

Zeitschrift: Physioactive
Herausgeber: Physioswiss / Schweizer Physiotherapie Verband
Band: 48 (2012)
Heft: 5

Artikel: Zielgerichtete Krafttests = Tests de force ciblés
Autor: Hilfiker, Roger
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-928656>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

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

Zielgerichtete Krafttests

Tests de force ciblés

ROGER HILFIKER

Vor einem Krafttraining stellen sich einige Fragen: Ist die Kraft normal? Mit welcher Trainingsintensität muss trainiert werden? Und wie kann ich nachher den Erfolg messen? Krafttests liefern darauf eine Antwort.

Um Muskeln zielgerichtet testen zu können, müssen wir wissen, welche Muskeleigenschaften wichtig für die Ziele der Patienten sind. Grob können wir die Fragestellung in drei Gebiete aufteilen:

- Ermittlung des Ist-Zustandes, «Diagnose»: Ist der Muskel noch innerviert? Liegt eine Muskelatrophie vor? Ist die Kraft normal oder seitengleich?
- Ermittlung der optimalen Trainingsintensität.
- Evaluation des Verlaufs.

Ist-Zustand (Diagnose)

Wir können testen, wie viel Kraft (Maximalkraft) und wie viel Leistung (Leistung, engl. Power = Kraft mal Geschwindigkeit) ein Muskel erbringen kann, wie schnell (Schnellkraft, Explosivkraft, Kraftanstieg) oder wie lange er eine bestimmte Kraft erbringen kann (Kraftausdauer) oder wie der zeitliche Einsatz der Muskulatur ist (timing, onset latency). Die maximal mög-

Quelques questions se posent avant de débiter un entraînement de la force. La force est-elle normale? Quelle doit être l'intensité de l'entraînement? Comment puis-je mesurer le résultat après coup? Les tests de force fournissent une réponse à ces questions.

Pour être en mesure de tester la force musculaire de manière ciblée, nous devons savoir quelles caractéristiques musculaires sont importantes en fonction des objectifs du patient. En simplifiant, nous pouvons répartir les questions en trois catégories:

- Evaluation de la situation initiale, «diagnostic»: le muscle est-il encore innervé? y a-t-il une atrophie musculaire? la force est-elle normale ou symétrique?
- Evaluation de l'intensité optimale de l'entraînement.
- Evaluation de la progression.

Situation initiale (diagnostic)

Nous pouvons tester quel degré de force (force maximale) et quel niveau de performance (performance, en anglais: power = force x vitesse) un muscle peut fournir, avec quelle vitesse (force-vitesse, force explosive, augmentation de la force) ou pendant quelle durée il peut fournir une force donnée (force-endurance) ou encore le temps nécessaire à l'activation des muscles (timing, onset latency). La rapidité motrice maximale possible (*illustration 1*) et le nombre maximal de répétitions possibles (*illustration 2*) dépendent de l'effort (charge, résis-

Foto 1: Bei der Methode «Quantitatives Muskeltesting» wird zwischen der Hand des Untersuchers und dem Patienten eine Kraftmesszelle platziert. | **Photo 1:** Avec la méthode du «testing musculaire quantitatif», on place une cellule dynamométrique entre la main de l'observateur et le patient. Foto/photo: Biometrics Motion BV, The Netherlands



Relevant für Gleichgewichtsreaktionen bei älteren Menschen (Ausfallschritte) | Pertinent pour les réactions d'équilibration des personnes âgées (fentes)

Relevant für ältere Menschen beim Aufstehen von einem Stuhl oder beim Treppensteigen. Bei gebrechlichen Menschen kann die Anforderung 100% übersteigen. | Pertinent pour les personnes âgées lorsqu'elles se lèvent d'une chaise ou qu'elles montent un escalier. Chez les personnes fragiles, la contrainte peut dépasser les 100%.

Relevant für fitte Menschen beim Aufstehen von einem Stuhl oder beim Treppensteigen. | Pertinent pour les personnes en bonne santé lorsqu'elles se lèvent d'une chaise ou qu'elles montent un escalier.

Relevant für Gleichgewicht (feine Korrekturbewegungen) oder beim Bremsen im Auto (Wechsel vom Gas zur Bremse) | Pertinent pour l'équilibration (légers mouvement correctifs) ou pour freiner en voiture (passage de l'accélération au freinage)

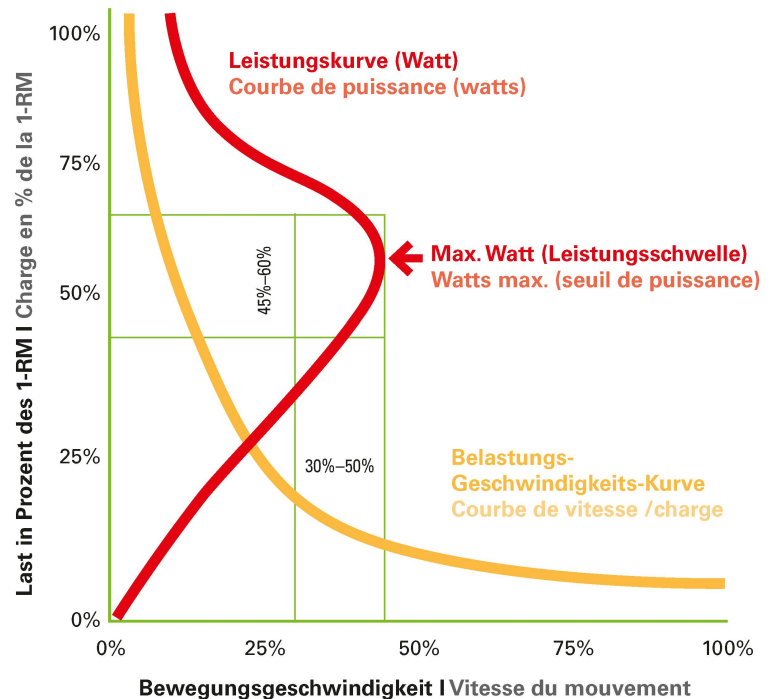


Abbildung 1: Belastungs-(Last)-Geschwindigkeitskurve (gelb) und Leistungskurve (rot). 1-RM: Einer-Wiederholungsmaximum. Diese Abbildung soll den Zusammenhang zwischen Last, Geschwindigkeit und erreichter Leistung aufzeigen. Ausserdem sehen wir, dass je nach Trainingsziel ein anderer Bereich getestet werden soll (Pfeile). Kurve Hilfkier, angelehnt an verschiedene Autoren. | Illustration 1: Courbe d'effort (charge)-courbe de vitesse (jaune) et courbe de puissance (rouge). 1-RM: maximum sur une répétition. Cette illustration vise à montrer le rapport entre la charge, la vitesse et la puissance obtenue. Chaque objectif de l'entraînement nécessite de tester le niveau correspondant (flèche). Courbe Hilfkier, inspirée de différents auteurs.

liche Bewegungsgeschwindigkeit (Abbildung 1) und die maximal mögliche Wiederholungszahl (Abbildung 2) hängen von der Belastung (Last, Widerstand) ab. Die maximale Leistung kann in einem Bereich mittlerer Belastung erbracht werden (rote Kurve in Abbildung 1). Je nach Muskel und Trainingszustand können sich diese Kurven ändern.

Das Therapieziel bestimmt, welchen Test wir durchführen sollten. Beispiel: Ist unser Patient 75 Jahre alt und eher schwach, so interessiert uns für das Therapieziel «Treppensteigen» die Maximalkraft und die maximale Leistung [1]; für das Therapieziel «Gleichgewicht» die Schnellkraft oder der Kraftanstieg (Rate of Force Development) [2]. Idealerweise testen wir sowohl auf der Funktionsebene (isolierte Kniestreckung oder Leg-Press) als auch auf der Aktivitätsebene (Treppensteigen oder Sit-To-Stand-Test¹). Wenn wir nur auf der Aktivitätsebene testen, wissen wir nicht, ob das Gleichgewicht, die Beweglichkeit oder die Kraft der limitierende Faktor ist.

tance). La puissance maximale peut être fournie à un niveau d'effort moyen (courbe rouge de l'illustration 1). Ces courbes varient en fonction du muscle et du niveau d'entraînement.

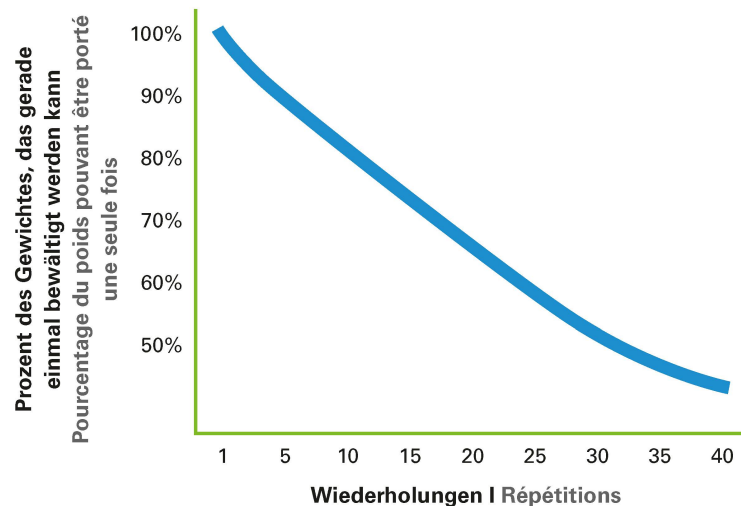
L'objectif thérapeutique détermine quel test nous devons effectuer. Exemple: si notre patient a 75 ans et qu'il est plutôt faible, ce qui nous intéresse pour atteindre l'objectif thérapeutique «monter l'escalier», c'est la force maximale et la performance maximale [1]; pour l'objectif «équilibre» c'est la force-vitesse ou l'augmentation de la force (Rate of Force Development) [2]. Dans l'idéal, nous testons aussi bien au niveau de la fonction (étirement isolé du genou ou Leg-Press) qu'au niveau de l'activité (montée des escaliers ou Sit-To-Stand-Test¹). Si nous nous plaçons seulement au niveau de l'activité, nous ne savons pas si c'est l'équilibre, la mobilité ou la force qui constitue le facteur restrictif.

Dans l'idéal, on trouve pour une mesure des valeurs de référence permettant de comparer les valeurs de départ avec

¹ Sit-To-Stand-Test: Der Klient wird aufgefordert, mit vor dem Körper verschränkten Armen fünfmal von einem Stuhl aufzustehen und sich wieder hinzusetzen. Die Zeit wird mit einer Stoppuhr gemessen.

¹ Sit-To-Stand-Test: le patient, les bras croisés devant le corps, doit se lever d'une chaise et se rasseoir cinq fois de suite. On mesure le temps avec un chronomètre.

Abbildung 2. Last-Wiederholungszahl Kurve. Das Einer-Wiederholungsmaximum ist die Last, die gerade noch einmal bewegt werden kann (100% des 1-RMs und eine Wiederholung). Zu beachten ist, dass bei Tests der unteren Extremitäten, z.B. bei der Beinpresse, die Kurve nach rechts verschoben sein kann (d.h. mehr Wiederholungen bei entsprechenden Prozenten des Einer-Wiederholungsmaximums). Die Graphik wurde angelehnt an die Formel von Kemmler et al. 2006 [14]. I Illustration 2. Courbe charge-nombre de répétitions. Le maximum sur une répétition est la charge qu'il est possible de soulever une fois (100% de la 1-RM et une répétition). Avec les tests portant sur les membres inférieurs (leg-press), la courbe peut être déplacée vers la droite (c'est-à-dire davantage de répétitions pour les pourcentages correspondants au maximum sur une répétition). Le graphique est inspiré de la formule de Kemmler et al. 2006 [14].



Im Idealfall findet man für eine Messung Normwerte, um die Ist-Werte mit Soll-Werten zu vergleichen. Bei einseitigen Tests und einseitigen Problemen kann mit der gesunden Seite verglichen werden.

Maximalkraft

Die Maximalkraft können wir entweder über eine gesamte Bewegung dynamisch oder isometrisch mit einem «Hand-Held-Dynamometer» in einem oder verschiedenen Gelenkwinkel messen.

Für bestimmte Aktivitäten können wir die minimal benötigten Kraftwerte pro kg Körpergewicht angeben: So wissen wir beispielsweise, dass wir für das selbständige Treppensteigen etwa 1,5 Nm pro kg Körpergewicht in der Plantarflexion benötigen [3]. Oft haben wir jedoch keine Normwerte und die «Kraft-Diagnose» dient hier eher als Ausgangswert für die Evaluation des Trainings.

Der «British Medical Research Council» publizierte 1943 einen manuellen Test, mit dem die Fähigkeit eines Muskels getestet werden kann, sich zu kontrahieren oder gegen die Schwerkraft oder gegen einen Widerstand zu bewegen. Bekannt sind die Synonyme Muskelfunktionstest (MFT) und manueller Muskeltest (MMT), teilweise ist der Test auch unter den Eigennamen der Autoren, Kendall, Daniels und Worthingham, bekannt. Der Test kann vor allem bei Patienten mit einer zu erwartenden Kraft zwischen 0 (keine Muskelkontraktion) und 3 (Bewegung gegen Schwerkraft möglich) empfohlen werden.

Bei Patienten mit zu erwartenden Kraftwerten über 3 empfehlen wir den Einsatz von Kraftmesssensoren oder andere apparative Testformen, um die Kraft präziser zu quantifizieren. Bei der Methode «Quantitatives Muskeltesting» wird zwischen der Hand des Untersuchers und dem Patienten eine Kraftmesszelle (siehe Foto 1) platziert [4].

les valeurs à atteindre. Pour les tests effectués de manière unilatérale, les résultats peuvent être comparés avec le côté controlatéral.

Force maximale

La force maximale peut être mesurée de manière dynamique, par un mouvement global, ou de manière isométrique, au moyen d'un dynamomètre portable (Hand-Held-Dynamometer) dans un ou plusieurs angles articulaires.

Pour certaines activités, des valeurs de la force minimale requise par kg de poids corporel peuvent être indiquées. On sait par exemple qu'il faut environ 1,5 Nm par kg de poids corporel dans la flexion plantaire pour pouvoir monter un escalier de manière autonome [3]. Souvent cependant, on ne dispose pas de valeurs de référence et le «diagnostic de la force» sert plutôt de valeur de départ pour l'évaluation de l'entraînement.

Le «British Medical Research Council» a publié en 1943 un test manuel permettant de mesurer la capacité d'un muscle à se contracter, à déplacer le segment contre la gravité ou contre une résistance. Ce test est connu sous l'appellation de test de la fonction musculaire (TFM) ou test musculaire manuel (TMM); il porte parfois le nom de ses auteurs, Kendall, Daniels et Worthingham. Il est surtout à conseiller pour les patients dont le niveau de force attendu est situé entre 0 (pas de contraction musculaire) et 3 (mouvement contre la gravité possible).

Pour les patients, dont on peut attendre des valeurs supérieures à 3, nous conseillons l'utilisation de capteurs de mesure de la force, voire d'autres tests mettant en œuvre des appareils, ceci afin de quantifier la force de manière plus précise. Avec la méthode du «testing musculaire quantitatif», on place une cellule dynamométrique entre la main de l'observateur et le patient (voir photo 1) [4].

Muskelleistung

In vielen Studien mit älteren Menschen zeigte sich, dass die Leistung (Power, Watt) mindestens so wichtig, wenn nicht wichtiger ist als die maximale Kraft und im Alter schneller abbaut als die maximale Kraft (Power nimmt 3,5% pro Jahr ab, die Maximalkraft 1,5% pro Jahr) [5].

Ein wichtiges Instrument zur Diagnostik der muskulären Fähigkeiten sind die Widerstands-Geschwindigkeits- und die Leistungskurven (*Abbildung 1*). Je nach Alltagsaktivität und Muskelzustand ist eher der obere Bereich (hohe prozentuale Belastung, relativ tiefe Bewegungsgeschwindigkeit), der mittlere Bereich (mittlere prozentuale Belastung, mittlere Bewegungsgeschwindigkeit, maximale Leistung) oder der

Puissance musculaire

Dans de nombreuses études réalisées avec des personnes âgées, il s'avère que la puissance (power, watts) est au moins aussi importante, sinon plus, que la force maximale. Avec l'âge elle diminue plus rapidement que la force maximale (la performance diminue de 3,5% par an, la force maximale de 1,5% par an) [5].

Les courbes de résistance, de vitesse et de puissance (*illustration 1*) constituent un instrument important du diagnostic des capacités musculaires. Suivant l'activité quotidienne et la condition musculaire, c'est plutôt le niveau supérieur (haut pourcentage d'effort, vitesse motrice relativement faible), le niveau moyen (pourcentage d'effort moyen, vitesse

Fragestellung / Patientengruppe	Test	Durchführung
Patient mit Schlaganfall. Fragestellung nach Aktivierungsfähigkeit (d.h. kann Muskel angespannt werden oder gegen Schwerkraft / Widerstand über das ganze Bewegungsausmass bewegen)	«Motricity Index»	Standardisierter Krafttest bei Patienten nach einem Schlaganfall. Es werden beim «Motricity Index» für die untere und obere Extremität jeweils drei Muskelgruppen getestet. Für die untere Extremität sind dies die Hüftflexion, die Knieextension und die Dorsalextension. Anschliessend wird aus den drei Testergebnissen ein «Leg Score», ein «Arm Score» und ein «Side Score» gebildet. (Collin 1990)
Patient in Nachbehandlung im orthopädischen Bereich	Leg-Press-Test	Einbeinige Durchführung auf einer Beinpresse. Das andere Bein wird in einem Hüft- und Kniewinkel von 90° gehalten (Schlinge oder durch Therapeuten). Um sich an die Testbewegung zu gewöhnen, sollten auf der Beinpresse 10 Wiederholungen mit einem mittelschweren Gewicht und weitere 5 Wiederholungen mit einem etwas schwereren Gewicht gemacht werden. Danach Ermittlung des Einer-Wiederholungs-maximums.
Älterer Patient mit allgemeiner Schwäche	Sit-To-Stand (als Beispiel: Zeit für 5 Wiederholungen)	Normwerte: Ab 15 Sekunden sturzgefährdet. 60 bis 69 Jahre: Mittelwert 11,4 (geschätzte 75. Percentile: 15,4) 70 bis 79 Jahre: Mittelwert 12,6 (16,6) 80 bis 89 Jahre: Mittelwert 12,7 (16,7)
Test zur allgemeinen Kraftausdauer	Sit-To-Stand (als Beispiel: Wiederholungen während einer Minute)	< 40 Jahre: 42/Minute 40–49 Jahre: 40–38/Minute 50–59 Jahre: 36/Minute 60–69 Jahre: 34–32/Minute 70–79 Jahre: 30–28/Minute 80–89 Jahre: 26–24/Minute 90 Jahre und älter: 20/Minute
Patient mit Muskelschwäche isolierter Muskelgruppen mit starker Schwäche	Manueller Muskeltest	Nur bis Wert 3 (oder maximal 4) gut brauchbar.
Patient mit Muskelschwäche isolierter Muskelgruppen mit leichter Schwäche (Maximalkraft isometrisch)	Hand-Held-Dynamometer	Normwerte je nach Ausgangsstellung variierend. Eine Übersicht über Normwerte verschiedener Gelenke und Altersgruppen findet man bei Bohannon 1997.
Fragestellung nach «Mindestkraft Rumpf», z.B. in der Prävention oder im Sport	3-teiliger Rumpfkraft-Test	Siehe Bourban et al. 2001

Tabelle 1: Beispiele von Krafttests in der Praxis.¹

¹ Referenzen zur Tabelle können beim Autor angefordert werden: roger.hilfiker@hevs.ch

untere Bereich (geringe prozentuale Belastung, hohe Bewegungsgeschwindigkeit) wichtig.

Eine ältere, gebrechliche Patientin benötigt beim Aufstehen von einem Stuhl über 80 Prozent ihrer maximalen Kraft in den Streckmuskeln (oberer Bereich der Graphik wichtig), hingegen benötigt man für gute Gleichgewichtsreaktionen hohe Geschwindigkeiten bei sehr geringem Widerstand (unterer Bereich). Muss man sich jedoch mit einem Bein auffangen (Stützreaktion), benötigt man wieder eine hohe prozentuale Belastung und eine schnelle Kraftentwicklung. Fitte ältere Personen benötigen beim Aufstehen oder beim Treppensteigen den mittleren Bereich und maximale Leistung. Entsprechend sollte man auch diese drei Bereiche testen.

motrice moyenne, puissance maximale) ou le niveau inférieur (pourcentage d'effort faible, vitesse motrice élevée) qui est important.

Lorsqu'elle est assise, une personne âgée et fragile a besoin, pour se lever, de 80% de sa force maximale dans les muscles extenseurs (niveau supérieur du graphique important). En revanche pour avoir de bonnes réactions d'équilibration, elle a besoin de vitesses élevées pour une très faible résistance (niveau inférieur). Mais, si elle doit se rattraper sur une jambe (réflexe en cas de chute), elle a de nouveau besoin d'un haut pourcentage d'effort et d'un développement rapide de la force. Pour se lever d'une chaise ou monter les escaliers, les personnes âgées en bonne santé ont besoin du niveau moyen et de la

Question / population concernée	Test	Réalisation
Patient victime d'une attaque cérébrale. Question concernant la capacité d'activation (est-il possible de contracter le muscle ou de le mouvoir contre la gravité / résistance sur toute l'étendue du mouvement)	«Motricity Index»	Test de force standardisé chez les patients ayant été victimes d'une attaque cérébrale. Le «Motricity Index» porte sur les membres inférieurs et supérieurs; il teste trois groupes de muscles. Pour les membres inférieurs, il s'agit de la flexion de la hanche, de l'extension du genou et de l'extension dorsale. Les résultats des trois tests permettent d'obtenir un «Leg Score», un «Arm Score» et un «Side Score». (Collin 1990)
Patient en traitement post-opératoire dans le domaine orthopédique	Leg-Press-Test	Test effectué sur une jambe avec une leg-press. L'autre jambe est maintenue avec des sangles ou par le thérapeute, la hanche et le genou pliés à 90°. Pour s'habituer au mouvement du test, il convient de le répéter 10 fois sur la leg-press avec un poids moyen, puis 5 fois avec un poids un peu plus lourd. On détermine ensuite le maximum sur une répétition.
Patient âgé dans un état de faiblesse générale	Sit-To-Stand (par exemple, temps pour 5 répétitions)	Valeurs de référence: risque de chute à partir de 15 secondes. 60 à 69 ans: valeur moyenne 11,4 (75 ^{ème} percentile estimé: 15,4) 70 à 79 ans: valeur moyenne 12,6 (16,6) 80 à 89 ans: valeur moyenne 12,7 (16,7)
Test portant sur l'endurance générale de la force	Sit-To-Stand (par exemple, nombre de répétitions pendant une minute)	< 40 ans: 42/minute 40–49 ans: 40–38/minute 50–59 ans: 36/minute 60–69 ans: 34–32/minute 70–79 ans: 30–28/minute 80–89 ans: 26–24/minute 90 ans et plus: 20/minute
Patient ayant une faiblesse musculaire importante de groupes de muscles isolés	Test musculaire manuel	Utilisable avec profit uniquement jusqu'à la valeur 3 (ou maximum 4).
Patient ayant une faiblesse musculaire légère de groupes de muscles isolés (force maximale isométrique)	Dynamomètre portable	Valeurs de référence variant selon la position de départ On trouve un aperçu des valeurs de référence de différentes articulations et groupes d'âge chez Bohannon 1997.
Question concernant la «force minimale du tronc», par exemple dans la prévention ou dans le sport	Test en trois parties portant sur la force du tronc	Voir Bourban et al. 2001

Tableau 1: Exemples de tests de force au cabinet.¹

¹ Les références du tableau peuvent être obtenues auprès de l'auteur: roger.hilfiker@hevs.ch

Dies kann zum Beispiel auf instrumentalisierten Beinpressen², isokinetischen Messgeräten oder aber auch mit Beschleunigungsmessern, die an freien Gewichten, an einer Beinpresse oder am Körper fixiert werden, gemessen werden.³

Schnellkraft

Viele Studien zeigten, dass die Schnellkraft und der schnelle Kraftanstieg erstens wichtig sind für Alltagsaktivitäten und zur Sturzvermeidung, zweitens im Alter, zusammen mit der maximalen Muskelleistung (Power), stärker abnehmen als die Maximalkraft, und drittens relativ einfach und sicher zu trainieren sind (z.B. mit sensomotorischem Training [8, 9]). Gemessen werden kann der Kraftanstieg mit dynamischen oder isometrischen Tests (z.B. Dynamometer oder mit Beschleunigungsmesser).

Kraftausdauer

Wenn wir testen, wie lange eine Position gehalten werden (isometrisch) oder wie oft ein Patient eine Bewegung durchführen kann (und diese mehr als zirka 15- bis etwa 30-mal ausgeführt werden kann), so testen wir die Kraftausdauer. Man kann auch testen, wie viel Kraft oder Leistung ein Proband über einen bestimmten Zeitraum verliert. Der bekannteste isometrische Kraftausdauer-Test ist wohl der «Biering-Sørensen-Test»⁴ für die Rumpfmuskulatur [10]. Spezialformen dieser Tests sind die Tests der Grundkraft, die vom Bundesamt für Sport (BASPO) in Magglingen empfohlen werden [11]. Bourban und Kollegen unterscheiden Grundkraft 1 und Grundkraft 2, wobei die Grundkraft 1 die mindestens nötige Kraft des Rumpfes ist, damit Kräfte der Extremitäten über den Rumpf übertragen werden können (z.B. Beine über Rumpf auf Arm beim Speerwerfer) oder zum Absorbieren äusserer Kräfte.

Ansteuerung

Wichtig neben dem Output der Muskulatur ist natürlich deren Ansteuerung: Wie wird der Muskel aktiviert und wie ist die zeitliche Organisation (spannt der Muskel zum richtigen Zeitpunkt an)? Dies kann mit Elektromyographie (Oberflächen oder Nadel-EMG) oder, etwas weniger genau mit Ultraschall, gemessen werden [12].

² Z. B. Dynamic Leg-Press [6].

³ Eine Beschreibung einer Anwendung findet man bei Culemme [7].

⁴ Biering-Sørensen-Test: Der Patient liegt mit Becken und Beinen auf der Behandlungsliege, der Oberkörper ist waagrecht gestreckt frei im Raum. Die Arme sind vor dem Brustkorb verschränkt. Die Beine werden durch den Therapeuten oder Bänder fixiert. Der Patient versucht, die Position so lange wie möglich zu halten.



Der bekannteste isometrische Kraftausdauer-Test ist wohl der «Biering-Sørensen-Test» für die Rumpfmuskulatur. Der Patient/Klient versucht, die Position so lange wie möglich zu halten. | Le test isométrique de force-endurance le plus connu est certainement le «test Biering-Sørensen» pour la musculature du tronc. Le patient essaie de conserver cette position le plus longtemps possible. Foto/photo: © B32 Athletics

puissance maximale. Il convient donc de tester aussi ces trois niveaux.

Ceci peut être mesuré à l'aide d'une leg-press², d'un appareil de mesure isocinétique ou d'un accéléromètre, fixés à des poids libres, à une leg-press ou au corps.³

Force-vitesse

De nombreuses études montrent que la force-vitesse et l'augmentation rapide de la force sont importantes pour les activités quotidiennes et pour éviter les chutes. De plus, chez les personnes âgées, combinées à la performance musculaire maximale (power), elles diminuent davantage que la force maximale et elles sont relativement faciles à entraîner en toute sécurité (par ex. avec un entraînement sensorimoteur) [8, 9]). On peut mesurer l'augmentation de la force à

² Par ex. Dynamic Leg-Press [6].

³ On trouve une description d'utilisation dans Culemme [7].

Ermittlung der optimalen Trainingsintensität

Für viele Trainingsformen werden die Angaben zum Trainingsgewicht in Prozenten des sogenannten 1-RM (one-Repetition-Maximum/Einer-Wiederholungsmaximum) angegeben. Hypertrophietraining benötigt etwa 60 bis 85 Prozent des Widerstandes, den wir während einer Bewegung gerade noch bewältigen können (1-RM). Training der maximalen Leistung (Power-Training) benötigt etwa 45 bis 65 Prozent des 1-RMs als Widerstand.

Der Test des Einer-Wiederholungsmaximums (1-RM) ist ein oft benutzter Test, auch mit älteren Patienten [13, 14]. Will oder darf man nicht maximal belasten, kann das 1-RM geschätzt werden, indem man mehrere Wiederholungen durchführt und dann mit einer Formel das 1-RM schätzt. Ein Beispiel: Auf der Beinpresse schafft Herr Müller es, 50 kg gerade noch zehnmal über den gesamten Bewegungsbereich zu bewegen. Wir wenden folgende Formel⁵ an [14]:

Geschätztes 1-RM = Gewicht*(0,988-0,0000584*Repetitionen³ + 0,00190*Repetitionen² + 0,0104*Repetitionen)

Für Herr Müller ergibt das 1-RM: $50 \cdot (0,988 - 0,0000584 \cdot 10^3 + 0,00190 \cdot 10^2 + 0,0104 \cdot 10) = 61 \text{ kg}$.

Für das Training wählt man nun je nach Ziel einen unterschiedlichen Prozentsatz dieser 61 kg: z.B. für ein Hypertrophietraining bei 60 bis 85 Prozent von 61 kg, oder für ein Kraftausdauertraining bei 50–60 Prozent. Da die benutzte Formel einen gewissen Fehler aufweist, muss man das Trainingsgewicht anpassen. Dies kann mit dem subjektiven Belastungsempfinden geschehen (z.B. Borg-Skala). Bei Übungen der unteren Extremitäten (z.B. bei der Beinpresse) muss das Gewicht oft nach oben korrigiert werden.

Evaluation des Verlaufs

Für die Evaluation des Verlaufs müssen wir einen Test suchen, der das Trainingsziel überprüft und dies möglichst mit kleinem Messfehler, ein Test ohne Decken- oder Bodeneffekte (zu einfach oder zu schwierig für viele unserer Patienten) und der empfindlich ist auf Veränderungen.

Eine genaue Standardisierung des Tests und eine gute Schulung des Testers reduzieren den Messfehler. Die Decken- oder Bodeneffekte werden reduziert, wenn man die Belastung beim Test von sehr einfach bis sehr schwierig einstellen kann. Die Empfindlichkeit auf Veränderungen ist dann gegeben, wenn wir das messen, was wir trainieren, und dies möglichst genau messen (kleiner Messfehler). Wir testen wieder am besten auf Funktionsebene (z.B. Leg-Press-Test,

l'aide de tests dynamiques ou isométriques (dynamomètre ou accéléromètre).

Endurance de la force

Quand nous testons combien de temps il est possible de conserver une position (mesure isométrique) ou à quelle fréquence un patient peut effectuer un mouvement qui peut être effectué plus de 15 à 30 fois, nous testons la force-endurance. Il est également possible de tester dans quelle mesure la force ou la performance d'un sujet diminue sur un laps de temps donné. Le test isométrique de force-endurance le plus connu est certainement le «test Biering-Sørensen»⁴ pour la musculature du tronc [10]. Les formes particulières de ces tests sont les tests de la force fondamentale, recommandés par l'Office fédéral du sport (OFSP) à Macolin [11]. Bourban et ses collègues distinguent la force fondamentale 1 et la force fondamentale 2. La force fondamentale 1 est la force minimale nécessaire pour que les forces des membres puissent être transmises par l'intermédiaire du tronc (ex.: chez les lanceurs de javelot, les jambes transmettent leur force au bras via le tronc) ou pour absorber les forces extérieures.

Contrôle

En plus de sa puissance, l'autre aspect important de la musculature est bien sûr son contrôle: comment le muscle est-il activé et quelle est l'organisation temporelle (le muscle se contracte-t-il au bon moment)? Cela peut se mesurer par électromyogramme (EMG de surface ou invasif) ou, de manière un peu moins précise, par ultra-sons [12].

Évaluation de l'intensité optimale de l'entraînement

Pour de nombreuses formes d'entraînement, les données concernant le poids utilisé sont indiquées en pourcentage de la 1-RM (la charge maximale qu'un individu est capable de soulever une fois). L'entraînement visant l'hypertrophie requiert environ 60 à 85% de la résistance que nous pouvons développer lorsque nous effectuons une 1-RM. L'entraînement de la puissance maximale (Power-Training) requiert une résistance d'environ 45 à 65% de la 1-RM.

L'évaluation de la 1-RM (1 répétition maximale) est un test fréquemment utilisé, y compris avec les patients âgés [13, 14]. Si l'on ne veut ou ne doit pas appliquer la charge

⁵ Eine Excel-Tabelle mit der Formel ist beim Autor (roger.hilfiker@hevs.ch) erhältlich.

⁴ Test de Biering-Sørensen: le patient est couché, le bassin et les jambes sur la table de traitement, le tronc dans le vide en position horizontale. Les bras sont croisés devant la poitrine. Les jambes sont retenues par le thérapeute ou à l'aide de ceintures de fixation. Le patient essaie de conserver cette position le plus longtemps possible.

Heel-Rise-Test⁶) und Aktivitätsebene (z.B. ist der Sit-To-Stand-Test sehr empfindlich für Veränderungen).

Zusammenfassend kann gesagt werden: Genauso wichtig wie die Wahl des Testgerätes ist die Wahl der relevanten Muskeleigenschaft. Diese Wahl muss auf die Probleme und Ziele der Patienten abgestimmt werden. Mit teuren Messsystemen wie isokinetischen Geräten können isolierte Muskeln präzise gemessen werden. Mit relativ günstigen Hand-Held-Dynamometern kann man jedoch schon mit einem kleinen Budget gute Tests durchführen. Alltagsbewegungen, wie das Aufstehen von einem Stuhl, können mit Beschleunigungsmessern quantifiziert werden. **I**

Weiterführende Literatur I Pour aller plus loin

- Diemer, Frank und Sutor, Volker (2011). Praxis der medizinischen Trainingstherapie I, Lendenwirbelsäule, Sakroiliakalgelenk und untere Extremität. Georg Thieme Verlag, München. ISBN: 978-3-13-139982-3.
- Diemer, Frank und Sutor, Volker (2010). Praxis der medizinischen Trainingstherapie II. Halswirbelsäule und obere Extremität. Georg Thieme Verlag, München. ISBN: 978-3-13-147461-2.
- Froböse, Ingo (2003). Training in der Therapie, Urban & Fischer Verlag, München. ISBN: 978-3-437-47561-0.

Literatur I Bibliographie

1. Hortobagyi, T., C. Mizelle, S. Beam, and P. DeVita, Old adults perform activities of daily living near their maximal capabilities. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2003. 58(5): p. M453–60.
2. Orr, R., N.J. de Vos, N.A. Singh, D.A. Ross, T.M. Stavrinou, and M.A. Fiatarone-Singh, Power training improves balance in healthy older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2006. 61(1): p. 78–85.
3. Reeves, N.D., M. Spanjaard, A.A. Mohagheghi, V. Baltzopoulos, and C.N. Maganaris, The demands of stair descent relative to maximum capacities in elderly and young adults. J Electromyogr Kinesiol, 2008. 18(2): p. 218–27.
4. Oesch, P., R. Hilfiker, J. Kool, H. Luomajoki, S. Schädler, A. Tal-Akabi, M. Verra, and C. Widmer-Leu, Assessments in der Rehabilitation – Band 2: Bewegungsapparat. 2011: Huber.
5. Skelton, D.A., C.A. Greig, J.M. Davies, and A. Young, Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65–89 years. Age Ageing, 1994. 23(5): p. 371–7.
6. Dynamic Devices, A. [cited 2012 20.08]; Available from: <http://www.dynamicdevices.ch/dynamic-leg-press.html>.
7. Culemme, F., Evaluation de la puissance, puissance maximale, force et vitesse unipodale mesurées à l'aide du Myotest pro., in Section kinésithérapie 2012, HAUTE ÉCOLE PAUL HENRI SPAAK. p. 20.

⁶ Heel-Rise-Test: Der Patient steht auf beiden Beinen mit gestreckten Knien. Auf Kommando steht er so schnell als möglich auf die Zehenspitzen und kommt langsam wieder in die Ausgangsstellung zurück. Es gibt unterschiedliche Varianten, siehe Schmid et al. 2011 [15] für eine Variante mit Beschleunigungsmesser.

maximale, on peut estimer la 1-RM en effectuant plusieurs répétitions puis en estimant la 1-RM à l'aide d'une formule. Un exemple: sur la leg-press, un patient réussit à déplacer 50 kg dix fois dans toute l'amplitude du mouvement. Nous utilisons la formule suivante⁵ [14]:

Estimation de la 1-RM = poids*(0,988-0,0000584*répétitions³ + 0,00190*répétitions² + 0,0104*répétitions)

Pour ce patient, la 1-RM est la suivante: 50*(0,988-0,0000584*10³ + 0,00190*10² + 0,0104*10) = 61 kg.

Selon l'objectif de l'entraînement, on définit un pourcentage de la charge de 61 kg (1RM) à déplacer ainsi qu'un nombre de répétitions ciblé. Pour un entraînement visant l'hypertrophie, on travaillera avec une résistance située entre 60 et 85% de 61 kg; pour un entraînement de la force-endurance, on travaillera entre 50 et 60%. Avec cette formule, nous devons prévoir une certaine marge d'erreur et donc ajuster le poids utilisé pour l'entraînement. Cela peut se faire en tenant compte de la perception subjective de l'effort (par ex. échelle Borg). S'agissant des exercices portant sur les membres inférieurs (par ex. avec la leg-press), il faut souvent augmenter le poids.

Évaluation de la progression

Pour évaluer la progression, nous devons choisir un test qui mesure les progrès réalisés par rapport à l'objectif de l'entraînement, si possible avec un faible degré d'erreur, sans effets plafond ni plancher (qui ne soit ni trop facile, ni trop difficile pour beaucoup de nos patients) et qui soit sensible aux changements.

Une standardisation exacte du test et une formation adéquate du testeur permettent de réduire les erreurs de mesure. Les effets plafond ou plancher sont réduits lorsque l'on peut faire varier l'effort de très facile à très difficile. La sensibilité aux changements est ensuite donnée lorsque nous mesurons ce que nous entraînons et que nous le mesurons le plus précisément possible (faible erreur de mesure). Nous testons de nouveau de préférence au niveau fonctionnel (par ex. Leg-Press-Test, Heel-Rise-Test⁶) et au niveau de l'activité (par ex. le Sit-To-Stand-Test est très sensible aux changements).

En résumé: le choix de la caractéristique musculaire pertinente est aussi important que le choix de l'appareil de test. Ce choix doit être fait en fonction des problèmes et des objectifs des patients. Avec des systèmes de mesure onéreux

⁵ Un tableau Excel contenant la formule de l'auteur est disponible à l'adresse (roger.hilfiker@hevs.ch).

⁶ Heel-Rise-Test: le patient est debout sur ses deux jambes, les genoux tendus. Au signal, il monte le plus vite possible sur la pointe des pieds et revient lentement dans sa position de départ. Il existe de nombreuses variantes, voir Schmid et al. 2011 [15] pour une variante avec accéléromètre.

8. Bruhn, S., N. Kullmann, and A. Gollhofer, The effects of a sensorimotor training and a strength training on postural stabilisation, maximum isometric contraction and jump performance. International journal of sports medicine, 2004. 25(1): p. 56–60.
9. Gruber, M., S.B.H. Gruber, W. Taube, M. Schubert, S.C. Beck, and A. Gollhofer, Differential effects of ballistic versus sensorimotor training on rate of force development and neural activation in humans. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2007. 21(1): p. 274.
10. Latimer, J., C.G. Maher, K. Refshauge, and I. Colaco, The reliability and validity of the Biering-Sørensen test in asymptomatic subjects and subjects reporting current or previous nonspecific low back pain. Spine, 1999. 24(20): p. 2085.
11. Bourban, P., K. Hübner, M. Tschopp, and B. Marti, Grundkrafteanforderungen im Spitzensport: Ergebnisse eines 3-teiligen Rumpfkrafttests. Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie, 2001. 49(2): p. 73–78.
12. Pulkovski, N., P. Schenk, N.A. Maffiuletti, and A.F. Mannion, Tissue Doppler imaging for detecting onset of muscle activity. Muscle & nerve, 2008. 37(5): p. 638–649.
13. Rydwick, E., C. Karlsson, K. Frändin, and G. Akner, Muscle strength testing with one repetition maximum in the arm/shoulder for people aged 75+ – test-retest reliability. Clinical rehabilitation, 2007. 21: p. 258–65.
14. Kemmler, W.K., D. Lauber, A. Wassermann, and J.L. Mayhew, Predicting maximal strength in trained postmenopausal woman. J Strength Cond Res, 2006. 20(4): p. 838–42.
15. Schmid, S., R. Hilfiker, and L. Radlinger, Reliability and validity of trunk accelerometry-derived performance measurements in a standardized heel-rise test in elderly subjects. J Rehabil Res Dev, 2011. 48(9): p. 1137–44.

comme les appareils isocinétiques, il est possible de mesurer précisément des muscles isolés. Avec un dynamomètre portable relativement économique, on peut déjà effectuer de bons tests, même avec un petit budget. Les mouvements de la vie quotidienne, comme se lever d'une chaise, peuvent être quantifiés à l'aide d'un accéléromètre. ■



Roger Hilfiker

Roger Hilfiker, Physiotherapeut OMTsvomp, MPTSc., Forscher und Dozent an der Fachhochschule Westschweiz Wallis, Studiengang Physiotherapie Leukerbad. Interessiert sich für evidenzbasierte Physiotherapie und wissenschaftliches Arbeiten.

Roger Hilfiker, PT, MPTSc., OMTsvomp, chercheur et professeur à la HES-SO Valais. Il s'intéresse à la physiothérapie factuelle et aux travaux scientifiques.



Diese Muschel bewegt.

Nur PERNATON® enthält den Original-Perna-Extrakt, eine natürliche Quelle einzigartiger Nähr- und Aufbaustoffe, mit wichtigen Vitaminen und Spurenelementen. Täglich und über längere Zeit eingenommen, unterstützt das umfassende Sortiment von PERNATON® die Beweglichkeit Ihrer Gelenke, Bänder und Sehnen.

Lassen Sie sich in Ihrer Apotheke oder Drogerie individuell beraten.

PERNATON®
Natürlich beweglich.



SENSOMOTORIK

ISOKINETIK INDIVIDUELLE

FLEXIBLE PLANUNG

FINANZIERUNG **BIOMECHANIK**

MEDICAL

TRAININGSGERÄTE

MEDIZINISCHE **SERVICE**

GERÄTE CORPORATE

SCHULUNGEN WELLNESS

FITNESS

QUALITÄT LEISTUNG

MEDIZINISCH **KNOW**

ZERTIFIZIERT **HOW**

MASSGESCHNEIDERTE

LÖSUNGEN PREMIUM