):3083-3092
30. Spindler P, Tkatschenko D, Alzoobi Y, Kuebler D, Kühn AA, Schneider GH, Prinz V, Vajkoczy P, Faust K. Thoracolumbar Instrumentation Surgery in Patients with Parkinson's Disease: A Case-Control Study. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg* 2022 Jan 31. doi: 10.1055/s-0041-1741535. Online ahead of print
31. Srivanitchapoom P, Hallett M. Camptocormia in Parkinson's disease: definition, epidemiology, pathogenesis and treatment modalities. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2016;87:75–85

32. Storch A, Odin P, Trender-Gerhard I, Fuchs G, Reifschneider G, Chaudhuri KR, Jost WH, Ebersbach G (2010) Non-motor Symptoms Questionnaire and Scale for Parkinson's disease. Cross-cultural adaptation into the German language. *Der Nervenarzt* 81(8):980–985
33. Tinazzi M, Geroïn C, Gandolfi M, Smania N, Tamburin S, Morgante F, Fasano A. Pisa syndrome in Parkinson's disease: an integrated approach from pathophysiology to management. *Mov Disord* 2016;31:1785–1795
34. Tinazzi M, Geroïn C, Bhidayasiri R, Bloem BR, Capato T, Djaldetti R, Doherty K, Fasano A, Tibar H, Lopiano L, Margraf NG, Merello M, Moreau C, Ugawa Y, Artusi CA; International Parkinson and Movement Disorders Society Task Force on Postural Abnormalities. Task Force Consensus on Nosology and Cut-Off Values for Axial Postural Abnormalities in Parkinsonism. *Mov Disord Clin Pract.* 2022 May 9;9(5):594-603
35. Vogler A, Janssens J, Nyffeler T, Bohlhalter S, Vanbellinghen T (2015) German Translation and Validation of the "Freezing of Gait Questionnaire" in Patients with Parkinson's Disease. *Parkinson's Disease* 2015;2015:982058
36. Yang X, Wang Z. Effectiveness of Progressive Resistance Training in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Eur Neurol.* 2022 Oct 20;1-9. doi: 10.1159/000527029. Online ahead of print. PMID: 36265444
37. Yu X, Wu X, Hou G, Han P, Jiang L, Guo Q. The Impact of Tai-Chi on Motor Function, Balance, and Quality of Life in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2021 Jan 11; 2021:6637612. doi: 10.1155/2021/6637612. eCollection 2021. PMID: 33505498
38. Zhang J, Luximon Y, Pang MYC, Wang H. Effectiveness of exergaming-based interventions for mobility and balance performance in older adults with Parkinson's disease: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Age Ageing.* 2022 Aug 2;51(8):afac175. doi: 10.1093/ageing/afac175

## 6 Teilhabeorientierte Rehabilitation

Stephanie Reichl, Klemens Fheodoroff und Sabine Brinkmann

Die Rehabilitation von sensomotorischen Störungen soll zur optimalen Reintegration in das häusliche, soziale und berufliche Leben beitragen (SGB IX). Die Teilhabe an diesen Lebensbereichen wird nicht allein durch die Sensomotorik beeinflusst, denn Körperfunktionen und -strukturen, Aktivitäten und Partizipation (Teilhabe), Umweltfaktoren und personenbezogene Faktoren stehen in dynamischer Wechselwirkung. Die sensomotorische Rehabilitation ist daher im Gesamtkontext der Rehabilitation von Personen mit neurologischen Erkrankungen zu planen, mit dem Ziel, sensomotorische Funktionen und damit zumindest mittelbar Aktivitäten und Teilhabe zu fördern. In einer Analyse der „Top Ten“-Forschungsprioritäten aus Sicht der Betroffenen wurde auch die Suche nach Strategien zur Erhöhung der Selbstsicherheit nach Schlaganfall auf Platz 9 gereiht (Pollock et al., 2014).

### 6.1 Zielsetzung

Ziele gelten als Schlüsselement der sensomotorischen Rehabilitation, dienen der Motivation der Betroffenen und der Orientierung der Behandelnden – sofern sie realistisch, verständlich, messbar und verhaltensorientiert formuliert sind. Ziele werden idealer Weise gemeinsam mit den Betroffenen und mit eventuellen Bezugspersonen sowie im interprofessionellen Team formuliert. Als Basis sollte die Ebene der Aktivitäten/Partizipation (Teilhabe) der ICF herangezogen werden (WHO, 2005; Dekker et al., 2020; Leonardi et al., 2021). Als standardisierte Verfahren zur Zielfassung haben sich Verfahren wie das „Canadian Occupational Performance Measure“ (COPM) (Phipps & Richardson, 2007), das „Goal Attainment Scaling“ (GAS) (Turner-Stokes, 2009) beziehungsweise das „Goal Setting – Action Planning Tool“ (Scobbie et al., 2011; Scobbie et al., 2013) bewährt. Dennoch gibt es noch eine Reihe offener Fragen zur optimalen Verwendung von Zielen in der Rehabilitation (Levack et al., 2015).

Die Effektivität verschiedenster Therapieverfahren kann durch ein strukturiertes Feedback gesteigert werden, wenn es zielorientiert eingesetzt wird. So führt beispielsweise die tägliche Rückmeldung der innerhalb der Therapie durchgeführten Ganggeschwindigkeit zu einer Steigerung der Therapieeffektivität (Dobkin et al., 2010). Ermutigende Ergebnisse gibt es auch für den Einsatz von Feedback-Mechanismen auf Basis der virtuellen Realität (Yang et al., 2008). Gerade bei der virtuellen Realität und beim Gaming werden jedoch ganz unterschiedliche Bewegungsvisualisierungen eingesetzt, die vermutlich auch zu unterschiedlichen Therapieeffekten führen (Ferreira dos Santos et al., 2016; Jin et al., 2022).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                        | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Bei der Rehabilitation sensomotorischer Störungen sollten adäquate Behandlungsziele formuliert werden, idealerweise gemeinsam mit den Betroffenen und ggf. mit Bezugspersonen sowie im interprofessionellen Team. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                            |                     |

| Empfehlung                                                                                                                     | Neu<br>Stand (2023) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Bei der Rehabilitation sensomotorischer Störungen sollte strukturiertes Feedback bedacht und zielorientiert eingesetzt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                         |                     |

## 6.2 Therapiemethoden

### Selbstmanagement-Programme

Der Einsatz von Selbstmanagement-Programmen führt bei Menschen nach Schlaganfall nachweislich zur Verbesserung von Lebensqualität und Selbstwirksamkeit (Fryer et al., 2016). Die Programme zielen vordergründig darauf ab, das Selbstvertrauen und die interne Selbstkontrolle der Betroffenen zu verbessern, um so Teilhabe zu fördern und Langzeitfolgen wie Depressionen vorzubeugen (Nott et al., 2019). Dabei kommen Übungen zum Einsatz, welche die Betroffenen im Rahmen ihrer täglichen Routine selbstständig durchführen können (Singer et al., 2018).

Mit der Technik der virtuellen Realität wird auch der Spieltrieb angesprochen und ein gerätegestütztes Feedback unmittelbar in das Training eingebaut.

Mit dem Einsatz der Telerehabilitation in der sensomotorischen Rehabilitation steht eine weitere Therapieform zur Verfügung, mit der Selbstmanagement-Programme unterstützt werden können. In einer Übersichtsarbeit waren Telefon- und Videokonferenzen die am häufigsten genutzten Plattformen. Die Benutzerfreundlichkeit und Akzeptanz wurden hoch eingeschätzt, obwohl Zugangsprobleme und technische Herausforderungen potenzielle Hindernisse für den Einsatz von Telerehabilitation darstellen können (Spits et al., 2022; Stephenson et al., 2022).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                   | Neu<br>Stand (2023) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Bei der Rehabilitation sensomotorischer Störungen können Selbstmanagement-Programme integriert werden, um das Selbstvertrauen und die interne Selbstkontrolle der Betroffenen zu verbessern. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                       |                     |

### Einbeziehung von Angehörigen

Angehörige von Patientinnen und Patienten, bei denen zu erwarten ist, dass sie nach dem Klinikaufenthalt zu Hause auf Hilfe angewiesen bleiben, sollten in mehreren Therapieeinheiten in den Themenbereichen Unterstützung der Betroffenen beim Positionswechsel, beim Gehen und bei weiteren Aktivitäten des täglichen Lebens geschult werden. Dies hat signifikante Auswirkungen auf die Lebensqualität von Betroffenen und Angehörigen (Vloothuis et al., 2016).

Im Rahmen der Angehörigenarbeit sollte auch Wissen zu krankheitsspezifischen Symptomen vermittelt werden, um die Angehörigen zu befähigen, diese Symptome sicher einzuordnen und – wenn nötig – Hilfe zu holen (De Silva, 2011; Cameron et al., 2014). Schulungsprogramme, die eine aktive Beteiligung und Nachbereitung (Kombinationen von Gesprächen, Präsentationen, Sitzungen und Telefonaten) umfassen, sind effektiver als eine passive Informationsübermittlung (Crocker et al., 2021). In den Rollen als Begleitende, Unterstützende, Pflegendende und Informationsgebende leisten Angehörige einen wesentlichen Beitrag im Genesungsprozess von Betroffenen mit neurologischen Beeinträchtigungen und sind als integraler Bestandteil in den Behandlungsplan einzubeziehen (Payne & Grande, 2013; Winstein et al., 2016; Feichtner, 2020).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                            | Neu<br>Stand (2023) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Bei der Rehabilitation sensomotorischer Störungen sollten Angehörige mit erkrankungs- und behinderungsspezifischer Wissensvermittlung und ggf. Befähigung zur Alltagsunterstützung der Betroffenen einbezogen werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                |                     |

## Literatur

1. Cameron JI, Naglie G, Green TL, Gignac MA, Bayley M, Huijbregts M, Silver FL, Czerwonka A. A feasibility and pilot randomized controlled trial of the "Timing it Right Stroke Family Support Program". *Clinical Rehabilitation*. 2014 Dec 31. 29 (11). doi: 10.1177/0269215514564897.
2. Crocker TF, Brown L, Lam N, Wray F, Knapp P, Forster A. Information provision for stroke survivors and their carers. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2021 Issue 11. Art. No.: CD001919. doi: 10.1002/14651858.CD001919.pub4.
3. Dekker J, de Groot V, Ter Steeg AM, Vloothuis J, Holla J, Collette E, Satink T, Post L, Doodeman S, Littooi E. Setting meaningful goals in rehabilitation: rationale and practical tool. *Clin Rehabil*. 2020 Jan. 34(1): 3-12. doi: 10.1177/0269215519876299.
4. De Silva D. Evidence: Helping People Help Themselves. A review of the evidence considering whether it is worthwhile to support self-management. UK: The Health Foundation, 2011 May. Verfügbar unter <https://www.health.org.uk/publications/evidence-helping-people-help-themselves>, erreicht am 04.10.2022.
5. Dobkin BH, Plummer-D'Amato P, Elashoff R, Lee J, SIRROWS Group. International randomized clinical trial, stroke inpatient rehabilitation with reinforcement of walking speed (SIRROWS), improves outcomes. *Neurorehabil. Neural Repair*. 2010 Mar- Apr. 24:235–242. doi: 10.1177/1545968309357558.
6. Feichtner A. Häusliche Pflege und die Rolle (n) der Angehörigen. *Spannungsfeld Pflege. Herausforderungen in klinischen und außerklinischen Settings*. 2020 Jan. 91-108. doi: 10.5771/9783748909507-91.
7. Ferreira dos Santos L, Christ O, Mate K, Schmidt H, Krüger J, Dohle C. Movement visualisation in virtual reality rehabilitation of the lower limb: a systematic review. *Biomed. Eng. OnLine*. 2016; 15:144. doi: 10.1186/s12938-016-0289-4.
8. Fryer\_CE, Luker\_JA, McDonnell\_MN, Hillier\_SL. Self management programmes for quality of life in people with stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016 Aug 22. Issue 8. Art. No.: CD010442. doi: 10.1002/14651858.CD010442.pub2.
9. Jin M, Pei J, Bai Z, Zhang J, He T, Xu X, Zhu F, Yu D, Zhang Z. Effects of virtual reality in improving upper extremity function after stroke: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Rehabil*. 2022 May. 36(5): 573-596. doi: 10.1177/02692155211066534.
10. Leonardi M, Fheodoroff K. Goal Setting with ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health) and Multidisciplinary Team Approach in Stroke Rehabilitation. *Clinical Pathways in Stroke Rehabilitation. Evidence-based Clinical Practice Recommendations*. 2021 Jan 15. T. Platz, Cham: Springer: 35-56. doi: 10.3389/fneur.2019.00200.

11. Levack WMM, Weatherall M, Hay-Smith EJC, Dean SG, McPherson K, Siegert RJ. Goal setting and strategies to enhance goal pursuit for adults with acquired disability participating in rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Jul 20. (7): CD009727. doi: 10.1002/14651858.CD009727.pub2.
12. Nott M, Wiseman L, Seymour T, Pike S, Cuming T, Wall G. Stroke self-management and the role of self-efficacy. *Disabil Rehabil*. 2019 Sep 27. 43(10):1410-1419. doi: 10.1080/09638288.2019.1666431.
13. Payne S, Grande G. Towards better support for family carers: a richer understanding. *Palliative Medicine*. 2013 Jul. 27(7), 579-580. doi: 10.1177/0269216313488856.
14. Phipps S, Richardson P. Occupational therapy outcomes for clients with traumatic brain injury and stroke using the Canadian Occupational Performance Measure. *American Journal of Occupational Therapy*. 2007 May- Jun. 61(3):328–34. doi: 10.5014/ajot.61.3.328.
15. Pollock A, Baer G, Campbell P, Choo PL, Forster A, Morris J, Pomeroy VM, Langhorne P. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. *Int J Stroke*. 2014 Apr 22. 9(3): 313-320. doi: 10.1002/14651858.CD001920.pub3.
16. Scobbie L, Dixon D, Wyke S. Goal setting and action planning in the rehabilitation setting: development of a theoretically informed practice framework. *Clinical Rehabilitation*. 2011 May. 25(5): 468-482. doi: 10.1177/0269215510389198.
17. Scobbie L, McLean D, Dixon D, Duncan E, Wyke S. Implementing a framework for goal setting in community based stroke rehabilitation: a process evaluation. *BMC Health Serv Res*. 2013 May. 13(1): 190. doi: 10.1186/1472-6963-13-190.
18. Singer BJ, Jones F, Lennon S. Adapting the Bridges stroke self-management programme for use in Australia. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*. 2018 Aug. 25(8):414-423. doi: 10.12968/ijtr.2018.25.8.414.
19. Spits, A. H., S. G. Rozevink, G. A. Balk, J. M. Hijmans and C. K. van der Sluis (2022). "Stroke survivors' experiences with home-based telerehabilitation using an assistive device to improve upper limb function: a qualitative study." *Disabil Rehabil Assist Technol*: 1-9.
20. Stephenson, A., S. Howes, P. J. Murphy, J. E. Deutsch, M. Stokes, K. Pedlow and S. M. McDonough (2022). "Factors influencing the delivery of telerehabilitation for stroke: A systematic review." *PLoS One* **17**(5): e0265828.
21. Turner-Stokes L. Goal attainment scaling (GAS) in rehabilitation: a practical guide. *Clinical Rehabilitation*. 2009 Apr. 23:362–70. doi: 10.1177/0269215508101742.
22. Vloothuis JDM, Mulder M, Veerbeek JM, Konijnenbelt M, Visser-Meily JM A, Ket JCF, Kwakkel G, van Wegen EEH. Caregiver-mediated exercises for improving outcomes after stroke.

Cochrane Database of Systematic Reviews 2016, Issue 12. Art. No.: CD011058. doi: 10.1002/14651858.CD011058.pub2.

23. WHO (World Health Organization). Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF). Stand Oktober 2005. Herausgegeben vom Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information, DIMDI. WHO Kooperationszentrum für das System Internationaler Klassifikationen ([www.dimdi.de](http://www.dimdi.de); 04.10.22).
24. Winstein CJ, Stein J, Arena R, Bates B, Cherney LR, Cramer SC, Deruyter F, Eng JJ, Fisher B, Harvey RL, Lang CE, MacKay-Lyons M, Ottenbacher KJ, Pugh S, Reeves MJ, Richards LG, Stiers W, Zorowitz RD. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. Stroke. 2016 Jun. 47(6), e98-e169. doi: 10.1161/STR.0000000000000098.
25. Yang Y-R, Tsai M-P, Chuang T-Y, Sung W-H, Wang R-Y. Virtual reality-based Training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. Gait Posture. 2008 Mar 20. 28:201–206. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.11.007.

## 7 Rehabilitation der oberen Extremität

Thomas Platz, Bernhard Elsner

### 7.1 Wissenschaftlicher Hintergrund und Evidenz

Es gibt ein vielfältiges Therapieangebot für den zentralparetischen Arm. Empfehlungen hierzu sollen auf der Grundlage einer systematischen Evidenzbasierung im Rahmen der Leitlinienarbeit der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation, DGNR (S3-Leitlinie, Platz et al., 2020) und der Weltföderation Neurorehabilitation, WFNR („Evidence-based practice recommendations“) zur Armrehabilitation (Platz et al., 2021) zumindest verkürzt im Überblick dargestellt werden. Systematisch bewertet und genutzt wurden 411 Berichte von randomisierten kontrollierten Studien und 114 systematische Reviews (SR)/Metaanalysen. Ergänzt wurde die Literatur um die für die Fragestellung der Leitlinie relevanten aktuellsten systematischen Reviews (PubMed-Suche, letzte 5 Jahre, Stand 27.08.2022) zur Behandlung von anderen Schädigungen, die zu Armfunktionsstörungen führen (Ataxie, akinetisch-rigides Syndrom, Apraxie und somatosensible Störungen), mit dem Suchbegriff „Rehabilitation“, kombiniert mit den Suchbegriffen „Ataxia“, „Parkinson“, „Apraxia“ bzw. „Somatosensory“.

### 7.2 Diagnostik und Behandlungsplanung

Sensomotorische Störungen der oberen Extremität können durch zentrale und periphere Paresen ebenso bedingt sein wie durch Ataxien, akinetisch-rigide Bewegungsstörungen, Apraxien sowie Störungen der Somatosensibilität (Oberflächen- oder Tiefensensibilität betreffend). Alle genannten Syndrome stellen Beeinträchtigungen der Körperfunktionen (Schädigungen bzw. „Impairments“) dar.

Ihre Auswirkungen auf Alltagsaktivitäten, die mit den oberen Extremitäten ausgeführt werden, werden Aktivitätslimitierungen („activity limitations“) genannt.

Welche Funktionen grundsätzlich (organisch) möglich sind, beschreibt die Kapazität („capacity“), was davon im Alltag tatsächlich eingesetzt wird, die Performanz („performance“).

Aus dem Gesagten wird deutlich, dass Schädigungen Ursachen von Aktivitätslimitierungen darstellen können, wobei verschiedene Arten von Schädigungen Aktivitäten limitieren und so eine geminderte Kapazität bewirken können.

Andererseits ist der tatsächliche Einsatz von Körperfunktionen in Alltagsbezügen nicht nur von den Befähigungen hierzu (Kapazitäten) abhängig, sondern auch von Einstellungen und erlerntem Verhalten, weshalb die Performanz individuell nicht unbedingt mit der Kapazität in Übereinstimmung stehen muss.

Die neurologische Untersuchung, klinisch, ggf. paraklinisch, gestützt, stellt die vorhandenen neurologischen Körperfunktionsstörungen (Schädigungen) als Ursachen von Aktivitätslimitierungen

fest, wobei die Schädigungen im rehabilitativen Kontext auch mittels standardisierter Assessments detaillierter quantifiziert werden können und sollten.

Die individuelle rehabilitative Betrachtung von sensomotorischen Störungen der oberen Extremitäten schließt ebenso die Erfassung der subjektiven und mittels Assessment objektivierbaren Aktivitätslimitierungen und von Performanz ein.

Vor dem Hintergrund dieser diagnostischen Schritte können dann die Auswirkungen von Schädigungen auf Aktivitäten festgestellt werden. Der Abgleich von Kapazität und Performanz und das Eruiere von ggf. Diskrepanz verursachenden Faktoren (z. B. Einstellungen und erlerntem Verhalten) helfen zusätzlich, die Alltagssituation zu erklären. Alle diese Schritte und Überlegungen führen dann zur Formulierung und Abstimmung von Behandlungszielen mit den Betroffenen (ggf. binnendifferenziert bzgl. Körperfunktionen, Aktivitäten und Performanz), möglichen Interventionen, die nachgewiesenermaßen geeignet sind, die Zielerreichung zu unterstützen, sowie auch von organisatorischen Aspekten wie Umsetzung, Intensität, Verteilung und Zeitraum der Behandlung.

Zur Auswahl von geeigneten Assessmentinstrumenten sei auf entsprechende Übersichten verwiesen (z. B. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures>).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Neu<br>Stand (2023) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Bei der rehabilitativen Behandlung sensomotorischer Störungen der oberen Extremitäten sollten (i) Aktivitätslimitierungen und die damit verbundenen Aspekte der Kapazität und Performanz mit einem standardisierten Assessment objektiviert, (ii) die ursächlichen Körperfunktionsstörungen (Schädigungen) identifiziert und (iii) diese ebenso mittels eines standardisierten Assessments quantifiziert werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Neu<br>Stand (2023) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Nachfolgend sollten (iv) die Auswirkungen von Schädigungen auf der Aktivitätsebene identifiziert werden sowie ggf. auch modifizierende Faktoren für die Performanz und, darauf basierend, Therapieziele wie auch geeignete Interventionen mit den Betroffenen abgestimmt, veranlasst, umgesetzt und im Verlauf evaluiert werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                     |

### 7.3 Grundsätzliche Behandlungsansätze

Zentrale und periphere Paresen, Ataxien, akinetisch-rigide Bewegungsstörungen, Apraxien oder Störungen der Somatosensibilität, die Oberflächen- oder Tiefensensibilität betreffend, stellen alle sehr unterschiedliche Störungen der neuralen Kontrolle dar, vermittelt in jeweils unterschiedlichen Netzwerken des Nervensystems.

Eine funktionelle Wiederherstellung ist prinzipiell zumindest meist und partiell bei allen genannten Körperfunktionsstörungen (neurologischen Syndromen) möglich, bedarf jedoch in der Regel eines

längeren spezifischen und ausreichend intensiven Trainings. Bei der Trainingstherapie werden die spezifisch gestörten Funktionen an der Grenze der Kontrollfähigkeit (weder unter- noch überfordernd) repetitiv geübt (Platz, 2004).

Wie in der unten aufgeführten Evidenz aus systematischen Reviews klinischer Studien für die verschiedenen Syndrome konsistent dargelegt, lassen sich Verbesserungen der Armfunktion durch ein störungsspezifisches Training dann erreichen, wenn dieses sowohl die gestörten Funktionen spezifisch als auch zeitlich ausreichend umfangreich adressiert. Bei Verteilungen der Therapieeinheiten in den berichteten Studien zwischen 2 und 7 pro Woche und einer Dauer von jeweils 30 bis 180 Minuten sowie einer Durchführung über 4 bis 12 Wochen kann syndromübergreifend als wirksam dokumentierte Trainingszeit eine Gesamttrainingszeit von (zumindest) 20 Stunden als Orientierung gelten.

Die restitutive Behandlung beruht auf der Fähigkeit auch des geschädigten Nervensystems, sich (häufig partiell) funktionell zu erholen, zu reorganisieren und – auch trainingsbasiert – Steuerungseinheiten für Körperfunktionen geändert und verbessert zu repräsentieren (Platz & Lotze, 2018). Die Rationale der an der Körperfunktion orientierten Behandlung ist, dass durch spezifisches und ausreichend intensives Training der Körperfunktion in den geschädigten Aspekten die Körperfunktionsstörungen reduziert werden können und dadurch mittelbar die durch sie bedingten Aktivitätslimitierungen gebessert werden. Denn die Körperfunktionsstörungen sind die Ursachen für die Aktivitätslimitierungen.

Ein alternativer Behandlungsansatz ist das Trainieren von Aktivitäten selbst. Das kann insbesondere dann sinnvoll sein, wenn die Körperfunktionsstörungen nicht so stark ausgeprägt sind und Aktivitäten noch möglich sind. Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass ein möglicher Übertrag von Therapiefortschritten in den Alltag „automatisch“ gegeben ist, eine Limitierung ist jedoch, dass ein aufgabenorientiertes Training die gestörten Körperfunktionen ggf. weniger gezielt spezifisch adressieren und restituieren kann.

Ein weiterer Behandlungsansatz ist die Förderung von Performanz im Rahmen vorhandener Kapazitäten, falls eine Diskrepanz derart vorliegt, dass vorhandene Kapazitäten im Alltag nicht eingesetzt werden.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Neu<br>Stand (2023) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <p>Soweit eine Funktionserholung möglich ist, sollte ein spezifisches Training der Körperfunktionen (Willkürinnervation/Parese, Multigelenkskoordination/Ataxie, Initiierung, Amplitude und Schnelligkeit/akinetisch-rigides Syndrom, Generierung aufgabenadäquater Bewegungsmuster/Apraxie, Oberflächen- oder Tiefensensibilität/somatosensible Störungen) mit ausreichender Intensität durchgeführt werden, um die Körperfunktion und dadurch mittelbar Aktivitäten zu verbessern.</p> <p>Alternativ können Aktivitäten selbst trainiert werden, wenn die Körperfunktionsstörungen nicht so stark ausgeprägt sind, dass die zu übenden Aktivitäten nicht durchführbar sind.</p> <p>Konsensstärke: 85,7 %</p> |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                 | Neu<br>Stand (2023) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Bei einer Diskrepanz zwischen bestehender Kapazität einerseits und deren Übertragung auf den Einsatz im Alltag (Performanz) andererseits sollte der Alltagsübertrag von Körperfunktionen und Aktivitäten gefördert werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                     |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                      | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| In den ersten Monaten nach einer Schädigung des Nervensystems sollte eine intensive Behandlung mit einem möglichst restituierenden bzw. ggf. auch kompensatorischen Behandlungsansatz erfolgen. |                     |
| Konsensstärke: 93,3 %                                                                                                                                                                           |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| In späteren Krankheitsphasen oder bei primär chronischen (z. B. neurodegenerativen) Erkrankungen sollten mehrwöchige Behandlungsphasen (4–12 Wochen) erfolgen, ihre Behandlungseffekte mit einem standardisierten Assessment erfasst und die rehabilitative Behandlung bei behandlungszielrelevanter Wirksamkeit der Therapie oder bei Verschlechterung bei Behandlungspausierung fortgeführt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                              | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Anteiliges (ggf. häusliches) Eigentaining kann bei guter Strukturierung des Trainings, Dokumentation seiner Umsetzung und regelmäßig gewährleisteter Supervision erwogen werden, um die Trainingsintensität zu erhöhen. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                  |                     |

## 7.4 Syndromspezifische Therapie

### Zentrale Armparese

Für die ausführliche Evidenzdarstellung zur rehabilitativen Therapie bei der zentralen Armparese wird auf die S3-Leitlinie „Rehabilitative Therapie bei Armparese nach Schlaganfall“, AWMF-Registernummer 080-001, verwiesen (Platz et al., 2020). An dieser Stelle werden die wichtigen Empfehlungen daraus integriert. Dabei werden Behandlungsoptionen charakterisiert, die je nach Ausmaß der Parese ggf. alternativ oder individuell auch in Kombination eingesetzt werden können.

Empfehlungen zur Behandlung der zentralen Armparese:

### Zeitpunkt und Dauer der Behandlung

| Empfehlung                                                                                                                                                                             | Neu Stand (2023) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Soweit der klinische Zustand des Patienten/der Patientin es erlaubt, sollte ein früher Beginn der Rehabilitation der Armmotorik innerhalb weniger Tage nach dem Schlaganfall erfolgen. |                  |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                 |                  |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                         | Neu Stand (2023) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Wird bei subakuten Schlaganfallpat. eine Beschleunigung der Erholung der Armaktivitäten angestrebt, dann sollen werktägliche Behandlungsintensitäten von mindestens 30 Minuten zum Einsatz kommen. |                  |
| Konsensstärke: 92,9 % (Konsens)                                                                                                                                                                    |                  |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Neu Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Bei fortbestehenden funktionellen Defiziten (Kriterium 1) und der individuellen Dokumentation von funktionellen Verbesserungen unter Therapie (bzw. auch funktionellen Verschlechterungen nach deren Absetzung) (Kriterium 2) sollten zur Erreichung individueller Therapieziele auch im chronischen Stadium Maßnahmen spezifischer Armrehabilitation durchgeführt werden; wöchentlich 90–270 Minuten strukturiertes repetitives Training von Schulter-, Ellenbogen- sowie Handgelenks- und Fingerbewegungen bei mittelschwerer bis schwerer Armlähmung, ggf. unterstützt durch (EMG-getriggerte) Elektrostimulation, oder funktionelles aufgabenbezogenes Training mit wiederkehrenden Behandlungsphasen (und Pausen) sollten zur Verbesserung der Armaktivitäten im Alltag durchgeführt werden. |                  |
| Konsensstärke: 92,9 % (Konsens)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |

### Bilaterales Training

| Empfehlung                                                                                                                           | Neu Stand (2023) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Eine auf Funktions- oder Aktivitätsverbesserung zielende Armrehabilitationsbehandlung kann mit bilateralen Übungen gestaltet werden. |                  |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                               |                  |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                  | Neu Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Für leichter betroffene Pat. im chronischen Stadium sollte bilaterales Training nicht bevorzugt angeboten werden, wenn Armaktivitäten und Einsatz des betroffenen Armes im Alltag verbessert werden sollen. |                  |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                      |                  |

**Schädigungsorientiertes Training (Impairment-oriented training, IOT)**

(Erläuterung: Das schädigungsorientierte Training (Impairment-oriented training, IOT) bietet zwei Therapieverfahren, das Arm-Fähigkeits-Training (AFT) für Pat. mit leichter Parese und das systematische repetitive Arm-Basis-Training (ABT) für Pat. mit schwerer Parese.)

| Empfehlung                                                                                                                                                                                  | Neu<br>Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Ein Arm-Basis-Training (ABT) sollte bei subakuten Schlaganfallpat. mit schwerer Parese durchgeführt werden, wenn das Behandlungsziel eine Verbesserung der selektiven Armbeweglichkeit ist. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                      |                     |

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                      | Neu<br>Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Ein Arm-Fähigkeits-Training (AFT) sollte bei subakuten Schlaganfallpat. mit leichter Parese durchgeführt werden, wenn das Behandlungsziel die Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Sensomotorik (Fein- und Zielmotorik) ist. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                          |                     |

**Aufgabenspezifisches Training**

| Empfehlung                                                                                | Neu<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Aufgabenspezifisches Training kann zur Verbesserung der Armaktivitäten eingesetzt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                    |                     |

**Spiegeltherapie**

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Neu<br>Stand (2023) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Eine zur Standardtherapie zusätzliche mehrwöchige Spiegeltherapie, bei der Bewegungen der „gesunden“ Hand, auch aufgabenbezogen, im Spiegel beobachtet, wie Bewegungen der betroffenen Hand visuell wahrgenommen werden (z. B. für 30 Minuten pro Werktag), sollte bei subakuten und chronischen Schlaganfallpat. mit mittelschweren bis schweren Armparesen ggf. als supervidiertes Eigentaining durchgeführt werden, wenn eine Verbesserung der motorischen Funktion (auf Schädigungs- oder Aktivitätsebene) angestrebt wird und erreichbar scheint. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |

**„Constraint-induced movement therapy“ (CIMT) (Bewegungsinduktionstherapie)**

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Neu<br>Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <p>Wenn Schlaganfallpat. eine mäßige Armparese bei zumindest teilweise erhaltener Handfunktion und gleichzeitig einem fehlenden substanziellen spontanen Gebrauch des Armes im Alltag zeigen, ferner keine schwere Spastik oder Schmerzen im betroffenen Arm haben, das Ziel der verstärkte Einsatz des betroffenen Armes im Alltag ist und die Therapie organisatorisch umsetzbar ist, soll eine CIMT angewendet werden, in den ersten 6 Wochen nach Schlaganfall modifiziert mit nicht mehr als 2 Stunden Training pro Tag und bis zu 6 Stunden Restriktion kombiniert.<sup>1</sup></p> <p>Eine Restriktion („Forced use“) außerhalb der Therapiesitzungen wird empfohlen, wenn sie mit einem „Transferpaket“ während der Sitzung verbunden wird.<sup>2</sup></p> |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |

Erläuterungen: <sup>1</sup> Beim „Original“ der CIMT werden pro Tag 6 Stunden intensiv trainiert und 90% der Wachstunden eine Restriktion des weniger betroffenen Armes umgesetzt; früh nach einem Schlaganfall wird jedoch eine modifizierte Version mit bis zu 2 Stunden intensivem Training und bis zu 6 Stunden Restriktion des weniger betroffenen Armes empfohlen. <sup>2</sup> Die Restriktion des weniger betroffenen Armes wird nur empfohlen, wenn sie mit einem „Transferpaket“ während der Sitzung verbunden wird: dabei wird in den Therapiesitzungen gemeinsam überlegt, was Hinderungsgründe für den Einsatz des betroffenen Armes im Alltag sind und wie diese überwunden werden können und der Erfolg im Alltag z.B. mit einem Logbuch dokumentiert.

**Neuromuskuläre Elektrostimulation, NMES**

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Neu<br>Stand (2023) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <p>Bei schwerer inkompletter Parese der Handgelenks- und Fingerextensoren kann eine NMES oder, wenn möglich, eine EMG-getriggerte NMES der Unterarmextensorenmuskulatur erwogen werden, wenn das Behandlungsziel die Förderung der selektiven Bewegungsfähigkeit und Armfunktionen im subakuten oder chronischen Stadium ist.</p> |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |

**Arm-Robot-Therapie**

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Neu<br>Stand (2023) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <p>Wenn eine Arm-Robot-Therapie indikationsgerecht angeboten werden kann, sollte sie bei subakuten Schlaganfallpat. durchgeführt werden, wenn das Behandlungsziel die Verbesserung der selektiven Beweglichkeit bei schwerer Armlähmung (und mittelbar der Armaktivitäten) ist.</p> <p>Auch im chronischen Stadium kann eine Arm-Robot-Therapie für diese Indikation erwogen werden.</p> |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |

**Repetitive transkranielle Magnetstimulation, rTMS**

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Modifiziert (gemäß S3 LL)<br>Stand (2023) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Zur Verbesserung der Armfunktion nach Schlaganfall sollte bei Pat. mit (leichter bis) mäßiger Armparese im akuten/subakuten Stadium eine tägliche inhibitorische niederfrequente 1-Hz-Stimulation des kontraläsionalen motorischen Kortex oder eine hochfrequente 3-, 5-, 10- oder 20-Hz-Stimulation des ipsiläsionalen motorischen Kortex (alternativ intermittierende Theta-Burst-Stimulation, iTBS), z. B. für 5 Tage, durchgeführt werden, wenn dies angeboten werden und von erfahrener Hand durchgeführt werden kann. |                                           |
| Die Therapie kann auch im chronischen Stadium erwogen werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                           |

**Ataxie**

Übungstherapie ausreichender Intensität kann Symptome einer zerebellären Ataxie verbessern. Die metaanalytischen Ergebnisse aus vier kleineren randomisierten kontrollierten Studien legen nahe, dass motorische Trainingstherapie ausreichender Intensität (im Schnitt 3 x wöchentlich 60 Minuten über  $\geq 4$  Wochen) im Vergleich zu keiner Therapie die Schwere der Ataxiesymptomatik bei zerebellärer Ataxie (insgesamt) verbessern kann („Scale for Assessment and Rating of Ataxia“, SARA (8 Aufgaben, 3 davon Armfunktion betreffend; min. 0, max. 40 Punkte), gewichtete mittlere Gruppendifferenz, WMD:  $-3,3$ ; 95 % Konfidenzintervall, KI  $-3,8$  bis  $-2,8$ ; 4 RKS, 116 Teilnehmende) (Winser et al., 2022). Ein dezidierter Vergleich verschiedener Behandlungskonzepte zur Förderung der Armfunktion bei zerebellärer Ataxie aus randomisierten kontrollierten Studien (RKS) wurde dabei nicht berichtet.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                       | Neu<br>Stand (2023) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Zur Minderung von Armfunktionsstörungen bei zerebellärer Ataxie sollte eine mehrwöchige, zeitlich ausreichende intensive spezifische motorische Trainingstherapie mit begleitender standardisierter Dokumentation der Behandlungsergebnisse durchgeführt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                           |                     |

**Akinetisch-rigides Syndrom**

Motorische Trainingstherapie (1/2–3 Stunden 3–7 x pro Woche über 4–8 Wochen; in einer Studie bis 14 Monate) verbesserte im Vergleich zu keinem Training die Motorik (insgesamt) bei Parkinsonpat. (Motorischer Score der „Unified Parkinson’s Disease Rating Scale“, UPDRS Mittelwertsdifferenz, MD:  $-6,09$ , 95 % KI  $-7,79$  bis  $-4,38$ ; 5 Studien, 179 Teilnehmende) (Choi et al., 2021).

Auch langfristige Physiotherapie ( $\geq 1$  x pro Woche über  $\geq 6$  Monate) verbesserte bei Parkinsonpat. die Motorik (insgesamt; im „off“-Status) (Motorischer Score der „Unified Parkinson’s Disease Rating Scale“, UPDRS oder „Movement Disorder Society-UPDRS“, MDS-UPDRS (5 von 18 Items haben Arm-/Handbezug), standardisierte Mittelwertsdifferenz, SMD:  $-0,65$ , 95 % KI  $-1,04$  bis  $-0,26$ ; 5 Studien, 408 Teilnehmende, Okada et al., 2021, siehe auch Kapitel 5 Besonderheiten bei Bewegungsstörungen).

Im systematischen Review von Foster et al. (2021) über die Effekte von Ergotherapie bei Parkinsonsyndrom wird unter anderem die RKS von Collet et al. (2017) erwähnt, die zeigte, dass 6-monatiges Arbeitsheft-basiertes supervidiertes Eigentaining zur Verbesserung der Handschrift (1 Stunde spezifisches Training 2 x wöchentlich empfohlen; 80 % trainierten mindestens 1 Stunde pro Woche) im Vergleich zu sonstigem Üben nach 1 Jahr zu einer verbesserten Schriftamplitude und einer verbesserten Selbsteinschätzung des Schreibvermögens führte (UPDRS 2,7 „Odds ratio, OR“: 0,55; 95 % KI 0,34 bis 0,91; 1 RKS, 105 Teilnehmende). Hier zeigte sich also, dass ein ausreichend spezifisches Training einer Aktivität mit Fokus auf die krankheitsspezifischen Auswirkungen (Schädigung) auch im Sinne eines längerfristigen supervidierten Trainings Wirkung zeigen kann.

Ein systematischer Review zu Effekten von aufgabenorientiertem Training auf Alltagskompetenz aus methodisch hochwertigen RKS konnte einen numerisch mittelgroßen und damit klinisch relevanten Effekt wegen Heterogenität knapp nicht absichern (Hedges  $g$  -0,53; 95 % KI -1,08 bis 0,02;  $p = 0,06$ ; Heterogenität  $I^2$  88 %; 5 Studien, 485 Teilnehmende) (Perry et al., 2019). Eine Metaregressionsanalyse zeigte, dass Therapieeffekte erst bei einer „Dosis“ von mindestens ca. 1 Stunde Training pro Woche nachweisbar waren und bis zu den untersuchten 7 Stunden Training pro Woche zunahmen.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Neu<br>Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Zur Minderung von Armfunktionsstörungen bei akinetisch-rigidem Syndrom sollte eine mehrwöchige spezifische zeitlich ausreichend intensive motorische Trainingstherapie zur Verbesserung von Bewegungsinitiierung, Geschwindigkeit und Bewegungsamplitude mit begleitender standardisierter Dokumentation der Behandlungsergebnisse durchgeführt werden. |                     |
| Individuell kann auch ein Training spezifischer Aktivitäten (z.B. Schreibtraining) erwogen werden.                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                     |

## Apraxie

Sowohl die ideomotorische Apraxie (Störungen von Repräsentationen invarianter Eigenschaften von Bewegungsmustern) wie auch die ideatorische Apraxie (Störung des Objektgebrauchswissens) beeinträchtigen Alltagsverrichtungen (Platz, 2005).

Ein systematischer Review verdeutlicht, dass sowohl ein intensives kompensatorisches Strategietraining (2 RKS, 143 Schlaganfallbetroffene mit Apraxie) wie auch ein restitutives Gestentraining (2 RKS, 46 Schlaganfallbetroffene mit Apraxie) Apraxie-bedingte Funktionsstörungen wie auch die Alltagskompetenz verbessern können (Alashram et al., 2021). Beim geprüften Gestentraining wurden sowohl eine Reihe transitiver (objektbezogener) Gesten wie auch bedeutungsloser intransitiver Gesten mit ansteigender Schwierigkeit in jeweils 50-minütigen Sitzungen 3 x pro Woche über 10 bis 12 Wochen trainiert. Beim Strategietraining, das insgesamt 25 30- bis 40-minütige Sitzungen über 8 bis 12 Wochen umfasste, lernen Betroffene, Apraxie-bedingte Beeinträchtigungen strategisch dadurch zu kompensieren, dass Alltagsaufgaben in eine Vorbereitungs-, Ausführungs- und Kontrollphase aufgegliedert werden und sie in der Therapie lernen, Defizite, die auftreten, intern oder extern mit (Alternativ-)Strategien zu bewältigen.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Neu<br>Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Zur Minderung von Apraxie-bedingten Aktivitätslimitierungen sollte eine mehrwöchige spezifische und zeitlich ausreichende intensive Apraxietherapie entweder als Apraxie-Strategietraining oder als Gestentraining zur Verbesserung der Alltagskompetenz mit begleitender standardisierter Dokumentation der Behandlungsergebnisse durchgeführt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                     |

### Störungen der Somatosensibilität

Ein systematischer Review, der, basierend auf Fallserien (5 Studien) und kontrollierten Studien (5 Studien) ( $\geq 10$  Teilnehmende pro Studie;  $n = 199$  Schlaganfallbetroffene), Effekte eines somatosensorischen Diskriminationstrainings auf sensible Funktionen von Arm und Hand bei Schlaganfallbetroffenen untersuchte, dokumentierte für Oberflächen- und Tiefensensibilitätsmaße sowie die taktile Objekterkennung Effektgrößen von 0,3 bis 2,2 (im Mittel 0,85) (Turville et al., 2019). Die Ergebnisse wurden bei im Schnitt 70-minütigen Trainingssitzungen an 2 bis 3 Tagen pro Woche über 4 bis 8 Wochen erzielt, tlws. auch als Eigentaining konzipiert (15–90 Minuten pro Tag).

Somatosensibles Training kann dabei (verglichen mit einer Sham-Stimulation) auch positive Effekte auf motorische Armfunktionen haben (mittlere Differenz, MD; Fugl-Meyer Assessment 2,75; 95 % KI 1,53 bis 3,96; 6 RKS, 179 Teilnehmende; Action Research Arm Test 2,80; 95 % KI 2,27 bis 3,32; 6 RKS, 141 Teilnehmende) (Sarrada et al., 2019).

In einem anderen systematischen Review wurden Effekte auf die (Oberflächen-)Somatosensibilität eher bei einem passiven sensiblen Training (standardisierte Mittelwertsdifferenz, SMD 1,13, 95 % KI 0,20 bis 2,05; 2 RKS, 47 Teilnehmende) und auf die motorischen Funktionen bei aktivem sensiblen Training (SMD 0,73, 95 % KI 0,14 bis 1,32; 2 RKS, 48 Teilnehmende) abgesichert (Yilmazer et al., 2019).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Neu<br>Stand (2023) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Zur Minderung von Armfunktionsstörungen bei gestörten somatosensiblen Funktionen (Oberflächen- bzw. Tiefensensibilität) sollte eine mehrwöchige spezifisch zeitlich ausreichende intensive sensible Trainingstherapie der gestörten Qualitäten zur Verbesserung von Sensibilität (und Sensomotorik) mit begleitender standardisierter Dokumentation der Behandlungsergebnisse durchgeführt werden. |                     |
| Individuell können entweder passive oder aktive Therapien der Somatosensibilität erwogen werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                     |

## Literatur

1. Alashram AR, Annino G, Aldajah S, Raju M, Padua E. Rehabilitation of limb apraxia in patients following stroke: a systematic review. *Appl Neuropsychol Adult*. 2021 Apr 14:1-11. doi: 10.1080/23279095.2021.1900188.
2. Choi HY, Cho KH, Jin C, Lee J, Kim TH, Jung WS, Moon SK, Ko CN, Cho SY, Jeon CY, Choi TY, Lee MS, Lee SH, Chung EK, Kwon S. Exercise Therapies for Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Parkinsons Dis*. 2020 Sep 8;2020:2565320. doi: 10.1155/2020/2565320.
3. Collett J, Franssen M, Winward C, Izadi H, Meaney A, Mahmoud W, Bogdanovic M, Tims M, Wade D, Dawes H. A long-term self-managed handwriting intervention for people with Parkinson's disease: results from the control group of a phase II randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2017 Dec;31(12):1636-1645. doi: 10.1177/0269215517711232.
4. Foster ER, Carson LG, Archer J, Hunter EG. Occupational Therapy Interventions for Instrumental Activities of Daily Living for Adults With Parkinson's Disease: A Systematic Review. *Am J Occup Ther*. 2021 May 1;75(3):7503190030p1–7503190030p24. doi: 10.5014/ajot.2021.046581.
5. Okada Y, Ohtsuka H, Kamata N, Yamamoto S, Sawada M, Nakamura J, Okamoto M, Narita M, Nikaido Y, Urakami H, Kawasaki T, Morioka S, Shomoto K, Hattori N. Effectiveness of Long-Term Physiotherapy in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Parkinsons Dis*. 2021;11(4):1619-1630. doi: 10.3233/JPD-212782.
6. Perry SIB, Nelissen PM, Siemonsma P, Lucas C. The effect of functional-task training on activities of daily living for people with Parkinson's disease, a systematic review with meta-analysis. *Complement Ther Med*. 2019 Feb;42:312-321. doi: 10.1016/j.ctim.2018.12.008.
7. Platz T. Impairment-oriented Training (IOT) – scientific concept and evidence-based treatment strategies. *Restorative Neurology and Neuroscience* 22:301-315, 2004.
8. Platz T. Apraxie - Neurowissenschaft und Klinik. Eine Literatursynthese. *Nervenarzt*. 2005 Oct;76(10):1209-21.
9. Platz T and Lotze M. Arm Ability Training (AAT) Promotes Dexterity Recovery After a Stroke — a Review of Its Design, Clinical Effectiveness, and the Neurobiology of the Actions. *Front. Neurol*. 9:1082. doi: 10.3389/fneur.2018.01082
10. Platz T (Koordinator), Engel A, Fheodoroff K, Mehrholz J, Nyffeler T, Roschka S, Schmuck L, Schupp W, Thieme H. S3-Leitlinie „Rehabilitative Therapie bei Armparese nach Schlaganfall“ der DGNR – Langversion. Stand 23.04.2020. AWMF Registernummer 080-001, verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/080-001.html>, erreicht am 27.08.2022.

11. Platz T, Schmuck L, Roschka S, Burridge J. Arm Rehabilitation. In: Platz, T. (eds) Clinical Pathways in Stroke Rehabilitation. Springer, Cham, 2021, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58505-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58505-1_7)
12. Serrada I, Hordacre B, Hillier SL. Does Sensory Retraining Improve Sensation and Sensorimotor Function Following Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Neurosci.* 2019 Apr 30;13:402. doi: 10.3389/fnins.2019.00402.
13. Turville ML, Cahill LS, Matyas TA, Blennerhassett JM, Carey LM. The effectiveness of somatosensory retraining for improving sensory function in the arm following stroke: a systematic review. *Clin Rehabil.* 2019 May;33(5):834-846. doi: 10.1177/0269215519829795.
14. Winser S, Chan HK, Chen WK, Hau CY, Leung SH, Leung YH, Bello UM. Effects of therapeutic exercise on disease severity, balance, and functional Independence among individuals with cerebellar ataxia: A systematic review with meta-analysis. *Physiother Theory Pract.* 2022 Feb 25:1-21. doi: 10.1080/09593985.2022.2037115. Epub ahead of print.
15. Yilmazer C, Boccuni L, Thijs L, Verheyden G. Effectiveness of somatosensory interventions on somatosensory, motor and functional outcomes in the upper limb post-stroke: A systematic review and meta-analysis. *NeuroRehabilitation.* 2019;44(4):459-477. doi: 10.3233/NRE-192687.

## 8 Rehabilitation von Stand und Gang

Christian Dohle, Gabriele Eckhardt, Klaus Jahn und Simon Steib

### 8.1 Wissenschaftlicher Hintergrund und Evidenz

Neurologische Erkrankungen erfordern für die Wiederherstellung und Verbesserung der Gehfähigkeit ein individuelles Vorgehen, das vorzugsweise auf einer objektiven Bewertung der Defizite basiert (z. B. Ganganalyse) (Schelhaas et al., 2022). Das Spektrum therapeutischer Interventionen umfasst u. a. repetitives Training von Bewegungssequenzen/Schritten, alltagsorientiertes Training (AOT), Aquatraining, Biofeedback, Spiegeltraining, Orthesenversorgung, Verhaltenstherapie, mentales Imaginationstraining, Training von Ausdauer und Kraft, geräteunterstütztes Training (Motomed, Ergometer, Robotik). Dazu kommen Neuromodulation (z. B. transkranielle Magnetstimulation, TMS, Gleichstromstimulation, tDCS) und funktionelle Elektrostimulation (FES).

Zur Rehabilitation der Mobilität nach Schlaganfall als einer häufigen Erkrankung des zentralen Nervensystems wurde auf der Basis einer systematischen Literaturrecherche durch die Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR) und des Physio Deutschland (Deutscher Verband für Physiotherapie) im Jahr 2015 eine S2e-Leitlinie publiziert (ReMoS Arbeitsgruppe et al. 2015; Dohle et al., 2016), die in Teilen aktualisiert wurde (Goetz et al., 2021). 2022 wurde diese Recherche durch die Leitliniengruppe weitergeführt und aktualisiert. Die Empfehlungen dieser Leitlinie wurden anhand folgender fünf therapeutischer Ziele beschrieben: Wiederherstellung der Gehfähigkeit, Verbesserung der Gehfähigkeit, Verbesserung der Gehgeschwindigkeit, Verbesserung der Gehstrecke und Verbesserung des Gleichgewichts. Zur Behandlung der Spastizität nach Schlaganfall existiert eine eigenständige Leitlinie (Platz et al., 2018). Für die Multiple Sklerose wurde auch die Leitlinie der DGNR zur Verbesserung der Mobilität bei dieser Patientengruppe herangezogen (Tholen et al., 2019).

| Empfehlung                                                                                                                                         | Neu<br>Stand (2023) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Störungen der Mobilität haben krankheitsspezifische Merkmale. Die Auswahl der Therapiemaßnahmen sollte sich am konkreten Therapieziel orientieren. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                             |                     |

### 8.2 Wiederherstellung der Gehfähigkeit bei nicht gehfähigen Patientinnen und Patienten

Hauptmaßnahmen zur Wiederherstellung der Gehfähigkeit nach einer zentralen Läsion sind zunächst das Erreichen der stabilen Vertikalisierung und dann die Durchführung einer möglichst hohen Anzahl an Gehbewegungen (Schritten). Aufgrund des hohen Unterstützungsbedarfs bei nicht gehfähigen Betroffenen sollte dies möglichst geräteunterstützt durchgeführt werden. Bei der Roboter-assistierten Therapie, mit deren Hilfe die hohe Schrittzahl am besten erreicht werden kann, werden zwei Therapieprinzipien unterschieden: das Endeffektorprinzip mit ausschließlicher Führung der Füße sowie das Exoskelettprinzip mit zusätzlicher motorbetriebener Kontrolle und Führung der Knie- und

Hüftgelenke. Prinzipiell ist der Therapieerfolg dabei gleichwertig einem rein personenunterstützten Training mit vergleichbarer Anzahl an Wiederholungen (Peurala et al., 2009; Nascimento et al., 2021). Auch gibt es Evidenz, dass der erhöhte technische Aufwand des Exoskelettprinzips dem einfacheren Setting des Endeffektorgeräts nicht überlegen ist (Mehrholz et al., 2020).

Wird die Gehfähigkeit (auch) durch eine ausgeprägte Spastik eingeschränkt, so können andere Ansätze zum Einsatz kommen wie physiotherapeutische (PT) Interventionen und antispastische Medikamente wie Baclofen (durch orale oder intrathekale Verabreichung) und Botulinumtoxin; hier wird auf die spezifische Leitlinie verwiesen. Die beste verfügbare Evidenz bei der Behandlung von Spastizität bei MS zeigte sich für die Bewegungstherapie und ambulante Bewegungsprogramme mit Fokus auf den selbst wahrgenommenen Muskeltonus bzw. Spastik (Etoom et al., 2018).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                     | Neu<br>Stand (2023) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Zur Wiederherstellung der Gehfähigkeit nach zentralen Läsionen sollten Gehbewegungen in hoher Wiederholungsrate durchgeführt werden, bei nicht gehfähigen Personen aufgrund des hohen Unterstützungsbedarfs möglichst geräteunterstützt (Roboter-unterstützt). |                     |
| Eine eventuell die Gehfähigkeit einschränkende Spastik sollte zielgerichtet behandelt werden.                                                                                                                                                                  |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                         |                     |

### 8.3 Verbesserung der Gehfähigkeit bei (eingeschränkt) gehfähigen Patientinnen und Patienten

Auch bei zumindest mit Hilfsmitteln gehfähigen Pat. sollte zur Verbesserung der Gehfähigkeit eine hohe Anzahl an Wiederholungen von Gangbewegungen angestrebt werden. Dazu kommt, dass schwierigere Bedingungen geübt werden sollten, um die funktionsgestörten zentralen Netzwerke auch wirklich zu fordern (Jahn et al. 2010; Jahn et al., 2020). Im Unterschied zu den nicht gehfähigen Pat. ist die Geräteunterstützung (Laufband mit und ohne Gewichtsentlastung) nur optional zu sehen. Aktuelle Metaanalysen zeigen keine Überlegenheit eines Laufbandtrainings gegenüber konventionellen Gangtrainingsprogrammen in der subakuten Phase (Hsu et al., 2020; Nascimento et al., 2021). Auch aktuelle neuere Entwicklungen von mobilen mechanischen Unterstützungsgeräten oder mobilen Exoskeletten haben sich bisher nicht als überlegen erwiesen (Bizocivar et al., 2017, Rojek et al., 2020). Unterstützt werden kann das Training durch Gang-Feedback-Training (verbal oder visuell; Hunt et al., 2018; Hunt and Takacs, 2014). Feedback-Training ist effektiver als externe Geräte, um dauerhafte Verbesserungen der Schrittqualität zu erzielen. Zur Besserung von Fehlstellungen bzw. Instabilitäten existieren verschiedene Hilfsmittel (Einlagen, Knöchel-Fuß-Orthesen, Schuhanpassungen, Außenrotationsgurte), ihr Effekt ist jedoch auf die Zeit des korrekten Einsatzes begrenzt (Ganjehie et al., 2017). Bei Pat. mit spastischer Equinovarusdeformität führt die lokale Injektion von Botulinumtoxin zu einer Reduktion des Hilfsmittelgebrauchs, aber nicht zu einer klinisch relevanten Verbesserung der Gehgeschwindigkeit (Pittock et al., 2003).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                    | Modifiziert<br>Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Zur Verbesserung der Gehfähigkeit nach zentralen Läsionen bei bereits gehfähigen Pat. sollte hochfrequentes spezifisches Gangtraining durchgeführt werden, eine Geräteunterstützung (Laufband) kann erfolgen. |                             |
| Die Indikation für Hilfsmittel (z. B. Orthesen) sollte kritisch unter besonderer Berücksichtigung der tatsächlichen Anwendung im Alltag gestellt und für Teilhabezwecke erwogen werden.                       |                             |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                        |                             |

## 8.4 Verbesserung der Gehgeschwindigkeit

Soll bei gehfähigen Pat. die Gehgeschwindigkeit verbessert werden, ist die Zahl der Wiederholungen nicht mehr das dominierende therapeutische Prinzip, sondern die kontinuierliche Steigerung der Ganggeschwindigkeit, was am besten mit einem Laufbandtraining zu erzielen ist (Pohl et al. 2002). Es besteht eine gute Evidenz hinsichtlich der Wirksamkeit von kardiorespiratorischem Training zur Steigerung der Gehgeschwindigkeit nach Schlaganfall, zudem werden weitere positive Gesundheitseffekte erzielt (u. a. kardiorespiratorische Fitness, Mobilität, Behinderung; Saunders et al., 2020). Unspezifisches Ausdauertraining (z. B. auf dem Radergometer) scheint weniger bzw. nicht effektiv hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit zu sein. Eine Kombination mit Krafttraining kann eine sinnvolle Erweiterung darstellen (Lee & Stone, 2020; Saunders et al., 2020) und sollte sich an den Empfehlungen der American Stroke Association orientieren (Pogrebnoy & Dennett, 2020). Das Hinzufügen von Rumpfstabilitätsübungen zur üblichen Physiotherapie nach einem Schlaganfall kann ebenfalls zu einer verbesserten Ganggeschwindigkeit führen (Gamble et al., 2021). Aquatraining ist eine weitere wirksame Therapieoption und kann ergänzend eingesetzt werden (Saquetto et al., 2019; Veldema & Jansen, 2021).

Bei Multipler Sklerose sollte kardiorespiratorisches Training zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit eingesetzt werden (Tholen et al., 2019; Andreu-Caravaca et al., 2021), zudem scheint Krafttraining ähnlich effektiv, um die Gehfunktion zu verbessern (Taul-Madsen et al., 2021). Bei Morbus Parkinson gibt es Hinweise darauf, dass Krafttraining die Gehgeschwindigkeit steigert, eine Überlegenheit gegenüber anderen Trainingsmaßnahmen kann derzeit jedoch nicht belegt werden (Gollan et al., 2022).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                    | Modifiziert<br>Stand (2023) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit sollte hochfrequentes spezifisches Gangtraining mit kontinuierlicher Steigerung der Trainingsgeschwindigkeit durchgeführt werden. Das Laufbandtraining scheint hier die größte Effektivität zu haben. |                             |
| Ergänzend kann Krafttraining zum Einsatz kommen.                                                                                                                                                                                              |                             |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                        |                             |

## 8.5 Verbesserung der Gehstrecke

Können die Patientinnen und Patienten bereits ausreichend sicher gehen und soll die Gehstrecke ausgebaut werden, muss das Gangtraining eine kardiovaskulär wirksame Komponente enthalten (Saunders et al., 2020; Gordon et al., 2004; Pogrebnoy & Dennett, 2020). Isoliertes Training der Ausdauer ohne Kombination mit funktionellen Bewegungen, z. B. auf dem Radergometer, führt nicht zu einer Verlängerung der Gehstrecke (Katz-Leurer et al., 2003). Krafttraining oder kombinierte Kraft- und Ausdauerprogramme können optional in Betracht gezogen werden, die Evidenzstärke ist bei Schlaganfallpat. jedoch noch gering (Saunders et al., 2020). Auch bei Multipler Sklerose (Tholen et al., 2019; Taul-Madsen et al., 2021) und Morbus Parkinson sollte kardiorespiratorisches Training zur Verbesserung der Gehstrecke eingesetzt werden (Gamborg et al., 2022; Schootemeijer et al., 2020).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                   | Modifiziert<br>Stand (2023) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Zur Verbesserung der Gehstrecke bereits sicher gehfähiger Patientinnen und Patienten sollte ein kardiovaskulär wirksames Gangtraining unter Monitoring der Herzfrequenz durchgeführt werden. |                             |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                       |                             |

## 8.6 Verbesserung des Gleichgewichts beim Stehen und Gehen

Zielgerichtete Trainingsprogramme mit Fokus auf Gleichgewichtsübungen und/oder Gewichtsverlagerungen plus intensives Gangtraining haben positiven Einfluss auf das Gleichgewicht von chronischen Schlaganfallpat. (van Duijnhoven et al. 2016). Auch Personen mit Multipler Sklerose (Kapitel 4.1.3; Gunn et al., 2015; Selph et al., 2021) und frühem M. Parkinson profitieren von Gleichgewichtstraining (Shen et al., 2016; Zhong et al. 2020). Dies trifft insbesondere zu, wenn auch sensorische Defizite (vestibulär, propriozeptiv) bestehen. Für die Besserung des Gleichgewichts durch spezifische Trainingstherapie besteht diesbezüglich eine sehr gute Evidenz (Meldrum et al., 2020; Hall et al., 2022). Aquatraining kann ergänzend angeboten werden (Nascimento et al., 2020; Shariat et al., 2022; Caroll et al., 2020; Veldema & Jansen, 2021). Weiterhin kann gezieltes Rumpfttraining das Gleichgewicht im Sitzen und Stehen verbessern (Van Criekinge et al., 2019).

| Empfehlung                                                                                                        | Modifiziert<br>Stand (2023) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Zur Verbesserung des Gleichgewichts sollte das funktionelle Gangtraining im Alltagskontext im Vordergrund stehen. |                             |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                            |                             |

## 8.7 Bedeutung der Motivation bei der Rehabilitation der Mobilität

Schlaganfallüberlebende sind oft körperlich inaktiv und verbringen über den Tag verteilt lange Zeit im Sitzen. Dies verschlechtert kardiale und metabolische Parameter und hat Auswirkungen auf körperliche und andere Funktionen. Interventionen zur Reduzierung oder Unterbrechung von sitzenden Zeiten sowie zur Steigerung der körperlichen Aktivität nach einem Schlaganfall können das

Risiko sekundärer kardiovaskulärer Ereignisse und die Mortalität während des Lebens nach einem Schlaganfall verringern (Saunders et al., 2021).

Sowohl die geräteunterstützten als auch die konventionellen Therapieverfahren können in ihrer Effektivität durch motivationale Aspekte gesteigert werden. So führt beispielsweise die tägliche Rückmeldung der innerhalb der Therapie erreichten Ganggeschwindigkeit zu einer Steigerung der Effektivität der Therapie (Dobkin et al., 2010). Ermutigende Ergebnisse gibt es auch für den Einsatz von Feedback-Mechanismen auf der Basis von virtueller Realität (Laver et al., 2017). Gerade bei der virtuellen Realität werden jedoch unterschiedliche Bewegungsvisualisierungen eingesetzt, die vermutlich auch unterschiedliche Therapieeffekte haben (Ferreira dos Santos et al., 2016; de Keersmaecker et al., 2019). Hier sind weitergehende spezifische Untersuchungen unbedingt erforderlich.

Obwohl für viele der genannten Aussagen mittlerweile gute Evidenz vorliegt, ist die konsequente Implementierung der abgeleiteten Empfehlungen noch defizitär (Scheffler et al., 2022). Zukünftige Leitlinien sollten daher auch konsequente Implementierungskonzepte und Qualitätssicherungskonzepte beinhalten.

| Empfehlung                                                                                                                     | Neu<br>Stand (2023) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Feedback über erreichte Veränderungen kann zur Steigerung der Motivation und der Effektivität des Trainings eingesetzt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                         |                     |

## Literatur

1. Andreu-Caravaca L, Ramos-Campo DJ, Chung LH, Rubio-Arias JÁ (2021). Dosage and effectiveness of aerobic training on cardiorespiratory fitness, functional capacity, balance, and fatigue in people with Multiple Sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 102, 1826-1839.
2. Bizovičar N, Matjačić Z, Stanonik I, Goljar N (2017) Overground gait training using a motorized assistive device in patients with severe disabilities after stroke. *International Journal of Rehabilitation Research*, 40, 46–52.
3. Carroll LM, Morris ME, O'Connor WT, Clifford AM (2020) Is aquatic therapy optimally prescribed for Parkinson's disease? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Parkinson's Disease*, 10, 59-76.
4. De Keersmaecker E, Lefeber N, Geys M, Jespers E, Kerckhofs E, Swinnen E (2019) Virtual reality during gait training: does it improve gait function in persons with central nervous system movement disorders? A systematic review and meta-analysis. *NeuroRehabilitation*, 44, 43-66. doi: 10.3233/NRE-182551. PMID: 30814368.
5. Dobkin BH, Plummer-D'Amato P, Elashoff R, Lee J, SIRROWS Group (2010) International randomized clinical trial, stroke inpatient rehabilitation with reinforcement of walking speed (SIRROWS), improves outcomes. *Neurorehabil. Neural Repair*, 24, 235–242.
6. Dohle C, Tholen R, Wittenberg H, Quintern J, Saal S, Stephan KM (2016) Evidenzbasierte Rehabilitation der Mobilität nach Schlaganfall. *Nervenarzt*, 87, 1062–1067.
7. Etoom M, Khraiweh Y, Lena F, Hawamdeh M, Hawamdeh Z, Centonze D, Foti C (2018) Effectiveness of Physiotherapy Interventions on Spasticity in People With Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Phys Med Rehabil*, 97, 793-807. doi: 10.1097/PHM.0000000000000970. PMID: 29794531.
8. Ferreira dos Santos L, Christ O, Mate K, Schmidt H, Krüger J, Dohle C (2016) Movement visualisation in virtual reality rehabilitation of the lower limb: a systematic review. *Biomed Eng Online*, 15, 144.
9. Gamble K, Chiu A, Peiris C (2021) Core Stability Exercises in Addition to Usual Care Physiotherapy Improve Stability and Balance After Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*, 102, 762-775. doi: 10.1016/j.apmr.2020.09.388. Epub 2020 Oct 22. PMID: 33239203.
10. Gamborg M, Hvid LG, Dalgas U, Langeskov-Christensen M (2022). Parkinson's disease and intensive exercise therapy—An updated systematic review and meta-analysis. *Acta Neurologica Scandinavica*, 145, 504-528.

11. Ganjehie, Sahar & Saeedi, Hassan & Farahmand, Behshid & Curran, Sarah. (2016). The efficiency of gait plate insole for children with in-toeing gait due to femoral antetorsion. *Prosthet Orthot Int.* 0309364616631349. 10.1177/0309364616631349.
12. Goetz G, Walter M, Wohlhöfner K, Wittenberg H, Saal S, Stephan KM, u.a. (2021) Robotics and functional electrical stimulation for stroke rehabilitation. A systematic Review of effectiveness and safety. Vienna: HTA Austria – Austrian Institute for Health Technology Assessment GmbH; 2021 Apr. Report No.: AIHTA Project Report No.: 128.
13. Gollan R, Ernst M, Lieker E, Caro-Valenzuela J, Monsef I, Dresen A, Roheger M, Skoetz N, Kalbe E, Folkerts AK (2022). Effects of Resistance Training on Motor- and Non-Motor Symptoms in Patients with Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Parkinson's disease*, 12, 1783-1806.
14. Gordon NF, Gulanick M, Costa F, Fletcher G, Franklin BA, Roth EJ et al. (2004) Physical Activity and Exercise Recommendations for Stroke Survivors. *Circulation*, 109, 2031–2041.
15. Gunn H, Markevics S, Haas B, Marsden J, Freeman J. (2015) Systematic Review. The Effectiveness of Interventions to Reduce Falls and Improve Balance in Adults with Multiple Sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 96, 1898–1912. DOI: 10.1016/j.apmr.2015.05.018.
16. Hall, CD, Herdman SJ, Whitney SL et al. (2022) Vestibular Rehabilitation for Peripheral Vestibular Hypofunction: An Updated Clinical Practice Guideline From the Academy of Neurologic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. *J Neurol Phys Ther*, 46, 118-177.
17. Hsu CY, Cheng YH, Lai CH, Lin YN (2020). Clinical non-superiority of technology-assisted gait training with body weight support in patients with subacute stroke: A meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 63, 535-542.
18. Hunt MA, Takacs J. Effects of a 10-week toe-out gait modification intervention in people with medial knee osteoarthritis: a pilot, feasibility study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2014 Jul;22(7):904-11. doi: 10.1016/j.joca.2014.04.007. Epub 2014 May 14. PMID: 24836210.
19. Hunt, M. A., Charlton, J. M., Krowchuk, N. M., Tse, C. T. F., & Hatfield, G. L. (2018). Clinical and biomechanical changes following a 4-month toe-out gait modification program for people with medial knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Osteoarthritis and Cartilage*, 26(7), 903–911. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2018.04.010>
20. Jahn K, Zwergal A (2010) Imaging supraspinal locomotor control in balance disorders. *Restor Neurol Neurosci*, 28, 105-114.
21. Jahn K, Wuehr M (2020). Postural Control Mechanisms in Mammals, Including Humans. In: Fritzsche, B. (Ed.) and Straka, H. (Volume Editor), *The Senses: A Comprehensive Reference*, vol. 6. Elsevier, Academic Press, pp. 344–370.

22. Katz-Leurer M, Carmeli E, Shochina M. (2003) The effect of early aerobic training on independence six months post stroke. *Clin. Rehabil*, 17, 735–741.
23. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M (2017). Virtual reality for stroke rehabilitation. In: *The Cochrane Library* [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2017 [zitiert 13. Juni 2018]. Verfügbar unter: <http://cochranelibrary-wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD008349.pub4/full>
24. Lee J, Stone AJ (2020) Combined Aerobic and Resistance Training for Cardiorespiratory Fitness, Muscle Strength, and Walking Capacity after Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 29, 104498. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104498.
25. Mehrholz J, Thomas S, Kugler J, Pohl M, Elsner B (2020) Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*, 10, CD006185. doi: 10.1002/14651858.CD006185.pub5
26. Meldrum D, Burrows L, Cakrt O, Kerkeni H, Lopez C, Tjernstrom F, Vereeck L, Zur O, Jahn K (2020) Vestibular rehabilitation in Europe: a survey of clinical and research practice. *J Neurol*, 267, 24-35. doi: 10.1007/s00415-020-10228-4.
27. Nascimento LR, Boening A, Galli A, Polese JC, Ada L (2021) Treadmill walking improves walking speed and distance in ambulatory people after stroke and is not inferior to overground walking: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 67, 95-104.
28. Nascimento LR, Flores LC, de Menezes KK, Teixeira-Salmela LF (2020). Water-based exercises for improving walking speed, balance, and strength after stroke: a systematic review with meta-analyses of randomized trials. *Physiotherapy*, 107, 100-110.
29. Peurala SH, Airaksinen O, Huuskonen P, Jäkälä P, Juhakoski M, Sandell K et al. (2009) Effects of intensive therapy using gait trainer or floor walking exercises early after stroke. *J Rehabil Med*, 41, 166–173.
30. Pittock SJ, Moore AP, Hardiman O, Ehler E, Kovac M, Bojakowski J et al. (2003) 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 Basel Switz*, 15, 289–300.
31. Platz T (2018) Therapie des spastischen Syndroms [Internet]. 2018 Nov [zitiert 9. Mai 2019]. (Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie). Report No.: AWMF-Registernummer: 030/078. Verfügbar unter: [https://www.dgn.org/images/red\\_leitlinien/LL\\_2019/PDFs\\_Download/030078\\_LL\\_Spastisches\\_Syndrom\\_2019.pdf](https://www.dgn.org/images/red_leitlinien/LL_2019/PDFs_Download/030078_LL_Spastisches_Syndrom_2019.pdf)

32. Pogrebnoy D, Dennett A (2020) Exercise programs delivered according to guidelines improve mobility in people with stroke: a systematic review and meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 101, 154-165.
33. Pohl M, Mehrholz J, Ritschel C, Rückriem S (2002) Speed-Dependent Treadmill Training in Ambulatory Hemiparetic Stroke Patients. *Stroke*, 33, 553–558.
34. ReMoS Arbeitsgruppe, Dohle C, Tholen R, Wittenberg H, Quintern J, Saal S et al. (2015) Rehabilitation der Mobilität nach Schlaganfall (ReMoS). *Neurol Rehabil*, 21, 355–494.
35. Rojek A, Mika A, Oleksy Ł, Stolarczyk A, Kielnar R (2020) Effects of Exoskeleton Gait Training on Balance, Load Distribution, and Functional Status in Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Front Neurol*, 10, 1344.
36. Saquetto MB, da Silva CM, Martinez BP, da Conceição Sena C, Pontes SS, da Paixao MT, Neto MG (2019) Water-based exercise on functioning and quality of life in poststroke persons: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 28, 104341.
37. Saunders DH, Mead GE, Fitzsimons C, Kelly P, van Wijck F, Verschuren O, Backx K, English C (2021) Interventions for reducing sedentary behaviour in people with stroke, *Cochrane Database*, Version published: 29 June 2021, doi.org/10.1002/14651858.CD012996.pub2
38. Saunders DH, Sanderson M, Hayes S, Johnson L, Kramer S, Carter DD, Jarvis H, Brazzelli M, Mead GE (2020) Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Mar 20;3(3):CD003316. doi: 10.1002/14651858.CD003316.pub7. PMID: 32196635; PMCID: PMC7083515.
39. Scheffler B, Schimböck F, Schöler A, Rösner K, Spallek J, Kopkow C (2022) Current physical therapy practice and implementation factors regarding the evidence-based ‘Rehabilitation of Mobility after Stroke (ReMoS)’ guideline in Germany: a cross-sectional online survey. *BMC Neurology*, 22, 284.
40. Schelhaas R, Hajibozorgi M, Hortobágyi T, Hijmans JM, Greve C (2022) Conservative interventions to improve foot progression angle and clinical measures in orthopedic and neurological patients - A systematic review and meta-analysis. *J Biomech*, 130, 110831. doi: 10.1016/j.jbiomech.2021.110831. Epub 2021 Oct 25. PMID: 34741811.
41. Schootemeijer S, van der Kolk NM, Bloem BR, de Vries NM (2020). Current Perspectives on Aerobic Exercise in People with Parkinson's Disease. *Neurotherapeutics : the journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*, 17, 1418–1433.
42. Selph SS, Skelly AC, Wasson N, Dettori JR, Brodt ED, Ensrud E, ... McDonagh M (2021) Physical Activity and the Health of Wheelchair Users: A Systematic Review in Multiple Sclerosis, Cerebral Palsy, and Spinal Cord Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 102, 2464-2481.

43. Shariat A, Najafabadi MG, Fard ZS, Nakhostin-Ansari A, Shaw BS (2022) A systematic review with meta-analysis on balance, fatigue, and motor function following aquatic therapy in patients with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 104107.
44. Shen X, Wong-Yu IS, Mak MK (2016) Effects of exercise on falls, balance, and gait ability in Parkinson's disease: a meta-analysis. *Neurorehabilitation and neural repair*, 30, 512-527.
45. Taul-Madsen L, Connolly L, Dennett R, Freeman J, Dalgas U, Hvid LG (2021) Is aerobic or resistance training the most effective exercise modality for improving lower extremity physical function and perceived fatigue in people with multiple sclerosis? A systematic review and meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 102, 2032-2048.
46. Tholen R, Dettmers C, Henze T, Höthker S, Flachenecker P, Lamprecht S, Sailer M, Tallner A, Vaney C (2019) Bewegungstherapie zur Verbesserung der Mobilität von Patienten mit Multipler Sklerose. Konsensusfassung für die S2e-Leitlinie der DGNR in Zusammenarbeit mit Physio Deutschland (ZVK) e.V. *Neurologie & Rehabilitation*, 2019/1, 3-40
47. Van Crielinge T, Truijien S, Schröder J, Maebe Z, Blanckaert K, van der Waal C, Vink M, Saeys W (2019) The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*, 33, 992-1002. doi: 10.1177/0269215519830159. Epub 2019 Feb 22. PMID: 30791703.
48. van Duijnhoven HJR, Heeren A, Peters MAM, Veerbeek JM, Kwakkel G, Geurts ACH et al. (2016) Effects of Exercise Therapy on Balance Capacity in Chronic Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Stroke*, 47, 2603–2610.
49. Veldema J, Jansen P (2021) Aquatic therapy in stroke rehabilitation: systematic review and meta-analysis. *Acta Neurologica Scandinavica*, 143, 221-241.
50. Zhong D, Xiao Q, Xiao X, Li Y, Ye J, Xia L, ... Jin R (2020) Tai Chi for improving balance and reducing falls: An overview of 14 systematic reviews. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 63, 505-517.

## 9 Motorische Rehabilitation von Fatigue

Christian Dettmers

Hinsichtlich der Terminologie wird zwischen Fatigue und Fatigability unterschieden (Kluger, Krupp & Enoka, 2013). Fatigue stellt die subjektive Wahrnehmung des Patienten/der Patientin dar. Ihre dauerhafte Komponente wird häufig mittels Fragebogen erfasst. Die momentane, kurzfristige Erschöpfung wird mittels visueller Analogskala erfasst.

Fatigability stellt die sichtbare und messbare Änderung der „performance“ dar, d. h., zum Zeitpunkt der Erschöpfung kommt es z. B. zu sichtbaren, organisch bedingten Gangbildveränderungen (Behrens, 2021). Am einfachsten kann sie zum Zeitpunkt der Erschöpfung bei einer Laufbanduntersuchung mittels Video dokumentiert werden. Es gibt verschiedene Methoden, sie zu berechnen und zu quantifizieren (Broscheid, 2021).

Bisher gibt es keine Studien, die die Fatigability als Outcome-Parameter untersucht haben.

Zur Erfassung der subjektiven Krankheitssymptome nutzt man Patientenfragebögen. Im deutschsprachigen Raum sind das „Würzburger Erschöpfungsinventar für MS“ (WEIMuS), die „Fatigue Skala für Kognition und Motorik“ (FSMC), die „Fatigue Severity Scale“ (FSS) und die „Modified Fatigue Scale (MFIS)“ gebräuchlich (vgl. Sander, Voelter, Schlake, Eling & Hildebrandt, 2017). Wichtig ist, dass diese Skalen, die psychometrisch zur Erfassung von Fatigue sehr gut evaluiert sind, keinesfalls mit der sozialmedizinischen Leistungseinschätzung korrelieren bzw. hierfür keine Aussagekraft haben (Dettmers, Joeßges, Schmidt, 2020; Dettmers, Marchione, Weimer-Jaekel, Godde & Joeßges, 2021). Etabliert ist die Unterscheidung zwischen motorischer und kognitiver Fatigue. Hinzu kommt jetzt konsequenterweise die emotionale oder psychosoziale Fatigue (Linnhoff, Fiene, Heinze & Zaehle, 2019; Stoll, 2021).

Die Pathophysiologie der motorischen Fatigability ist nicht klar. Möglicherweise handelt es sich um einen reversiblen Leitungsblock durch Überbeanspruchung („use dependent conduction block“ (Vucic, Burke & Kiernan, 2010)). Wichtig ist, dass die Pat. aufgeklärt werden, dass dieses Phänomen immer reversibel ist und dass Anstrengung keinen Schaden am Nervensystem anrichten kann, auch wenn es zu einer vorübergehenden Funktionsverschlechterung kommt. Andernfalls treibt diese ständige Erfahrung die Pat. in die Inaktivität und Schonhaltung. Der motorischen Erschöpfbarkeit liegt möglicherweise ein vergleichbares Phänomen zugrunde wie bei der Funktionsverschlechterung durch Wärme/Fieber (Uhthoff-Phänomen). Aufklärung ist somit ein wichtiger Schritt bei der Behandlung der motorischen Fatigue.

Fatigue beeinträchtigt in ganz besonderem Maß die Erwerbsfähigkeit und Lebensqualität von Patientinnen und Patienten mit Multipler Sklerose (Kobelt et al., 2017). Daher sollte die Reduktion der Fatigue ein zentrales Anliegen rehabilitativer Bemühungen sein. Diskutiert man die Möglichkeiten der motorischen Rehabilitation von Fatigue, sollte man berücksichtigen, dass Fatigue ein multidimensionales Konstrukt darstellt (siehe oben) und auf der kognitiven und emotionalen Ebene möglicherweise größere oder ebenso große Behandlungsmöglichkeiten liegen wie im motorischen Bereich.

Learmonth und Motl betonen die Wichtigkeit körperlichen Trainings für Pat. mit MS und weisen auf die wichtige Vermittlerposition von Neurologinnen und Neurologen sowie Mitarbeitenden des Gesundheitssystems für die erforderliche Verhaltensänderung aufseiten der Pat. hin (Learmonth & Motl, 2021).

Untersucht man den Effekt von motorischem Training auf die Fatigue, so müsste man eigentlich differenzieren zwischen den Effekten auf die motorische, auf die kognitive und auf die emotionale Fatigue. Dies wird bisher nicht sauber getrennt. Ferner ist zu berücksichtigen, dass bei den meisten Studien die motorische Fatigability bisher nicht als Outcome-Parameter untersucht wurde.

Die wichtigsten Interventionen zur Linderung von Fatigue fallen entweder in die Kategorie Ausdauer-, Kraft-, Gleichgewichtstraining oder gemischtes körperliches Training oder auf der anderen Seite in die Kategorie kognitive Verhaltenstherapie oder achtsamkeitsbasierte Therapie. Ein Cochrane Review von 2015 (Heine, van de Port, Rietberg, van Wegen & Kwakkel, 2015) sieht signifikante Verbesserungen der subjektiv wahrgenommenen Fatigue durch Übungstherapie (Standarddifferenz (SMD)  $-0,53$ , 95 % Konfidenzintervall (KI)  $-0,73$  bis  $-0,33$ ;  $p < 0,01$ ). Dabei wurden Effekte nachgewiesen für die Gruppe des Ausdauertrainings (SMDfixed effect  $-0,43$ , 95 % KI  $-0,69$  bis  $-0,17$ ;  $p < 0,01$ ), der gemischten Interventionen (SMDrandom effect  $-0,73$ , 95 % KI  $-1,23$  bis  $-0,23$ ;  $p < 0,01$ ) und der übrigen Trainingsarten (SMDfixed effect  $-0,54$ , 95 % KI  $-0,79$  bis  $-0,29$ ;  $p < 0,01$ ). Eine systematische Übersichtsarbeit bestätigt, dass körperliches Training Fatigue mindert (Razazian et al., 2020). Eine dänische Arbeitsgruppe, die sich seit langer Zeit mit dem Effekt von Sport auf MS beschäftigt, berichtet im Rahmen einer Metaanalyse, dass Ausdauer- und Krafttraining gleichermaßen hocheffektiv sind zur Reduktion der subjektiven Fatigue und der motorischen Performance (Taul-Madsen et al., 2021). So liegen die Effektstärken des Ausdauertrainings für kurze motorische Strecken bei 0,33, für lange Strecken bei 0,37 und für die subjektive Fatigue bei  $-0,61$ . Die entsprechenden Effektstärken für das Krafttraining liegen bei 0,27, 0,36 und  $-0,41$ . Dafür wurden 22 RCTs zugrunde gelegt mit insgesamt 966 Teilnehmenden. Der EDSS der eingeschlossenen Pat. lag zwischen 1,5 und 7 und die Erkrankungsdauer lag zwischen 2,7 und 18,6 Jahren.

Vergleicht man die Effektstärken körperlichen Trainings und mentaler Interventionen miteinander, so ergaben sich in einer Studie Hinweise, dass Gleichgewichtstraining den größten Effekt auf Fatigue hat, gefolgt von kognitiver Verhaltenstherapie, motorischen Übungstherapien, Krafttraining, kombiniertem Training, Ausdauertraining, Entspannungstraining, kognitiver Verhaltenstherapie in Kombination mit motorischer Übungstherapie u. a. m. (Harrison et al., 2021). Von diesen genannten hat den stärksten Effekt nach 3–6 Monaten die kognitive Verhaltenstherapie, vorausgesetzt, sie ist auf Fatigue, nicht auf Depression oder Stress ausgerichtet (Harrison et al., 2021).

Auch die NICE-Leitlinien empfehlen zur Behandlung der Fatigue entsprechend eine Kombination aus Ausdauertraining, Krafttraining, Gleichgewichtstraining und kognitiver Verhaltenstherapie (Excellence, 22.6.2022). Die „energy conservation therapy“, die eigentlich für die MS entwickelt wurde, hat kaum einen Effekt (Harrison et al., 2021). Auch isolierte Schulungsprogramme sind wenig wirksam. Vorteilhaft scheint die Kombination aus motorischer Übungstherapie und kognitiver Verhaltenstherapie zu sein (Harrison et al., 2021). Wie immer in der Rehabilitation sollte die Grundlage des Trainingsplans eine individuelle Analyse der Gründe für die Fatigue sein und den

Präferenzen des Patienten/der Patientin entsprechen: Ist sie Folge der Inaktivität? „Frisst“ die Gleichgewichtsstörung zu viel Aufmerksamkeit, Konzentration und Energie? Gibt es Angst vor Funktionsverschlechterung bei Anstrengung/Überlastung? Wird Anstrengung also gemieden? Gibt es andere Belastungsfaktoren?

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Neu<br>Stand (2023) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Basierend auf der Analyse individueller Ursachen der Fatigue und individueller Präferenzen, sollten Patientinnen und Patienten auf die Möglichkeiten eines regelmäßigen körperlichen Trainings (Ausdauer, Kraft und Gleichgewicht) aufmerksam gemacht werden und mit dem Repertoire kognitiver Verhaltenstherapie therapeutisch unterstützt werden. |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |

## Literatur

1. Behrens, M., Broscheid, K.-C., Schega, L. (2021). Taxonomie und Determinanten Motorischer Performance Fatigability bei Multipler Sklerose. *Neurologie & Rehabilitation*, 27(1), 3-12.
2. Broscheid KC, B. M., Dettmers C, Joeßges M, Schega L. (2021). Quantifizierung motorischer Performance Fatigability bei Multipler Sklerose. *Neurologie & Rehabilitation*, 27, 13-22.
3. Dettmers, C., Joeßges, M., Schmidt, R. (2020). Fatigue und Fatigability bei Multipler Sklerose - Implikationen für die sozialmedizinische Leistungsbeurteilung. *Die Rehabilitation*, 59, 1-3.
4. Dettmers, C., Marchione, S., Weimer-Jaekel, A., Godde, B., & Joeßges, M. (2021). Cognitive Fatigability, not Fatigue predicts employment status in patients with MS three months after rehabilitation. *Mult Scler Relat Disord*, 56, 103215. doi:10.1016/j.msard.2021.103215
5. Excellence, N. N. I. f. H. a. C. (22.6.2022). Multiple Sclerosis in adults: management (NICE guideline). [www.nice.org.uk/guidance/ng220](http://www.nice.org.uk/guidance/ng220)
6. Harrison, A. M., Safari, R., Mercer, T., Picariello, F., van der Linden, M. L., White, C., . . . Norton, S. (2021). Which exercise and behavioural interventions show most promise for treating fatigue in multiple sclerosis? A network meta-analysis. *Mult Scler*, 27(11), 1657-1678. doi:10.1177/1352458521996002
7. Kluger, B. M., Krupp, L. B., & Enoka, R. M. (2013). Fatigue and fatigability in neurologic illnesses: proposal for a unified taxonomy. *Neurology*, 80(4), 409-416. doi:10.1212/WNL.0b013e31827f07be
8. Kobelt, G., Thompson, A., Berg, J., Gannedahl, M., Eriksson, J., Group, M. S., & European Multiple Sclerosis, P. (2017). New insights into the burden and costs of multiple sclerosis in Europe. *Mult Scler*, 23(8), 1123-1136. doi:10.1177/1352458517694432
9. Linnhoff, S., Fiene, M., Heinze, H. J., & Zaehle, T. (2019). Cognitive Fatigue in Multiple Sclerosis: An Objective Approach to Diagnosis and Treatment by Transcranial Electrical Stimulation. *Brain Sci*, 9(5). doi:10.3390/brainsci9050100
10. Sander, C., Voelter, H.-U., Schlake, H.-P., Eling, P., & Hildebrandt, H. (2017). Diagnostik der Fatigue bei Multipler Sklerose. *Aktuelle Neurologie*, 44, 8. doi:https://doi.org/10.1055/s-0043-104378
11. Stoll SE, G. M., Watolla D, Bauer I, Lunz V, Metsch M, Kath P, Löser A, Schwarz S, Ruchay-Plössl A, Klaasen van Husen D, Jöbges M, Dettmers C, Randerath J. (2021). Fatigue und Fatigability bei Patienten mit Multipler Sklerose vor und nach kognitiver Belastung versus Entspannung - eine Pilotstudie. *Neurologie & Rehabilitation*, 27, 23-30.
12. Vucic, S., Burke, D., & Kiernan, M. C. (2010). Fatigue in multiple sclerosis: mechanisms and management. *Clin Neurophysiol*, 121(6), 809-817. doi:10.1016/j.clinph.2009.12.013

13. Heine, M., van de Port, I., Rietberg, M. B., van Wegen, E. E., & Kwakkel, G. (2015). Exercise therapy for fatigue in multiple sclerosis. *Cochrane Database Syst Rev*, 9, CD009956. doi:10.1002/14651858.CD009956.pub2
14. Learmonth, Y. C., & Motl, R. W. (2021). Exercise Training for Multiple Sclerosis: A Narrative Review of History, Benefits, Safety, Guidelines, and Promotion. *Int J Environ Res Public Health*, 18(24). doi:10.3390/ijerph182413245
15. Razazian, N., Kazeminia, M., Moayedi, H., Daneshkhah, A., Shohaimi, S., Mohammadi, M., . . . Salari, N. (2020). The impact of physical exercise on the fatigue symptoms in patients with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *BMC Neurol*, 20(1), 93. doi:10.1186/s12883-020-01654-y
16. Taul-Madsen, L., Connolly, L., Dennett, R., Freeman, J., Dalgas, U., & Hvid, L. G. (2021). Is Aerobic or Resistance Training the Most Effective Exercise Modality for Improving Lower Extremity Physical Function and Perceived Fatigue in People With Multiple Sclerosis? A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*, 102(10), 2032-2048. doi:10.1016/j.apmr.2021.03.026

## 10 Pharmakotherapie in der motorischen Rehabilitation

Joachim Liepert

### 10.1 Hintergrundinformationen

In den ersten Wochen nach einem Schlaganfall besteht eine mehrwöchige Phase einer verstärkten Neuroplastizität, in welcher die stärksten motorischen Verbesserungen eintreten. Ziel einer unterstützenden Pharmakotherapie ist es, diese Phase auszudehnen und/oder in der Phase neuroplastische Prozesse noch zu intensivieren (Joy & Carmichael, 2021). Ein Hauptkandidat für die Verbesserung motorischen Lernens ist die Langzeit-Potenzierung (LTP) (Kruijssen & Wierenga, 2019). Durch LTP kommt es zu einer lang andauernden (> 30 min) Verstärkung der synaptischen Übertragung durch Zunahme synaptischer Kopplungen. Viele der bekannten zerebralen Transmittersysteme können tatsächlich LTP beeinflussen. Dieses ist vor allem in Tierexperimenten nachweisbar. Inzwischen existiert eine Vielzahl von pharmakologischen Studien an Schlaganfallpat., in denen insbesondere die Neurotransmitter Dopamin und Serotonin stimuliert wurden. Zur Beurteilung der Wirksamkeit einer Pharmakotherapie werden entweder der Grad der Behinderung, gemessen mit der modifizierten Rankin-Skala (mRS) (Banks & Marotta, 2007), oder die Evaluation motorischer Funktionen, gemessen z. B. mit dem Fugl-Meyer Assessment (FMA) (Berglund & Fugl-Meyer, 1986), herangezogen.

#### Serotonin-Wiederaufnahme-Hemmer

Die umfangreichsten Daten liegen für Fluoxetin vor. In 3 großen placebokontrollierten Studien (FOCUS, AFFINITY, EFFECTS) mit 5907 Teilnehmenden wurde untersucht, ob Fluoxetin einen Einfluss auf den Grad der Behinderung hat (AFFINITY Trial Collaboration, 2020; EFFECTS Trial Collaboration, 2020; FOCUS Trial Collaboration, 2019). Alle 3 Studien verliefen diesbezüglich negativ. In der Fluoxetin-Gruppe traten signifikant weniger Depressionen auf, dafür häufiger Stürze, Frakturen, epileptische Anfälle und Hyponatriämien. Somit beeinflusst Fluoxetin nicht den Grad der Behinderung, kann aber laut einer 9 kontrollierte Studien umfassenden Metaanalyse, in welche Daten von 6788 Teilnehmenden einfließen, eine Verbesserung motorischer Funktionen, gemessen mit der Fugl-Meyer Motor Scale, bewirken (Liu et al., 2021).

Citalopram war in mehreren Studien mit kleinen Fallzahlen imstande, motorische Funktionen zu verbessern, in Studien mit größeren Stichproben waren die Ergebnisse uneinheitlich. In einer Studie mit 108 Teilnehmenden waren in der Citalopram-Gruppe mehr Teilnehmende, deren NIH Stroke Scale sich um > 50 % verbesserte, als in der Placebo-Gruppe (Savadi Oskouie et al., 2017). Eine deutlich größere Studie mit 642 Teilnehmenden fand keinen signifikanten Unterschied zwischen Citalopram und Placebo in Bezug auf Funktionsverbesserungen (Kraglund et al., 2018).

| Empfehlung                                                                                                                                                                                          | Neu<br>Stand (2023) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Fluoxetin kann unterstützend zur Verbesserung motorischer Funktionen eingesetzt werden. Die Anwendung von Fluoxetin ist für diese Indikation in Deutschland nicht zugelassen (Off-Label-Anwendung). |                     |
| Konsensstärke: 100 %                                                                                                                                                                                |                     |

### L-Dopa und Dopa-Agonisten

Eine Dosis von 100 mg L-Dopa pro Tag (für 3 Wochen) bewirkte eine stärkere Verbesserung der Armfunktion als Placebo (n = 53 subakute Schlaganfallpat.) (Scheidtmann et al., 2001). In einer erheblich größeren Studie mit 593 Schlaganfallpat. waren hingegen keine Unterschiede zwischen L-Dopa (100 mg vor Therapie) und Placebo in Bezug auf die unabhängige Gehfähigkeit, die Armfunktion, den Behinderungsgrad (mRS), Alltagsaktivitäten (Barthel-Index) und Kognition (Montreal Cognitive Assessment) zu finden (Ford et al., 2019). Somit kann L-Dopa nicht generell zur Unterstützung motorischer Funktionserholung empfohlen werden.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                   | Neu<br>Stand (2023) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| L-Dopa sollte nicht mit dem Ziel einer Reduktion des Grades der Behinderung bei Schlaganfallpat. eingesetzt werden. Die Anwendung von L-Dopa ist für diese Indikation in Deutschland nicht zugelassen (Off-Label-Anwendung). |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                       |                     |

### Amphetamine

Auch Amphetamine als indirekte Stimulatoren der Dopamin- und Noradrenalin-Freisetzung wurden bezüglich einer funktionsunterstützenden Wirkung getestet. In 3 kleinen Studien mit insgesamt 34 Teilnehmenden war das Amphetamin Placebo überlegen, in 7 anderen Studien mit insgesamt 291 Teilnehmenden gab es hingegen keine Überlegenheit des Amphetamins. Somit besteht derzeit keine ausreichende Evidenz für eine Wirksamkeit dieser Substanz (Liepert, 2021).

### Cerebrolysin®

Cerebrolysin® ist eine Mischung aus enzymatisch behandelten Peptiden aus Schweinehirn und hat tierexperimentell neuroprotektive und neurotrophe Eigenschaften. Eine placebokontrollierte Studie, in welcher Cerebrolysin® bzw. Placebo für 21 Tage appliziert wurde (n = 205 Pat.), konnte eine Überlegenheit des Medikaments in einem Armfunktionstest nachweisen (Muresano et al., 2016). Eine Metaanalyse, die Daten aus 9 kontrollierten Studien berücksichtigte, stellte fest, dass die Gabe von Cerebrolysin® mit einem niedrigeren NIHSS (= geringeres neurologisches Defizit) und einem geringeren Behinderungsgrad (mRS) verbunden war (Bornstein et al., 2018). Eine weitere aktuelle Studie mit 110 Schlaganfallbetroffenen (Chang et al., 2021) zeigte, dass Cerebrolysin® plus Rehabilitation zu einer Verbesserung motorischer Funktionen insbesondere bei schwer Betroffenen führte. Cerebrolysin® muss als Kurzinfusion verabreicht werden und ist in Deutschland nicht zugelassen, wohl aber in Österreich.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                        | Neu<br>Stand (2023) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Cerebrolysin® kann zur Verbesserung des Grades der Behinderung und motorischer Funktionen bei Schlaganfallpat. eingesetzt werden. Die Anwendung von Cerebrolysin® ist für diese Indikation in Deutschland nicht zugelassen (Off-Label-Anwendung). |                     |
| Konsensstärke: 100,0 %                                                                                                                                                                                                                            |                     |

### Dalfampridin

In einer 70 chronische Schlaganfallbetroffene umfassenden placebokontrollierten Studie verbesserte Dalfampridin die Gehgeschwindigkeit stärker als Placebo (Simpson et al., 2015).

Eine aktuelle Studie mit 377 subakuten Schlaganfallbetroffenen fand hingegen keinen Unterschied bezüglich der Gehfähigkeit zwischen Dalfampridin- und Placebo-Gruppe (Page et al., 2020).

### Weitere Substanzen

Neuroaid® besteht aus 9 Kräutern und 5 tierischen Extrakten, ist Teil der Traditionellen Chinesischen Medizin und in Deutschland nicht zugelassen. Die Einnahme führte bei schwerer betroffenen Personen mit Schlaganfall (NIH-Score von 10–14) zu einem geringeren Grad der Behinderung (Suwanwela et al., 2018).

CEGI ist eine Mischung aus Muskelgewebe von Kaninchen und Gangliosiden aus dem Gehirn von Rindern, muss intravenös verabreicht werden und ist in Deutschland nicht verfügbar. Bei Schlaganfallbetroffenen mit einem NIH-Wert zwischen 8 und 16 Punkten führte die Anwendung zu einer stärkeren Verbesserung in den Skalen mRS, Barthel-Index und NIH-Skala (Zhang et al., 2020).

## Literatur

1. Joy MT, Carmichael ST (2021). Encouraging an excitable brain state: mechanisms of brain repair in stroke. *Nat Rev Neurosci.* 22(1):38-53
2. Kruijssen DLH, Wierenga CJ (2019) Single Synapse LTP: A Matter of Context? *Front Cell Neurosci.* 13:496. doi: 10.3389/fncel.2019.00496.
3. Banks JL, Marotta CA (2007). Outcomes validity and reliability of the modified Rankin scale: implications for stroke clinical trials: a literature review and synthesis. *Stroke.*38(3):1091-6. doi: 10.1161/01.STR.0000258355.23810.c6
4. Berglund K, Fugl-Meyer AR (1986). Upper extremity function in hemiplegia. A cross-validation study of two assessment methods. *Scand J Rehabil Med.* 18(4):155-7.
5. AFFINITY Trial Collaboration (2020). Safety and efficacy of fluoxetine on functional outcome after acute stroke (AFFINITY): a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet Neurol.* 19(8):651-660
6. EFFECTS Trial Collaboration (2020). Safety and efficacy of fluoxetine on functional recovery after acute stroke (EFFECTS): a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet Neurol.* 19(8):661-669
7. FOCUS Trial Collaboration (2019). Effects of fluoxetine on functional outcomes after acute stroke (FOCUS): a pragmatic, double-blind, randomised, controlled trial. *Lancet.* 393(10168):265-274
8. Liu G, Yang X, Xue T, Chen S, Wu X, Yan Z, Wang Z, Wu D, Chen Z, Wang Z (2021). Is Fluoxetine Good for Subacute Stroke? A Meta-Analysis Evidenced From Randomized Controlled Trials. *Front Neurol.* 22;12:633781. doi: 10.3389/fneur.2021.633781
9. Savadi Oskouie D, Sharifipour E, Sadeghi Bazargani H, et al (2017). Efficacy of citalopram on acute ischemic stroke outcome: a randomized clinical trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 31(7):638-647.
10. Kraglund KL, Mortensen JK, Damsbo AG, et al. (2018). Neuroregeneration and vascular protection by citalopram in acute ischemic stroke (TALOS). *Stroke.* 49(11):2568-2576.
11. Scheidtmann K, Fries W, Müller F, Koenig E (2001). Effect of levodopa in combination with physiotherapy on functional motor recovery after stroke: a prospective, randomised, double-blind study. *Lancet.* 358(9284):787-90
12. Ford GA, Bhakta BB, Cozens A, Hartley S, Holloway I, Meads D, Pearn J, Ruddock S, Sackley CM, Saloniki EC, Santorelli G, Walker MF, Farrin AJ (2019) Safety and efficacy of co-careldopa as an add-on therapy to occupational and physical therapy in patients after stroke (DARS): a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet Neurol.* 18(6):530-538

13. Liepert J (2021). Medikamentöse Unterstützung der Funktionserholung nach Schlaganfall. DNP 22(2): 39-41
14. Muresanu DF, Heiss WD, Hoemberg V, Bajenaru O, Popescu CD, Vester JC, Rahlfs VW, Doppler E, Meier D, Moessler H, Guekht A (2016). Cerebrolysin and Recovery After Stroke (CARS): A Randomized, Placebo-Controlled, Double-Blind, Multicenter Trial. Stroke. 47(1):151-9
15. Bornstein NM, Guekht A, Vester J, Heiss WD, Gusev E, Hömberg V, Rahlfs VW, Bajenaru O, Popescu BO, Muresanu D (2018). Safety and efficacy of Cerebrolysin in early post-stroke recovery: a meta-analysis of nine randomized clinical trials. Neurol Sci. 39(4):629-640
16. Chang WH, Lee J, Shin YI, Ko MH, Kim DY, Sohn MK, Kim J, Kim YH (2021). Cerebrolysin Combined with Rehabilitation Enhances Motor Recovery and Prevents Neural Network Degeneration in Ischemic Stroke Patients with Severe Motor Deficits. J Pers Med. 11(6):545. doi: 10.3390/jpm11060545.
17. Simpson DM, Goldenberg J, Kasner S, Nash M, Reding MJ, Zweifler RM, Suarez G, Zhao P, Henney HR III, Rabinowicz AL, Carrazana E (2015). Dalfampridine in chronic sensorimotor deficits after ischemic stroke: A proof of concept study. J Rehabil Med. 47(10):924-31
18. Page SJ, Kasner SE, Bockbrader M, Goldstein M, Finklestein SP, Ning M, El-Feky WH, Wilson CA, Roberts H; all of the investigators involved in the MILESTONE study (2020). A double-blind, randomized, controlled study of two dose strengths of dalfampridine extended release on walking deficits in ischemic stroke. Restor Neurol Neurosci. 38(4):301-309
19. Suwanwela NC, Chen CLH, Lee CF, Young SH, Tay SS, Umapathi T, Lao AY, Gan HH, Baroque li AC, Navarro JC, Chang HM, Advincula JM, Muengtaweepongsa S, Chan BPL, Chua CL, Wijekoon N, de Silva HA, Hiyadan JHB, Wong KSL, Pongvarin N, Eow GB, Venketasubramanian N; CHIMES-E Study Investigators (2018). Effect of Combined Treatment with MLC601 (NeuroAiDTM) and Rehabilitation on Post-Stroke Recovery: The CHIMES and CHIMES-E Studies. Cerebrovasc Dis. 46(1-2):82-88
20. Zhang H, Li CL, Wan F, Wang SJ, Wei XE, Hao YL, Leng HL, Li JM, Yan ZR, Wang BJ, Xu RS, Yu TM, Zhou LC, Fan DS (2020). Efficacy of cattle encephalon glycoside and ignotin in patients with acute cerebral infarction: a randomized, double-blind, parallel-group, placebo-controlled study. Neural Regen Res. 15(7):1266-1273

## 11 Versorgung mit Hilfsmitteln als Bestandteil der sensomotorischen Rehabilitation

Thomas Platz, Anna Engel

Für viele Personen mit sensomotorischen Defiziten wird durch die neurologische Rehabilitationsbehandlung oftmals eine alltagsrelevante Verbesserung erzielt, aber keine vollständige Wiederherstellung der sensomotorischen Funktionen erreicht. Häufiger ist dann ein Ausgleich der fortbestehenden sensomotorischen Defizite durch eine Versorgung mit Hilfsmitteln zu erreichen.

Findet im Anschluss an die Akutversorgung eine stationäre Rehabilitation statt, wird die Hilfsmittelversorgung von der Rehabilitationseinrichtung eingeleitet. Das Rehabilitationsteam unter ärztlicher Leitung selektiert dann gemeinsam mit dem Fachpersonal der Hilfsmittelversorger die individuell erforderliche und zielführende Hilfsmittelversorgung. Findet keine direkte Anschlussrehabilitation statt, z. B. wenn Betroffene zunächst in die Häuslichkeit entlassen werden oder sich eine ambulante Rehabilitation anschließt, wird die Hilfsmittelversorgung bereits auf der Akutstation mit bedacht.

Die im Rahmen des Entlassmanagements durchgeführte Versorgung wird dann im ambulanten Bereich entsprechend der weiteren Entwicklung des Krankheitsbilds bzw. der Rehabilitationsfortschritte weiter durch die ambulanten Leistungserbringer gemeinsam mit den Hilfsmittelversorgern modifiziert.

Unterschieden werden Mobilitätshilfsmittel wie z. B. Handstöcke, Rollatoren und Rollstühle, Hilfsmittel für den Sanitärbereich wie z. B. Handgriffe für Toilette und Bad, eine Toilettensitzerhöhung, Einstiegshilfen für eine Dusche oder Badewanne bzw. Badewannenlifte sowie für den Wohnbereich u. a. Handläufe, ein Pflegebett bzw. ein mobiler Patientenlifter.

Hilfsmittel umfassen auch orthopädische Hilfsmittel wie Orthesen und Prothesen. Ihr Einsatz kann sowohl kompensatorisch als auch zur Förderung rehabilitativer Behandlung erfolgen.

Die Versorgung mit Hilfsmitteln erfolgt teilhabeorientiert (s. Kapitel 6) Teilhabeorientierte Rehabilitation) und entsprechend der individuellen Notwendigkeiten, die sowohl die Körperfunktionen betreffen als auch die soziale und häusliche Situation. So bedarf es bei der Anpassung eines Rollstuhls, der für die alltägliche Mobilität erforderlich ist, einer individuellen Verordnung, die die Körpermaße ebenso berücksichtigt wie das motorische Leistungsvermögen (ggf. zusätzlicher Elektroantrieb erforderlich) sowie auch die individuellen Bedürfnisse für den Alltag (z. B. spezielles Sitzkissen, Rollstuhltisch, Fußraste, klappbare Seitenteile).

Für die Planung der Hilfsmittelversorgung für den Wohn- und Sanitärbereich ist oftmals ein Hausbesuch erforderlich.

| Empfehlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Neu<br>Stand (2023) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <p>Zum Ausgleich von nicht restituierten sensomotorischen Körperfunktionen soll individuell eine Hilfsmittelversorgung zwischen Behandelnden und Hilfsmittelversorgern abgestimmt und initiiert werden, wenn dadurch Aktivitäten, Selbstversorgung und Teilhabe bzw. die Umsetzbarkeit von Rehabilitationsmaßnahmen gefördert werden können oder wenn die Hilfsmittel dazu beitragen, Komplikationen zu vermeiden.</p> |                     |
| <p>Konsensstärke: 100,0 %</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |

# Impressum

© 2023 Deutsche Gesellschaft für Neurologie,  
Reinhardtstr. 27 C, 10117 Berlin

## Kommission Leitlinien der DGN

### Vorsitzende

Prof. Dr. med. Helmuth Steinmetz  
PD Dr. med. Oliver Kastrup (stellv.)

### Mitglieder

Dr. med. Klaus Gehring (Vertreter der Niedergelassenen)  
Prof. Dr. med. Peter U. Heuschmann  
Prof. Dr. med. Dagny Holle-Lee  
Prof. Dr. med. Günter Höglinger  
Prof. Dr. med. Matthias Klein  
Prof. Dr. med. Susanne Knake  
Prof. Dr. med. Thomas Lempert  
Prof. Dr. med. Matthias Maschke (Vertreter der Chefarzte)  
Prof. Dr. med. Thomas Platz  
Prof. Dr. med. Heinz Reichmann  
Prof. Dr. med. Peter Sandor (Vertreter der SNG)  
Prof. Dr. med. Christiane Schneider-Gold  
Prof. Dr. med. Claudia Sommer  
Prof. Dr. med. Bernhard J. Steinhoff  
Prof. Dr. med. Götz Thomalla  
Prof. Dr. med. Lars Timmermann (DGN-Präsident)  
Prof. Dr. med. Claus W. Wallesch  
Prof. Dr. med. Jörg R. Weber (Vertreter der ÖGN)  
Prof. Dr. med. Christian Weimar  
Prof. Dr. med. Michael Weller  
Prof. Dr. med. Wolfgang Wick

## Editorial Office der DGN

### Redaktion:

Katja Ziegler, Sonja van Eys,  
DGN Dienstleistungsgesellschaft mbH,  
Reinhardtstr. 27 C, 10117 Berlin

### Clinical Pathways:

Priv.-Doz. Dr. med. Andreas Hufschmidt

### Kontakt:

leitlinien@dgn.org