

22 *Qualität im Trainingsprozess – am Anfang steht der Test Exemplarische Darstellung am Beispiel «Seitlicher Unterarmstütz»*



Der Unterarmstütz in verschiedenen Varianten ist eine beliebte Testübung. Doch was sagt sie eigentlich genau aus?

Die Validität (Zuverlässigkeit) eines Tests ist für seine Aussagekraft entscheidend. Bildet ein Test wirklich die zu messende Grösse ab, oder werden Ergebnisse eher hinein interpretiert? Einfach durchführbare Tests sind für die Fitnessbranche sinnvoll, doch wie exakt können diese sein? Am Beispiel «Seitstütz» soll diese Thematik vertiefend beleuchtet werden.



Urs Geiger, PTScFH,
CAS CADM, CAS
Sportphysiotherapie,
Berufsschullehrer HWS
Huber Widemann
Schule, Basel, langjäh-
riger Berufsbildner,
Praktikumslehrperson
DZ, ETH Zürich,
Buchautor

Teil 1

Unter einem trainingsbezogenen *Assessment* versteht man einen Prozess, an dessen Ende eine rationale Entscheidung steht. Mit der systematischen Erfassung von «Eigenschaften» wird eine messbare Ebene erreicht. Das damit verbundene Erheben von Daten (nachfolgend «Testing») ist das zentrale und gleichzeitig unerlässliche Instrument zur Optimierung von *Prozess- und Ergebnisqualität*.

Bezogen auf die Zielstellung des Trainings heisst das:

1. **Gewinnen von Informationen** (Ist-Zustand ermitteln ↔ Testing)
2. **Analysieren** (Testauswertung)
3. **Entscheiden** (Trainingsplanung)
4. **Handeln** (Trainingssteuerung)
5. **Evaluieren** (Vergleich mit Soll-Zustand ↔ Re-Testing)

Diagnostik der Kraftfähigkeit

«Es ist unbestritten, dass sowohl im rehabilitativen wie auch im gesundheitsorientierten oder im Leistungssportlichen Bereich zwecks vergleichender Einschätzung die Frage nach individuellen und speziellen Kraftwerten von grossem Interesse ist. Die Zahl an vorgeschlagenen Testübungen ist entsprechend umfangreich. Je grösser die Auswahl, desto grösser die Wahrscheinlichkeit, dass keine Krafttestübung alle Aspekte innerhalb einer komplexeren Fragestellung abdecken kann. Ein Grund dafür ist die Tatsache, dass die Muskelkraft *nicht direkt* gemessen werden kann.

Quantifiziert wird bei Kraftmessungen das durch die Muskelkontraktion erzeugte Drehmoment, ein passendes Messgerät vorausgesetzt. Die «gemessene» Muskelkraft ist die Auswirkung der generierten Muskelzugkräfte, die über entsprechende Muskelmomenthebel in Gelenkmomente transformiert werden.

Aus den Gelenkmomenten ergeben sich über die Anordnung der äusseren Hebel schliesslich die Kräfte, die wir registrieren. Ein weiteres Faktum ist die Tatsache, dass Kraftleistungen stark von der Anthropometrie¹ des Probanden geprägt sind (biologische Variabilität oder random error²). Dies betrifft sowohl die äusseren Hebel (Segmentlänge) als auch die inneren Muskelmomenthebel (Gelenkgeometrie) (*K. Hottenrott*). Im Allgemeinen wird aufgrund des gezeigten motorischen Outputs und anhand der Belastungsdauer (*time under tension*) bzw. der Anzahl der Wiederholungen die Kraft eingeschätzt.

Testverfahren zur Rumpfkraftdiagnostik

Die Bedeutung einer gut ausgebildeten Rumpfmuskulatur ist sowohl aus präventiver als auch aus Leistungssportlicher Sicht unbestritten. Apparative Messverfahren (z. B. Isokinetik-Geräte) liefern im Allgemeinen reliable³ Messdaten. Für einen verbreiteten Einsatz in der Trainingspraxis sind sie aber bekanntlich zu aufwendig und zu teuer. Als nichtapparative Testformen werden daher u.a. die bekannten Rumpfkrafttests *ventrale Rumpfkette (Unterarmstütz)*, *laterale Rumpfkette (Seitstütz)* und *dorsale Rumpfkette* genutzt.

Trotz grosser Anwenderfreundlichkeit sind gerade diese einfachen dynamischen Testformen hinsichtlich ihrer *Validität*⁴ kritisch zu beurteilen. Der Nachweis wurde bisher nicht erbracht, dass die erzeugten Daten die zu messende Grösse (*ausreichende Rumpfkraft*) auch wirklich abbilden. Aufgrund der gemessenen Belastungsdauer (in Sekunden) wird gemäss Testziel quantitativ auf die «Kraft» der entsprechenden Muskelkette geschlossen. Bei genauer Betrachtung wird aber nicht die (Muskel-)Kraft – welche korrekterweise in Newton (N) bzw. als Drehmoment (Nm) angegeben werden müsste – sondern die Belastungsdauer bis zum Abbruch der Testübung gemessen. Gemäss Definition kann daher *Validität* und damit die Gültigkeit der Tests nicht vorausgesetzt werden!

Als primäres Ziel eines Grundkrafttests gilt die Frage, ob eine untrainierte oder trainierte Person einer Mindestkrafthanforderung genügt. Offen bleibt die Frage, wie viel besser oder schlechter ein Resultat als der Referenzwert sein muss, damit ►

¹ Wissenschaft von den menschlichen Körper- und Skelettmerkmalen und deren exakter Bestimmung

² zufällige Messabweichung

³ zuverlässige

⁴ Eine Messung ist valide, wenn sie tatsächlich das misst, was sie messen soll und somit glaubwürdige Ergebnisse liefert.

man die Leistung mit hoher Wahrscheinlichkeit richtig als «über» oder «unter dem Referenzwert liegend» bezeichnen kann (M. Tschopp).

Das Beispiel «Seitlicher Unterarmstütz» (Abb.1) zeigt beispielhaft den Aktivitätszustand der *Brückenaktivität*⁵. Die sich daraus ergebenden Kräfte sind als Pfeile (= Kraftvektoren) dargestellt und können mit folgender Formel quantifiziert werden:

$$H = \frac{q \times l^2}{8 \times f}$$

Formel: Der Quotient (H) gibt die Spreizkraft in Newton (N) an, welche während der Übung zur Erhaltung des Brückenbogens von der lateralen Muskelkette in isometrisch und isotonischer gemischter Form in Gegenrichtung kompensiert werden muss.

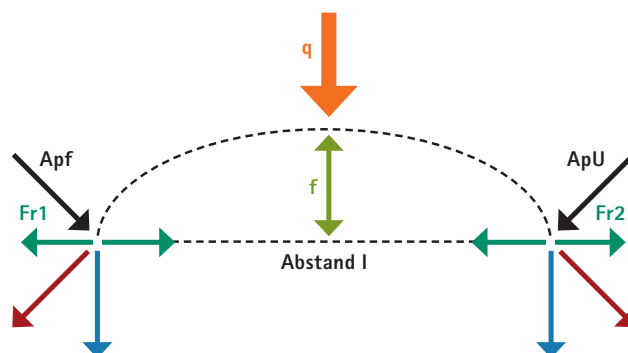



Abb.1: Belastungswirksame Kräfte beim Grundkrafttest «laterale Rumpfmuskelkette» im seitlichen Unterarmstütz (Endstellung):
schwarze Pfeile = Auflagepunkte Fuß (ApF) und Unterarm (ApU);
gestrichelte Verbindungslinie = Abstand der Auflagepunkte (Abstand l);
oranjer Pfeil = gravitationsbedingte Gewichtskraft (q);
hellgrüner Doppelpfeil = Höhe des Brückenbogens (f);
grüne Pfeile nach aussen (Fr1) und (Fr2) = bewegungsbezogene Rutschstendenz – beide Vektoren addiert ergeben die Spreizkraft (H);
grüne Pfeile nach innen = muskulär benötigte Kraftvektoren, welche die Spreizkraft (H) kompensieren («wahrer Kraftwert»)



Was wird gemessen: Rumpfkraft oder Belastungsdauer?



Mit der Berechnung von (H) erhält man einen grössen- und gewichtsrelativierten Wert. Es gilt zu beachten, dass infolge des sich bei dynamischer Ausführung verändernden Faktors (f) die Spreizkraft (H) ebenfalls alternierend proportional zu- und abnimmt (cave: strukturelle Belastbarkeitsgrenze).

Unter Berücksichtigung der Belastungsdauer könnte für die Übung «Seitlicher Unterarmstütz» auch das Gütekriterium «Validität» weitgehend als erfüllt angesehen werden; dazu wird das Produkt aus Spreizkraft (H) und Belastungsdauer (s) berechnet (vgl. Formel).

Berechnungsbeispiel 1:

Versuchsperson 72 kg; $q = 72 \text{ kg } (72 \times 9.81 \text{ m/s}^2)$; $l = 1.4 \text{ m}$;
 $f = 0.2 \rightarrow H = 865 \text{ N}$ (d. h., dass während der gesamten Belastungsdauer eine mehr oder weniger konstante Haltekraft von 122% des Körpergewichtes aufgebracht werden muss)

Berechnungsbeispiel 2:

Mittelwert (Belastungsdauer) der geforderten «Grundkraft» = 50 s^5 ($\pm 1 \text{ SD} = 68 \text{ s}$ bzw. 32 s); ± 1 Sekunde entspricht einer Abweichung vom MW um 1.9%

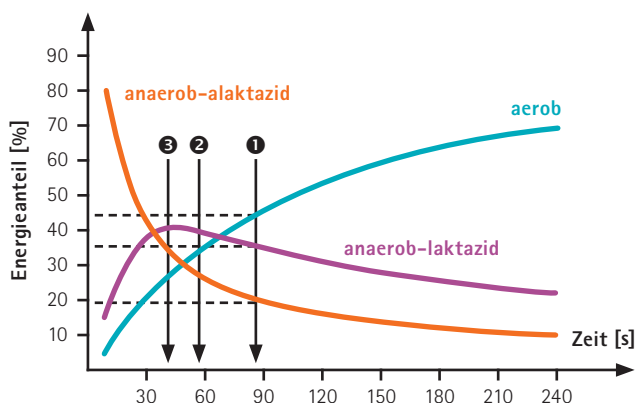
Versuchsperson 1 mit 39 s (TUT) liegt 20.9% ($11 \text{ s} \times 1.9$) unter dem Mittelwert.

Versuchsperson 2 mit 57 s (TUT) liegt 13.3% ($7 \text{ s} \times 1.9$) über dem Mittelwert.

Die nachfolgende Grafik verdeutlicht den Einfluss der gemessenen Belastungsdauer auf die prozentualen Energieanteile in Bezug auf die erbrachte Leistung. Weil diese drei Energieanteile innerhalb des statistisch signifikanten *Range* zwischen ± 34 bis 73 Sekunden stark variieren, scheint eine Zuordnung zur postulierten «Grundkraft» problematisch. Auswertung und Interpretation über die Belastungszeit (Sekunden) sind zudem nur bedingt valide. Die Gültigkeit muss zudem in Frage gestellt werden, weil die hergeleitete Variable «Grundkraft» keine physiologisch eingrenzbar Kraftart darstellt. Obwohl *confounding factors*⁶ ►

⁵ Hypothetischer Normwert für normal trainierte Personen bis 30.

⁶ «Störfaktoren», welche sowohl die abhängige Variable als auch die unabhängige Variable beeinflussen können.



Zeitliche Dynamik der verschiedenen Energiebereitstellungsprozesse im zeitlichen Verlauf der Belastungsdauer. In Anlehnung an die Qualitätssicherung Swiss Olympic für Medical Centers für laterale Rumpfkette (Referenzwerte n. Tschopp für Sportler/innen «laterale Rumpfkette»):

③: 44 s (< 44 s = ungenügend);

②: 57 s (44–57 s = knapp genügend), mehr als 57 s (57–89 s = genügend);

①: 89/77 s (= Mittelwert MW Mindestkraftanforderung).

Beim Mittelwert von 89 s ergeben sich folgende prozentuale Energieanteile: anaerob alkalazid 20%, anaerob laktazid 36%, aerob (glykolytisch) 44%; bei höheren bzw. tieferen Werten verändern sich diese markant, was keinen validen Vergleich betreffend der gesuchten «Mindestkraftanforderung» erlaubt.

wie individuelle Zusammensetzung der Muskelfasern, Alter, allgemeiner und spezifischer Trainingszustand, enzymatische Ausstattung, Laktatakkumulation bzw. -elimination und individuelle Beweglichkeit (v. a. der Wirbelsäule in Lateralflexion) die Formulierung valider Richtwerte nicht ausschliessen, haben sie dennoch einen nicht unerheblichen Einfluss auf das Testresultat.

Die Beurteilung der Messgenauigkeit beruht demnach nicht ausschliesslich auf der Höhe der statistischen Kriterien. Vielmehr müssen die Kenngrössen in einen Zusammenhang mit einer bestimmten praktischen Fragestellung (analytic goal) gestellt werden. Die Mindestkraftanforderung wird aber – in Ermangelung eines in prospektiver⁷ Art ermittelten Zusammenhangs von Testresultaten und sportlichen Erfolgen oder Beschwerden – meist mehr oder weniger willkürlich festgelegt (hier: Mittelwert minus 1 = Standardabweichung der Resultate des Referenzkollektivs).

Konklusion für die Trainingspraxis

- 1 Mit den drei genannten Rumpfkrafttests ist die Zuverlässigkeit der Messung – Objektivität vorausgesetzt – ausreichend garantiert.
- 2 Trotz kritischer Beurteilung der Testübung(en) betreffend Hauptgütekriterium *Validität*, sind diese – eine ausreichend genaue Standardisierung vorausgesetzt – durchaus nützlich in der Beurteilung sensomotorischer und energetischer Aspekte im Zusammenhang mit dynamischer Stabilität in einer der entsprechenden Körperebenen.
- 3 Der genannte Begriff «Grundkraft» wurde bis dato nicht nach wissenschaftlichen Kriterien definiert; ausreichende *Grundkraft* wird angenommen, wenn ein Messwert (x) dem Mittelwert (MW) ± 1 Standardabweichung (SD) dem kollektivbezogenen Normwert entspricht.
- 4 Eine zusätzliche Ausbildung der Rumpfmuskulatur über die erforderliche Grundkraft hinaus geht nicht mit einer proportional linearen Steigerung des präventiven Nutzens oder sportlichen Leistung einher. (M. Tschopp)
- 5 Die drei Testübungen können den erfahrenen Bewegungsfachleuten, unabhängig vom reinen Testresultat, eine qualitative Einschätzung allfälliger gelenkassoziierter Muskeldefizite ermöglichen (Schwachstelle innerhalb der arthrokinesematischen Muskelkette).
- 6 Das zusätzliche Erkennen von potenziellen Schwachstellen soll innerhalb des trainingsbezogenen Assessments zu einer speziellen Berücksichtigung spezifischer Kräftigungsübungen führen.
- 7 Von den drei Testübungen dürfte der *seitliche Unterarmstütz* aufgrund seiner multiplen Anforderung an posturale⁸ Basiskompetenzen aus funktioneller Sicht am aussagekräftigsten sein. ◀

⁷ möglicherweise zu erwarten, voraussichtlich

⁸ haltungsbedingte



Erfolgreiches Coaching basiert auf aussagekräftigen Tests und Re-Tests.

- 1 Freiwald, J. (2016). **Optimales Krafttraining, Sport – Rehabilitation – Prävention**, Spitta Verlag
- 2 Froböse, I. (2018). **Leistung messen und steigern**, GU Verlag
- 3 Geiger, U. (2016). **Therapie funktioneller Dysbalancen mit Kleingeräten**, Elsevier Verlag
- 4 Hottenrott, K (2017). **Handbuch Trainingswissenschaft – Trainingslehre**, Hofmann Verlag
- 5 Klein-Vogelbach, S. (2014). **Functional Kinetics**, Springer Verlag
- 6 Radlinger, L. (1998). **Rehabilitatives Krafttraining**, Thieme Verlag
- 7 Tschopp, M. (2001). **Messgenauigkeit eines 4-teiligen, standardisierten dynamischen Rumpfkrafttests**, Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie»