

Das „Wie“ ist entscheidend

Die Renaissance der Bewegungsqualität

Nach einem Glas greifen, Zähne putzen und Haare kämmen – alltägliche Ausführungen, die Menschen nach einem Schlaganfall häufig mithilfe von Kompensationsbewegungen bewältigen. Was kurzfristig zwar der Zielerreichung dient, ist langfristig womöglich gar nicht so vorteilhaft. Das Anliegen dieses Artikel ist es aufzuzeigen, warum die Frage nach Qualität von Bewegung durchaus berechtigt ist.

Die Beschäftigung mit der Qualität von Bewegungen im Rahmen der Neurorehabilitation schreibt anachronistische Geschichte. Während die Bewegungsqualität in den sogenannten empirischen Behandlungsansätzen (v. a. Bobath-Konzept) von jeher einen hohen Stellenwert einnimmt [1], war sie im Rahmen der modernen evidenzbasierten Therapie bis dato eher von untergeordneter Bedeutung. Die moderne motorische Neuroreha war die letzten Jahre primär an der Zielerreichung interessiert, also am funktionellen Outcome und nicht an der Art und Weise, wie sich Patient*innen bewegen bzw. wie sie ein Bewegungsziel erreichen [2]. Neurowissenschaftler*innen waren bislang sogar der Ansicht, dass kompensatorische Bewegungsmuster der Logik eines „Ökonomieprinzips“ folgen, demzufolge Menschen mit einer Schädigung des ZNS (Schlaganfall, Multiple Sklerose etc.) sich auf die noch bestmögliche Art und Weise bewegen. Als Konsequenz dieser Sichtweise wurde Kompensation als die bestmögliche Art interpretiert, wie sich jemand nach einer Schädigung des ZNS bewegen kann [3].

Von wegen unzeitgemäß → Doch nun erlebt die Betrachtung der Bewegungsqualität eine Renaissance in der Neurorehabilitation. Aktuell widmet sich ihr sogar eine hochkarätige internationale Expert*innenrunde, der sogenannte Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable (SRRR), bestehend aus Gert Kwakkel, John Krakauer, Carolee Winstein u. a. [4]. Allein schon die Besetzung dieses Gremiums zeigt, dass die Frage nach der Bewegungsqualität nun aus einer ganz anderen „Ecke“ der Neurorehabilitation kommt als bisher, als sich vor allem die empiriebasierten Behandlungsansätze mit ihr beschäftigten. Aber wie kommt es zu dem neuerlichen Interesse?

SMARTS2 Trial

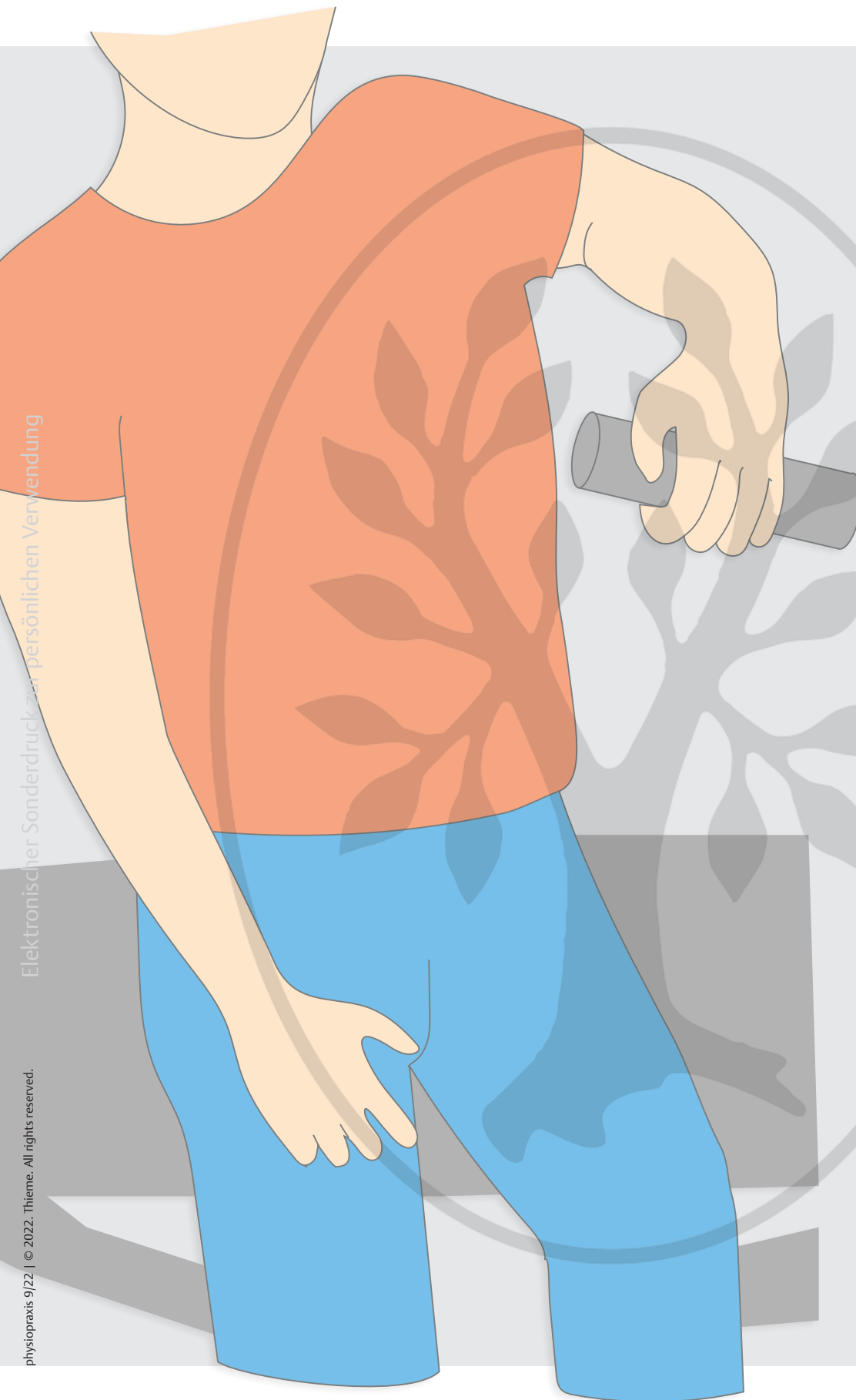
Pico-Schema

P (Population): Menschen n = 24 in der Akut- und Subakutphase max. 6 Wochen nach einem Schlaganfall mit schwerer Armparese (gemessen mit dem Fugl-Meyer Assessment)

I (Intervention): auf 3 Wochen verteilt insgesamt 30 h armrobotergestützte Neuroanimationstherapie (NAT) mit Feedback zur Bewegungsqualität

C (Kontrollgruppe): gleiche Intensität 1:1 Ergotherapie mit Interventionen auf der Impairment-Ebene (Muskelkraft, Gelenkbeweglichkeit u. Ä.) und auf der Aktivitätsebene (u. a. Reich- und Greifbewegungen im Rahmen funktioneller Aufgaben) mit Korrekturen zur Bewegungsqualität

O (Outcome): Veränderungen auf Körperfunktionsebene (Fugl-Meyer Assessment), Aktivitätsebene (ARAT), sowie in der Bewegungsqualität (kinetische Bewegungsanalysen)



➔ Flexorsynergie

Reichbewegung

Wenn Menschen nach einem Schlaganfall zum Beispiel nach einem Gegenstand vor sich greifen ist häufig die sogenannte Flexor-Synergie zu beobachten [18]: Anstatt einer Streckung in Ellbogengelenk, Handgelenk und einer Öffnung der Hand entsteht genau das gegenteilige Bewegungsmuster: eine Schultergelenkabduktion und -innenrotation, eine Flexion in Ellbogen, Handgelenk und Fingern (👁 ABB. 1). Sie hat nichts, wie häufig im klinischen Alltag missinterpretiert, mit einer Spastik zu tun.

➔ Begriffserklärung

Restitution und Kompensation

Mit Restitution ist eine Erholung der Körperfunktionen gemeint, die zu einer Rückkehr zu den gleichen oder ähnlichen Bewegungsmustern führt, wie sie vor der Schädigung des Nervensystems verwendet wurden [5]. Unter Kompensation sind neue, alternative Bewegungsmuster zu verstehen, die die Durchführung einer Aufgabe ermöglichen. Diese sind häufig mit einer geringeren Bewegungsqualität verbunden [5, 6]. Merkmale der Bewegungsqualität erlauben es also, Aussagen zur Art der Erholung zu treffen.

Neurowissenschaftliche Relevanz → Um die Bedeutung des Themas einordnen zu können, muss weiter ausgeholt werden. Die Bewegungsqualität ist für das SRRR bedeutsam, um zwischen wirklichem Rückgewinn (True Recovery, Restitution) und Kompensation unterscheiden zu können, also um folgende Frage zu beantworten: Wodurch genau werden Schlaganfallpatient*innen im Verlauf der Erkrankung besser? Erholt sich das Nervensystem (Restitution) oder sind es alternative Bewegungsmuster (Kompensationen), die Bewegung ermöglichen? Oder beides?

Neuroplastizität als Grundlage von Restitution und Kompensation → Bei der Beantwortung dieser Fragen spielt die Neuroplastizität eine entscheidende Rolle. Sowohl die Restitution als auch die Kompensation hängen mit ihr zusammen. Das Gehirn reagiert auf eine Schädigung mit plastischen Veränderungen. Und diese können nicht nur adaptiv („günstige, geeignete“ Plastizität), sondern auch maladaptiv („ungünstige, ungeeignete“ Plastizität) sein [7]. Kompensatorische Bewegungsmuster können zu maladaptiven Anpassungen führen [6, 8]. Zur Funktionserholung tragen spontane biologische Prozesse (Umkehr der Diaschisis, Rückbildung der Penumbra) und lern- bzw. erfahrungsabhängige Prozesse bei. Die lern- und erfahrungsabhängigen Mechanismen führen zu strukturellen (dendritisches und axonales Sprouting, kortikales Remapping u. a.) und zu funktionellen (Langzeitpotenzierung) Veränderungen des Nervensystems [6]. Ein erster Hinweis darauf, dass die Art und Weise, wie die Bewegungen wiedererlernt werden, bedeutsam sein könnte.

Welche Form der Plastizität vorliegt, hängt von mehreren Faktoren ab. Zum einen ist die Größe der ZNS-Läsion ein wichtiger Faktor. Aber auch Aspekte der Therapie wie Therapieinhalte oder das motorische Lernen spielen eine große Rolle. In diesem Zusammenhang werden die Begriffe Use-Dependent Plasticity, Learning-Dependent Plasticity, Exercise-Induced Plasticity, Guided Recovery verwendet. Die Plastizität ist kein Prozess, der automatisch und

unbeeinflusst bzw. ungerichtet abläuft. Im Gegenteil, Plastizität ist reizabhängig und lebt von der Wiederholung bestimmter Bewegungsmuster. Häufig wiederholte Bewegungsmuster werden bevorzugt abgespeichert (Hebb'sche Plastizität). Dies gilt für physiologische ebenso wie für weniger physiologische Bewegungsmuster (Kompensation). Das „Wie“ beeinflusst also auch die Art der Neuroplastizität.

Bewegungsqualität im Fokus des Trainings → John Krakauer hat sich mit neueren Forschungsarbeiten und bemerkenswerten Thesen in Hinblick auf den Rückgewinn der oberen Extremität nach Schlaganfall hervorgetan [8]. Eine dieser Thesen lautet, dass „ein nichtaufgabenorientierter Therapieansatz fruchtbarer für die Erholung der Impairments (v. a. Kraft und motorische Kontrolle)“ ist, als der mittlerweile weit verbreitete aufgabenorientierte Therapieansatz [9]. Das lässt aufhorchen: gilt doch der aufgabenorientierte Behandlungsansatz als fest etabliert in der motorischen Neurorehabilitation. Krakauer geht sogar noch weiter, indem er sagt: „Der Fokus des Trainings sollte eher auf der Bewegungsqualität als auf der Vollendung der Aufgabe liegen.“

Kompensation muss kein unausweichliches Schicksal bleiben → Wie begründet Krakauer diesen Therapieansatz? Eine Reihe an Forschungsarbeiten kam zu dem Ergebnis, dass es ohne (äußere) Beeinflussung der Art der Bewegung (Bewegungsqualität) zu Kompensationsbewegungen kommt, die dann durch ständige Wiederholungen über die Dauer erlernt werden. Kompensationen können also als erlerntes Verhalten interpretiert werden und müssen nicht zwangsläufig unausweichliches Schicksal oder die bestmögliche verbliebene Art der Bewegung sein. Das heißt, Kompensation ist nicht eine unweigerliche Folge einer Läsion des ZNS, sondern (eher oder zumindest auch) ein erlerntes Verhalten. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass eine Lenkung der Art der Bewegungsausführung dabei helfen kann, eine höhere Bewegungsqualität wiederzu-

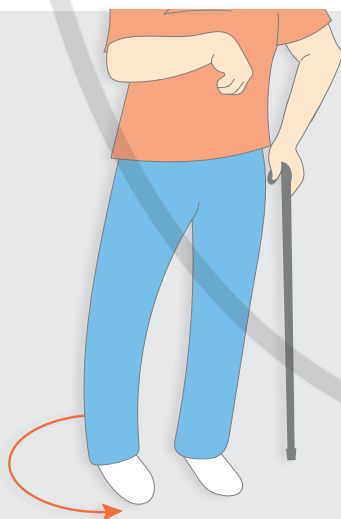


ABB. 2 Zirkumduktion

© A. Brauner/Thieme

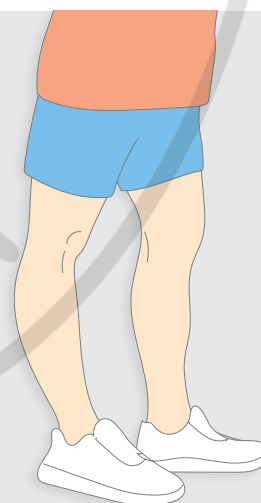


ABB. 3 Hyperextension des Kniegelenks in der Standbeinphase

© A. Brauner/Thieme

erlernen. Murata [10] konnte das in einer Studie mit Makaken aufzeigen. Peter Lum [11] wies es in einer kleinen Studie mit Patient*innen in der Subakutphase nach Schlaganfall nach. Und schließlich wurde es in einer großen Studie (ICARE) an 361 Patient*innen nach Schlaganfall bestätigt [12].

Besonders die ersten 12 Wochen nach einem Schlaganfall gelten als zeitlich sensitive Periode, in der eine erhöhte Neuroplastizität vorliegt [5]. Beeinflusst man in dieser Phase das Bewegungsverhalten entsprechend, kann es zu einer Verbesserung der Impairments kommen. Nimmt man jedoch zu viel kompensatorisches Bewegungsverhalten in Kauf, kann das ein „wichtiger Störfaktor“ für die Erholung im Sinne der adaptiven Plastizität sein [5]. Deshalb stellt Floor Buma, Neurowissenschaftlerin an der Universität Utrecht, die provokante Frage: „Verhindert das Erlauben kompensatorischer Strategien in den ersten 12 Wochen nach Schlaganfall die wahre neurologische Reparatur?“ [5]. Auch Takeuchi [7] vertritt diesen Standpunkt mit der Aussage: „Um dieser maladaptive Plastizität vorzubeugen, ist es nötig [...], die exzessive Verwendung kompensatorischer Bewegungen zu vermeiden.“

Flexorsynergie unterbinden, mehr Bewegungsqualität ermöglichen → Krakauer stellt also den aufgabenorientierten Ansatz aufgrund der maladaptiven neuronalen Anpassungen in Frage. Ein weiterer Grund für seine Überlegungen zur Rolle der Bewegungsqualität beim Rückgewinn der oberen Extremität nach Schlaganfall ist der Umstand, dass es durch neurophysiologische Veränderungen häufig zu einer sogenannten Flexorsynergie (👁️ FLEXORSYNERGIE, S.47) kommt.

Erklärt wird dieses Bewegungsverhalten mit Minussymptomen (Muskelschwächen) entsprechender Muskeln durch eine gestörte und verminderte Aktivierung der ipsiläsionalen kortikospinalen Bahnen (Pyramidenbahn) [13] sowie mit einer verstärkten Aktivierung der ipsiläsionalen und kontraläsionalen retikulospinalen Bahnen aus dem Hirnstamm [14]. Beide Systeme geraten in eine Dysbalance. Der erhöhte Input der retikulospinalen Bahnen führt zu einer Aktivierung der Schultergelenkabduktoren, was zwar bestimmte Armbewegungen ermöglicht, jedoch dabei die distalen Flexoren zu stark aktiviert. Dies kann „den effektiven Rückgewinn der Handfunktionen verhindern“, da dadurch „die Fähigkeit, die Hand willkürlich zu öffnen, reduziert wird“ [15]. Die Flexorsynergie ist umso stärker ausgeprägt, je stärker die Schwerkraft einwirkt, d. h. je mehr Armgewicht übernommen werden muss [16].

Um die Flexorsynergie zu vermeiden, setzt Krakauer einerseits auf die Reduktion der Impairments (z. B. Muskelschwäche) und andererseits auf die Beeinflussung der Bewegungsqualität. Durch die Abnahme des Armgewichts ist mehr Bewegungsqualität zu erwarten, da dadurch die Nutzung der Flexorsynergie unterbunden wird. Basierend auf dieser Überlegung entwickelte er einen Therapieansatz, der auf dem Einsatz eines Armroboters zur Abnahme des Armgewichts (Vermeidung der Flexorsynergie) und dem Spielen von

Exergames mit Bewegungsfeedback (Neuroanimationstherapie) basiert. In einer Studie überprüfte seine Forschungsgruppe (👁️ SMARTS2 TRIAL, S.46) die Wirksamkeit des Therapieansatzes bezogen auf die Outcomes Körperfunktionsebene, Aktivitätsebene sowie Bewegungsqualität. Außerdem hatte sie die Hypothese, dass die Neuroanimationstherapie motivierender als eine 1:1-Ergotherapie ist und sich dies in den Ergebnissen widerspiegeln würde. Interessanterweise zeigten sich in der Auswertung die gleichen positiven Ergebnisse für beide Gruppen. Die Forschenden erklärten sich dies dadurch, dass sich die Intervention von Experimental- und Kontrollgruppe hinsichtlich Impairment-Reduktion und Feedback zur Bewegungsqualität ähnelten [17], diese also eine positive Auswirkung auf die Outcomes zeigte.

Kompensatorische Bewegungsmuster können zu maladaptiven neuroplastischen Anpassungen führen.

Mögliche Konsequenzen für den klinischen Alltag → Eine weitere Möglichkeit, um Kompensationen bei Bewegungen der oberen Extremität zu vermeiden, ist die sog. Trunk-

Restraint-Therapie (etwa: Rumpfbeschränkung). Hierbei geht es um kompensatorische Rumpfbewegungen bei Reichbewegungen. Dieses Phänomen ist im klinischen Alltag, ebenso wie die Flexorsynergie, häufig zu beobachten. Die Idee ist nun, durch Restriktion der kompensatorischen Rumpfbewegungen physiologische Armbewegungen zu ermöglichen [19]. Dies geschieht dadurch, dass der Oberkörper durch einen Gurt fixiert oder dass durch Bewegungssensoren am Rumpf ein Feedback über die Mitbewegungen gegeben wird. Die Autor*innen einer Übersichtsarbeit zur Trunk-Restraint-Therapie kommen zu dem Schluss, dass diese einen moderaten Effekt auf Impairments der OE hat und exzessive Rumpfbewegungen während des Reichens reduziert [19].

Auch der von Carolee Winstein entwickelte Therapieansatz ASAP (Accelerated Skill Acquisition Program) berücksichtigt die Bewegungsqualität beim Training der oberen Extremität (Winstein 2014). In einer großen Studie mit 361 Patient*innen in der Subakutphase nach Schlaganfall konnte eine positive Wirkung dieser Methode auf die Bewegungsqualität nachgewiesen werden [12].

Die beschriebenen Untersuchungen untermauern das Anliegen des Artikels. Hier gibt es sicherlich noch weiteren Forschungsbedarf. Jedoch bedeutet diese Forschungslücke nicht, dass man Kompensationen unhinterfragt akzeptieren sollte.

Rückgewinn der unteren Extremität → Wie verhält sich die Problematik aber nun hinsichtlich der Kompensation bei der unteren Extremität? Auch hier stellt sich dieselbe Grundproblematik: Verbesserungen auf der Aktivitätsebene (Gehgeschwindigkeit, Gehausdauer) sind nicht unbedingt Ausdruck einer tatsächlichen Restitution, sondern beruhen häufig auf dem Erlernen „effektiver“ Kompensationsstrategien [21, 22]. Natürlich gibt es auch Mischformen von beidem. Also Verbesserungen, deren Grundlage sowohl Rückgewinn als auch Kompensation ist [23]. Typische Kompensationen sind: verminderte Gewichtsübernahme in der Standbeinphase auf der paretischen Seite, Kniehyperextension in der Standbeinphase auf der pare-

tischen Seite, Zirkumduktion in der Schwungbeinphase auf der paretischen Seite, verlängerte Zweibeinstandphase, asymmetrische Bewegungsmuster usw. (☞ ABB. 2–3, S.48).

Doch soll die Bewegungsqualität beim Gehen fokussiert werden? Sie sollte fokussiert werden, denn sie kann beeinflusst werden. Die US-amerikanische Academy of Neurologic Physical Therapy (ANPT), eine Untergruppe des US-amerikanischen Physiotherapieverbandes (APTA), empfiehlt die Berücksichtigung der Gehqualität in der Therapie (ANPT 2022). Routson und Kolleg*innen [15] untersuchten den Effekt eines von Therapeut*innen manuell unterstützten Laufbandtrainings bei Schlaganfallpatient*innen. Sie kommen zu dem Schluss, dass dieses Training „das Potenzial hat [...], die Qualität des Timings zu beeinflussen, was wiederum zu Verbesserungen der Symmetrie [...] führen kann“. Die dabei angewendete manuelle Assistenz war darauf ausgelegt, die beim Gehen erwünschten Bewegungen des Rumpfes und der unteren Extremität sowie die zeitlichen und räumlichen Bewegungsmuster positiv zu beeinflussen.

”

Nicht alle Patient*innen verfügen über dasselbe Potenzial zur Veränderung und zum Rückgewinn.

Die Autor*innen der Studie weisen jedoch auch darauf hin, dass der Effekt der Therapie abhängig war von der Schwere der Ausfälle. Es erscheint also auch bei der Rehabilitation der unteren Extremität, sprich des Gehens, sinnvoll zu sein, in angemessener Art und Weise die Bewegungsqualität zu berücksichtigen und zu trainieren. Clare Maguire [26] weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass Interventionen angewendet werden sollen, die „die selektive Aktivierung von Muskelsynergien der unteren Extremität fördern“. Das geschieht z. B. durch gezieltes Gehtraining mit und ohne Geräte, bei dem die kinematische Bewegungsdurchführung beeinflusst wird und so physiologische Bewegungsmuster geübt werden.

Dadurch wird die Verwendung kompensatorischer Bewegungsstrategien verhindert, was wiederum die Erholung der prämorbidem Bewegungsmuster fördert [26]. In einer Studie, die ein durch Therapeut*innen geführtes Gehtraining mit einem reinen robotergestützten Gehtraining verglich, konnte gezeigt werden, dass das von Therapeut*innen geführte Training Aspekte der Bewegungsqualität stärker verändert konnte als das robotergestützte Training [27]. Leider fehlen aktuell in diesem Bereich größer angelegte Studien, die auch hier verlässliche Aussagen zur Wirksamkeit von Interventionen machen könnten.

Messen von Bewegungsqualität → Bisher wird die Messung der Bewegungsqualität in klinischen Studien vernachlässigt. Obwohl die Bewegungsqualität eine Rolle im Prozess des Rückgewinns nach Schlaganfall spielt, finden in Studien zu wenig Messungen hierzu statt [28]. Das ist der Grund, weshalb das SRRR nun Standards für

die Messung der Bewegungsqualität der oberen Extremität vorgeschlagen hat [4]. Diese Messungen beruhen u. a. auf dem Einsatz von 2D- bzw. 3D-Kameras und am Körper angebrachten Markern. Mit ähnlichen Methoden wird die Bewegungsqualität der unteren Extremität evaluiert [25]. Im klinischen Alltag ist das jedoch nicht machbar. Hier können bekannte Instrumente zur Einschätzung der Gehqualität verwendet werden (z. B. Rivermead visuelle Ganganalyse, beobachtende Ganganalyse nach Rancho Los Amigos, funktionelle Ganganalyse O.G.I.G. nach Götz-Neumann [29]). Bei der oberen Extremität eignet sich die Analyse der sog. Schlüsselkomponenten [13].

Bewegungsqualität abhängig vom Schädigungsgrad → Sicherlich gibt es keine Allgemeinrezepte zur Therapie der Bewegungsqualität, sondern es gilt zu beachten, dass nicht alle Patient*innen über dasselbe Potenzial zur Veränderung und zum Rückgewinn verfügen. Robertson [30] schlägt hierzu eine dreiteilige Subgruppierung von Patient*innen vor:

- solche mit spontanem Rückgewinn (leichte Schädigung des Nervensystems)
- solche mit einem geführten Rückgewinn sog. Guided Recovery (moderate Schädigung des NS)
- solche mit keinem Rückgewinn (schwere Schädigung des NS).

Für Subgruppe 2 gilt eine Therapie unter Berücksichtigung der Bewegungsqualität. Für Subgruppe 3 gilt eine Therapie, die Kompensationen zulässt bzw. sogar trainiert. Das heißt, manche Patient*innen profitieren von einem auf Rückgewinn (Bewegungsqualität) angelegten Behandlungszugang und andere von einem kompensationsbasierten Ansatz [21].

Fazit → Die Berücksichtigung der Bewegungsqualität ist ein Thema, das wieder auf der Agenda der Neurorehabilitation ist. Die Frage, welche Rolle die Bewegungsqualität und welche Rolle die Kompensation spielt, sollte sehr differenziert und individualisiert angegangen werden. Aufgrund der Neuroplastizität wäre es durchaus plausibel, die Überlegungen auch auf andere zentralneurologische, entzündliche und vaskuläre Krankheitsbilder auszuweiten wie etwa Multiple Sklerose oder Schädel-Hirn-Trauma. Es wird spannend sein, welche Forschungen in den nächsten Jahren durchgeführt und welche Erkenntnisse daraus gewonnen werden.

Martin Huber

☞ Literaturverzeichnis

www.thieme-connect.de/products/physiopraxis > „Ausgabe 9/22

✎ Autor



Martin Huber ist Physiotherapeut, MSc (Neurorehabilitation). Er arbeitet seit über 25 Jahren in der stationären und ambulanten Neuroreha und unterrichtet an der ZHAW Winterthur im Bachelorstudiengang Physiotherapie sowie an der Physiotherapieschule in Konstanz.