Zeitschrift: Fisio active

Herausgeber: Schweizer Physiotherapie Verband

Band: 42 (2006)

Heft: 5

Artikel: Assessments in der Neurorehabilitation

Autor: Schädler, Stefan / Kool, Jan / Lüthi, Hansjörg / Marks, Detlef / Oesch, Peter / Pfeffer, Adrian / Wirz, Markus

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-929729

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

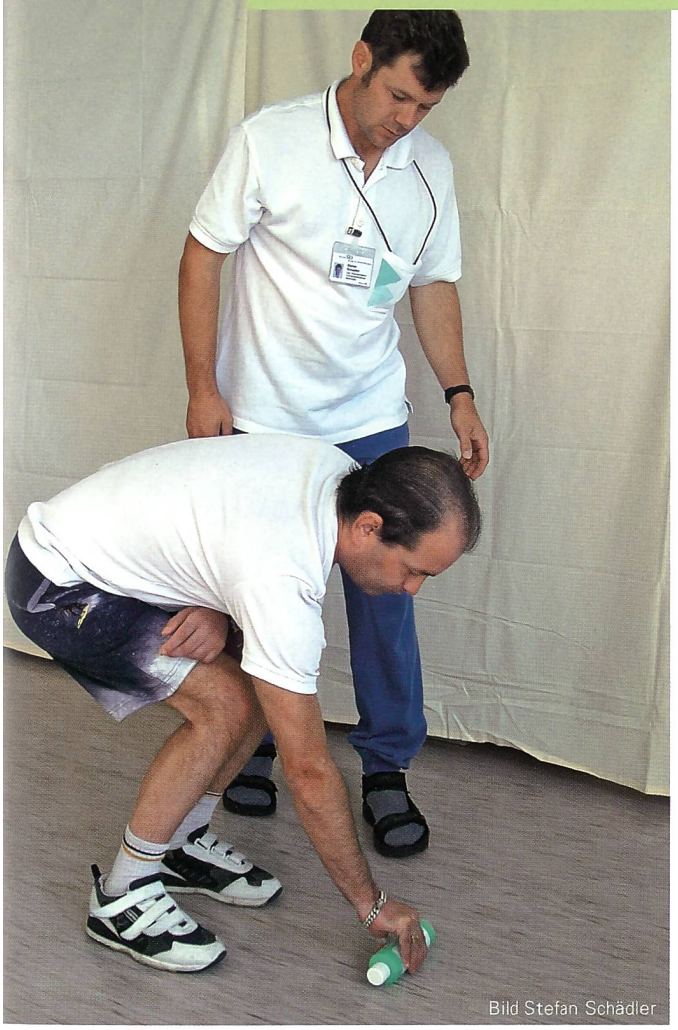
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Assessments in der Neurorehabilitation

*Stefan Schädler, Jan Kool, Hansjörg Lüthi, Detlef Marks, Peter Oesch, Adrian Pfeffer, Markus Wirz**



ICF: Die Körperfunktion «Gleichgewicht» wird bei Aktivitäten beobachtet und bewertet.

Standardisierte Messverfahren spielen beim Bestreben, medizinische Interventionen nach den Kriterien der Wirksamkeit, Zweckmässigkeit und Wirtschaftlichkeit zu beurteilen, eine immer wichtigere Rolle. Auch die Physiotherapie ist dieser Verantwortung unterworfen und nutzt dazu eine grosse Anzahl von Skalen und Assessments (Messverfahren).

Die physiotherapeutische Tätigkeit ist häufig durch Interdisziplinarität geprägt, wodurch auch Assessments sinnvoll eingesetzt werden, die von anderen Berufszweigen, vor allem von Ärzten, aber auch von Seite der Neuropsychologie, Ergotherapie oder Pflege entwickelt wurden. Standardwerke zum Thema «Assessments», wie das von Derick T. Wade 1992 (1) erschienene Buch «Measurements in Neurological Rehabilitation», sind nicht mehr erhältlich oder veraltet oder nicht auf die spezifischen Bereiche der Physiotherapie ausgerichtet. Andere Publikationen zu Assessments, die relevant für die Physiotherapie sind, fokussierten häufig auf ein Zielthema wie Mobilität (2) oder Sturzgefährdung (3).

Die Anwendung von Assessments im Alltag der Physiotherapie ist grundsätzlich von verschiedenen Kriterien (vgl. Kasten) abhängig. Neben wissenschaftlichen Kriterien der Validität, Reliabilität und Responsivität sind praktische Anwendung oder Durchführung Kriterien, die darüber entscheiden, ob ein Instrument eingesetzt wird oder nicht.

Einen Überblick sowie eine Beurteilung verschiedener Assessments wurde durch die Interessensgemeinschaft Physiotherapie in der Neurorehabilitation (IGPNR) zusammengestellt (4). Ziel war es, Messverfahren vorzustellen und zu bewerten sowie Formulare und Beschreibungen auf Deutsch zur Verfügung zu stellen.

Reliabilität: Schulung ist wichtig

Eine hohe Reliabilität (Definition s. Kasten) ist wichtig, um bei wiederholter Messung (v.a. bei Verlaufsmessungen) durch denselben oder einen anderen Untersucher zu einer gleichen Bewertung zu gelangen. Nicht für alle Assessments wurden Untersuchungen zur Reliabilität gefunden. Die Auswertung zeigt, dass höhere Werte erreicht werden, wenn die Untersucher im Vorfeld geschult wurden. Studien mit ungeschulten Untersuchern erreichten tiefere Werte. Für die tägliche Arbeit heisst dies, dass bei der Einführung von Assessments in einer Klinik oder Praxis die Physiotherapeuten in der Anwendung der Tests geschult werden sollten, um eine bessere Zuverlässigkeit zu erreichen. Je nach Test kann diese Schulung von einer Stunde bis zu einem Tag benötigen.

Wenn in Reliabilitätsstudien eine Videoaufnahme des Tests bewertet wurde, waren die Werte ebenfalls höher. Mit diesem Vorgehen wird die Variabilität des Patienten nicht berücksichtigt und führt dadurch zu höheren Werten.

---

* Die Autoren dieses Fachartikels sind Physiotherapeuten und Verfasser des in fisio active 4/2006 besprochenen Buches «Assessments in der Neurorehabilitation», Verlag Hans Huber, 2006.
Vgl. dazu auch die Rezension von Dr. med. Bruno Baviera auf S. 18 dieser Ausgabe.

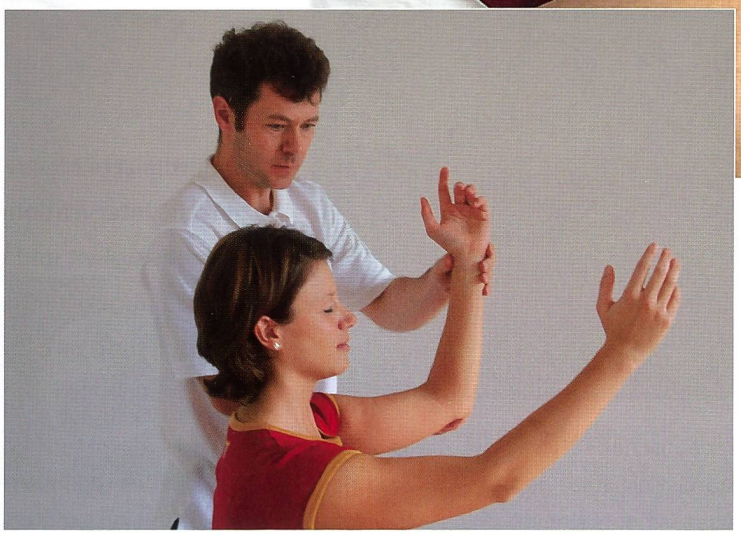
Verlaufsmessungen

Verlaufsmessungen haben die Aufgabe, die Wirksamkeit einer therapeutischen Intervention zu belegen – sie sollen das Vorgehen während einer Behandlungsserie zuverlässig leiten bzw. eine Aussage darüber geben, ob das erwartete Ergebnis/Ziel erreicht wurde.

Nicht alle häufig verwendeten Messinstrumente sind gleichermassen für eine Verlaufsmessung geeignet: So eignet sich die Berg Balance Scale (BBS) zur Verlaufsmessung des Gleichgewichtes besser als der POMA (Performance Oriented Mobility Assessment – «Tinetti-Test») oder der Functional Reach, da die BBS eine höhere Zuverlässigkeit zeigt.

Ein weiteres Beispiel für sinnvollere Alternativen ist die Verwendung von FIM (Functional Independence Measure) oder EBI (Erweiterter Barthel Index) statt der MRS (Modified Rankin Scale) zur Messung der Pflegebedürftigkeit bzw. Selbständigkeit nach einem Schlaganfall – ausschlaggebend sind in diesem Fall neben den besseren Gütekriterien auch das Vorhandensein von eindeutigen Richtlinien zur Anwendung.

Obwohl Vor- und Nachteile vieler Messinstrumente bekannt sind, wird in der Praxis nicht immer die (aus Sicht der Wis-



Nur teilweise für Verlaufsmessung geeignet: Manuelle Muskelfunktionsprüfung (Bild oben) und Lage- und Bewegungssinn (Bild unten)

Gütekriterien

Reliabilität

Überall wo gemessen wird, entstehen kleine Fehler. Misst man z.B. mehrmals die Körpertemperatur mit dem Fieberthermometer, so wird dieses nicht jedes Mal exakt die gleiche Temperatur anzeigen. Die Zuverlässigkeit oder Reliabilität ist ein Mass für diese so genannten zufälligen Fehler bzw. die Übereinstimmung der Ergebnisse eines Tests, wenn er mehrmals durchgeführt wird. Es wird unterschieden, ob der gleiche Untersucher die Messung wiederholt, Intrarater- oder Intratester-Reliabilität, oder ob ein zweiter Untersucher die Messung wiederholt, Interrater- oder Intertester-Reliabilität.

Validität

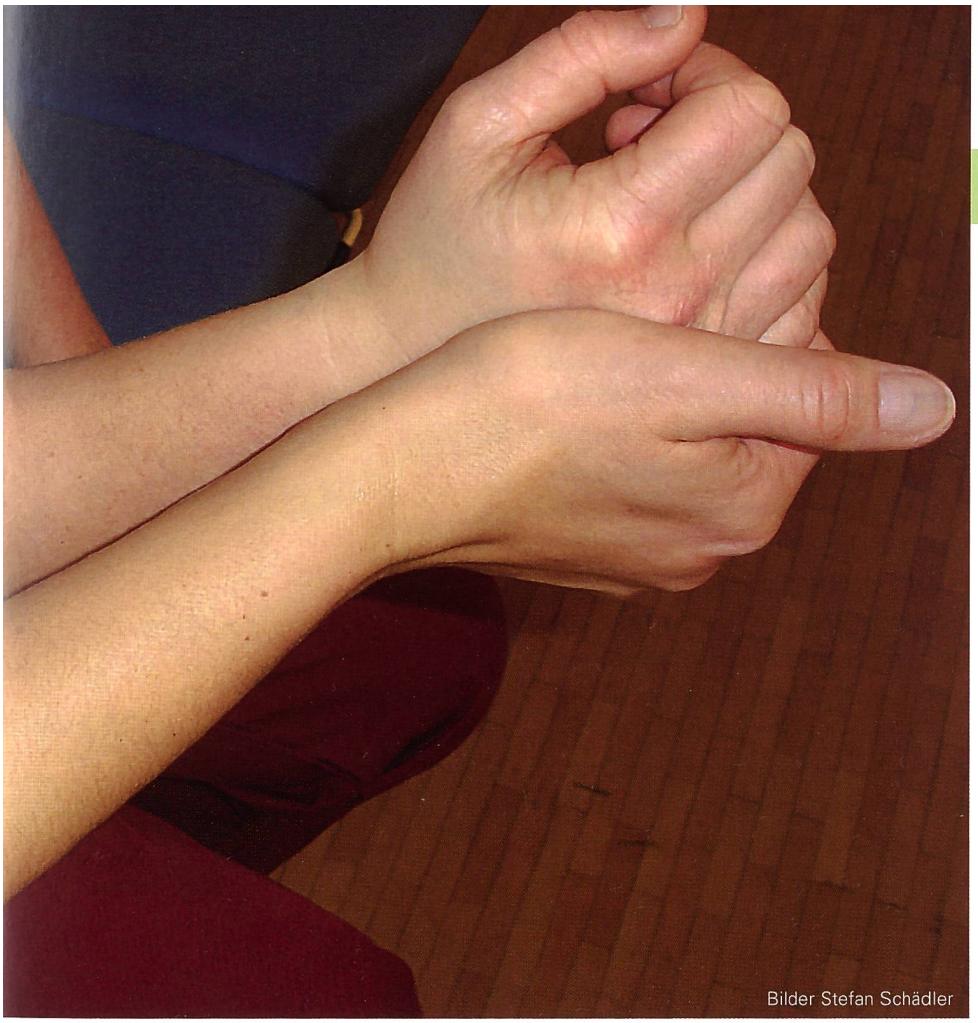
Bezieht sich auf die Gültigkeit von Messinstrumenten. Es werden drei Konzepte unterschieden:

1. **Inhaltsvalidität**
   Diese ist gegeben, wenn alle Aspekte des zu messenden Konstrukts berücksichtigt sind. So wird ein Test zur Erfassung der Mobilität nicht inhaltsvalide sein, wenn er nur das Gehen auf ebener Oberfläche misst und weitere Aspekte der Mobilität (Rollstuhl fahren, Treppensteigen usw.) unberücksichtigt lässt.
2. **Kriteriumsvalidität**
   Hier geht es um die Übereinstimmung der Resultate des zu untersuchenden Messinstruments mit den Resultaten eines anderen Messinstruments (Aussenkriterium).
3. **Konstruktvalidität**
   Wenn sich aus dem zu überprüfenden Konstrukt Hypothesen ableiten lassen und sich diese in empirischen Untersuchungen bestätigen, gilt die Konstruktvalidität als gegeben.

Responsivität

Beschreibt die Empfindlichkeit eines Tests, Veränderungen des Zustands festzustellen. Dies trifft nicht auf jeden Test in gleichem Masse zu. Ein Test, der Patienten klassifiziert, ist oft als Verlaufsmessung ungeeignet (z.B. manuelle Muskelfunktionsprüfung).

Für die einzelnen der vier Bereiche Befund/Diagnostik, Behandlungsplanung, Verlaufs-/Ergebnismessung und Prognose sind jeweils unterschiedliche Gütekriterien erforderlich. Während für Befund/Diagnostik ein bestimmtes Merkmal oder eine Eigenschaft wie z.B. Kraft, Selbständigkeit, Beweglichkeit usw. eindeutig erkannt und identifizierbar sein muss, sind bei einer Verlaufsmessung vor allem eine gute Reliabilität und Responsivität nötig. So wurden die Assessments zu den vier Anwendungsbereichen anhand der Gütekriterien einzeln beurteilt und bewertet.



Bilder Stefan Schädler

Risikofaktor	Sturzrisiko erhöht
Verwendete Sedativa	28.3
Kognitive Beeinträchtigungen	5.0
Beeinträchtigungen der unteren Extremität	3.8
Fusssohlenreflex	3.0
Abnormalitäten von Gleichgewicht und Gang	1.9
Fussprobleme	1.8

Tab. 1: Chance für einen Sturz: Odds ratio: je höher der Wert, desto grösser das Risiko für einen Sturz (Tinetti et al. 1988)

senschaft) beste Variante verwendet. Dies liegt auch an der Tatsache, dass ein zuverlässigeres Messinstrument einen grösseren Zeitaufwand zur Durchführung benötigt. So verdoppelt sich der zeitliche Aufwand zur Durchführung der Gleichgewichtsmessung von 5 bis 10 Minuten beim POMA auf 10 bis 20 Minuten bei der BBS. Der Ausbildungsbedarf ist mit zwei Stunden beim POMA nur halb so gross wie bei der BBS mit vier Stunden. Weiter steigt z.B. der Aufwand für die Anschaffung einer Kraftmesszelle im Vergleich zur «kostenlosen» manuellen Muskelkraftmessung nicht unerheblich. Schliesslich stellt der Chedoke McMaster Stroke Assessment ein hervorragendes Instrument zur Verlaufsmessung dar, benötigt jedoch zur Durchführung bis zu 60 Minuten. Aus diesen genannten Gründen wird es das Instrument zur Messung eines Kriteriums nicht geben – neben den verschiedenen Gütekriterien ist häufig die Praktikabilität im Alltag entscheidend für eine Anwendung.

Sturzrisiko-Prognose

Assessments zur Bestimmung des Sturzrisikos verdienen eine besondere Betrachtung:

Verschiedene Autoren (5, 6, 7) weisen darauf hin, dass zu einem Assessment wie der Berg Balance Scale (BBS) oder dem POMA (Tinetti- Test) ergänzend immer auch Risikofaktoren für Stürze erhoben werden müssen. Tinetti et al. (5) zeigte die unterschiedliche Gewichtung der Risikofaktoren eindrücklich auf. (vgl. Tab 1.) Zudem nimmt das Sturzrisiko bei tieferen Werten nicht proportional ab. Bei sehr tiefen Werten sind diese Personen kaum mehr mobil und deshalb weniger sturzgefährdet. Durch ihre Immobilität setzen sie sich geringer dem Risiko eines Sturzes aus. Berg et al. (6) zeigte auf, dass das Risiko für wiederholte Stürze bei Werten zwischen 45 und 30 Punkten der BBS erhöht ist. Das POMA scheint als Verlaufsmessung für Sturzrisiko nicht genügend. Einerseits liegen unterschiedliche Werte für Reliabilität und keine für Responsivität vor. Andererseits zeigte Rubenstein et al. (8), dass Personen einer Interventionsgruppe nach zwei Jahren gleich oft stürzten wie in der Kontrollgruppe, obwohl Gang und Gleichgewicht (POMA) besser wurden. Für Verlaufskontrollen des Sturzrisikos ist zwar die zeitaufwändigere BBS dem POMA vorzuziehen, aber im Idealfall in Kombination mit der Erhebung von Risikofaktoren für Stürze zu erheben.

Die WHO-Klassifikation

Die Weltgesundheitsorganisation WHO hat im Mai 2001 die «International Classification of Functioning, Disability and Health – ICF» verabschiedet (9) .

Die ICF ist eine Klassifikation, mit der mögliche Beeinträchtigungen einer Person in den Bereichen der

- Funktionen und Strukturen des menschlichen Organismus

Körperfunktionen und Körperstrukturen	Aktivitäten	Partizipation
Modified Ashworth Scale Umfangmessung Kraftmesszelle Manuelle Muskelfunktionsprüfung ...	Functional Independence Measure Erweiterter Barthel Index Chedoke Aktivitäten Gehgeschwindigkeit ...	SF-36 Rivermead Mobility Index ...
Berg Balance Scale Neglekt (Catherine Bergego Scale) Performance Oriented Mobility Assessment		

- Tätigkeiten aller Art einer Person (Aktivitäten) und
- Teilhabe an Lebensbereichen (Partizipation)

vor dem Hintergrund ihrer sozialen und physikalischen Umwelt (Umweltfaktoren) beschrieben werden können (10). Diese drei Bereiche bilden die wichtigsten Aspekte der funktionalen Gesundheit. In diesem Zusammenhang spricht die WHO auch von der Funktionsfähigkeit (functioning). Unter Behinderung versteht die WHO die negative Wechselwirkung zwischen einer Person mit einem Gesundheitsproblem entsprechend der International Classification of Disease ICD und ihren Kontextfaktoren auf ihre Funktionsfähigkeit (10).

PT-Assessments und der ICF

Das Hauptziel der ICF ist, eine gemeinsame Sprache für die Beschreibung der funktionalen Gesundheit zur Verfügung zu stellen, um die Kommunikation zwischen Fachleuten im Gesundheits- und Sozialwesen, insbesondere in der Rehabilitation, sowie den Menschen mit Beeinträchtigungen ihrer Funktionsfähigkeit zu verbessern (11) sowie eine Grundlage für wissenschaftliche Studien zu schaffen.

Die ICF stellt ein Konstrukt dar, das für den alltäglichen Gebrauch nutzbar ist. Um dies zu erleichtern, erscheint es sinnvoll, Assessments den entsprechenden Items der ICF zuzuordnen. Diese Zuordnung erfolgt auf Basis von Linking-Regeln (12). Viele Assessments enthalten Items aus den Bereichen Körperfunktionen und Aktivitäten.

Dabei kann es sein, dass einige Assessments das Zielmerkmal eines Patienten nicht direkt zu erfassen vermögen. Beurteilt werden dann Aktivitäten, die Hinweise auf dieses Merkmal liefern. Meist handelt es sich dabei um Items der Körperfunktionen, die bei der Beobachtung von Aktivitäten gemessen werden. So wird zum Beispiel bei der Berg Balance Scale das Gleichgewicht nicht direkt, sondern über die Beobachtung der Aktivitäten «Stehen mit geschlossenen Augen» oder «schnelle Drehung um 360 Grad» gemessen. Ein weiteres Beispiel dafür ist ein standardisiertes Assessment, das den Neglekt, die Vernachlässigung einer Seite (siehe «Neglekt») als Zielmerkmal erfasst. In der ICF kommt der Begriff Neglekt nicht vor. Neglekt kann am besten mit den ICF-Kategorien Funktionen der Wahrnehmung (b156) und Funktion der Orientierung (b114) verlinkt werden. Bei der Durchführung des entsprechenden Assessments werden aber Aktivitäten beobachtet wie: sich waschen (d510), seine Körperteile pflegen (d520) und sich kleiden (d540). Aus diesem Grund muss der Neglekt als das zu erfassende Zielmerkmal mit der ICF verknüpft werden und nicht die zu beobachtenden Aktivitäten. Weitere solche Assessments, mit denen man primär Informationen der Körperfunktionen gewinnen will, sind die Neglekt-Skala von Catherine Bergego (13), die Skala für kontraversives Pushen oder der Tinetti-Test (POMA) (14).

Assessments für Körperfunktionen

Der häufig verwendete manuelle Muskelfunktionstest wurde während des zweiten Weltkrieges entwickelt (15) und diente primär zum Auffinden peripherer Nervenläsionen und der dazugehörigen Muskulatur. Bei der Literaturrecherche wurde festgestellt, dass Veränderungen bei Kraftwerten von >3 nicht genügend zuverlässig erfasst werden. Bei tiefen Werten ist die Validität noch akzeptabel (16). Dieser Test wird zur Verlaufskontrolle daher weniger empfohlen, da die Skalierung nur grobe Veränderungen erfasst. Zudem ist der Test nicht genügend sensitiv, um Verbesserungen im Verlauf einer Rehabilitation zu erfassen. Auf funktioneller Ebene sind andere Kraftmessmethoden aussagekräftiger. So ist z.B. die erforderliche Kraft für das Aufstehen vom Sitz auch abhängig von Körperproportionen und Gewicht (17). Für Verlaufsmessungen wird deshalb empfohlen, eine Kraftmesszelle zu verwenden oder bei der Hand den Faustschluss mit dem speziell dafür entwickelten JAMAR zu messen. Ebenfalls bei der Modified

Bestimmung des Sturzrisikos: Nebst dem POMA (Tinetti-Test) sollten immer auch Risikofaktoren für Stürze erhoben werden.

Ashworth Scale, einem Instrument zum Messen von Spastizität, zeigt sich, dass es sinnvoller sein kann, ein funktionelles Messinstrument zu benützen. Ob die Zu- oder Abnahme der Spastizität positiv oder negativ ist, hängt vom individuellen Kontext des Betroffenen ab. So ist die Übereinstimmung von Abnahme der Spastizität zur Erhöhung von Selbständigkeit gering. An Stelle des Finger-Nase-Versuches, einem Test der Koordination, scheint es sinnvoller, einen Test mit funktionellen Aufgaben wie z.B. «Wasser eingiessen» (Fahn Tremor Rating Scale) zu verwenden.

Beim Lagesinn konnte festgestellt werden, dass neben unterschiedlichen Bezeichnungen (Propriozeption und Tiefensensibilität) auch das Problem besteht, dass je nach Testanordnung unterschiedliche Fähigkeiten getestet werden, so ist die Übereinstimmung verschiedener Messungen zur Propriozeption des Kniegelenkes gering (18). Obwohl eine grosse

Bild Stefan Schädler

Vielfalt an Testverfahren, die sich diverser Apparaturen und Messinstrumente bedienen, entwickelt worden sind (19), basiert die grundsätzliche Vorgehensweise auf den bis an das Ende des 19. Jahrhunderts zurückführenden Beschreibungen (20). So wird beim Lagesinn getestet, ob eine Gelenkstellung erkannt wird, beim Bewegungssinn (Kinästhesie) hingegen wird getestet, ob der Proband die Bewegung erkennt. Die Störungen des Lage- und Bewegungssinnes gehören zu den klinischen Zeichen von Hinterstrangschädigungen und geben daher auch diagnostische Hinweise (21). In der Literatur wird der Zusammenhang von verminderter Sensorik und funktioneller Fähigkeit kontrovers diskutiert. So wurde z.B. festgestellt dass die Propriozeption von Knie und Fussgelenk keinen Einfluss auf die Gehfähigkeit, wohl aber auf die Faktoren Gehgeschwindigkeit und Schrittlänge haben (22). Als Verlaufsmessung scheint die Propriozeption nicht geeignet, im Rahmen des Befundes ist das Erkennen der Bewegungsrichtung teilweise sinnvoll.

Klinische Erfahrung ist unersetzlich

«Wer misst, misst Mist.» (unbekannt), oder, «Wenn du messen und in Zahlen ausdrücken kannst, wovon du sprichst, weisst du etwas über den Gegenstand. Aber wenn du es nicht messen kannst, sind deine Kenntnisse dürftig und unzulänglich.» *(William Thomson alias Lord Kelvin, Ingenieur, Mathematiker und Physiker 1824–1907).*

Assessments in der Physiotherapie helfen, den Befund zu erheben, eine Aussage zur Prognose zu machen, die Behandlung zu planen und den Verlauf bzw. das Ergebnis zu messen. Die Kenntnis über die Gütekriterien der einzelnen Messverfahren hilft, diese gezielt einzusetzen. Doch selbst das beste Verfahren trifft die Wahrheit nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit und ist kein Ersatz für die klinische Erfahrung und die Einschätzung durch den Betroffenen selbst. Assessments sollen eine Unterstützung sein, um die für den Patienten besten Massnahmen zu treffen. Es soll nicht geschehen, dass Messinstrumente um ihrer selbst willen eingesetzt und Therapien sich ausschliesslich nach den Resultaten von Messungen richten.

Anmerkungen/Literatur

1. WADE DT. Measurement in Neurological Rehabilitation. Oxford University Press 1992.
2. KNOLS R, HUBER E, HENGEVELD E. Messinstrumente zur Beurteilung des Ganges. Physiotherapie. 1998; 12: 1–5.
3. PFEFFER A, MARKS D. Dokumentation von Gehfähigkeit und Sturzrisiko von Patienten mit neurologischen Störungsbildern. Physiotherapie. 2002; 3: 5–13.
4. SCHÄDLER ST, KOOL J, MARKS D, OESCH P, LÜTHI HJ, PFEFFER A, WIRZ M. Assessments in der Neurorehabilitation. Hans Huber Verlag Bern 2006.
5. TINETTI ME, SPEECHLEY M, GINTER SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. N Engl J Med. 1988; Dec 29; 319 (26): 1701–7.
6. BERG K, WOOD-DAUPHINEE SL, WILLIAMS JI, MAKI B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. Can J Public Health. 1992 Jul–Aug. 83 Suppl 2: 7–11.
7. RAICHE M, HEBERT R, PRINCE F, CORRIVEAU H. Screening older adults at risk of falling with the Tinetti balance scale. Lancet. 2000 Sep 16; 356 (9234): 1001–2.
8. RUBENSTEIN LZ, ROBBINS AS, JOSEPHSON KR, SCHULMAN BL, OSTERWEIL D. The value of assessing falls in an elderly population. A randomized clinical trial. Ann Intern Med. 1990 Aug 15; 113 (4): 308–16.
9. World Health Organization WHO (2001): ICF – International Classification of Functioning, Disability and Health. Geneva; WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.
10. SCHUNTERMANN MF. Vorwort zur deutschen Fassung der ICF. Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit. WHO, 2004, Geneva.
11. ÜSTÜN TB, CHATTERJI S, BICKENBACH J, KOSTANJSEK N, SCHNEIDER M. The International Classification of Functioning, Disability and Health: a new tool for understanding disability and health. Disabil Rehabil. 2003; 25 (11–12): 565–71.
12. CIEZA A, GEYH S, CHATTERJI S, KOSTANJSEK N, ÜSTÜN B, STUCKI G. ICF Linking Rules: an update based on lessons learned. J Rehabil Me. 2005; 37: 212–8.
13. AZOUVI P, OLIVIER S, DE MONTETY G, SAMUEL C, LOUIS-DREYFUS A, TESIO L. Behavioral assessment of unilateral neglect: study of the psychometric properties of the Catherine Bergego Scale. Arch Phys Med Rehabil. 2003; 84 (1): 51–7.
14. TINETTI ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. J Am Geriatr Soc. 1986a; Feb; 34 (2): 119–26.
15. British medical research council. Aids to the investigation of peripheral nerve injuries. Her majesty`s stationary office, London. 1943.
16. NOREAU L, VACHON J. Comparison of three methods to assess muscular strength in individuals with spinal cord injury. Spinal cord 1998; 36: 716–723.
17. JETTE DU, SLAVIN MD, ANDRES PL, MUNSAT TL. The relationship of lower-limb muscle force to walking ability in patients with amyotrophic lateral sclerosis. Phys Ther 1999 Jul; 79 (7): 672–81.
18. GROB KR, KUSTER MS, HIGGINS SA, LLOYD DG, YATA H. Lack of correlation between different measurements of proprioception in the knee. J Bone Joint Surg Br 2002; May 84 (4): 614–8.
19. MARKS R. The evaluation of joint position sense. New Zealand Journal of Physiotherapy 1998; 26 (3):20-28.
20. FREEMAN C, OKUN MS. Origins of the sensory examination in neurology. Semin Neurol 2002; Dec 22 (4): 399–408.
21. DUUS P. Neurologisch-topische Diagnostik. Thieme 1995: 23.
22. LIN SI. Motor function and joint position sense in relation to gait performance in chronic stroke patients. Arch Phys Med Rehabil 2005; Feb 86 (2): 197–203.