

Curs 4

Metode de măsurare a forței și rezistenței musculare

Înainte, în timpul și după aplicarea unui program de creștere a forței și rezistenței musculare este indicată evaluarea acestor 2 parametri.

4.1. Testarea forței musculare

a. Testarea unei repetări maxime (1RM)

Definiție: 1RM reprezintă masa care poate fi ridicată o dată, printr-o contracție maximală.

Metode de determinare: directă (nu e recomandată) sau prin estimare (submaximală) – recomandată

Obiectivul unui antrenament de forță este obținerea unei anumite valori a RM (1 RM)

S-au descris și se folosesc mai multe metode de stabilire a 1RM;

- Kramer și Fry (1995) au descris următoarea metodă:
 - încălzire cu 5-10 repetări la 40-60% din valoarea maximă estimată;
 - scurtă perioadă de repaus;
 - creșterea încărcării la 60-80% și realizarea 3-5 repetări;
 - adăugarea unui mic surplus va determina obținerea 1RM;
 - această metodă presupune realizarea a 3-5 încercări până la obținerea 1RM.
- altă metodă presupune multiplicarea cu 1,33 a greutății care, după 10 repetări, determină oboseală;
- Brzycki: $1RM = W \times 36 / (37 - R)$
- Epley: $1RM = W \times (1 + 0.0333 \times R)$
- Lander: $(100 \times W) / (101.3 - 2.67123 \times R)$

- Lombardi: $1RM = W \times R^{0.1}$
- Mayhew și colab.: $1RM = (100 \times W) / (52.2 + (41.9 \times e^{-0.055 \times R}))$
- O'Connor și colab.: $1RM = W \times (1 + 0.025 \times R)$
- Wathan: $1RM = (100 \times W) / (48.8 + (53.8 \times e^{-0.075 \times R}))$

unde W = masa folosită la exercițiu; R = nr. repetări posibile (trebuie să fie maxim 10), $e=2,71828$ (Nr. Euler).

Exemplu: 8 contracții biceps brahial cu greutate de 10 kg; după formula Brzycki:
 $1RM = 10 \times 36 / (37 - 8) = 12,41$ kg;

După Brzycki, Lombardi și O'Connor : 1 RM=12 kg;

După Epley, Lander, Mayhew și Wathan: 1 RM=13 kg.

Aplicații ale cunoașterii 1RM

1RM este utilizat ca element de plecare în stabilirea intensității exercițiilor din antrenamentele de creștere a forței și rezistenței musculare (ca % din 1RM);

Se previne creșterea intensității exercițiului cu depășirea RM sau a unui % stabilit din RM (creșterea intensității se va face, la o anumită sarcină, prin creșterea frecvenței, a ritmului sau prin scăderea perioadei de repaus)

Clasificarea sportivilor în competițiile de haltere, powerlifting.

b. Măsurarea forței musculare cu ajutorul dinamometrului

Dinamometrele sunt dispozitive care măsoară forța musculară fie manual (fiind ținute de evaluator sau de subiect), fie sunt dispozitive în care latura subiectivă este minimizată.

- **Dinamometre manuale (HHD = hand-held dynamometry)**
 - Au fost descrise prima dată de Lovett și Martin în 1916.
 - Aceste dispozitive au o serie de avantaje:
 - Sunt relativ ușor de folosit
 - Sunt mici, pot fi utilizate în orice mediu (cabinet, sală de sport, domiciliu etc.)

- Există dispozitive multifuncționale care pot fi utilizate pe mai multe grupe musculare;
- Au un cost relativ mic (în special, cele mecanice; mai noi cele digitale sunt ceva mai scumpe, dar sunt mai fiabile; de exemplu, au posibilitatea de a stoca informații legate de evaluări etc.)
- Dar și dezavantaje:
 - Prin intervenția evaluatorului în procesul de măsurare, precizia evaluării are de suferit; din acest motiv, se recomandă ca evaluările consecutive să fie făcute de același evaluator și să respecte cu mare atenție metodologia;
 - Nu sunt considerate atât de precise ca evaluările prin dinamometrie izokinetică.
 - Nu există metodologii foarte clare și unanim recunoscute pentru aceste testări, motiv pentru care reproducerea testărilor este destul de dificilă;



Figura 1 (a-d). Dinamometre manuale

- **Dinamometrie izokinetică**

Dinamometrele izokinetice sunt dispozitive computerizate capabile să măsoare foarte mulți parametri (forța maximă, valorile forței în timpul mișcării, puterea, traiectoria mișcării etc.). Acestea implică măsurarea forței musculare într-un mod mult mai precis, reproductibil și validat științific mult mai ușor.

Sunt utilizate de aproximativ 30-35 de ani, fiind considerate cele mai potrivite pentru cercetare.

Dezavantaje:

- Sunt de 30-40 de ori mai scumpe decât HHD;
- Sunt, de obicei, aparate masive care nu pot fi transportate cu ușurință;

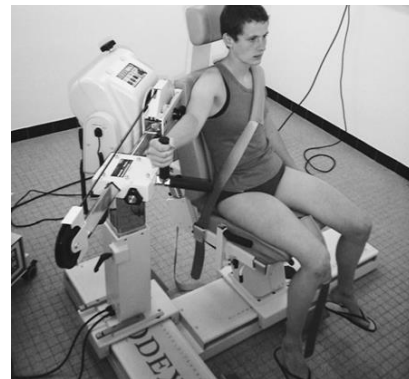


Figura 2 (a-e). Dinamometre izokinetice

Există numeroase studii care au comparat cele două tipuri de dinamometrie și au încercat să valideze aceste evaluări; principalul neajuns privind HHD este acela că nu sunt îndeajuns de comprehensive metodologiile de testare astfel încât evaluările să fie reproductibile, iar metodele validate.

c. Testare manuală

Bilanțul muscular manual sau testarea musculară manual reprezintă un sistem de tehnici de examinare manuală, pentru evaluarea forței fiecărui mușchi sau a unor grupuri musculare.

Evaluarea este globală, când explorează grupe musculare cu acțiuni principale comune, și analitică atunci când, prin poziții și manevre specifice este evidențiată acțiunea izolată a unui mușchi sau cel mult a unui grup limitat, în condițiile în care, din considerente anatomo-funcționale, individualizarea este imposibilă.

Tehnica bilanțului muscular a fost revoluționată de Ch. Rocher și se bazează pe utilizarea gravitației ca factor facilitator sau rezistiv la care se adaugă și alte rezistența externe.

Există diverse metode de cotare pentru bilanțul muscular manual, astfel: metoda Lovett (1917), metoda Lowman (1922, cu cotare în cifre), metoda Kendall (1936, cu cotare în procente), metoda Brunnstrom – Dennen (1940, cu cotare în inițiale).

La noi în țară se folosește o scală de evaluare cu 6 trepte (0-5) ce a fost preluată și ulterior revizuită, de Fundația Națională de Paralizie Infantilă în 1946. La acest gen de cotare se obișnuiește pentru o mai bună departajare a forței musculare, să se adauge la cifra gradului semnale de (+) sau (-).

Astfel, forța 3+ este mai mare decât forța 3, dar mai mică decât -4, care la rândul ei, este mai mică decât forța 4.

Adăugarea notațiilor cu (+) și (-) a fost introdusă, în 1961 de către cercetătorii americani Smith, Iddings, Spencer și Harrington pentru o mai bună diferențiere în scopul cercetării.

Bilanțul muscular, deși are o mare valoare clinică, rămâne un examen care poate preta la interpretări greșite, datorită mai multor cauze (după T. Sbenghe):

- substituțiilor musculare, când mișcarea este realizată nu de mușchiul principal testat, ci de cei secundari;
- substituțiile se pot evita printr-o foarte corectă poziționare;
- valori variabile a forței după sex și vârstă, ca și în funcție de antrenament (unilateral) sau starea de oboseală;
- testării forței pe porțiuni diferite ale amplitudinii complete de mișcare articulară – există valori de forță diferite ale mușchiului în funcție de lungimea lui;
- incapacității stabilizatorilor unui segment de a fixa acel segment pentru a testa forța mușchilor mobilizatori;
- musculaturii poliarticulare, care, trecând peste mai multe articulații, poate masca mișcarea proprie unei articulații.

Cotarea bilanțului muscular (alcătuită de Fundația Națională de Paralizie Infantilă, citată de Sbenghe T. în lucrarea Kinetologie profilactică, terapeutică și de recuperare, 1987)

- **Forța 5 (normală, 100%)** - indică posibilitatea de a efectua mișcarea, pe toată amplitudinea împotriva unei forțe exterioare sau unei rezistențe opusă de kinetoterapeut, egală cu valoarea forței normale. Această "normalitate" este apreciată prin comparație cu segmentul opus, sănătos, sau dacă și acesta este afectat, pe baza experienței kinetoterapeutului, care va ține cont de vârstă, sex, masa musculară, gradul de antrenare fizică a subiectului, etc. Rezistența maximă opusă către kinetoterapeut se va efectua la jumătatea cursei maxime de mișcare, unde kinetoterapeutul îi va da comanda subiectului: "Ține!", încercând să-i remobilizeze segmentul spre poziția de zero anatomic (contracție excentrică). Forța aplicată de kinetoterapeut trebuie să fie progresivă, pentru ca subiectul să aibă timp să-și contracteze la maximum musculatura. Apariția unei dureri face inutilă testarea
- **Forța 4 (bună, 75%)** reprezintă forța unui mușchi de a mobiliza complet segmentul contra unei rezistențe medii. Se procedează la fel ca în cazul testării forței 5, dar cu aplicarea unei rezistențe mai mici din partea kinetoterapeutului.

- **Forța 3 (acceptabilă, 50%)** reprezintă forța unui mușchi de a deplasa segmentul (pe care se inseră), pe toată amplitudinea, împotriva forței de gravitație (mișcarea se face pe verticală), menținând eventual, câteva secunde poziția "finală". Valoarea forței 3 reprezintă un adevărat prag functional muscular, care ar indica minima capacitate funcțională pentru o muncă minimă ce ar cere mobilizarea în toate direcțiile, a segmentelor.
- **Forța 2 (slabă, 25%)** reprezintă forța unui mușchi sau grup de mușchi de a mobiliza segmentul, dar cu eliminarea gravitației. Testarea manuală a forței 2, necesită din partea kinetoterapeutului cunoașterea exactă a poziției fără gravitație, specifică mușchiului care este analizat. În general se utilizează planuri de alunecare (plăci de plastic, suprafețe lucioase, lemn talcat), sau segmentul este susținut de către kinetoterapeut.
- **Forța 1 (foarte slabă, schițată, 10%)** existența foarte slabă sau absența contracției musculare voluntare. Acest lucru se determină manual prin palparea tendoanelor și/sau a corpului muscular, în timp ce subiectului i se cere să realizeze mișcarea prin contracția musculaturii respective. Oricum, forța 1 a unui mușchi este incapabilă să mobilizeze segmentul. Evident, nu poate fi sesizată decât contracția mușchilor superficiali care pot palpați, pentru cei profunzi nu se observă diferența între f1 și f0.
- **Forța 0 (zero, nulă)** - mușchiul nu realizează nici o contracție evidentă.

Gradarea folosită de bilanțul muscular manual se bazează pe trei factori:

1. Rezistența ce se opune contracției unui mușchi sau unui grup de mușchi (cum este în cazul acordării gradării de forță 5 sau 4);
2. Posibilitatea mușchiului sau unui grup de mușchi de a deplasa segmentul pe întreg sectorul (pe întreaga mobilitate articulară pasivă) împotriva gravitației (cum este în cazul acordării forței 3) sau cu eliminarea gravitației (ca pentru forța 2);
3. Existența contracției musculare (ca în cazul acordării forței 1) sau absența contracției musculare (ca în cazul forței 0).

4.2. Testarea rezistenței musculare

Evaluarea acesteia diferă în funcție de activitatea fizică, de dispozitivele sau aparatura utilizată pentru realizarea unui anumit tip de exercițiu fizic, motiv pentru care și evaluarea este destul de diferită de la caz la caz. Cu toate acestea, se practică adesea una din următoarele variante pentru determinarea rezistenței musculare:

1. numărul de repetări posibile cu un procent fix din greutatea corporală;
2. numărul de repetări posibile cu un procent fix din 1RM; se folosește de obicei 70% din 1RM.

Rezistența musculară se testează prin durata pe care mușchiul menține o contracție contra unei greutăți/rezistențe egală cu un anumit procent din valoarea maximă, sau prin numărul de repetiții ale unei mișcări cu un ritm prestabilit.

Uzual, testarea se face în intervalul 15-40% din 1RM și:

- se cronometrează timpul cât este menținută contracția, sau

- se numără câte execuții ale unei mișcări se pot face la încărcarea respectivă și la un ritm precizat al metronomului.

Dacă se testează cu o sarcină de 15%, aceasta poate fi menținută o perioadă mare de timp; la 50% din forța maximă, rezistența grupului muscular respectiv este de aproximativ 1 minut, iar la nivelul forței maxime (1RM) este de aproximativ 6 secunde.

Bibliografie selectivă

1. Balint T, Diaconu I., Moise A. (2007) Evaluarea aparatului locomotor: bilanț articular, bilanț muscular, teste funcționale, Tehnopress, Iași;
2. Sbenghe, T., Berteanu, M., Săvulescu S.E. (2019). Kinetologie profilactică, terapeutică și de recuperare. Editura Medicală;
3. Drăgan, I. (2002). Medicina sportivă. Editura Medicală;
4. Oravițan, M. (2007) Noțiuni de kinetoprofilaxie, Editura Mirton;
5. Stark, T., Walker, B., Phillips, J. K., Fejer, R., & Beck, R. (2011). Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. PM&R, 3(5), 472-479.
6. Caruso, J. F., Brown, L. E., & Tufano, J. J. (2012). The reproducibility of isokinetic dynamometry data. Isokinetics and Exercise Science, 20(4), 239-253.
7. Dvir, Z., & Müller, S. (2020). Multiple-joint isokinetic dynamometry: a critical review. The Journal of Strength & Conditioning Research, 34(2), 587-601.
8. Chamorro, C., Armijo-Olivo, S., De la Fuente, C., Fuentes, J., & Chiroso, L. J. (2017). Absolute reliability and concurrent validity of hand held dynamometry and isokinetic dynamometry in the hip, knee and ankle joint: systematic review and meta-analysis. Open Medicine, 12(1), 359-375.

