

Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar

Sporttudományi és Testnevelési Intézet

MOTORIKUS KÉPESSÉGEK MÉRÉSE

Szerzők

Meszler Balázs – Tékus Éva – Dr. Váczi Márk

Szerkesztette

Dr. Váczi Márk

Lektor

Bartusné Dr. Szmodis Márta

Pécs, 2015

ISBN 978-963-642-650-7

TARTALOMJEGYZÉK

I.	BEVEZETÉS	2
II.	A MOTORIKUS KÉPESSÉGEK (VÁCZI MÁRK).....	3
III.	ANTROPOMETRIAI MÉRÉSEK (TÉKUS ÉVA).....	8
IV.	AZ ÁLLÓKÉPESSÉG MÉRÉSE (TÉKUS ÉVA)	24
V.	AZ ERŐ MÉRÉSE (VÁCZI MÁRK)	47
VI.	A GYORSASÁG MÉRÉSE (MESZLER BALÁZS)	79
VII.	A MOZGÁS-KOORDINÁCIÓ MÉRÉSE (MESZLER BALÁZS)	90
VIII.	AZ ÍZÜLETI MOZGÉKONYSÁG MÉRÉSE (TÉKUS ÉVA).....	109

I. BEVEZETÉS

A mozgás az ember létfenntartásának feltétele, melyet motorikus képességei határoznak meg. A „motor”, mint latin eredetű szó jelentése, valamilyen folyamatnak az elindítója, vagy mozgási energiát létrehozó eszköz. Az emberi szervezet egy „tökéletesen megalkotott” biológiai rendszer, melyben az egyes bonyolult szervrendszerek egymással összhangban, biológiai folyamatok révén indítják el a mozgást, mint mechanikai jelenséget. Cselekvéseink kimenetelét, eredményességét olyan motorikus képességek befolyásolják, melyek a szervrendszerek együttes működési kapacitásától függenek. Az ember évezredek óta próbára teszi saját képességeit, és akár tudatosan, vagy akár tudaton kívül is, de ugyanazon cselekvések ismétlésekor visszajelzést vár, hogy képességei elégségesek-e egy cél eléréséhez. Míg a motorikus képességek elvesztése jelentősen csökkenti az ember mozgás- és életterét, ezeknek a képességeknek a végletekig történő fejlesztése ugyanakkor kiemelkedő sportteljesítményre vezethet.

A motorikus képességeket a modern kor embere tudatosan fejleszti, mert az elkényelmesedett, hipoaktív életmód mellett ráeszmélt arra, hogy csak ily módon képes mozgásképességét hosszú ideig megőrizni. Az élsport világában pedig a fizikai erőnlét számos pillérének fejlesztésével valósítják meg a sportolók legmerészebb álmaikat. Bármelyik végletről is van szó, képességeink fejlesztéséhez tudatos, tervszerűen irányított mozgásprogramokra van szükség, amelyben időközönként ellenőriznünk kell azok hatékonyságát. A szervezett fizikai aktivitás valamennyi színterén, legyen az iskolai testnevelés, fitnessz, sportedzés, rekreáció vagy rehabilitáció, a kitűzött célok elérése érdekében információt kell gyűjtenünk az adott intervenciós program hatásmechanizmusáról. A motorikus képességek mérése olyan folyamat, amelyben az emberi képességeket meghatározott időközönként megfelelő környezetben, megfelelő eljárásokkal és eszközökkel vizsgáljuk, és az adatgyűjtés után olyan következtetéseket vonunk le, melyek a mozgásprogram továbbtervezésének kiindulópontját jelentik.

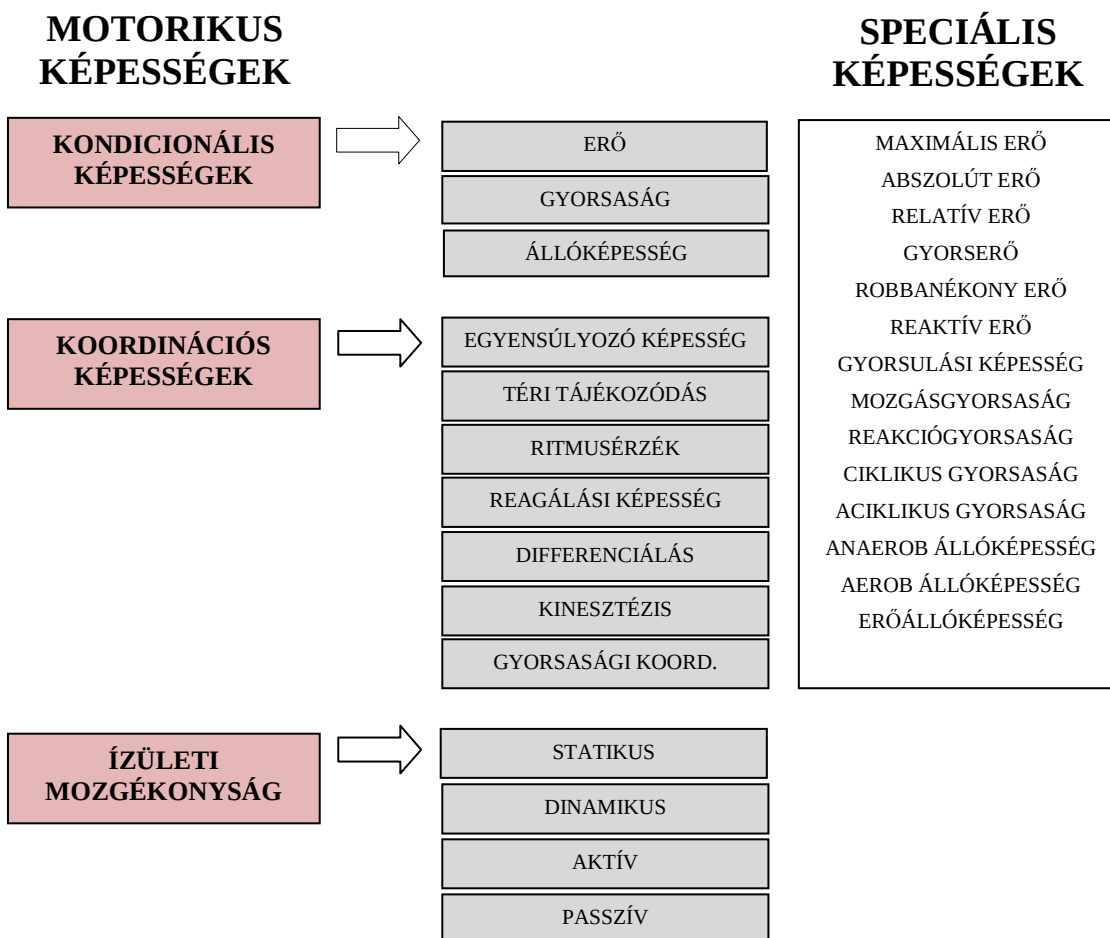
Jelen tankönyv olvasói betekintést nyerhetnek az emberi motorikus képességek mérésének folyamatába és megismerkedhetnek annak módszertanával az egyszerű pályatesztektől kezdve a bonyolultabb laboratóriumi tesztekig. A tankönyv használatát ajánljuk mindazoknak a testnevelő tanároknak, edzőknek, fitnessz szakembereknek, terapeutáknak és kezdő kutatóknak, akik az ember fizikai teljesítőképességével foglalkoznak.

II. A MOTORIKUS KÉPESSÉGEK

(VÁCZI MÁRK)

A MOTORIKUS KÉPESSÉGEK FAJTÁI ÉS KÖLCSÖNHATÁSAI

A **motorikus képességek** olyan fizikális vagy testi tulajdonságegyüttesek, melyek egy adott célra orientált mozgásos cselekvés végrehajtásának feltételei (Báthory, 1994). A motorikus képességek lehetnek veleszületettek, vagy pedig a biológiai fejlődés során szerzett tulajdonságok. Ezek a tulajdonságok, képességek szorosan összefüggnek egymással, és valójában a teljes emberi személyiség alkotórészeiként foghatók fel (Dubecz, 2009). Dubecz (2009), Nádori és Harsányi (2000) műveit integrálva, a motorikus képességeket az alábbiak szerint csoportosíthatjuk (2.1. ábra):



2.1. ábra. A motorikus képességek felosztása, fajtái, valamint azok kombinációiból elnevezett speciális képességek.

A motorikus képességeknek három típusát különítjük el: kondicionális képességek, koordinációs képességek és ízületi mozgékonyság. A **kondicionális képességek** a mozgások végrehajtásának energetikai feltételeit jelentik és fizikai mértékkel jellemezhetők. Ezek olyan paraméterek, amelyek a mozgások közbeni erő kifejtés mértékét, sebességét és időtartamát jellemzik, és amelyek idegrendszeri, izomszöveti, szív-keringési, légzési és anyagcsere rendszerek működési kapacitásától függenek. A kondicionális képességek a legpontosabban mérhető és leggyakrabban mért képességek, ezek ugyanis kiválóan jellemzik a szervezet aktuális teljesítő képességét, vagy az abban lezajló adaptációs jelenségeket. A **mozgáskoordináció** főleg az idegrendszer működési szintjétől függ és a mozgások pontosságát, eredményességét és gazdaságosságát jelenti. A mozgáskoordináció egy bonyolult szenzomotoros jelenség, mely a cselekvések szabályozási hátterét tükrözi és jóval nehezebben vizsgálható motorikus képesség, mint a kondicionális képességek. Az **ízületi mozgékonyság** a mozgásoknak olyan feltétele, mely az emberi test mozgatórendszeréhez tartozó anatómiai képletekből adódó és a különböző idegrendszeri mechanizmusok által szabályozott mozgásterjedelem szabadságát illetve korlátait jelenti.

Fontos megjegyezni, hogy a fentiekben említett motorikus képességek és azok típusai önállóan szinte soha nem jelennek meg. Bár vannak olyan mozgásformák, melyek teljesen szélsőséges módon szinte egyetlen elkülönült fizikai képességen múlnak, valójában valamennyi motorikus képesség összefügg a többivel. A motorikus képességek tehát egyrészt kölcsönhatásban állnak egymással, másrészt az egyes mozgásformákban keverten jelennek meg, és az egyes mozgásformákat a motorikus képességek részesedési aránya az, ami megkülönbözteti. A motorikus képességek altípusait és azok kombinációit ebben a tankönyvben Náadorihoz (1991) hasonlóan **speciális képességeknek** nevezzük (2.1. ábra).

A motorikus képességeket jelentősen befolyásolják a humánbiológiai tényezők. Míg a korábbi hazai szakirodalom nem hozta összefüggésbe a fizikai teljesítőképességet a morfológiai, vagy más néven **antropometriai paraméterekkel**, mi hangsúlyozzuk, hogy a motorikus képességek értékeit gyakran az antropometriai méretekkel együttesen kell értelmezni. Ezek közül is elsősorban a testösszetételi változókat érdemes vizsgálni, melyek jelentősen befolyásolják egy mozgás végkimenetelét.

A MOTORIKUS KÉPESSÉGEK MÉRÉSÉNEK FELTÉTELEI

Az emberi képességek a fizikai, emocionális és kognitív tulajdonságok komplex termékei (Dubecz, 2009), ezért a képességek mérésének kimenetelét nagyon sok tényező befolyásolja. Ha egy adott képességet két egymás utáni alkalommal mérünk fel egy vizsgálati személynél, szinte biztos, hogy a két mérés eredménye nem lesz azonos. Aktuális motorikus képességeinket befolyásolhatják pszichés, érzelmi és környezeti hatások, melyek folyamatosan változnak, ezért a mérések elvégzésekor ezeket a befolyásoló faktorokat, főleg a teljesítményt kedvezőtlenül befolyásoló tényezőket, a lehető legnagyobb mértékben csökkentenünk kell. A motorikus képességek mérésének három szempontból van jelentősége: 1. két vagy több csoport összehasonlításának céljából (keresztmetszeti mérés), 2. az intervenciós program hatásának vizsgálata miatt (hosszmetszeti mérés), 3. a vizsgálati személyek motorikus képességeinek általános jellemzése érdekében (egy bizonyos populációt jellemző minta felmérése). Az összehasonlíthatóság és pontosság érdekében a motorikus próbáknál az alábbiakat kell figyelembe venni:

- Fontos a tesztek **validitása** (Thomas és Nelson, 1996). Ez alatt azt értjük, hogy a teszttel valóban azt a képességet mérjük, amelyre kíváncsiak vagyunk, és a korlátozott számú vizsgálati személy esetén mért teszteredmények vajon általánosíthatók-e a teljes populációra (külső validitás). Ha egy mozgásprogram hatékonyságát vizsgáljuk motorikus próbákkal, akkor azt is fontos ellenőrizni, hogy vajon tényleg a programnak tudható-e be a vizsgált személyekben mért változás, és nem pedig más tényezőnek (pl. biológiai érési folyamat, táplálkozás, betegség, stb.) (belső validitás). Érdemes irodalmi munkákban leírt, más szerzők által validált mérési eljárásokat alkalmazni. Természetesen saját magunk is kifejleszthetünk szakterületünknek megfelelő speciális teszteket, ilyenkor érdemes validitásvizsgálatot végezni.
- A tesztnek **megbízhatónak** kell lennie (Thomas és Nelson, 1996), vagyis ugyanazon teszt elvégzése egy másik alkalommal ugyanazoknál a vizsgálati személyeknél közel azonos eredményt kell, hogy mutasson.
- Standardizálni kell a felmérések körülményeit a mérés pontossága érdekében. Pl. azonos hőmérséklet, páratartalom, helyszín, évszak, napszak, pszichikai állapot.
- Standardizálni kell az eszközöket. Két különböző alkalommal lehetőleg ugyanazokkal az eszközökkel végezzük a méréseket.

- Standardizálni kell a vizsgált módszert és a vizsgálati személyek felkészítését a mérésre. Azonos bemelegítési eljárást kell alkalmazni, a teszteknél adott szóbeli utasításoknak azonosnak kell lenniük. A vizsgáló személy is lehetőleg azonos legyen.
- A vizsgálati személyeket ugyanúgy kell motiválni, buzdítani a tesztek során.

A mérések lebonyolítása sok esetben fontos előkészületet igényel a vizsgálati személyek biztonságának érdekében. Bár vannak olyan tesztek, amelyek viszonylag egyszerűbbek és bármilyen előkészület nélkül is kockázat nélkül elvégezhetők (pl. szorítóerő mérés), a legtöbb esetben körültekintően kell eljárunk. Az alábbiakban felsorolunk néhány olyan szempontot, amelyet biztonsági okokból figyelembe kell vennünk a motoros képességek mérése során:

- A vizsgálati személyeket szóban (tudományos kutatások esetén írásban is) tájékoztatni kell a felmérő próbák céljáról, menetéről és a tesztekkel adódó lehetséges sérülések kockázatáról.
- A tesztek végrehajtásának módját ismernie és értenie kell a vizsgált személynek.
- A tesztek lebonyolítása előtt megfelelő bemelegítést kell végezni, figyelembe véve a bemelegítés általános szempontjait és a tesztek specifikumait.
- A teszteket próbaszerűen is el kell végeztetni.
- A tesztek elvégzését szakember irányítsa.
- Ellenőrizni kell a tesztek lebonyolításához szükséges eszközök állapotát, biztonságos működését.
- Balesetek, sérülések, vagy újraélesztés esetére biztosítani kell az alapvető ellátáshoz szükséges személyi és tárgyi feltételeket.
- Az erő mérésére szolgáló tesztek során külső személy(ek)nek kell biztosítani a súlyok kontrollált mozgását a sérülések és balesetek megelőzése érdekében.

PÁLYATESZT VAGY LABORATÓRIUMI TESZT?

A motorikus képességeket az élsportban, a testnevelésben, valamint a rekreációs és fitnesz edzésben elsősorban úgynevezett **pályatesztekkel** mérjük. Ezek egyszerű mérési eljárások, amelyeknek nincs nagy eszközigényük, magukkal az egyébként is alkalmazott edzésszerekkel és a szokásos edzőkörnyezetben/sportlétesítményben elvégezhetők. A felmérések közül a pályatesztek hasonlítanak legjobban a természetes (emberi) mozgásokhoz,

így azok valóban azokat a motorikus képességeket mérik, amelyek az adott mozdulatsor, mozgásforma végrehajtásához szükségesek. (pl. ugró-, futó- és dobótesztek). Éppen ezért az ilyen tesztek **funkcionális teszteknek** is nevezik.

A pályatesztek általában olyan mérési eljárások, amelyek több izomcsoport együttes működését és több ízület együttes mozgását tartalmazzák. Így előfordulhat, hogy fontos biomechanikai vagy élettani paramétereket figyelmen kívül hagyunk, amelyek egyébként jelentősen befolyásolják a motorikus képességeket. A **laboratóriumi tesztekkel** olyan apró mechanizmusokat is megfigyelhetünk, melyekkel kideríthetjük az adott motorikus képességben rejlő hiányosságokat. Míg például a Cooper-teszttel csupán a lefutott távolságról kapunk információt, addig egy spiroergométeres futótesztnél az aerob kapacitás, az aerob-anaerob részesedési arányt, vagy az anaerob küszöb mellett számos egyéb terhelés-élettani paramétert is képesek vagyunk meghatározni.

Fontos megjegyezni, hogy a motorikus képességek felmérésére irányuló tesztek (főleg a pályatesztek) nagy része nem alkalmas arra, hogy a speciális képességeket elkülönítve vizsgáljuk, ugyanis, mint ahogyan már korábban említettük, az egyes képességek szorosan összefüggnek egymással. Ha pl. egy ötösugrás tesztet végeztetünk, akkor a végrehajtás eredményességéhez (ugrás távolsága) számos kondicionális képesség (maximális erő, reaktív erő) és koordinációs képesség is (egyensúly, gyorsasági koordináció, propiocepció) is hozzájárul, annak ellenére, hogy a szerzők a reaktív erő mérésének módszertanához sorolják. Minél jobban szeretnénk elkülönítve vizsgálni a speciális képességeket, annál bonyolultabb laboratóriumi mérésekre van szükség. Ebben a könyvben azok a pálya- és laboratóriumi tesztek kerülnek bemutatásra, amelyeket világszerte a leggyakrabban alkalmaznak a motorikus képességek mérésére. A különböző edzettségi és életkori jellemzőkkel rendelkező személyeknél eltérő mérési eljárásokra lehet szükség, így az egyes tesztek ismertetésekor ajánlásokat teszünk, hogy azok mely populáció felmérésére alkalmasak.

IRODALOMJEGYZÉK

Báthory B. A testnevelés elmélete és módszertana. Magyar Testnevelési Egyetem, Budapest, 1994.

Dubecz J. Általános edzéselmélet és módszertan. Rectus Kft, Budapest, 2009.

Harsányi L. Edzéstudomány I. Dialóg Campus, Budapest-Pécs, 2000.

Nádori L. Az edzés elmélete és módszertana. Magyar Testnevelési Egyetem, Budapest, 1991.

Thomas JR, Nelson JK. Research methods in physical activity. Human Kinetics, Champaign, 1996.

III. ANTROPOMETRIAI MÉRÉSEK (TÉKUS ÉVA)

A humánbiológia, fizikai antropológia tudományterületén belül, a paleoantropológia mellett, fontos célja a ma élő népesség variációinak vizsgálata. Az **antropometria** szűkebb értelemben az emberi testet kvantitatív módszerekkel jellemzi, tágabb értelmében a test környezettel való viszonyát kutatja. A **sportantropometria** a fizikai antropológiának azon ága, melynek célja a sportteljesítmény és a testösszetétel kapcsolatának vizsgálata, a rendszeresen sportoló személyek szomatotípusának jellemzése (akár a gyermekek sportágválasztásának elősegítésére), továbbá kutatja a testméretek, testarányok változását az élet során, elsősorban a rendszeres testmozgással, edzéssel összefüggésben. A fizikai antropológia eszköztárából meríti módszereit, azonban a vizsgált populációban, csoportban különbözik attól (Mészáros és mtsai., 2000).

Módszerei közé tartoznak az egyszerűbb, kisebb eszközigényű mérések mellett, a komolyabb eszközparkot igénylő, például a testösszetétel vizsgálatára alkalmas orvosi diagnosztikai eljárások. Legfontosabb előnyük, hogy pontosabb mérésekre adnak lehetőséget, míg legnagyobb hátrányuk magas költségigényükben rejlik.

A sporttudományi kutatások során leggyakrabban alkalmazott testösszetételi-, illetve testzsír becslési eljárások a bőrredők mérése alapján történő kalkulációk, illetve a bioelektromos impedancia analízis. Ezen kívül használják a test zsírtartalmának becslésére a testsűrűség mérést (denzitometria), valamint a testösszetevők becslésére, jóval ritkábban a bonyolultabb orvosi diagnosztikai eljárásokat is. A testösszetétel becslésére két- és többkomponensű modelleket alkalmaznak. A kétkomponensű becslésnél a testmérés során gyűjtött adatokból becsülik az emberi test valamely alkotójának mennyiségét, százalékos arányát (testzsír százalék). Létezik a négykomponensű becslés is, melynek során a humán test négy összetevőjének arányát határozzák meg. Ilyen például Drinkwater és Ross négykomponensű modellje (lásd később). Az antropometriai mérések a jelenkori kutatómunkák szerves részét képezik, szinte valamennyi publikált tudományos közleményben a kutatók antropometriai adatokkal is jellemzik a kutatásban résztvevő vizsgálati személyeket.

Történeti szempontból fontos megemlíteni az antropometriai mérések alapjait 1969-ben leíró Nemzetközi Biológiai Programot (Weiner és Lourie, 1969). A programban a korábbi mérési technikák egyesítésére, mérőpontok egységesítésére tettek javaslatot. A következő alfejezetben az ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) által megfogalmazott alapelvek szerint történik a bőrredő- és kerületmérés ismertetése.

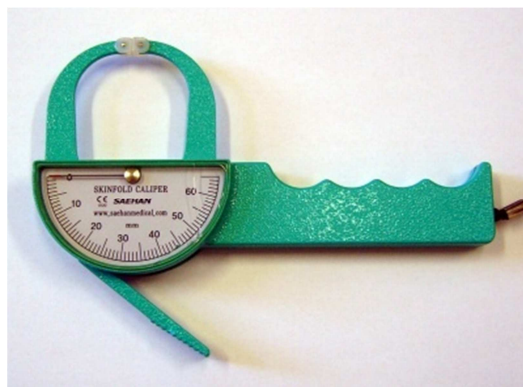
A bőrredők alapján történő testzsír százalék becslés

Szükséges eszközök: kaliper, adatlap, íróeszköz

A módszer leírása: Az emberi test meghatározott területein (felkar elülső és hátulsó felszínén, lapocka alatt, mellkas elülső felszínén, hason, csípőtővis felett, comb elülső felszínén, lábszár belső-oldalsó (mediális) felszínén) mérjük a bőrredő vastagságát kaliper (3.1. ábra) segítségével. A méréshez különböző típusú kalipereket lehet használni, gyakran alkalmazott típusok a Lange-kaliper és a Harpenden-kaliper. A sportantropometriában a test jobb oldalán szokás a mérést végezni, kivétel ez alól, ha valamilyen sérülés, duzzanat található rajta, illetve ha a korábbi sérülést követő gyógyulási folyamatot szeretnénk nyomon követni.

A vizsgálatok során a két ellentétes testoldalon mért bőrredő értékekben szignifikáns különbség regisztrálható (Womersley és Durnin, 1973), gyakorlati szempontból mégis elhanyagolható ez az eltérés (ISAK, 2001). A mérés során figyelembe lehet venni a vizsgált személy dominanciaviszonyait is.

Fontos, hogy az egymást követő méréseknél ugyanazon személy, megfelelő gyakorlattal rendelkező szakember, azonos műszerrel, megegyező körülmények között végezze a felmérést, hogy csökkentse a mérési hiba lehetőségét. A vizsgált személyt ugyanazon napszakban, azonos hidratáltsági és tápláltsági állapotban, testedzést megelőzően szokás mérni.



3.1. ábra. Bőrredő méréshez használt kaliper (Lange-kaliper)

A kaliperrel mért bőrredőt duplarétegben a bőr két rétege (hám, irha) és a közte lévő bőralkotja, mely a zsírszövetet is tartalmazza. A bőrredő vastagságát mm-es pontossággal határozzuk meg. A mérés nem tarthat tovább 2-3 másodpercnél, pontos eredmény eléréséhez minden mérőpont esetén háromszori ismétlés szükséges. A szövetekben a rövid összenyomást követően is fokozódik a keringés, mely hatására azok megduzzadnak, így elhúzódó mérés, vagy többszöri ismétlést követően hibásan nagyobb értéket regisztrálhatunk.

A bőrredő vastagságok segítségével jól lehet becsülni a szubkután zsírdepó mennyiségét, az emberi test zsírszázalékát. A 3.1. táblázatban olvashatóak a leggyakrabban felmért bőrredők, azonban ezeken kívül léteznek ritkábban alkalmazott mérőpontok, mint a mid-axilla -, az áll alatti- vagy a mellkasi (pectoralis) bőrredő. Az áll alatti bőrredőt nők esetében szokás felmérni, mert ezen nem képviselőire jobban jellemző az áll alatti zsírfelhalmozódás.

3.1. táblázat. Leggyakrabban mért bőrredők (ISAK, 2001)

	Elnevezése
1.	Biceps feletti bőrredő
2.	Triceps feletti bőrredő
3.	Lapocka (subscapula) bőrredő
4.	Csípő (suprailiacalis) bőrredő
5.	Supraspinalis bőrredő
6.	Hasi (abdominalis) bőrredő
7.	Comb bőrredő
8.	Lábszár bőrredő

A mérés fájdalommentes. A bőr alatt lévő izomréteget nem mérjük a bőrredővastagság regisztrálásakor, még akkor sem, ha a bőr alsó rétegével szoros kapcsolatban van. Napjainkban számos becslési eljárás, számítás létezik, melyek segítségével a testzsír tömege

vagy a testzsír százalék becsülhető. A legtöbb sportág esetében, mint a testösszetétel egyik legfontosabb paramétere, nélkülözhetetlen adat a testzsír mennyisége, mivel a normál tartománynál magasabb és alacsonyabb értékek rövid- és hosszútávon is jelentősen befolyásolják a sportteljesítményt és az egészségi állapotot.

Gyakran alkalmazott becslési eljárások:

Durnin és Womersley (1974) 16 és 72 év közötti alanyokon végrehajtott vizsgálatában, a biceps feletti-, a triceps feletti-, a subscapula – és a suprailiacalis bőrredők vastagsága alapján becsülték a testzsír százalékot, regressziós számítások segítségével létrehozott táblázat felhasználásával (3.2. táblázat).

3.2. táblázat. A négy bőrredő alapján becsült testzsír százalék értékek a különböző életkorokban (Durnin és Womersley, 1974)

Lean és munkatársai (1996) 18 és 64,3 év közötti felnőtt populációra dolgozták ki a testzsír százalék számítási módszerüket. Több képletet is meghatároztak, melyek segítségével a testzsír százalék becsülhető, de kettő esetében találták a legerősebb kapcsolatot a testzsír mennyiségével.

Az első meghatározáshoz először ki kell számítani a testtömeg index (BMI, kg/m^2) értékét, illetve meg kell mérni a triceps feletti bőrredő vastagságát (mm).

Nők:

Testzsír százalék = $(0,730 \times \text{BMI}) + (0,548 \times \text{triceps feletti bőrredő (mm)}) + (0,270 \times \text{életkor (év)}) - 5,9$

Férfiak:

Testzsír százalék = $(0,742 \times \text{BMI}) + (0,950 \times \text{triceps feletti bőrredő (mm)}) + (0,335 \times \text{életkor (év)}) - 20$

A második meghatározáshoz előzetesen a derékkerületet és hasonlóan az előző számításhoz a triceps feletti bőrredő vastagságát kell megállapítani. A derékkerület mérése a Kerületekkel történő testzsír százalék becslés (3.1.2.) fejezetben leírtak alapján történik.

Nők:

Testzsír százalék = $(0,232 \times \text{derékkerület (cm)}) + (0,657 \times \text{triceps feletti bőrredő (mm)}) + (0,215 \times \text{életkor}) - 5,5$

Férfiak:

Testzsír százalék = $(0,353 \times \text{derékkerület (cm)}) + (0,756 \times \text{triceps feletti bőrredő (mm)}) + (0,235 \times \text{életkor}) - 26,4$

Parizková (1961) által megalkotott eljárás tíz bőrredő segítségével becsüli a relatív testzsír tartalmat. Az eljárás Szmodis és munkatársai (1976) által módosított változata terjedt el hazánkban, amely öt bőrredő felhasználásával számol: biceps feletti -, triceps feletti -, lapocka -, csípő - és lábszár bőrredő. A felmért öt bőrredő összegzésével, a nem és az életkor felhasználásával, táblázat (Szmodis és mtsai., 1976) segítségével becsüli a test relatív zsírtartalmát.

Kerületek alapján történő testzsír százalék becslés

Szükséges eszközök: mérőszalag, antropométer, adatlap, íróeszköz

A módszer leírása: Az emberi test anatómiailag meghatározott területeinek, részeinek kerületét mérjük mérőszalag (3.2. ábra) segítségével, a felvett adatok alapján becsülhető a testzsírszázaléka. A mérőszalaggal szemben elvárás, hogy anyaga ne nyúljon meg a mérések során, ezért az ábrán látható műanyag mérőszalagon kívül, alkalmaznak precízebb mérést lehetővé tévő acélból készült szalagot is.

A pontos végeredményhez minden kerületmérést háromszor szükséges megismételni. A mérést általában a vizsgált személy jobb oldalán végezzük (kivétel sérülések esetén), vagy ha a vizsgálat szempontjából ez lényeges, akkor az a másik oldalon is kivitelezhető. Az eredmény mérőszalagról történő leolvasásakor a szalagnak szemmagasságban kell lennie. A mérési eredményeket centiméterben szokás megadni, miliméteres pontossággal.



3.2. ábra. Az antropometriai mérőszalag

Ezen antropometriai eljárásnál is lényeges, hogy az egymást követő méréseknél ugyanazon személy, azonos műszerrel, megegyező körülmények között végezze a felmérést, így csökkentve a lehetséges mérési hiba esélyét. A vizsgálati személyt ugyanazon napszakban, azonos hidratáltsági és tápláltsági állapotban, testedzést megelőzően szokás mérni.

Számos mérőpont létezik a test kerületeinek felmérésére (**3.3. táblázat**), azonban ezek közül csak néhány használatos a testzsír százalék meghatározásához.

3.3. táblázat. A leggyakrabban alkalmazott kerületi méretek (ISAK, 2001)

	Elnevezés
1.	Fejkerület
2.	Nyakkerület
3.	Felkarkerület
4.	Felkarkerület (feszített)
5.	Alkarkerület
6.	Csuklókerület
7.	Mellkaskerület
8.	Derékkerület
9.	Csípőkerület
10.	Combkerület
11.	Combközép kerülete
12.	Lábszárkerület
13.	Bokakerület

Hodgdon és Beckett (1984) testzsír százalék kalkulációjához a derék-, csípő- és nyakkerület adatok mellett a testmagasság szükséges.

Férfiak:

Testzsír százalék (%)= $495 / (0,84163 (\lg (\text{derékkerület}-\text{nyakkerület})) + 0,15456 (\lg (\text{testmagasság}))) - 450$

Nők:

Testzsír százalék (%)= $495 / (0,94575 (\lg (\text{derékkerület} + \text{csípőkerület} - \text{nyakkerület})) + 0,22100 (\lg (\text{testmagasság}))) - 450$

Drinkwater és Ross (1978) létrehozta négykomponensű modelljét, melyben szélesség, kerület, bőrrdő és testmagasság adatok segítségével képes becsülni a csont-, a zsír-, az izom- és zsigerek tömegét a testtömeg százalékában. A gyermekek testösszetételének becslésére is alkalmas a módszer. A négy komponens összegzésével számított becsült testtömegnek nem szabad 5%-nál nagyobb mértékben különböznie a valós, személyi mérleggel mért testtömegtől.

Csonttömeg (kg)= $(1,57 \times 0,25 \times (CS_1 + CS_2 + CS_3 + CS_4) + 10,49) / t^3$

$CS_1 = (\text{könyökszélesség (cm)} \times t - 6,48) / 0,35$

$CS_2 = (\text{térdszélesség (cm)} \times t - 9,52) / 0,48$

$CS_3 = (\text{csuklókerület (cm)} \times t - 16,35) / 3,14 / 0,72$

$$cs_4 = (\text{bokakerület (cm)} \times t - 21,71) / 3,14 / 1,33$$

$$t = 170,18 / \text{testmagassággal (cm)}$$

$$\textbf{Zsírtömeg (kg)} = (3,25 \times 0,2 \times (zs_1 + zs_2 + zs_3 + zs_4 + zs_5) + 12,13) / t^3$$

$$zs_1 = (\text{triceps feletti bőrredő (mm)} \times t - 15,40) / 4,47$$

$$zs_2 = (\text{subscapula bőrredő (mm)} \times t - 17,50) / 5,17$$

$$zs_3 = (\text{comb bőrredő (mm)} \times t - 27,00) / 8,33$$

$$zs_4 = (\text{abdominalis bőrredő (mm)} \times t - 25,40) / 7,78$$

$$zs_5 = (\text{lábszár bőrredő (mm)} \times t - 16,00) / 4,67$$

$$t = 170,18 / \text{testmagassággal (cm)}$$

$$\textbf{Izomtömeg (kg)} = (2,99 \times 0,2 \times (i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + i_5) + 25,55) / t^3$$

$$i_1 = (\text{felkarkerület (cm)} - 0,314 \times \text{triceps feletti bőrredő (mm)}) \times t - 22,05 / 3,67$$

$$i_2 = (\text{mellkaskerület (cm)} - 0,314 \times \text{subscapula bőrredő (mm)}) \times t - 82,36 / 4,68$$

$$i_3 = (\text{alkarkerület (cm)} \times t - 25,13) / 1,41$$

$$i_4 = ((\text{combkerület (cm)} - 0,314 \times \text{comb bőrredő (mm)}) \times t - 44,34) / 3,59$$

$$i_5 = ((\text{lábszárkerület (cm)} - 0,314 \times \text{lábszár bőrredő (mm)}) \times t - 30,22) / 1,97$$

$$t = 170,18 / \text{testmagassággal (cm)}$$

$$\textbf{Zsigerek tömege (kg)} = (1,90 \times 0,25 \times (z_1 + z_2 + z_3 + z_4) + 16,41) / t^3$$

$$z_1 = (\text{vállszélesség (cm)} \times t - 38,04) / 1,92$$

$$z_2 = (\text{mellkasszélesség (cm)} \times t - 27,92) / 1,74$$

$$z_3 = (\text{csípőszélesség (cm)} \times t - 28,84) / 1,75$$

$$z_4 = (\text{mellkasmélység (cm)} \times t - 17,50) / 1,38$$

$$t = 170,18 / \text{testmagassággal (cm)}$$

Izomtömeg becslése (kerület és bőrredő méréssel; Martin és mtsai., 1990)

Szükséges eszközök: mérőszalag, kaliper, adatlap, íróeszköz

A módszer leírása: Az előzőekben ismertetett bőrredő (3.1.1.) és kerület (3.1.2.) mérések ismerete szükséges az izomtömeg (IT) kalkulálásához. A becslés ezen formája csak férfiak esetében alkalmazható.

A becslési eljáráshoz a következő adatokra van szükség: testmagasság (TM, cm), combkerület (CK, cm), comb bőrredő vastagság (CB, mm), alkarkerület (AK, cm), lábszár

kerület (LK, cm), lábszár bőrredő vastagság (LB, mm). Első lépésként a combkerületet a comb bőrredő (CKK), illetve a lábszár kerületet a lábszár bőrredő értékével (LKK) korrigálni kell.

Képlet (Martin és mtsai., 1990):

$$IT (g) = TM \times (0,0553 \times CKK^2 + 0,0987 \times AK^2 + 0,0331 \times LKK^2) - 2445$$

Testsűrűség becslése (bőrredő méréssel)

Szükséges eszközök: kaliper, adatlap, íróeszköz

A módszer leírása: A bőrredő vastagság és a testsűrűség között fennálló kapcsolat már régóta ismert, így a különböző testtájakon mért redők segítségével becsülni lehet a test sűrűségét. A bőrredők mérését azonos módon kell elvégezni, mint a Bőrredőkkel történő testzsír százalék becslés részben.

A testsűrűség (Dt) becsléséhez a következő adatokra van szükség: mellkasi –, mid-axilla –, triceps feletti –, subscapula –, hasi –, suprailiacalis – és comb bőrredők (mm), decimális életkor (év, két tizedesjegy pontossággal).

Képlet (Jackson és Pollock, 1985):

Férfiak:

$$Dt (g/cm^3) = 1,112 - 0,00043499 \times (\text{bőrredők összege}) + 0,00000055 \times (\text{bőrredők összege})^2 - 0,00028826 (\text{életkor})$$

Nők:

$$Dt (g/cm^3) = 1,097 - 0,00046971 \times (\text{bőrredők összege}) + 0,00000056 \times (\text{bőrredők összege})^2 - 0,00012828 \times (\text{életkor})$$

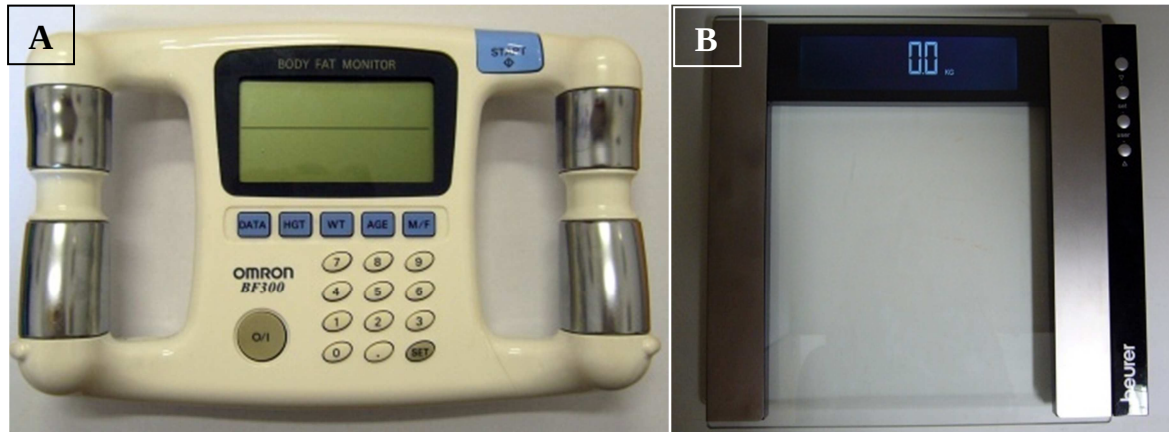
A testsűrűség segítségével is számítható a testzsír százalék (Siri, 1956).

$$\text{Testzsír százalék (\%)} = (4,95 / Dt - 4,5) \times 100$$

Bioelektromos Impedancia Analízis (BIA)

Szükséges eszközök: bioelektromos impedancia analizátor, adatlap, íróeszköz (ha a műszer nem nyomtat adatlapot)

A módszer leírása: Ez a mérési technika hasonlóan csak becsülni képes a testösszetételt. Az egzakt érték meghatározásához nagyértékű műszerek (például InBody műszerek) szükségesek, de az egyszerűbb becsléshez is léteznek a bioimpedancia mérésén alapuló készülékek (3.3. ábra; például digitális személymérlegek).



3.3. ábra. Bioelektromos impedancia analizátor (A: Omron, BF 300; B: Beurer, BG-55)

A vizsgálati személyek könnyű sportruházatban vesznek részt a vizsgálaton, a mérést megelőzően fontos a különböző fém ékszerek, kiegészítők eltávolítása. A különböző készülékek különböző felületű és számú mérésre alkalmas felülettel (elektroda) rendelkeznek. Néhány esetben a tenyéren (3.3. A. ábra), más típusoknál a talpon keresztül történik a mérés (3.3.B. ábra), illetve léteznek többzónás készülékek is, melyek segítségével ez lehetséges egyszerre több helyen is.

A Bioelektromos impedancia analizátoros mérés során a műszer egy kis erősségű váltóáramot juttat a testbe, majd az áram áthaladása során méri a szövetek frekvenciafüggő ellenállását. Az emberi testre jellemző, hogy jelentős mennyiségű vizet tartalmaz (például az érrendszerben keringő vér), így ezeknek kisebb az ellenállásuk, míg más szöveteké (például zsírszövet, csontszövet) magasabb értékű. A becslési eljárás alapja az ellenállásban tapasztalt különbség, de a kalkulációhoz további adatok (testmagasság, testtömeg, életkor, nem, edzettségi szint) megadása is szükséges. A kifinomultabb műszerek a testzsír százalékon kívül más mutatókat is képesek becsülni: a víztartalmat, az izomtömeget, a csonttömeget, a hasüregben található (viscerális) zsír mennyiségét, illetve a testmagasság megadásával számolhatják a testtömeg indexet (BMI) is. A komplexebb készülékek a gyártó által megadott referencia adatok tükrében képesek értékelni a kapott eredményeket is.

A mérési eredmények pontosságát ronthatja, ha az ismételt vizsgálatokat nem azonos napszakban, hidratáltsági- vagy tápláltsági állapotban végezzük. A műszer működését a testhőmérsékleten kívül a test víztartalma is befolyásolja. A dehidratáltság csökkenti a mérés pontosságát a testzsír százalékos becslésekor.

Denzitometria

Hidrodenzitometria

Szükséges eszközök: személymérleg, víztartály (alámerüléshez), szék/ágy (tartály aljához rögzítve), víz alatti mérleg, orrcsipesz, légzőcső (búvárkodáshoz, nem kötelező), adatlap, íróeszköz

A módszer leírása: A hidrodenzitometriás mérések Archimédész törvényén alapszanak, mely szerint a folyadékba merülő test által kiszorított folyadék mennyiségéből a test térfogata meghatározható. A test tömegének ismeretében a sűrűsége számítható. A sűrűség adat ismeretében becsülhető a test zsírtartalma.

A zsírszövetnek kisebb a sűrűsége, mint a vízé, míg az izom- és csontszövetnek nagyobb a denzitása. Két azonos testtömegű személy esetén a nagyobb testsűrűséggel rendelkező alanynak alacsonyabb a testzsír százaléka.

A mérés kezdetén testtömeg mérés szükséges, illetve légzésfunkciós mérés a reziduális levegő mennyiségének megállapításához. A vizsgált személy a fürdőruhában, fürdőnadrágban a víz alá merül, leül a székre a tartály alján. A merülés során használható orrcsipesz vagy légzőcső is. Kifújja a tüdejében lévő levegőt és mozdulatlanul vár a víz alatti testtömeg mérés befejeződéséig. A vizsgálatot jelentősen nehezíti a víz alatt történő mérés.

A testsűrűség (D_t) számításához a következő adatok szükségesek: száraz testtömeg (TT_{sz} , kg), víz alatti testtömeg (TT_v , kg), víz sűrűsége adott hőmérsékleten (D_v , g/cm³), reziduális levegő mennyisége (RL , l), légzőcső térfogata (LT , ha használtuk).

Testsűrűség számítása (Thomas és Cook, 1978):

$$D_t \text{ (g/cm}^3\text{)} = TT_{sz} / ((TT_{sz} - TT_v) / D_v) - (RL + 0,1 + LT)$$

Teljes Test Pletizmográfia (BodPod, Whole-body air-displacement plethysmography)

Szükséges eszközök: teljes test pletizmográf, adatlap, íróeszköz

A mérés leírása: A testsűrűség mérésének egy újszerűbb, egyszerűbb módszere. A lehető legkevesebb sportruházatban, esetleg úszódresszben történik a vizsgálat. A műszer kalibrálását követően a vizsgált személy helyet foglal a készülékben.

A mérés alapja, hogy emberi test az adott térfogatának megfelelő mennyiségű levegőt szorít ki a légmentesen zárt, ismert űrtartalmú műszer belsejéből. A műszer a légtérben bekövetkezett nyomásváltozásból képes mérni a testzsír mennyiségét.

Előnye a vízben történő testsűrűség méréssel szemben, hogy betegségtől szenvedők, víziszornyal rendelkező személyek és gyermekek is képesek használni nemtől és életkortól függetlenül.

Infravörös fényáteresztő-képesség mérése (Near Infrared Interactance)

Szükséges eszközök: számítógép vezérelt spektrofotométer érzékelővel, adatlap, íróeszköz

A módszer leírása: A szövetek infravörös fényáteresztő, fényelnyelő képessége alapján történik a testzsír százalék becslése. Ezen módszernek is nagy előnye egyszerűségében rejlik, továbbá fontos, hogy nem igényel különösebb szakképzettséget a mérés kivitelezése. A mérés általában a domináns oldali felkaron történik. A műszer infravörös közeli fényt bocsát át a felső végtagon, melynek egy része a felszín közeli szövetrétegekben elnyelődik. A műszer a végtagba jutó és onnan visszaverődő fény energiájából és hullámhosszából képes becsülni a test zsírtartalmát. A módszer hátránya, hogy pontatlan, a felkarban lévő zsírszövet mennyisége alapján kalkulálja a teljes test zsírtartalmát.

Egyéb orvosdiagnosztikai eljárások

A következő eljárások kevésbé elterjedtek a sporttudományi kutatásokban, mert magasan képzett szakszemélyzetet igényelnek vagy, mert túlzottan költséges a mérési eljárás, illetve a műszer fenntartása.

Ultrahangos vizsgálat

Leírása: A módszer segítségével az emberi test lágy részei válnak láthatóvá. Alkalmas adott területen található harántcsíkolt izomzat, meghatározott izomcsoport vastagságának és átmérőjének meghatározására is (Sipila, 1991).

Mágneses Rezonancia Képkalkotás (MRI, Magnetic Resonance Imaging)

A módszer leírása: Erős mágneses térben gerjesztik az adott testrészt protonjait, a kapott energia egy részét a protonok visszasugározzák, ezeket érzékeli a műszer a felvétel elkészítésekor. Mivel a szervek, szövetek víztartalma különböző, így a protontartalmuk is eltér. Ezzel a képalkotó eljárással jól elkülöníthetővé válnak az egyes struktúrák, szervek. Lágy szöveti részek esetén a legjobb felbontású módszer. Elkülöníthető a zsírszövet, az izomszövet és a csontszövet is, azonban az izomszöveten belüli zsír elkülönítésére még nincsenek igazán pontos eljárások. Az MRI vizsgálat az izomtömeg kismértékű változásának a nyomon követésére is megfelelő módszer (Committee on Military Nutrition Research, Committee of Body Composition, Nutrition and Health Food and Nutrition, Board Institute of Medicine, 1999). Előnye, hogy nem éri a testet ionizáló sugárzás a vizsgálat során.

A hasüregben található zsírszövet mennyiségének meghatározásához ez a legpontosabb módszer (Wells és Fewtrell, 2006).

Komputertomográfia (CT, X-ray Computed Tomography)

A módszer leírása: A vizsgálat során röntgen sorozatfelvételek készülnek az adott testrészeiről, az elkészülő 3D-s felvételeken a szubkután és hasüregben lévő zsír mennyisége, illetve a zsírmentes izomtömeg is jól elkülöníthető, mennyisége meghatározható. Az izomtömeg kismértékű változásának nyomon követésére is megfelelő módszer (Sjöström és mtsai., 1991). Hátránya, hogy a vizsgálat során radioaktív sugárzás éri a szervezetet.

Kettős-foton Elnyelődéses Röntgen Abszorpciometria (DEXA, Dual-energy X-ray Absorptiometry)

A módszer leírása: Két különböző energiájú, kisdózisú röntgen sugárzás éri a szervezetet a vizsgálat során, így nagyobb pontosságú képet kapunk, mint a CT vizsgálatnál. Előnye, hogy a zsír-, izom- és zsírmentes tömegén túl, a csonttömeg, illetve annak ásványi anyag tartalma is meghatározható. A csontritkulás szűrővizsgálatokon a DEXA használatával történő csontsűrűség mérést is alkalmazzák. Az eljárás már négy évesnél fiatalabb gyermekek esetében is alkalmazható.

Teljes Test Elektromos Vezetőképességének Vizsgálata (TOBEC, Total Body Electrical Conductivity, Presta és mtsai., 1983)

A módszer leírása: A mérés alapja, hogy az izomszövetnek a zsírszövetnél nagyobb az elektromos vezetőképessége. Ennek a különbségnek az oka, hogy az izomszövet teljes víztartalma, iontartalma magasabb. Ezzel a módszerrel egzaktan mérhető a testösszetétel.

IRODALOMJEGYZÉK:

American College of Sports Medicine (ACSM, 2010) ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Wolters Kluwer Health / Lippincott Williams & Wilkins

Bodzsár É, Zsákai A (2004) Humánbiológia. Gyakorlati kézikönyv. ELTE Eötvös Kiadó Kft.

Committee on Military Nutrition Research, Committee of Body Composition, Nutrition and Health Food and Nutrition, Board Institute of Medicine (1999) The role of protein and amino acids in sustaining and enhancing performance. National Academy Press Washington

Drinkwater, D. T. and Ross, W. D. (1980): Anthropometric fractionation of body mass. Kinanthropometry II. University Park Press, Baltimore, 178-189.

Hodgdon JA, Beckett MB (1984) Prediction of percent body fat for U.S. Navy men from body circumferences and height. Report no. 84-11, Naval Health Research Center, San Diego

Hodgdon JA, Beckett MB (1984) Prediction of percent body fat for U.S. Navy women from body circumferences and height. Report no. 84-29, Naval Health Research Center San Diego

Jackson AS, Pollock ML (1985) Practical assessment of body composition. Physician and Sportsmedicine 13:76-90.

Lean MEJ, Han TS, Deurenberg P (1996) Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. The American Journal of Clinical Nutrition 63: 4-14.

Martin AD, Spenst LF, Drinkwater DT, Clarys JP (1990) Anthropometric estimation of muscle mass in men. Medicine and Science in Sports and Exercise 22(5):729-733.

Mészáros J, Mohácsi J, Szabó T, Szmodis I (2000) Anthropometry and competitive sport in Hungary. Acta Biologica Szegediensis 44(1-4):189-192.

Mészáros J (2003) A gyermeksport biológiai alapjai. Semmelweis Egyetem, Testnevelési és Sporttudományi Kar, Platin-Print Bt., Budapest

Parízková J (1961) Total body fat and skinfold thickness in children. Metabolism 10:794-807.

Presta E, Wang J, Harrison GG, Bjorntorp P, Harker W, Van Italie TB (1983) Measurement of total body electrical conductivity: a new method for estimation of body composition. American Journal of Clinical Nutrition 37:735-9.

Siri WE (1954) Gross composition of the body. Biological and Medical Physics 4:239. Academic Press New York.

Sjöström L (1991) A computer-tomography based multicompartiment body composition technique and anthropometric predictions of lean body mass, total and subcutaneous adipose tissue. International Journal of Obesity 2Suppl:19-30.

Szmodis I, Mészáros J, Szabó T (1976) Alkati és működési mutatók kapcsolata gyermek-, serdülő- és ifjúkorban. Testnevelés- és Sportegészségügyi Szemle 27(4):255-272.

The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK, 2001) International Standards for Anthropometric Assessment. ISAK Underdale

Thomas TR, Cook PL (1978) A simple inexpensive method for estimating underwater weight. British Journal of Sports Medicine 12(1):33-6.

Weiner JS, Lourie JA (1969) Human Biology. A Guide to Field Methods., IBP Handbook. Published for the International Biological Programme by Davis, Philadelphia

Wells JCK, Fewtrell MS (2006) Measuring body composition. Archives of Disease in Childhood 91(7):612-617.
Womersley J, Durnin JVGA (1973) An experimental study on variability of measurements of skinfold thickness on young adults. Human Biology 45:281-292.

Womersley J, Durnin JVGA (1974) Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. British Journal of Nutrition 32(1):77-97.

Felhasznált weboldalak:

<http://www.topendsports.com>

<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/antropologia/index.html> (Bodzsár É, Zsákai A (2013)

Antropológiai/Humánbiológiai gyakorlatok. című e-book)

IV. AZ ÁLLÓKÉPESSÉG MÉRÉSE (TÉKUS ÉVA)

Napjainkban számos teszt létezik, mely alkalmas az állóképesség pontos mérésére vagy éppen becslésére, azonban ezen képesség legpontosabb jellemzésére a komplett spiroergometriás terheléses vizsgálatot használják. Ezen módszer alapján az állóképesség definiálásának egyik elemi paramétere az aerob kapacitás, illetve a terhelés során közvetlenül mért jellemzője a maximális oxigénfelvevő képesség (VO_{2max}). Maximális terhelések során az anaerob kapacitás is meghatározható. Az eljárás legnagyobb előnye pontosságában rejlik, azonban költséges, időigényes, a vizsgálati személyek motiváltsága jelentős mértékben befolyásolja az eredményt, továbbá nagy elemszámú vizsgálatok kivitelezése bonyolult (Kline és mtsai., 1987).

Ezen szempontok figyelembe vétele indokolta az állóképesség közvetett, nem műszeres méréseken alapuló tesztjeinek kifejlesztését. Az említett felmérések elméleti alapját szubmaximális terhelés során a pulzusszám és a VO_{2max} között fennálló lineáris kapcsolat adja (pulzusszám növekedésével fokozatosan növekszik a VO_{2max}), mely összefüggést Astrand és Ryhming (1954, Astrand-Ryhming nomogram) írtak le. Ezzel állítva, hogy egy meghatározott terhelés során a pulzusszám ismeretében a VO_{2max} hozzávetőlegesen megállapítható. A későbbiekben több kutatócsoport bizonyította, hogy más paraméterek, köztük az életkor, a biológiai nem és az aktivitási szint is befolyásolja VO_{2max} -t, így ezeket is figyelembe kell venni a becslés során. Ezen kutatások eredményeként, számos pályatesztet alkottak, melyeknél meghatározták az összefüggéseket a laboratóriumi műszeres mérések eredményei és a pályán egyszerűen regisztrálható paraméterek között. Például az adott idő alatt megtett távolság, pontosan végrehajtott mérésével, megfelelő képlet segítségével az oxigénfelvétel becsülhető. Természetesen ezek csak becslési eljárások, így az egyes teszteknek különböző a megbízhatósági szintjük, mégis nagy elemszámú felmérések esetében ezen pontatlanságok figyelmen kívül hagyhatók, mivel csak kis mértékben rontják a becslés pontosságát.

A különböző életkorú, nemű, egészségi és edzettségi állapotú személyek esetén eltérő terjedelmű és intenzitású tesztek szükségesek, hogy a lehető legpontosabb képet kapjuk az aktuális, pillanatnyi állóképességükről. A fiziológiás VO_{2max} értékek jelentős mértékben

különböznek a gyermek-, ifjú-, pubertás- és fiatal felnőtt korban (4.1. táblázat). A 4.2. táblázat mutatja az Amerikai Szívgyógyászati Társaság (AHA) által meghatározott, az egészséges felnőttekre vonatkozó VO_{2max} kategóriákat. Ezen táblázatok az egészséges személyekre vonatkoznak, azonban rendszeresen sportoló személyek értékelésére nem alkalmazhatóak. A VO_{2max} optimális értéke életkoronként és nemenként változik és a rendszeres testedzés jelentősen is befolyásolja.

A validált tesztek csoportosíthatók, mint a szív- és keringési rendszer (kardiovaszkuláris) állóképességét mérő tesztek (aerob tesztek), illetve az anaerob kapacitást mérő tesztek. Ezek közül a legismertebbek az egyes ingafutások, gyalogló és fellépő tesztek, de számos sportágspecifikus próbát is ismerünk. Ezen teszteknel leggyakrabban vagy konstans idő alatt kell megtenni egy távolságot, vagy egy konstans távolság megtételéhez szükséges időt mérjük. Az aerob kapacitás meghatározása a tesztek célja, azonban maximális végrehajtás során gyakran a terhelés anaerob összetevője is mérésre kerül.

4.1. táblázat. A FitnessGrammer tesztrendszer által meghatározott relatív VO_{2max} kategóriák (ml/kg/min-ben kifejezve) (Forrás:

http://www.cooperinst.org/pub/file.cfm?item_type=xm_file&id=2576)

Életkor/ Nem	Egészségügyi kockázati szint	Fejlesztendő szint	Egészséges szint
10 éves			
Fiú	$\leq 37,3$	37,4 - 40,1	$\geq 40,2$
Leány	$\leq 37,3$	37,4 - 40,1	$\geq 40,2$
11 éves			
Fiú	$\leq 37,3$	37,4 - 40,1	$\geq 40,2$
Leány	$\leq 37,3$	37,4 - 40,1	$\geq 40,2$
12 éves			
Fiú	$\leq 37,6$	37,7 - 40,2	$\geq 40,3$
Leány	$\leq 37,0$	37,1 - 40,0	$\geq 40,1$
13 éves			
Fiú	$\leq 38,6$	38,7 - 41,0	$\geq 41,1$
Leány	$\leq 36,6$	36,7 - 39,6	$\geq 39,7$
14 éves			
Fiú	$\leq 39,6$	39,7 - 42,4	$\geq 42,5$
Leány	$\leq 36,3$	36,4 - 39,3	$\geq 39,4$
15 éves			
Fiú	$\leq 40,6$	40,7 - 43,5	$\geq 43,6$
Leány	$\leq 36,0$	36,1 - 39,0	$\geq 39,1$
16 éves			
Fiú	$\leq 41,0$	41,1 - 44,0	$\geq 44,1$
Leány	$\leq 35,8$	35,9 - 38,8	$\geq 38,9$
17 éves			
Fiú	$\leq 41,2$	41,3 - 44,1	$\geq 44,2$
Leány	$\leq 35,7$	35,8 - 38,7	$\geq 38,8$
> 17 éves			
Fiú	$\leq 41,2$	41,3 - 44,2	$\geq 44,3$
Leány	$\leq 35,3$	35,4 - 38,5	$\geq 38,6$

4.2. táblázat. Egészséges felnőtt személyek relatív VO_{2max} kategóriák (Forrás: AHA, 1972;
ml/kg/min-ben kifejezve)

Életkor/ Nem	Alacsony	Gyenge	Átlagos	Jó	Magas
20-29 év					
Férfi	≤ 24	25 - 33	34 - 42	43 - 52	≥ 53
Nő	≤ 23	24 - 30	31 - 37	38 - 48	≥ 49
30-39 év					
Férfi	≤ 22	23 - 30	31 - 38	39 - 48	≥ 49
Nő	≤ 19	20 - 27	28 - 33	34 - 44	≥ 45
40-49 év					
Férfi	≤ 19	20 - 26	27 - 35	36 - 44	≥ 45
Nő	≤ 16	17 - 23	24 - 30	31 - 41	≥ 42
50-59 év					
Férfi	≤ 17	18 - 24	25 - 33	34 - 42	≥ 43
Nő	≤ 14	15 - 20	21 - 27	28 - 37	≥ 38
60-69 év					
Férfi	≤ 15	16 - 22	23 - 30	31 - 40	≥ 41
Nő	≤ 12	13 - 17	18 - 23	24 - 34	≥ 35

PÁLYATESZTEK AZ ÁLLÓKÉPESSÉG MÉRÉSÉRE

Futótesztek

Balke teszt (15 perces futóteszt; Balke, 1963)

Szükséges eszközök: sík, ovális pálya, stopperóra, bóják, mérőszalag, adatlap, íróeszköz

Teszt leírása: A teszt megbízhatósága nagymértékben függ az időjárási viszonyoktól, hasonlóan más szabadtéri tesztek esetén. A bójákat a pályán egymástól meghatározott távolságokban helyezzük el, hogy később a megtett távolságot meghatározhassuk. A felmérés 15 percig tart, melynek során a résztvevőknek olyan gyorsan kell futni, amilyen gyorsan csak lehetséges. A gyaloglás is megengedett a teszt során. A vizsgált személy relatív aerob kapacitását, VO_{2max} -át a megtett távolság alapján lehet becsülni.

Balke-féle formula:

$$VO_{2max} \text{ (ml/kg/min)} = 6,5 + 12,5 \times \text{megtett távolság (km)}$$

Horwill-féle formula (Horill, 1994):

$$VO_{2max} \text{ (ml/kg/min)} = 0,172 \times [(\text{megtett távolság (m)} / 15) - 133] + 33,3$$

Cooper teszt (12 perces futó teszt; Cooper, 1968)

Szükséges eszközök: sík, ovális pálya, stopperóra, 8db bója, mérőszalag, adatlap, íróeszköz

Teszt leírása: 1968-ban Cooper a Balke teszt továbbfejlesztéseként hozza létre a róla elnevezett 12 perces futótesztet. A Hungarofit tesztrendszerben is beépítésre került, mint az aerob állóképesség mérésére (VO_{2max} becslése) szolgáló teszt (F. Mérey, 2006). A futóteszt kiváltható 12 percig tartó úszással vagy kerékpározással is. Ebben az esetben más az eszközigénye, illetve az értékelési rendszere (Cooper, 1982).

A bójákat el kell helyezni 50 m-ként a pályán. A vizsgálati személyeknek a bemelegítést és nyújtást követően 12 percig olyan gyorsan kell futnia a kijelölt pályán, amilyen gyorsan csak tudnak. A felmérés során a futáson kívül a sétálás is megengedett, ha szükséges, de a sétálás és a futás váltogatása is. Cél a megtett táv maximalizálása. A teszt végén az utolsó teljesített bójáig a távolságot rögzítjük kilométerben, illetve mérőszalag segítségével méterre pontosan is meghatározhatjuk. A megtett távolság ismeretében kiszámítható a VO_{2max} becsült értéke és a 4.3. táblázat segítségével értékelhető az eredmény. Közvetlenül a megtett távolság alapján is értékelhetjük az aerob állóképesség szintjét (4.4. táblázat). A teszt eredményét jelentős mértékben befolyásolja a vizsgált személy motiváltsága, gyakorlottsága.

VO_{2max} számítása:

$$VO_{2max} \text{ (ml/kg/min)} = (22,35 \times \text{megtett távolság (km)}) - 11,29$$

4.3. táblázat. Cooper teszt alapján becsült VO_{2max} kategóriák (Forrás: Cooper, 1982)

Életkor/ Nem	Nagyon gyenge	Gyenge	Átlagos	Jó	Kitűnő	Magas szintű
13-19 év						
Fiú	≤ 34,9	35,0 - 38,3	38,4 - 45,1	45,2 - 50,9	51,0 - 55,9	≥ 56,0
Leány	≤ 24,9	25,0 - 30,9	31,0 - 34,9	35,0 - 38,9	39,0 - 41,9	≥ 42,0
20-29 év						
Férfi	≤ 32,9	33,0 - 36,4	36,5 - 42,4	42,5 - 46,4	46,5 - 52,4	≥ 52,5
Nő	≤ 23,5	23,6 - 28,9	29,0 - 32,9	33,0 - 36,9	37,0 - 40,9	≥ 41,0
30-39 év						
Férfi	≤ 31,4	31,5 - 35,4	35,5 - 40,9	41,0 - 44,9	45,0 - 49,4	≥ 49,5
Nő	≤ 22,7	22,8 - 26,9	27,0 - 31,4	31,5 - 35,6	35,7 - 40,0	≥ 40,1
40-49 év						
Férfi	≤ 30,1	30,2 - 33,5	33,6 - 38,9	39,0 - 43,7	43,8 - 48,0	≥ 48,1
Nő	≤ 20,9	21,0 - 24,4	24,5 - 28,9	29,0 - 32,8	32,9 - 36,9	≥ 37,0
50-59 év						
Férfi	≤ 26,0	26,1 - 30,9	31,0 - 35,7	35,8 - 40,9	41,0 - 45,3	≥ 45,4
Nő	≤ 20,1	20,2 - 22,7	22,8 - 26,9	27,0 - 31,4	31,5 - 35,7	≥ 35,8
60+ év						
Férfi	≤ 20,4	20,5 - 26,0	26,1 - 32,2	32,3 - 36,4	36,5 - 44,2	≥ 44,3
Nő	≤ 17,4	17,5 - 20,1	20,2 - 24,4	24,5 - 30,2	30,3 - 31,4	≥ 31,5

4.4. táblázat: A Cooper teszt értékelő táblázata, 12 perc alatt megtett távolságokat (km-ben) tartalmazza a táblázat (Forrás: Cooper, 1982; Az eredeti táblázatban mérföldben jelenítette meg az eredmények, átszámolásra kerültek km-re.)

Életkor/ Nem	Nagyon gyenge	Gyenge	Átlagos	Jó	Kitűnő	Magas szintű
13-19 év						
Fiú	≤ 2,08	2,09 - 2,20	2,21 - 2,51	2,52 - 2,77	2,78 - 2,99	≥ 3,00
Leány	≤ 1,59	1,61 - 1,90	1,91 - 2,08	2,09 - 2,30	2,31 - 2,43	≥ 2,44
20-29 év						
Férfi	≤ 1,95	1,96 - 2,11	2,12 - 2,40	2,41 - 2,64	2,65 - 2,83	≥ 2,84
Nő	≤ 1,53	1,54 - 1,79	1,80 - 1,96	1,97 - 2,16	2,17 - 2,33	≥ 2,34
30-39 év						
Férfi	≤ 1,88	1,89 - 2,09	2,10 - 2,33	2,34 - 2,51	2,52 - 2,72	≥ 2,73
Nő	≤ 1,50	1,51 - 1,69	1,70 - 1,90	1,91 - 2,08	2,09 - 2,24	≥ 2,25
40-49 év						
Férfi	≤ 1,82	1,83 - 2,00	2,01 - 2,24	2,25 - 2,46	2,47 - 2,65	≥ 2,66
Nő	≤ 1,40	1,41 - 1,58	1,59 - 1,79	1,80 - 2,00	2,01 - 2,16	≥ 2,17
50-59 év						
Férfi	≤ 1,64	1,65 - 1,87	1,88 - 2,09	2,10 - 2,32	2,33 - 2,54	≥ 2,55
Nő	≤ 1,34	1,35 - 1,50	1,51 - 1,69	1,70 - 1,90	1,91 - 2,09	≥ 2,10
60+ év						
Férfi	≤ 1,38	1,39 - 1,64	1,65 - 1,93	1,94 - 2,12	2,13 - 2,49	≥ 2,50
Nő	≤ 1,24	1,25 - 1,38	1,38 - 1,58	1,59 - 1,75	1,76 - 1,90	≥ 1,91

1,5 mérföldes futóteszt (2,4 km; Cooper és Storer, 2004)

Szükséges eszközök: sík pálya (400 m-es), stopperóra, adatlap, íróeszköz

Teszt leírása: Az Amerikai Egyesült Államok (USA) Tengerészete félévente ismételt 1,5 mérföldes futótesztet használ a katonák fizikai állapotának felmérésére (www.topendsports.com). A teszt eredménye nagymértékben függ a vizsgálati személyek motiváltságától. Valid eredményt abban az esetben szolgáltat a teszt, ha a vizsgálati személyek a felmérést megelőző 6 hétben rendszeres testedzést (lehetőleg futó edzéseket) végeznek (Cooper és Storer, 2004).

A futótesztet megelőzően bemelegítés szükséges. A 2,4 km-es táv és a kezdővonal kijelölését követően, indító jelre a vizsgálati személy elkezd futni. A távot olyan gyorsan teljesíti, amilyen gyorsan csak tudja. Sétálás, sétálás és futás váltogatása megengedett, de csak indokolt esetben. Stopperóra segítségével mérjük az időtartamot (másodperces pontossággal), amely alatt a vizsgálati személy a kijelölt távot teljesíti, majd a távolság felhasználásával, képlet segítségével becsüljük VO_{2max} -ot. A Cooper tesztnél alkalmazott VO_{2max} táblázat segítségével értékelhető ezen teszt eredménye is.

VO_{2max} számítása:

$$VO_{2max} \text{ (ml/kg/min)} = 483 / \text{teljesítés időtartama (min)} + 3,5$$

20 méteres ingafutás (Állóképességi ingafutás; Léger és Lambert, 1982)

Szükséges eszközök: hanganyagot tartalmazó CD, magnó, csúszásmentes felülettel ellátott terem (minimum 25-30 m hosszú), 4 db bója (pálya kijelöléséhez), mérőszalag (20 m), adatlap, íróeszköz

Teszt leírása: Egészséges gyermekek, felnőttek aerob állóképességének (VO_{2max} -nak) egyedi vagy csoportos felmérésére, becslésére alkalmas a teszt. Az Eurofit tesztrendszer részeként a kardiorespiratórikus állóképesség mérésére szolgáló pályateszt. Napjainkban a Nemzeti Egységes Tanulói Fittségi Tesztben (NETFIT) a 10-18 éves diákok aerob állóképességét ezen ingafutás segítségével határozhatjuk meg, a korábban használatos Cooper teszt helyett (www.diaksport.eu).

A vizsgálat során folyamatosan kell futni a tesztet megelőzően kijelölt 20 m hosszú pályán oda és vissza. A végrehajtás tempóját egy rögzített hanganyag sípoló jelei szabják meg. A

vizsgálati személynek két sípolás között meg kell tennie egy távot (20 m-t). A sípjelek a mérés kezdetén lassabban (a kezdő sebesség 8 km/h), majd egyre gyorsabban fogják követni egymást (0,5 km/h-val növekszik minden 2 percben). Lényeges, hogy a vizsgálati személy folyamatosan fusson, hibás a végrehajtás, amikor az elvártnál gyorsabban halad végig a távon, megáll a táv végénél és bevárja a sípjelet. Ha két egymást követő alkalommal nem érkezik be a jelre (illetve ha egyszer is távolabb van, mint 3 m a pálya szélét jelző vonaltól), a teszt befejeződött. A megtett hosszok számának ismeretében, a 4.5. táblázat segítségével meghatározható az utolsó teljesített táv sebessége, képlet segítségével a VO₂max becsülhető.

Utolsó teljesen végigfutott táv sebessége (km/h) = 8 + (0,5 x (teljesített távok száma – 1))

VO₂max számítása (Léger és Lambert, 1982):

VO₂max (ml/kg/min) = (5,857 x utolsó teljesített táv sebessége (km/h)) – 19,458

4.5. táblázat. A terhelési szintekhez tartozó sebesség, távolság és VO₂max adatok a 20-méteres ingafutás teszténél (Forrás: Cooper és Storer, 2004)

Terhelési szint	Sebesség (km/h)	Szintenként megtett távolság (m)	Összesített távolság (m)	Becsült VO ₂ max (ml/kg/min)
1	8,0	267	267	27,40
2	8,5	283	550	30,33
3	9,0	300	850	33,26
4	9,5	317	1167	36,18
5	10,0	333	1500	39,11
6	10,5	350	1850	42,04
7	11,0	367	2217	44,97
8	11,5	383	2600	47,90
9	12,0	400	3000	50,83
10	12,5	417	3417	53,75
11	13,0	433	3850	56,68
12	13,5	450	4300	59,61
13	14,0	467	4767	62,54
14	14,5	483	5250	65,47
15	15,0	500	5750	68,40
16	15,5	517	6267	71,33
17	16,0	533	6800	74,25
18	16,5	550	7350	77,18
19	17,0	567	7917	80,11
20	17,5	583	8500	83,04

Fellépő tesztek

Harvard fellépő teszt (Brouha és mtsai., 1943)

Szükséges eszközök: mérőpad (vagy szék, 50 cm magas), stopperóra, hanganyagot tartalmazó CD, magnó, adatlap, íróeszköz

Teszt leírása: A vizsgált személynek 5 percen keresztül folyamatosan fel és le kell lépkednie a székre a hanganyag által megszabott ütemre (30 lépés/perc). Egy ütem alatt fel kell lépnie mindkét lábával a székre és le is kell lépnie a talajra. Ugrálás nem megengedett. Ha nem képes teljesíteni az öt perces terhelést, akkor a tesztet előbb is be lehet fejezni, de ebben az esetben a befejezés időpontját fel kell jegyezni. Az 5. perc végén azonnal le kell ülni és egy perc ülést követően fél percig kell mérni a pulzusszámot (1 és 1,5 perc között), illetve további két alkalommal még fél percig regisztrálunk (2 és 2,5; 3 és 3,5 perc között). A pulzusszámok ismeretében a fittségi szint mérhető, a 4.6. táblázat segítségével értékelhető.

Fittségi index (FI) számítása:

$FI = 100 \times \text{teszt időtartama} / (2 \times \text{három mérés pulzusszámainak az összege})$

4.6. táblázat. A Fittségi index értékelő táblázata (Brouha és mtsai., 1943)

Értékelés	Gyenge	Átlag alatti	Átlagos	Jó	Kitűnő
Fittségi index	< 54	54 - 67	68 - 82	83 - 96	> 96

Queens College fellépő teszt (McArdle és mtsai., 1972)

Szükséges eszközök: mérőpad (vagy steppad, 41,3 cm magas), stopperóra, hanganyagot tartalmazó CD, magnó, pulzusmonitor (opcionális), adatlap, íróeszköz

Teszt leírása: A vizsgált személynek 3 percen keresztül folyamatosan fel és le kell lépkednie a székre a hanganyag által megszabott ütemre (férfiak: 24 lépés/perc, nők: 22 lépés/perc). Egy ütem alatt fel kell lépnie mindkét lábával a székre és le is kell lépnie a talajra. A terhelést követően azonnal le kell olvasni a pulzusmonitorról a pulzusszámot, vagy mérni kell azt a tesztet követő első 15 másodpercben. A maximális pulzusszám meghatározásához szükséges a 15 másodperces mérés, majd át kell számítani az egyperces értékre. A kapott eredményből képlet segítségével becsülhető a VO₂max.

Nők:

$$VO_{2\max} \text{ (ml/kg/min)} = 65,81 - (0,1847 \times \text{egyperces maximális pulzusszám (ütés/perc, bpm)})$$

Férfiak:

$$VO_{2\max} \text{ (ml/kg/min)} = 111,33 - (0,42 \times \text{egyperces maximális pulzusszám (ütés/perc, bpm)})$$

Gyalogló tesztek

½ mérföldes gyalogló teszt (Osness és mtsai., 1990)

Szükséges eszközök: ½ mérföld (804,7 m) hosszú kijelölt pálya (sík, vízszintes), stopperóra, mérőszalag, adatlap, íróeszköz

Teszt leírása: Ez a gyalogló teszt az egészséges vagy betegséggel rendelkező idős, idősödő populáció felmérésére szolgál. Ritkábban alkalmazzák edzetlen személyek felmérésére is.

A teszt célja, hogy a vizsgálati személyek a lehető leggyorsabban teljesítsék a ½ mérföldes távolságot, melynek során az eltelt időt mérjük. a futás nem megengedett. A teszt során folyamatosan biztatni kell a résztvevőket, hogy minél jobb eredményt érjenek el. Ha szükséges meg lehet állni a táv teljesítése során pihenni, majd tovább folytatható a gyaloglás.

1 mérföldes gyalogló teszt (Rockport gyalogló teszt; Kline és mtsai., 1987; McSwegin és mtsai., 1998)

Szükséges eszközök: 1 mérföld (1609,3 m) hosszú kijelölt pálya (sík, vízszintes), személyi mérleg, pulzus monitor (pulzusmérő óra) / stopperóra, mérőszalag, adatlap, íróeszköz

Teszt leírása: Az USA-ban használatos fittségi állapot felmérésére szolgáló FitnessGram tesztrendszer egyik eleme is. Az amerikai változatában futó/gyalogló tesztként alkalmazzák, így más képlet és referenciatablázatot használnak az értékeléskor. Általában az alacsonyabb fittségi állapottal rendelkező személyek számára javasolt teszt az aerob állóképesség vizsgálatára.

A teszt kezdetén vízszintes felületre helyezett személyi mérleg segítségével megmérjük a vizsgálati személy testtömegét. Ezt követően felhelyezzük a pulzusmonitort, ha rendelkezésre áll (kézi mérés is lehetséges a teszt végén). A vizsgálat célja a lehető leggyorsabb, gyalogolva történő teljesítése az egymérföldes távolságnak, a futás nem megengedett. A táv teljesítése után a pulzusmonitorról azonnal leolvassuk a maximális pulzusszámot, illetve monitor hiányában a stopperóra segítségével 15 másodpercig mérjük a

pulzusszámot és az egyperces értéket kiszámítjuk belőle. Képletek segítségével a VO_{2max} becsülhető.

VO_{2max} számítása (Az eredeti képletekben szereplő fontban megadott testtömeg dimenziót átszámítottuk kg-ra.):

Kline és mtsai, 1987:

$$VO_{2max} \text{ (l/min)} = 6,9652 + (0,0041 \times \text{testtömeg (kg)}) - (0,0257 \times \text{életkor (év)}) + (0,5955 \times \text{nem}) - (0,2240 \times \text{gyaloglás időtartama (min)}) - (0,0115 \times \text{pulzusszám (utolsó negyedben)})$$

Nem: férfinak 1-et, nőknek 0 kell a képletbe helyettesíteni.

Rockport Walking Institute (1986):

$$VO_{2max} \text{ (ml/kg/min)} = 132,853 - (0,0349 \times \text{testtömeg (kg)}) - 0,3877 \times \text{életkor (év)} + (6,315 \times \text{nem}) - (3,2649 \times \text{gyaloglás időtartama (min)}) - (0,1565 \times \text{pulzusszám (gyaloglás után)})$$

3 mérföldes gyalogló teszt (4,8 km; Cooper és Storer, 2004)

Szükséges eszközök: stopperóra, 400-méteres pálya (beltéri és kültéri pálya is alkalmas), adatlap, íróeszköz

Teszt leírása: Az 1 mérföldes gyalogló tesztnél (lásd korábban) nagyobb motivációt, monotónia túrést igényel a gyalogló teszt végrehajtása. Kenneth Cooper, a teszt megalkotója azon személyek számára javasolja, akik a felmérést megelőzően legalább 6 héten át rendszeresen gyalogoltak. A vizsgálati személynek olyan gyorsan kell teljesítenie a 3 mérföldet a kijelölt pályán (4,80 km; futás nélkül), amilyen gyorsan lehetséges. A teljesítés időtartamát másodpercben elég rögzíteni, ezen eredmény az alapja a fittségi szint megállapításának. A fittségi kategóriák szerinti besorolás a 4.7. táblázatban található.

4.7. táblázat. A3 mérföldes gyalogló teszt értékelő táblázata (Értékeket perc:másodperc mértékegységgel adtuk meg; Forrás: Cooper, 1982).

Életkor/ Nem	Nagyon gyenge	Gyenge	Átlagos	Jó	Kitűnő
13-19 év					
Fiú	$\geq 45:01$	45:00 - 41:01	41:00 - 37:31	37:30 - 33:00	$\leq 32:59$
Leány	$\geq 47:01$	47:00 - 43:01	43:00 - 39:31	39:30 - 35:00	$\leq 34:59$
20-29 év					
Férfi	$\geq 46:01$	46:00 - 42:01	42:00 - 38:31	38:30 - 34:00	$\leq 33:59$
Nő	$\geq 48:01$	48:00 - 44:01	44:00 - 40:31	40:30 - 36:00	$\leq 35:59$
30-39 év					
Férfi	$\geq 49:01$	49:00 - 44:31	44:30 - 40:01	40:00 - 35:00	$\leq 34:59$
Nő	$\geq 51:01$	51:00 - 46:31	46:30 - 42:01	42:00 - 37:30	$\leq 37:29$
40-49 év					
Férfi	$\geq 52:01$	52:00 - 47:01	47:00 - 42:01	42:00 - 36:30	$\leq 36:29$
Nő	$\geq 54:01$	54:00 - 49:01	49:00 - 44:01	44:00 - 39:00	$\leq 38:59$
50-59 év					
Férfi	$\geq 55:01$	55:00 - 50:01	50:00 - 45:01	45:00 - 39:00	$\leq 38:59$
Nő	$\geq 57:01$	57:00 - 52:01	52:00 - 47:01	47:00 - 42:00	$\leq 41:59$
60+ év					
Férfi	$\geq 60:01$	60:00 - 54:01	54:00 - 48:01	48:00 - 41:00	$\leq 40:59$
Nő	$\geq 63:01$	63:00 - 57:01	57:00 - 51:01	51:00 - 45:00	$\leq 44:59$

6 perces gyalogló teszt (Rikli és Jones, 1998, Jenkins és mtsai, 2009)

Szükséges eszközök: mérőszalag (30-méteres), 50 yard (45,72 m) hosszú pálya, 4 db bója, stopperóra, pulzus monitor (nem kötelező tartozék), személymérleg, antropométer, adatlap, íróeszköz

Teszt leírása: A 6 perces gyalogló teszt a Szenior Fitnesz Tesztrendszerben az aerob állóképesség mérésére szolgáló teszt. A teszt alkalmas a VO_{2max} becslésére a 60 évnél idősebb személyeknél (Rikli és Jones, 1998), gyermekek felmérésére (Goemans és mtsai., 2003), illetve számos beteg csoportban is megbízhatóan alkalmazták. Például tüdőbetegeknél (Brooks és mtsai., 2003), szívbetegeknél és ízületi gyulladástól szenvedő személyeknél is (Jenkins és mtsai., 2009).

Ki kell jelölni az 50 yard (45,72 m) hosszú kültéri vagy beltéri pályát a mérőszalag segítségével, majd egymástól egyenlő távolságra (kb. 11,5 m-ként) tesszük a bójákat. Ezt követően, ha rendelkezésre áll, felhelyezzük a pulzusmonitort a mellkasra (kézi mérés is

lehetséges a teszt végén). A vizsgálati személyek indító jelre kezdenek gyalogolni körbe-körbe a kijelölt pályán. A cél, hogy 6 perc alatt minél több hosszt teljesítsenek. A 6. perc végén meg kell állni és a mérőszalag segítségével lemérni távolságot, amit az alany teljesített, a pulzusmonitorról azonnal leolvassuk a maximális pulzusszámot, illetve monitor hiányában a stopperóra segítségével 15 másodpercig mérjük a pulzusszámot. Ebből a pulzusszám értékből kiszámítjuk az egyperces pulzus értékét. Ha szükséges, a teszt közben az alanyok megállhatnak, pihenhetnek, majd folytathatják a tesztet. A vizsgálat során fontos a percenkénti tájékoztatás az időről, illetve az alanyok folyamatos ösztönzése a minél jobb teljesítményre. Képletek segítségével megbecsülhető az adott személy számára teljesítendő távolság.

Becsült (elvárt) távolságok (Jenkins és mtsai, 2009):

Férfiak: $Távolság (m) = 867 - (5,71 \times \text{életkor (év)}) + (1,03 \times \text{testmagasság (cm)})$

Nők: $Távolság (m) = 525 - (2,86 \times \text{életkor (év)}) + (2,71 \times \text{testmagasság (cm)}) - (6,22 \times \text{BMI})$

Férfiak: $Távolság (m) = 748 - (6,32 \times \text{életkor (év)}) + (0,64 \times \text{testmagasság (cm)}) + (2,69 \times \text{maximális pulzusszám (becsült, ütés/perc, bpm)})$

Nők: $Távolság (m) = 541 - (3,81 \times \text{életkor (év)}) + (1,80 \times \text{testmagasság (cm)}) - (6,92 \times \text{BMI}) + (2,41 \times \text{maximális pulzusszám (becsült, ütés/perc, bpm)})$

LABORATÓRIUMI TESZTEK AZ ÁLLÓKÉPESSÉG MÉRÉSÉRE

A laboratóriumban végzett tesztek esetén a számos műszer és a képzett személyzet nélkülözhetetlen a biztonságos és alapos mérésekhez, így az elvégzett vizsgálatok jóval költségesebbek a pályateszteknél. Ezek a tesztek orvosi felügyelet mellett végezhetőek. Előnyük, hogy környezet állandóságát (hőmérséklet, páratartalom stb.) könnyebb biztosítani, így a mérési eredmények precízebbek, továbbá nagy pontosságú műszerek segítik a mérést. Az állóképesség vizsgálatokor gyakran használt műszerek a különböző ergométerek, az elektrokardiográf, illetve a spirométer.

Ergométerek segítségével a vizsgált személy által elvégzett munka mennyiségét tudjuk definiálni. A terhelésélettani vizsgálatokban leggyakrabban használt típusok: a futószalag-vagy a kerékpár ergométer. Sportágspecifikus teszteknel, edzéseknél alkalmazzák még az evezőpad ergométert vagy a kajak ergométert, de a karergométert is.

Az elektrokardiográf segítségével a szív ciklusos működése, míg a spirométer segítségével a légzőrendszer funkciója (a leadott és felvett légzési gázok térfogata, időbelisége) vizsgálható. Ezen diagnosztikai eljárásokon kívül a mérések során nyugalmi –, szintenkénti –, és a terhelést követő vérnyomás mérése szükséges.

Az állóképesség vizsgálatakor egy meghatározott terhelés során vizsgáljuk a kardiorespiratórikus rendszer működését az előzőekben említett három műszer segítségével. Kutatócsoportok az egyes betegséggel rendelkező és egészséges populációk laboratóriumi körülmények között történő felméréséhez meghatározott protokollokat dolgoztak ki napjainkra.

A protokollok kidolgozása során megállapították, hogy lineáris kapcsolat van a pulzusszám, az elvégzett munka (teljesítmény) és a VO_{2max} között. Így két paraméter ismeretében a harmadik becsülhető (Sjostrand, 1947). Validált teszteknel az elvégzett munka és a pulzusszám ismeretében nagy pontossággal VO_{2max} becsülhető, így gyakran a spirométer hiányában becsülik az aerob kapacitást.

A terhelés során alkalmazott protokollokat szokás csoportosítani, mint szubmaximális és maximális (vita maxima) tesztek. A szubmaximális tesztek esetén az adott személy számára maximálisnak tekinthető terhelési szint előtt befejeződik a terhelés. A befejezés idejének meghatározása kétféle módon is lehetséges, vagy a becsült maximális pulzusszám adott százalékánál ér véget a teszt, vagy a becsült VO_{2max} értéke alapján határozzák meg a befejezést. A másik típus esetében a teszt a vizsgálati személy toleranciaszintjéig tart.

Másik csoportosítási lehetőség, amikor a terhelés során használt ergométer típusa szerint különítjük el a protokollokat. Leggyakrabban futószalag és kerékpár ergométer teszteket szokás alkalmazni, mind az orvosi diagnosztikában, mind a terhelésélettani vizsgálatok során is.

Futószalagon végezhető protokollok

Bruce protokoll (Bruce, 1963)

Szükséges eszközök: komplett spiroergometriás rendszer (spirométer, elektrokardiográf, futószalag), vérnyomásmérő készülék

Teszt leírása: A legszélesebb körben alkalmazott futószalagokra kifejlesztett protokoll, mind egészséges, mind beteg személyek vizsgálatára alkalmas, számos változata létezik a különböző korosztályok vizsgálatára. A vizsgálat orvosi felügyelet mellett végezhető.

A tesztet megelőzően szükséges a vizsgálati személy pontos kikérdezése a jelenlegi állapotával, ismert betegségeivel, rendszeresen szedett gyógyszereivel kapcsolatban. A terhelést megelőzően nyugalmi elektrokardiogram (EKG) elkészítése, vérnyomás mérése szükséges. A vizsgálati személy alapadatait (testtömeg, testmagasság, születési idő) meg kell adni a méréshez. Ha aktuális, pontos adatok nem állnak rendelkezésre, akkor meg kell mérni azokat.

A Bruce protokoll teljesítése előtt a futószalag egy standard egyperces bemelegítést ütemez, hogy a vizsgált személy megszokhassa a futószalagon történő mozgást. Ezt követően 3 percenként növekedni fog a futószalag sebessége és dőlésszöge (4.8. táblázat).

Egészséges felnőtteknél, sportolóknál a terhelés a vizsgálati személy toleranciaszintjéig történik, vagy a maximális pulzusszám eléréséig, míg beteg személyeknél a pulzustartalék 85%-áig. A spirométer közvetlenül képes mérni az oxigénfelvétel abszolút értékét, relatív értékét a testtömeg megadása mellett meghatározza.

4.8. táblázat. Bruce protokoll egyes szintjeihez tartozó sebesség és dőlésszög adatok (Forrás: Bruce, 1963).

Szint	Szint időtartama (min)	Sebesség (km/h)	Dőlésszög (%)
1	3	2,7	10
2	3	4,0	12
3	3	5,4	14
4	3	6,7	16
5	3	8,0	18
6	3	8,8	20
7	3	9,6	22

A protokollt módosították, további szintekkel egészítették ki a beteg vagy idős személyek vizsgálatára. Az első szintet megelőzően, két háromperces, azonos sebességű (2,7 km/h) szinttel egészítették ki, melyeknek csak a dőlésszöge különbözik (0 és 5%). A teszt

elvégezhető spirométer hiányában is, eredményéből becsülni lehet a VO_{2max} értékét képlet segítségével.

Mozgásszegény életmódot folytató személy esetén (Cooper, 2004):

$$VO_{2max}(ml/kg/min) = (3,298 \times \text{idő (min)}) + 4,07$$

Általánosan használatos becslési eljárás (Cooper, 2004):

$$VO_{2max}(ml/kg/min) = (3,36 \times \text{idő (min)}) - (2,82 \times \text{nem})$$

Nem: férfinak 1-et, nőknek 2 kell a képletbe helyettesíteni.

Balke protokoll (Balke és Ware, 1959)

Szükséges eszközök: komplett spiroergometriás rendszer (spirométer, elektrokardiográf, futószalag), vérnyomásmérő készülék

Teszt leírása: A tesztet megelőzően szükséges a vizsgálati személy pontos kikérdezése a jelenlegi állapotával, ismert betegségeivel, rendszeresen szedett gyógyszereivel kapcsolatban. A vizsgálat orvosi felügyelet mellett végezhető. A terhelést megelőzően nyugalmi elektrokardiogram (EKG) elkészítése, vérnyomás mérése szükséges. A vizsgálati személy alapadatait (testtömeg, testmagasság, születési idő) meg kell adni a méréshez. Ha aktuális, pontos adatok nem állnak rendelkezésre, akkor meg kell mérni azokat.

A protokollt megelőzően egy standard egyperces bemelegítést végez a vizsgálati személy a futószalagon. Ezt követően konstans sebesség mellett (4,8 km/h) minden percben 1 %-kal növekszik a futószalag dőlésszöge (4.9. táblázat).

Egészséges felnőtteknél, sportolóknál a terhelés az alany toleranciaszintjéig történik, vagy a maximális pulzusszám eléréséig, míg beteg személyeknél a pulzustartalék 85%-ig. Az eredeti közlemény szerint a 180 ütés/perc-es (bpm-es) pulzusszám elérése jelzi a terhelés végét. Az oxigénfelvevő képességet közvetlenül meghatározzuk a protokoll során, vagy spirométer hiányában képlet segítségével becsülhető.

Balke és Ware-féle képletben (1959) a sebesség átszámításra került m/min-ről km/h-ra.

$VO_2 \text{ (ml/kg/min)} = (18,75 \times \text{sebesség (km/h)}) \times (0,073 + \text{dőlésszög}/100) \times 1,8$

4.9. táblázat. Balke protokoll egyes szintjeihez tartozó sebesség és dőlésszög adatok (Forrás: Balke és Ware, 1959).

Szint	Szint időtartama (min)	Sebesség (km/h)	Dőlésszög (%)
1	1	4,8	1
2	1	4,8	2
3	1	4,8	3
4	1	4,8	4
5	1	4,8	5
6	1	4,8	6
7	1	4,8	7
8	1	4,8	8
9	1	4,8	9
10	1	4,8	10
11	1	4,8	11
12	1	4,8	12
13	1	4,8	13
14	1	4,8	14
15	1	4,8	15
16	1	4,8	16
17	1	4,8	17
18	1	4,8	18
19	1	4,8	19
20	1	4,8	20

Egyéb tesztek

Több más futószalag protokoll is ismert, köztük a Naughton és Haider (1973), Foster és mtsai. (1984), Ellestad és mtsai. (1979) által kidolgozott tesztek.

Kerékpár ergométer protokollok

Ezen teszteknel fontos a kerékpár ülésének megfelelő beállítása. A térdnek 5-15°-os szöget kell bezárni a pedál tekerése közben. Az ülés magasságát (cm) fel kell jegyezni, hogy a későbbi terhelés összehasonlítható legyen a korábbiakkal (Cooper és Storer, 2004).

YMCA kerékpár ergométer teszt (YMCA, 1989)

Szükséges eszközök: Szükséges eszközök: komplett spiroergometriás rendszer (spirométer, elektrokardiográf, kerékpár ergométer), vérnyomásmérő készülék

Teszt leírása: A teszt előtt szükséges a vizsgálati személy pontos kikérdezése a jelenlegi állapotával, ismert betegségeivel, rendszeresen szedett gyógyszereivel kapcsolatban. A vizsgálat orvosi felügyelet mellett végezhető. A terhelést megelőzően nyugalmi elektrokardiogram (EKG) elkészítése, vérnyomás mérése szükséges. A vizsgálati személy alapadatait (testtömeg, testmagasság, születési idő) meg kell adni a méréshez. Ha aktuális, pontos adatok nem állnak rendelkezésre, akkor meg kell mérni azokat.

Gyakran alkalmazott a szubmaximális kerékpár ergométer teszt. Négy szintből áll a protokoll, ahol az összes szint időtartama 3 perc (4.10. táblázat). Az első szint végén észlelt pulzusszám függvényében kell beállítani a további terhelési szintek erősségét. Az első szint 25 Watt, a további szintek erősségét az utolsó 5 s alatt észlelt pulzusszám szabja meg. Az ergométer pedálját konstans 50-60 percenkénti fordulatszámon kell tartani végig a terhelés során. A terhelés során az egyes szintekhez tartozó oxigénfelvételt spirométer segítségével regisztráljuk.

4.10. táblázat. A YMCA protokoll (Az eredeti táblázat kilopondban jelenítette meg az eredményeket, ezek átszámolásra kerültek Watt-ra. A bpm megegyezik az ütés/perc mértékegységgel. Forrás: Golding és mtsai.,1989)

150 kg m 25W			
HR < 80 bpm	HR 80-89 bpm	HR 90 - 100 bpm	HR > 100 bpm
750 kg m 125 W	600 kg m 100 W	450 kg m 75 W	300 kg m 50 W
900 kg m 150 W	750 kg m 125 W	600 kg m 100 W	450 kg m 75 W
1050 kg m 175 W	900 kg m 150 W	750 kg m 125 W	600 kg m 100 W

Storer protokoll (Storer és mtsai., 1990)

Szükséges eszközök: komplett spiroergometriás rendszer (spirométer, elektrokardiográf, kerékpár ergométer), vérnyomásmérő készülék

Teszt leírása: Ez a protokoll a maximális terheléses tesztek közé sorolható, ahol a vizsgált személy maximális teljesítményének eléréséig, a toleranciaszintjéig tart a terhelés. A vizsgálat orvosi felügyelet mellett végezhető. A terhelés 50 Watt-ról indul és fokozatosan nehezedik minden percben 15 Watt-tal (4.11. táblázat). A pedál fordulatszámát 70 fordulat/percen kell tartani. Ha 15 másodpercnél hosszabb ideig nem sikerül a fordulatszámot a megfelelő értéken tartani, akkor a tesztet be kell fejezni.

4.11. táblázat. A Storer protokoll (Forrás: Storer és mtsai., 1990)

Terhelési szint	Terhelés erőssége (W)
1	50
2	65
3	80
4	95
5	110
6	125
7	140
8	155
9	170
10	205

Ha nem áll rendelkezésre spirométer, akkor a VO₂max a teszt során elért maximális pulzusszám segítségével is becsülhető (Storer és mtsai., 1990):

Nők:

$$\text{VO}_2\text{max (ml/min)} = (9,39 \times \text{terhelés erőssége (W)} + (7,7 \times \text{testtömeg (kg)}) - (5,88 \times \text{életkor (év)}) + 136,0$$

Férfiak:

$$\text{VO}_2\text{max (ml/min)} = (10,51 \times \text{terhelés erőssége (W)} + (6,35 \times \text{testtömeg (kg)}) - (10,49 \times \text{életkor (év)}) + 519,3$$

Astrand-Rhyming protokoll (Astrand, 1960)

Szükséges eszközök: spirométer (opcionális), elektrokardiográf (opcionális, kiváltható más pulzusmonitorral), kerékpár ergométer, vérnyomásmérő készülék (opcionális)

Teszt leírása: A tesztet megelőzően szükséges a vizsgálati személy pontos kikérdezése a jelenlegi állapotával, ismert betegségeivel, rendszeresen szedett gyógyszereivel kapcsolatban. A vizsgálat orvosi felügyelet mellett végezhető. A terhelést megelőzően nyugalmi elektrokardiogram (EKG) elkészítése, vérnyomás mérése szükséges. A vizsgálati személy alapadatait (testtömeg, testmagasság, születési idő) meg kell adni a méréshez. Ha aktuális, pontos adatok nem állnak rendelkezésre, akkor meg kell mérni azokat. A mérés során folyamatosan, azonos terhelés mellett 7 percen keresztül kell a kerékpár ergométer pedálját hajtani. A terhelés során regisztrálni kell a pulzusszámot vagy EKG készülékkel, vagy

pulzusmonitor segítségével. AVO_{2max} az eredeti teszt szerint Astrand és kutatócsoportja által kifejlesztett nomogram segítségével becsülhető. Ehhez a pulzusszámot és a terhelés erősségét ($kg \times m/min$) kell ismerni.

10-18 éves személyek esetében a VO_{2max} számítás segítségével is meghatározható. Az eredeti képletet átalakítva (Buono és mtsai, 1989), a $kg \times m/min$ mértékegységet átszámítottuk Watt-ra :

Leányok:

$$VO_{2max} = (0,00193 \times (6,12 \times \text{terhelés erőssége (W)}) + 0,326) / (0,769 \times \text{HR (ütés/perc, bpm)} - 56,1) \times 100$$

Fiúk:

$$VO_{2max} = (0,00212 \times (6,12 \times \text{terhelés erőssége (W)}) + 0,299) / (0,769 \times \text{HR (ütés/perc, bpm)} - 48,5) \times 100$$

HR: a terhelés után 6 perccel mért pulzusszám

Wingate anaerob teszt (Del Coso and Mora-Rodriguez, 2006)

A Wingate tesztet kerékpár ergométeren hajtják végre az anaerob teljesítmény és az anaerob kapacitás meghatározására. Néhány perces bemelegítés után - szintén bemelegítésként - 2-3-szor 15 mp-es sprintet hajt végre a vizsgált személy. A bemelegítés után egy perc pihenő elteltével kezdődik a teszt. Először 5 mp-en keresztül a vizsgált személy teljes sebességgel hajtja a kerékpárt ellenállás nélkül, majd további 30 mp teljes sebességű sprint következik ellenállással. A teszt során alkalmazott ellenállást $0,075 \text{ kg} \cdot \text{testtömeg kg} - \text{ban}$ állapították meg a kutatók. A teszt során az alábbi változókat határozhatjuk meg:

- Csúcs teljesítmény (Watt) = Ellenállás (kg) $\cdot$ megtett távolság (m) / perc, melyet az első 5 mp-re számolunk ki.
- Relatív csúcs teljesítmény (Watt/kg) = Csúcs teljesítmény (Watt) / testtömeg (kg)
- Anaerob fáradás = A 30 mp alatti legalacsonyabb 5 mp-es csúcs teljesítmény százalékos kifejezése a legmagasabb 5 mp-es csúcs teljesítményhez képest.
- Anaerob kapacitás (Joule) = Ellenállás (kg) $\cdot$ megtett távolság (m) a teljes 30 mp-es teszt alatt.

A teszt elején és végén a vér tejsavszintjét is meg szokták határozni.

IRODALOMJEGYZÉK

American Heart Association (1972) Exercise testing and Training of Apparently Healthy Individuals: A Handbook for Physicians. American Heart Association Dallas

Astrand I (1960) Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiologica Scandinavica* 49:1-92.

Astrand PO, Ryhming I (1954) A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during sub-maximal work. *Journal of Applied Physiology* 7:218-21.

Balke B (1963) A simple field test for the assessment of physical fitness. Civil Aeromedical Research Institute Report 63-18. Oklahoma City: Federal Aviation Agency.

Balke B, Ware R (1959) An experimental study of Air Force personnel. *United States Armed Forces Medical Journal* 10:675-88.

Brouha L, Health CW, Graybiel A (1943) Step test simple method of measuring physical fitness for hard muscular work in adult men. *Rev Canadian Biol* 2:86

Brooks D, Solway S, Gibbons WJ (2003) ATS (American Thoracic Society) statement on six-minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 167:1287.

Bruce RA, Blackmon JR, Jones JW, Strait G (1963) Exercising testing in adult normal subjects and cardiac patients. *Pediatrics* 32 Suppl:742–756.

Buono MJ, Roby JJ, Micale FG, Sallis JF (1989) Predicting maximal oxygen uptake in children: modification of the Astrand-Ryhming test. *Pediatric Exercise Science* 1:278-283.

Cooper KH (1968) A means of assessing maximal oxygen intake correlation between field and treadmill testing. *Journal of American Medical Informatics Association* 203:201-4.

Cooper KH (1982) *The Aerobics Program for Total Well-Being*. Bantam Books/M. Evans New York

Cooper CB, Storer TW (2004) Exercise testing and interpretation: a practical approach. Cambridge University Press, Cambridge

Del Coso J, Mora-Rodriguez R (2006) Validity of cycling peak power as measured by a short-sprint test versus the Wingate anaerobic test. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism* 31:186–189.

F Mérey I (2006) Mérd magad! Egészség, fittség tudatosan. Mini Hungarofit. Magánkiadás, Budapest

Goemans N, Klingels K, van den Hauwe M, Boons S, Verstraete L, Peeters C, Feys H, Buyse G (2013) Six-Minute Walk Test: Reference Values and Prediction Equation in Healthy Boys Aged 5 to 12 Years. *PLoS One* 8(12):e84120.

Golding LA, Myers CR, Sinning WE (1989) *Y's Way to Physical Fitness*. YMCA of the USA by Human Kinetics Publishers

Horwill F (1994) *Obsession for Running*. Colin Davies Printers / British Milers' Club

Jenkins S, Cecins N, Camarri B, Williams C, Thompson P, Eastwood P (2009) Regression equations to predict 6-minute walk distance in middle-aged and elderly adults. *Physiotherapy Theory and Practice* 25:516-22.

Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. (2012) *Physiology of Sport and Exercise* 5th edition. Human Kinetics

Kline G, Porcari J, Hintermeister R, Freedson P, Ward A, McCarron R, Ross J, Rippe J (1987) Estimation of $\text{VO}_{2\text{max}}$ from a 1-mile track walk, gender, age, and body weight. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 19:253-59.

Léger LA, Lambert J (1982) A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict $\text{VO}_{2\text{max}}$. *European Journal of Applied Physiology* 49:1-12.

McArdle WD, Katch FI, Pechar GS, Jacobson L, Ruck S (1972) Reliability and interrelationships between maximal oxygen uptake, physical work capacity and step test scores in college women. *Medicine and Science in Sports* 4:182-186.

McSwegin P, Plowman S, Wolff G, Guttenberg G (1998) The validity of a one-mile walk test for high school age individuals. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 2:47-63.

Osness WH, Adrian M, Clark B, Hoeger W, Raab D, Wisnell R (1990) Functional fitness assessment for adults over 60 years (a field based assessment). American Alliance for Health Physical Education Recreation and Dance (AAHPRED) Reston

Rikli RE, Jones CJ (1998) The reliability and validity of a 6-minute walk test as a measure of physical endurance in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity* 6:363-375.

Sjostrand T (1947) Changes in the respiratory organs of workmen at an ore melting works. *Acta medica Scandinavica* 196Suppl:687.

Storer TW, Davis JA, Caiozzo VJ (1990) Accurate prediction of VO₂max in cycle ergometry. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 22(5):704-12.

Felhasznált weboldalak:

<http://www.topendsports.com>

<http://www.diaksport.eu>

http://www.cooperinst.org/pub/file.cfm?item_type=xm_file&id=2576

V. AZ ERŐ MÉRÉSE (VÁCZI MÁRK)

Az erő a kondicionális képességek egyik fajtája, és sokféleképpen definiálják. Egyszerűen fogalmazva az erő olyan képesség, mely valamilyen ellenállás (akár külső, akár a saját testtömeg) megtartását, vagy adott sebességű mozgatását teszi lehetővé. Az erő kifejtése a neuromuszkuláris (ideg-izom) rendszer produktuma, vagyis amikor az idegrendszer által elindított idegi impulzusok elérik az izmot, akkor az aktív állapotba kerül, erőt fejt ki. Így tehát valamennyi motoros pályateszt és számos laboratóriumi teszt, amely az erő mérésére irányul, valójában a teljes neuromuszkuláris rendszer működési kapacitását méri. Ép központi idegrendszer nélkül ugyanis az izmok nem képesek akaratlagos erőt kifejteni. Az erőről, mint kondicionális képességről általában a sportolók felülszárnyalhatatlan fizikuma jut eszébe a laikusoknak. Az erőt azonban életkortól, nemtől, valamint edzettségi és egészségi állapottól függetlenül kell vizsgálnunk, mert bármilyen emberről is van szó, mindig ugyanarról a newtoni erő kifejtésről beszélünk. Ez alatt azt értjük, hogy például egy idős embernek relatíve ugyanakkora erő kifejtést jelenthet a székből való felállás, mint egy sportolónak a 100kg-mal végrehajtott guggolás. Mindkét személy a maximális erejének közel 100%-át fejt ki, hogy a mozgást elvégezze. Ebben a fejezetben az erő kifejtés egyes komponenseinek mérését tárgyaljuk a leggyakrabban alkalmazott pályatesztek és laboratóriumi módszerek bemutatásával, tekintettel a vizsgált személyek nemére, életkorára, edzettségi és egészségi állapotára.

AZ ERŐ MÉRÉSE PÁLYATESZTEKKEL

Az abszolút (maximális) erő mérése

A vázizom maximális erő kifejtése a neuromuszkuláris rendszer akaratlagos és legmagasabb szintű aktivitásával jön létre. Minden olyan teszt feladatnál, amelynél a maximális erőt kívánjuk mérni, feltételezzük, hogy a vizsgált személy a lehető legtöbb izomrostját akaratlagosan aktiválja. Tehát a maximális erő mérésére irányuló tesztek a neuromuszkuláris rendszer motoros egységeinek szinkronizált működését mérik, ezért ez a leggyakrabban használt módszer az ilyen vagy általános célú edzésprogramok hatékonyságának nyomon követésére, vagy akár a különböző edzettséggel rendelkező csoportok összehasonlítására mind a rekreációs jellegű sportolás során, az élsportban, mind

pedig a sporttudományi kutatásokban. A maximális erő kifejtő képesség a központi idegrendszer aktivitási képességén kívül még az érintett izom vagy izomcsoport keresztmetszetétől is függ.

A pályatesztek végrehajtásánál mért **maximális erő** alatt azt a lehető legnagyobb ellenállást értjük, amelyet a vizsgált személy az adott feladatban pontosan egyszer tud legyőzni. Értékét általában kilogrammban fejezik ki, és az érték nagysága mindenképpen feladatfüggő. Ha például egy sportoló 100 kg-mal képes mélyguggolás helyzetébe leereszkedni és felállni, akkor a maximális ereje ebben a feladatban 100 kg. Ha viszont a feladat során arra kérjük, hogy csak félguggolásig ereszkedjen le és onnan álljon fel, azt tapasztaljuk, hogy nagyobb tömeget is képes mozgatni. Módosíthatja a mért erő értékét a testrészek helyzete, pl. terpesz mértéke guggolásnál, vagy a fogás szélessége fekvenyomásnál. Így tehát a maximális erő mérésekor szigorúan meg kell határozni a végrehajtás módját. Az erő mérésére szolgáló pályateszteknél általában a gyakorlat során a kiindulási és végső ízületi szöghelyzetet, vagyis a mozgástartományt szokás standardizálni. Különböző szöghelyzetekben ugyanis a muszkuloszkeletális rendszer eltérő forgatónyomatékokat képes kifejteni, tehát téves adatot kaphatunk, ha ezt nem kontrolláljuk. Még pontosabb mérést tudunk kivitelezni, ha a végrehajtás sebességét is standardizáljuk, bár erre egy-két pályateszten kívül csak a laboratóriumi eszközök adnak lehetőséget.

Az egyik legfontosabb erő kifejtési paraméter, amelyet a maximális erőből tudunk kiszámolni, az a **relatív erő**. A relatív erő kifejtés alatt azt értjük, hogy a vizsgált személy saját testtömegéhez képest mekkora maximális erőt képes kifejteni. Tehát kiszámolási módja: relatív erő = maximális erő / testtömeg. Az ember funkcionális képességeinek szempontjából ez sokkal fontosabb érték, mint az abszolút erő. Képzeljük el, hogy a sportolók leggyakoribb alapmozgásai, mint például az ugrás és a futás során, a sportolónak saját testtömegét kell nagy sebességgel mozgatnia. Newton II. törvényéből ($F = m \cdot a$) adódóan a sportoló akkor tudja a legnagyobb gyorsulást és sebességet elérni, ha alacsony testtömeggel és nagy maximális erővel rendelkezik, tehát a kettő arányának kedvezőnek kell lennie. Ha pl. egy 80 kg és egy 100 kg tömegű ember egyaránt 100 kg-mal képes guggolni, akkor a 80 kg tömegű ember várhatóan nagyobb gyorsulással képes saját testét mozgatni, mert nagyobb a relatív ereje. De hasonlóképpen fontos a relatív erő mérése a nem sportoló populációban is. Az elhízás például passzív testtömeg-növekedést eredményez, de az efféle tömegnövekedés nem párosul erőnövekedéssel, vagyis csökken a relatív erő, amely akadályozza a személy mozgásképeségét (pl. székből felállás, lépcsőzés, emelkedőre gyaloglás).

A maximális erő mértékét **egy ismétléses maximumnak** is nevezik. A nemzetközi irodalomból adoptálva a „one repetition maximum” szóláncból származtatjuk az **1RM** rövidítést, mellyel a magyar nyelvben is egyre többször találkozunk. Az 1RM felmérése azt jelenti, hogy meghatározzuk azt az ellenállást (pl. kg-ban), amelyet a vizsgált személy az adott feladatban, a kívánt mozgástartományt betartva, a kiinduló helyzetből indulva és abba visszatérve képes egyszer legyőzni. Az 1RM felmérésekor a mozgás sebességét nem szokták megszabni. Az 1RM bármilyen edzettségi háttérrel rendelkező populációnál felmérhető az alábbi feltételekkel:

- Csak a nagy izomcsoportoknál alkalmazzuk, mert a kisebb izomcsoportok, elsősorban a kar és a vállöv izmai sérülékenyebbek és a nagy feszülés alatt meghúzódhatnak.
- Inkább a többízületes mozgásoknál (pl.: fekvenyomás, lábtolás, guggolás) mérjük fel, mert ott több izom/izomcsoport együttesen fejt ki erőt, és így is kisebb a sérülés kockázata.
- A vizsgált személynek meg kell ismerkednie a felmérő tesztel, és azt biztonsággal el kell elsajátítania a sérülési kockázat csökkentése végett. Ezért javasolt, hogy 1RM felmérést csak legalább négy hét erőfejlesztő edzés után végezzünk. A tudományos kutatásokban alkalmazott 1RM méréseknél, ahol nem előzi meg edzés a felmérést, ott is szükség van legalább egy tanulási alkalomra (familiarizáció), és a tényleges felmérésnél különös gondossággal és figyelemmel kell eljárni. Az erőfejlesztő gépekkel végrehajtott felmérés biztonságosabb, mint szabadsúlyokkal, így az edzetlen, idősödő és beteg személyeknél ez javasolt. Érdekes, hogy az edzetlen személyek ritkábban sérülnek meg 1RM felmérésekor, mint az edzettek. Ez valószínű annak köszönhető, hogy az edzetlen emberek képtelenek izomzatuk nagy részét aktiválni, így kisebb feszülés keletkezik abban.

Az 1RM felmérését az alábbiak szerint végezzük el (Kreamer és Fry, 1995):

- Bemelegítéssel fokozatosan elő kell készíteni az izmokat a nagy erő kifejtésre. Ez 5-10 perc aerob jellegű keringésfokozó blokkal kezdődik.
- Ezt követően a mozgásban résztvevő izmok statikus és dinamikus nyújtását kell végezni.
- Utána magával a tesztfeladattal folytatjuk a bemelegítést: 5-10 ismétlés, a várható maximum 40-60%-ával.

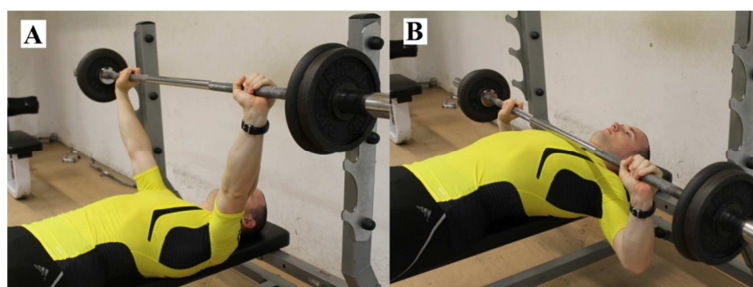
- Egy perc pihenőidő elteltével 3-5 ismétlést végzünk a várható maximum 60-80%-ával.
- Kísérlet az 1RM elérésére. Sikeres kísérlet után, 3-5 perc pihenőidő elteltével növeljük az ellenállást. A cél az, hogy a 3-5 maximális erejű kísérletből a vizsgált személy elérje a tényleges 1RM-et.
- Az utolsó sikeres kísérlethez tartozó ellenállás tömegét jegyezzük fel.

Az 1RM becsült maximumának kiszámolását a 10RM leírásánál részletezzük később. Az 1RM felmérésére bármely olyan gyakorlat megfelel, ahol szabályozni tudjuk a legyőzendő ellenállást (súlyt), és fokozatosan emelve azt, elérjük az erő kifejtés maximumát. Az alábbiakban felsorolunk néhány gyakran alkalmazott gyakorlatot az 1RM felmérésére:

Fekvenyomás

Szükséges eszközök: vízszintes pad, súlyzóállvány, súlyzórúd, súlyzó tárcsák (lehetőleg 1,25 kg legyen a legkisebb, ha alacsony fittségi állapotban lévő személyről van szó).

A teszt leírása: Többízületes mozgás, mely a vállöv anterior izmainak, valamint a könyök extensor izmának a felmérését szolgálja. A vizsgált személy padon hanyattfekvésben a súlyzó rudat mellső középtartásban tartja, nyújtott könyökkel és felső madárfogással. Először a súlyzórúd kontrollált leengedését végzi karhajlítással addig a pontig, ameddig az érintkezik a szegycsonttal, majd a súlyt visszaemeli a kiindulási helyzetbe (5.1. ábra). Az erő kifejtés közben a csípő emelése kedvezhet a mellizmok működésének, így a pontos mérés érdekében ezt akadályozzuk meg. A mérés alatt standardizálnunk kell a fogás szélességét is, mert az befolyásolja a szinergista izmok bekapcsolódásának mértékét. A felmérés alatt mindenképpen segítségnyújtásra van szükség, hiszen sikertelen végrehajtás esetén a vizsgált személy a súlyt csak egy segítővel együtt tudja visszatenni az állványra. A segítő a vizsgált személy feje mögött helyezkedjen el, lehetőleg minél közelebb a súlyzórúddhoz.

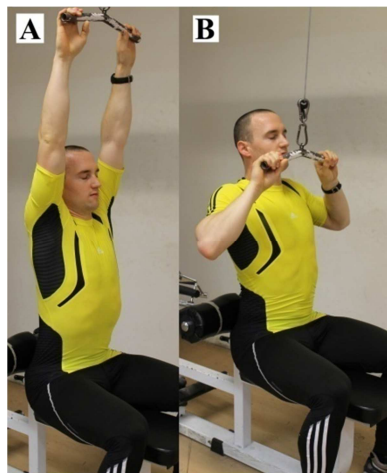


5.1. ábra. Fekvenyomás kiinduló és befejező helyzete (A), valamint az excentrikus-koncentrikus átmenet helyzete (B).

Lehúzás csigásgépen

Szükséges eszközök: csigásgép, pad vagy szék

A teszt leírása: Többízületes mozgás, mely a vállöv süllyesztését és a kar hajlítását elősegítő izmok felmérését végzi. A vizsgált személy ülő helyzetben, magastartásban, felső madárfogással fogja a rudat. A feladat a rúd lehúzása az áll vonaláig, majd kontrollált visszaengedése a kiinduló helyzetbe (5.2. ábra). A végrehajtás módját több szempontból is standardizálnunk kell: meg kell határozni a fogás szélességét, továbbá a lehúzás hát mögé is végezhető, amely csökkenti az erő kifejtés mértékét a mellizmok kikapcsolása miatt. Bármelyik végrehajtási módot alkalmazhatjuk, ha következetesen mindig ugyanúgy mérjük fel. Ügyelnünk kell arra, hogy a törzs függőleges maradjon az egész végrehajtás alatt, és a törzs mozgása ne segítse az erő kifejtést.



5.2. ábra. Csigásgépen végrehajtott lehúzás kiinduló és befejező helyzete (A), valamint a koncentrikus-excentrikus átmenet helyzete (B).

Lábtolás

Szükséges eszközök: lábtoló gép, súlyzó tárcsák

A teszt leírása: Többízületes mozgás, mely a csípő- és térdextensorok erejét méri. Ülő helyzetben kissé kifelé fordított lábakkal támasztjuk a súlyt. A vizsgált személy térd- és csípőhajlítással a súlyt kontrolláltan leengedi, majd visszatolja a kiindulási helyzetbe (5.3. ábra). Standardizálni kell a lábtámasz szélességét és helyét. Magasabb lábtámasz több terhelés

jelent a csípőextenzoroknak, míg alacsonyabb lábtámasz a térdextenzorokra hárítja a nagyobb terhelést. Standardizálni kell a térdhajlítás mértékét is, melyet egy külső megfigyelő ellenőrizhet. A lábtolás tesztet tudományos kutatásokban sokszor alkalmazzák az alsó végtagok funkcionális vizsgálatára.

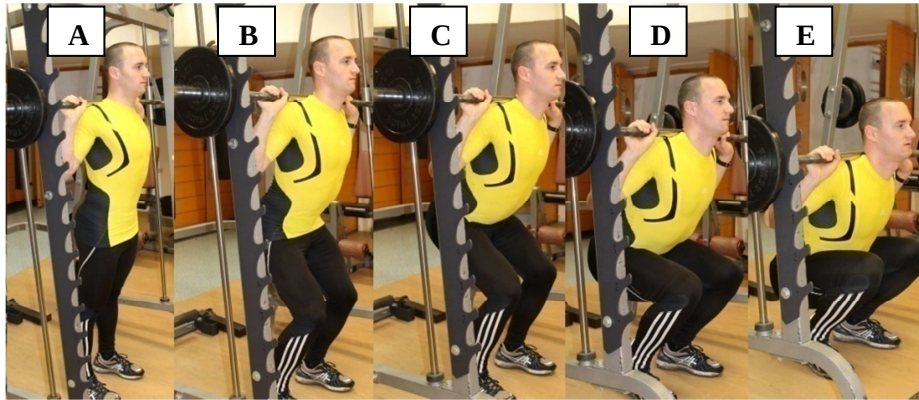


5.3. ábra. Lábtolás kiinduló és befejező helyzete (A), valamint az excentrikus-koncentrikus átmenet helyzete (B).

Guggolás

Szükséges eszközök: guggolóállvány, súlyzórúd, súlyzótarcsák (a biztonság érdekében lehetőség szerint guggolókeret)

A teszt leírása: A fenti két gyakorlathoz képest, a guggolás végrehajtása komoly sérülési kockázatokat rejt magában, ezért csak biztonságos technikai tudás mellett végezhető. Végezhető szabad súlyal, vagy akár guggoló keretben is. Feltétele a gerincet stabilizáló izmok megfelelő ereje és a gerinc épsége. Többízületes mozgás, mely a lábtóláshoz hasonlóan elsősorban a csípő- és térd feszítő izmok erejét méri, de aktívan bekapcsolódnak a mély hátizmok is a mozgás közben. Kiinduló helyzetnél vállszélességű terpeszben a lábfejeket enyhén kifelé fordítjuk. A feladat a csípő, térd és boka ízületek egyidejű hajlításával a súlyzórúd kontrollált leengedése, majd felemelése a kiindulási helyzetbe. A leengedésnél a térdeknek a lábfej irányába kell hajlaniuk. A guggolásnál kontrollálnunk kell a mozgás tartományát, mely alapján többféle végrehajtási mód terjedt el (Chandler, 1991) (5.4. ábra). Teljes guggolásról akkor beszélünk, ha a fenék érinti a sarkakat. Mélyguggolásnál addig kell a hajlítást végezni, amíg a combok párhuzamosak a talajjal. Félguggolásnál a térd 90°-os, negyedguggolásnál pedig 45°-os anatómiai szöget zár be. (0° = nyújtott térdízület). Az ízületi szöghelyzetet külső szemlélő ellenőrzi. Minél mélyebb helyzetbe történik a guggolás, annál kisebb lesz az 1RM értéke.

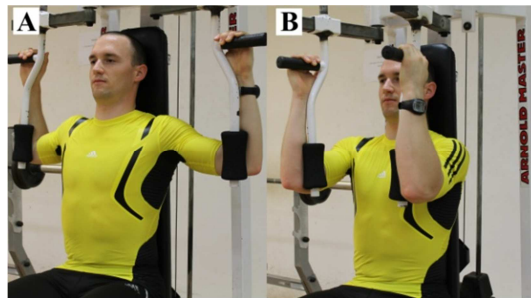


5.4. ábra. A guggolás végrehajtásának változatai: Kiinduló és befejező helyzet (A), valamint excentrikus-koncentrikus átmenet helyzete negyedguggolásnál (B), félguggolásnál (C), mélyguggolásnál (D) és teljes guggolásnál (E).

A fenti gyakorlatoknál látható, hogy az 1RM felmérése általában egy fékező (excentrikus) és egy legyőző (koncentrikus) mozgásfázisból áll. Ezek elkülönítve is mérhetők, pl. fekvenyomásnál csak a súly kinyomása (koncentrikus 1RM). Koncentrikusan kisebb súlyt tudunk mozgatni, mint excentrikusan. Ennek abban van jelentősége, hogy egyes mozgásoknál a koncentrikus (pl.: evezés, úszás, lépcsőn felfelé járás), másoknál pedig az excentrikus izomműködés dominál (pl. labdajátékoknál futásból hirtelen lefékezés, megállás, ugrásoknál leérkezés, lépcsőn lefelé járás). A tiszta excentrikus vagy koncentrikus erőteszteket súlyok alkalmazásakor csak külső segítséggel lehet lebonyolítani.

Az 1RM felmérése igen nagy feszülést okozhat az izomban és így az csak a nagy izomcsoportok felmérésénél biztonságos. De akkor vajon hogyan tudnánk felmérni a kisebb izomcsoportok erejét? Ha egy kisebb izom, pl. a kétfejű karizom erejét szeretnénk felmérni, akkor először végig kell gondolnunk, hogy egyáltalán van-e értelme a felmérésnek. Funkcionális szempontból sokkal informatívabb, ha a természetesebb, többízületes gyakorlatokat mérjük fel. Ám gyakran adódik olyan helyzet, amikor ténylegesen valamilyen ortopédiai deformitás, vagy aszimmetria okozója az egyik kisizom gyengesége, és ezért meg kell határoznunk az izom erejét. Ilyen esetben az öt-, hét-, vagy akár **tízismétléses maximum (10RM)** meghatározása jelentheti a megoldást. Az 1RM-hez hasonló keringésfokozó és

nyújtó-lazító bemelegítés után becsléssel próbáljuk megkeresni azt az ellenállást, amivel a személy pontosan 10 ismétlést képes végrehajtani. Ha a vizsgált személyünk egy adott súllyal mondjuk 12 ismétlést hajtott végre, és a 13. már nem sikerült, ne essünk kétségbe, hanem jegyezzük fel a 12RM-hez tartozó súlyt, és legközelebb ugyanezzel a súllyal végezzük el a tesztet. Ha azt tapasztaljuk, hogy ugyanakkora ellenállás mellett nőtt az ismétlések száma, akkor hatékony volt az edzésprogramunk. Egyízületes erőgyakorlatot az 5.5. és 5.6. ábrán láthatunk. Már önmagában az is nagy feszülést eredményez az izomban, hogy ezeknél a gyakorlatoknál a disztális szegmens mozog (nyílt kinetikus láncú gyakorlatok), szemben a többízületes gyakorlatokkal (zárt kinetikus láncú gyakorlatok). A 10RM ismerete hasznos, hiszen ebből becsülhető az 1RM értéke is úgy, hogy ha a 10RM értékét (azt a súlyt, amit 10-szer legyőzünk) megszorozzuk 0,75-tel, akkor megkapjuk az 1RM várható értékét (Kreamer és Fry, 1995).



5.5. ábra. Mellgépen tárogatás, mint egyízületes erőgyakorlat a mellizmok erejének mérésére. Kiinduló és befejező helyzet (A) és koncentrikus-excentrikus átmenet helyzete (B)



5.6. ábra. Térfeszítés gépen, mint egyízületes erőgyakorlat a térfeszítő izmok erejének mérésére. Kiinduló és befejező helyzet (A) és koncentrikus-excentrikus átmenet (B).

Az erő-állóképesség mérése

Az erő-állóképességet az különbözteti meg a maximális erőtől, hogy itt az izomnak jóval hosszabb ideig kell működnie, ami jelentős fáradást eredményezhet. Az erő-állóképesség felmérése kevésbé tükrözi a neuromuszkuláris rendszer idegi és keresztmetszeti tényezőit, inkább az izom anyagcsere folyamatainak minőségére enged következtetni. Az erő-állóképesség függ az izom keringésétől, kapillarizációjától, energiatárolási és mozgósítási kapacitásától, valamint tejsav-toleranciájától. Ezek közül számos faktort enzimfolyamatok befolyásolnak. A vizsgáló annak reményében végez erő-állóképesség mérést, hogy felmérje a vizsgált személy izomműködésének gazdaságosságát, fáradását, regenerációját. Összességében a szervezet munkabírását teszteljük olyan körülmények között, amikor nagy ellenállást hosszú ideig, vagy többször is le kell küzdeni.

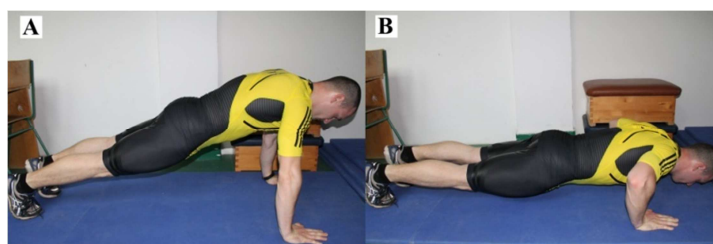
Az erő-állóképesség teszt feltétele, hogy az ismétlések száma a maximális erőméréshez képest jóval nagyobb, általában 15-30. Felhívjuk a figyelmet azonban, hogy nem szabhatunk éles határt abban, hogy mennyi ismétléstől nevezünk egy tesztet erő-állóképesség tesztnek. Az ismétlésszámok és ez által az időtartam variálásával valójában más és más anyagcsere folyamat működését vizsgáljuk. Míg egy 100 m-es síkfutónak a versenyszáma kb. 10-11 mp-ig tart, számára a hasonló időtartamú erőtesztek (pl. 15 mp-en keresztül maximális sebességű lábtolás) már erő-állóképességet mérnek. Viszont egy 1000 m-es futamra specializálódott evezősnél az ilyen rövid időtartamú erőteszt már nem sportágspecifikus erő-állóképességet mér. Az evezősnél több információt szolgáltat egy hosszabb időtartamú teszt, pl. hason fekvésben padon súlyzórúd felhúzása 60mp-en keresztül. Míg a sprinternél az ATP-kreatin-foszfát energiaszolgáltató rendszer működését vizsgálja a teszt, addig az evezősnél inkább a glikolitikus és csekély mértékben az aerob energiaszolgáltatást, de mindkét teszt erő-állóképesség tesztnek nevezhető.

Mivel az erő-állóképesség tesztek feltétele a hosszú időtartam, vagy a magas ismétlésszám, ezért a külső ellenállások (súlyzók) használata mellett több tesztnél is a vizsgált személy saját testtömegét használjuk fel ellenállásnak. Ilyenkor azonban figyelembe kell vennünk azt, hogy a testtömeg időbeli változása módosíthatja a tesztek eredményét, ezért a testtömeget a tesztek alkalmával mérni kell. A maximális erő mérésénél bemutatott feladatok mindegyike alkalmazható erő-állóképesség mérésére is, csupán meg kell határoznunk, hogy az 1RM-hez képest mennyivel csökkentjük az ellenállást. Egy adott gyakorlatban az 1RM kb. 20-60%-át érdemes alkalmazni. Ilyenkor a fáradás bekövetkezéséig végrehajtott ismétlések számát határozzuk meg az erő-állóképesség jellemzésére. Az alábbiakban bemutatunk néhány, gyakran alkalmazott erő-állóképesség tesztet.

Mellső fekvőtámaszban karhajlítás-nyújtás

Szükséges eszközök: nincs

A teszt leírása: Világszerte alkalmazzák, a Hungarofit tesztrendszer eleme is (American College of Sports Medicine, 2000). A fekvőnyomásmérésnél leírtakon kívül a test megtartásáért felelős hasizmok és csípőhajlító izmok funkcióját is vizsgálja. A támasznál a kezek helyzete vállszélességű, a törzs egyenes, a fej a törzs meghosszabbításában kell tartani. A vizsgált személy karhajlítással leengedi a mellkasát egy meghatározott pontig, majd visszaemeli a kiinduló helyzetig (5.7. ábra). Férfiaknál az öklöt állítva a talajra helyezhetjük és a mellkasnak érintenie kell azt minden végrehajtásnál. Nőknél a váll helyzetét figyeljük, annak a könyök magasságát el kell érnie a karhajlításakor. Alacsonyabb fittségi szint esetén alkalmazhatjuk a módosított fekvőtámaszt (5.8. ábra) (American College of Sports Medicine, 2000). Ennél a tesztnél a lábak helyett a térdeken van a támasz, és a lábakat összekulcsoljuk és a levegőben tartjuk, vagy a talajon hagyjuk. Mind a normál, mind pedig a módosított fekvőtámasz helyzetének szabályos megtartása egyes vizsgálati személyeknek, akik gyengébb izomérzékeléssel rendelkeznek, nehéz feladatot jelent, így folyamatos visszajelzést kell adni a végrehajtás helyességéről. A végrehajtás alatt a törzsnek egyenesnek kell lennie. A tesztnél a helyesen végrehajtott ismétlések számát vesszük figyelembe és az American College of Sports Medicine (2000) referenciaértékeihez hasonlítjuk. Az American College of Sports Medicine nőknél csak a módosított fekvőtámaszra adott ki értékelő táblázatot. A tesztnél a végrehajtás sebességét és idejét nem kontrolláljuk.



5.7. ábra. Mellső fekvőtámaszban karhajlítás-nyújtás kiinduló és befejező helyzete (A), és az excentrikus-koncentrikus átmenet helyzete (B).



5.8. ábra. Módosított mellső fekvőtámaszban karhajlítás-nyújtás kiinduló helyzete (A) és az excentrikus-koncentrikus átmenet helyzete (B).

YMCA fekvenyomás teszt

Szükséges eszközök: pad, súlyzóállvány, súlyzórúd, súlyzó tárcsák, metronóm (Golding és mtsai, 1989)

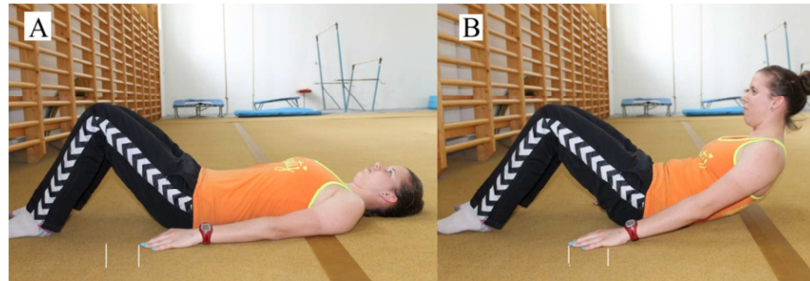
A teszt leírása: A fekvenyomásban leírt végrehajtási szempontok szerint kell eljárni. A fekvőtámasz teszthez képest az előnye az, hogy könnyebben elsajátítható gyakorlat, mert a törzs megtartására nem kell koncentrálni. További előnye az, hogy meghatározott tempóban kell végezni a karhajlítást és nyújtást, vagyis kontrolláljuk a végrehajtási sebességet, mivel az jelentősen befolyásolja az energiaszabályozást. Percenként 30 ismétlést kell végrehajtani, vagyis egy másodperc áll rendelkezésre mind az excentrikus, mind pedig a koncentrikus fázis elvégzésére. A tempót metronóm segítségével, vagy stopperórát figyelve számolással tudjuk fenntartani. Ha a végrehajtás az elvárt tempóhoz képest lelassul, befejezzük a tesztet, a végrehajtások számát feljegyezzük. A YMCA fekvenyomás tesztet a férfiak 35 kg-mal, a nők pedig 15 kg-mal hajtják végre. Nyilván a teszt ilyen ellenállással csak abban az esetben adekvát, ha legalább 15-20 ismétlést el tudnak végezni a személyek. Gyengébb fizikai állapot esetén csökkenthető az ellenállás, de akkor másokéval nem lesz összehasonlítható az eredmény, így az csak edzéshatás nyomon követésére lesz alkalmas.

Felülés

Szükséges eszközök: vékony szivacs vagy szőnyeg, stopperóra.

A teszt leírása: A törzset hajlító izmok, tehát a hasizmok erejét vizsgáljuk a tesztrel. Elsősorban fitességi felméréseknél alkalmazható. Az Eurofit tesztrendszer (Council of Europe, 1988) szerint hajlított térdekkel hanyattfekvésből 30 mp alatt annyi felülést kell végezni, amennyire csak képes a vizsgált személy, miközben könyökével érintenie kell a térdét. Az ACSM (2000) felülés tesztje megbízhatóbb mérési eljárás, ugyanis ennél a tesztnél az időt és a mozgástartományt is standardizálják. A vizsgált személy hanyattfekvésben 90 fokos szögbe behajlított térdekkel, talptámasszal helyezkedik el a talajon. A karokat mélytartásban tartja, és az ujjak egy talajra ragasztott jelölőszalagot érintenek. Ehhez a szalaghoz képest egy másik jelölőszalagot is elhelyezünk attól 8 cm (45 év fölött) vagy 12 cm (45 év alatt) távolságra, melyet a vizsgált személynek a felülés közben el kell érnie (5.9. ábra). A felülés alatt inkább a hátcsigolyák és a lapockák megemelését, „felgördülését” értjük, mely kíméletes az ágyéki

gerincszakasszal szemben. Az ACSM végrehajtási módjánál a tempót is kontrolláljuk, a metronómot percenkénti 40 ütésre kell beállítani (20 felülés-hanyattfekvés/perc). A felülések életkor szerinti értékelése Faulkner és mtsai (1989) művében található.



5.9. ábra. Felülés test kiinduló és befejező helyzete (A), valamint a koncentrikus-excentrikus átmenet helyzete (B). Az ACSM instrukciói szerint a mozgás tartományát a talajra helyezett jelölőszalagokkal kontrolláljuk.

Székből felállás 30mp-en keresztül

Szükséges eszközök: szék, stopperóra.

A teszt leírása: Az alsó végtagok erő-állóképességét méri, beleértve a térd flexor és extensor izmait, valamint a csípő extensor izmait. Elsősorban idős, beteg, vagy rendkívül rossz fittségi állapotban lévő személyeknél alkalmazható a teszt, akik korlátozott mobilitással rendelkeznek. Egy normál méretű széken elhelyezkedve a vizsgált személy a mellkasára helyezi mindkét karját keresztezve, majd folyamatos felállást és leülést végez (5.10. ábra), 30 mp-en keresztül. A tempó nincs meghatározva, a vizsgált személyt utasítani kell arra, hogy a megadott időn belül minél több ismétlést hajtson végre. A székből felállás teszt eredménye jól korrelál a dinamometriával mért térdextensor és flexor izmok erejével, valamint számos funkcionális teszt eredményével (Bohannon, 1995). A székből felállás teszt kiértékelése férfiaknál és nőknél Rikli és Jones (2001) művében olvasható.

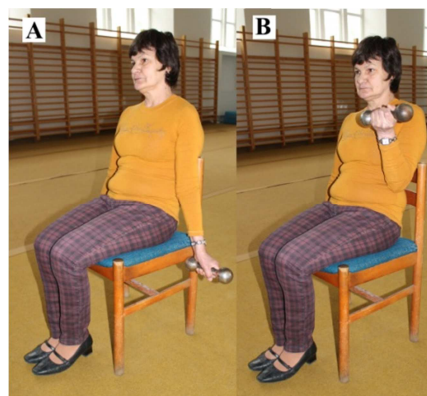


5.10. ábra. Székből felállás teszt kiinduló és befejező helyzete (A), valamint a koncentrikus-excentrikus átmenet helyzete (B).

Karhajlítás kéziszúlyzóval 30 mp-ig.

Szükséges eszközök: kéziszúlyzó, stopperóra.

A teszt leírása: A karhajlító izmok állóképességének mérését szolgálja. A teszt eredménye jól korrelál a felsőtest teljes izomerejével (Rikli és Jones, 1999) Elsősorban idős, beteg, vagy rendkívül rossz fittségi állapotban lévő személyeknél alkalmazható a teszt. Egy széken ülve egyenes testtartással kell elhelyezkedni. A vizsgált személy az egyik kezében kéziszúlyzót tart mélytartásban, majd karhajlítást és nyújtást végez 30 mp-en keresztül (5.11. ábra). A gyakorlatot a lehető legnagyobb mozgástartományban kell végezni, tehát teljes hajlításig és nyújtásig, a meghatározott idő alatt minél többet. A végrehajtások számát regisztráljuk. A könyök elmozdulását megakadályozhatjuk, ha a széket közvetlenül a fal elé helyezzük, így a vizsgált személy a felkart neki tudja támasztani a falnak és így elkerülhető más izmok kompenzáló működése. A fent említett szerzők által fontban megadott értékek alapján ~3,5 kg (férfiak), illetve ~2,25 kg (nők) tömegű kéziszúlyzó használata javasolt erre a tesztre. A karhajlítás teszt kiértékelése férfiaknál és nőknél Rikli és Jones (2001) művében olvasható.



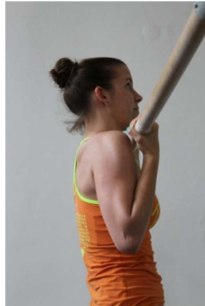
5.11. ábra. Karhajlítás kézi súlyzóval kiindulási és befejező helyzete (A), és az koncentrikus-excentrikus átmenet helyzete (B).

Hajlított karral függés

Szükséges eszközök: bordásfalra szerelhető vagy falra rögzített húzódkódórúd, stopperóra.

A teszt leírása: Az Eurofit tesztrendszer egyik eleme (Council of Europe, 1988), tehát nem sportoló személyek vizsgálatára vonatkozik. A vállöv izmainak erő-állóképességét méri. Egy

vízszintesen rögzített vasrúdon alsó madárfogással függést kell fenntartani minél hosszabb ideig úgy, hogy a fogás legalább az áll alatt legyen (5.12. ábra). A fenntartott függés idejét regisztráljuk és az Eurofit tesztrendszer útmutatója szerint értékeljük (Council of Europe, 1988).



5.12. ábra. Függés hajlított karral.

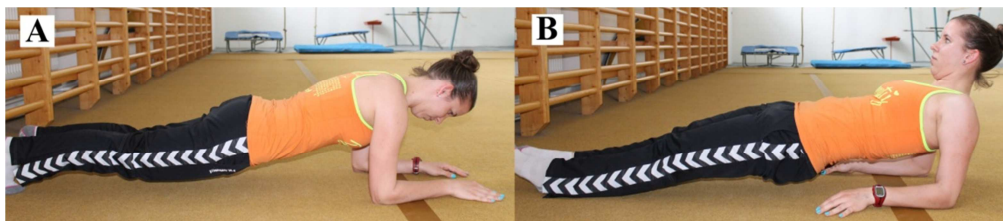
Felhívjuk a figyelmet, hogy a különböző életkorú és edzettségi állapotú személyeknél ugyanaz a feladat eltérő képességet mérhet. Míg pl. egy fekvőtámaszban végzett karhajlítás-nyújtás teszt alatt egy edzett férfi 100 ismétlést végrehajt, lehet, hogy egy edzetlen nő csak kettőt képes. Míg tehát a férfinél erre a tesztre elmondható, hogy az erő-állóképességet méri, addig a nőnél a teszt eredménye nem más, mint a 2RM, és inkább maximális erő, tehát a neuromuszkuláris rendszer maximális aktivitási szintjét mutatja. Szintén ezt a problémát veti fel az a tény, hogy a székből való egyszeri felállás egyes idős embereknél egyenlő az 1RM-mel, vagyis kétszer egymás után már nem képesek felállni a székből pihenés nélkül. Ha pedig azt a sajnálatos példát említjük, hogy egyes izombetegségben szenvedő emberek nem képesek a székből maguktól felállni, akkor megállapíthatjuk, hogy maga a teszt még az 1RM mérésére sem alkalmas náluk. Ilyen esetekben a klinikai használatban lévő dinamométerek segítenek a pontos adatgyűjtésben (lásd a laboratóriumi teszteknel). A teszt kiértékelése

Mellső alkartámasz (plank pozíció)

Szükséges eszközök: vékony szivacs vagy szőnyeg, stopperóra.

A teszt leírása: Elsősorban a törzset stabilizáló, vagy idegen szóval a „core” anterior izmok erő-állóképességét méri, és a tesztet fittségi vizsgálatokra alkalmazzuk. A vizsgált személy mellső alkartámaszban helyezkedik el (5.13. A ábra) és ezt a pozíciót tartja mindaddig, amíg képes rá. A végrehajtás alatt a törzsét, a csípőjét és a térdét nyújtva kell tartania. Amennyiben ez az egyenes testtartás megtörik, a mérés véget ér. A testtartás kontrollálásához segítség lehet a csípő alá néhány cm-rel elhelyezett tárgy, pl. egy kisebb medicinlabda, melyet nem szabad a

testtel érinteni. A teszt hátsó alkartámaszban is elvégezhető (5.13. B ábra), ebben az esetben a posterior izmokat vizsgáljuk.



5.13. ábra. Mellső (A) és hátsó (B) alkartámasz helyzete.

A robbanékony (explozív) és reaktív erő mérése

Felugrástesztek

A különböző felugrásteszteket már több mint ötven éve alkalmazzák a motoros képességek jellemzésére. A felugrásokra jellemző, hogy szinte valamennyi nagyobb ízület elmozdul a mozgás során és ez által sok izomcsoport rész vesz az erő kifejtésben. A felugrás természetes mozgás, és az ugróképeség sok esetben korrelál az olyan sportolók eredményességével, akiknek a sportáguk gyors mozgásokat (sprinteket, irányváltásokat, ugrásokat) tartalmaznak. A felugrástesztek eredménye fontos indikátora a sportolók aktuális erőnlétének, ezért szinte valamennyi szárazföldi sportágban és a testnevelésben is alkalmazzák. A tudományos kutatómunkákban az edzetlen és idősödő populációk izommechanikai jellemzésére is egyre többet használnak (Rantalainen és mtsai, 2011; Sáez-Sáez de Villareal, 2010).

Bár az ugrásteszteknél a legtöbb esetben a saját testtömeg jelenti az ellenállást, azt mégis nagy sebességgel és erővel kell mozgatni. Az ugrástesztek valójában két kondicionális képesség, az erő és a gyorsaság kapcsolatát mérik. A két képesség elválaszthatatlan egymástól, ugyanis a gyorsulás az erő függvénye, mint ahogyan azt már korábban Newton II. törvényével szemléltettük. A felugrási képesség tehát a saját testtömeg gyorsítási képességét tükrözi.

A felugrástesztek típusait az alapján különböztetjük meg, hogy explozív vagy reaktív erőt mérünk vele. **Explozív (robbanékony) erő kifejtésről** akkor beszélünk, amikor az izmok egy nyugalmi helyzetből, vagy egy statikus erő kifejtésből hirtelen megrövidülnek (Tihanyi, 1998). Egy mozdulatlan helyzetből végrehajtott állórajt, vagy az úszók rajtköről végrehajtott rajtja például explozív erőt, robbanékonytságot igényel. Ez a tulajdonság az izomrostok gyors bekapcsolásának a mechanizmusára utal. A **reaktív erő** ezzel szemben olyan erő kifejtési

mód, ahol az erő kifejtés során az izmok először megnyúlnak, aktív állapotban előfeszülnek, majd hirtelen megrövidülnek. Ilyen például a kosárlabdázók többször, egymás után végrehajtott felugrása a palánk alatt, amikor a lepattanó labdát szeretnék megszerezni. Itt tehát a leérkezést követően egy azonnali felugrás következik, és a leérkezéskor a megnyúlt izmokban kiváltódik a nyújtási reflex, mely segít a felugrásban. Erre a mechanizmusra utal a „reaktív” kifejezés. A felugrásokat végezhetjük pályatesztként is, ahol a súlypont emelkedésének útját mérjük, vagy megfelelő mérőeszközökkel végezhető laboratóriumi tesztként is, ahol más egyéb paramétereket is mérhetünk (laboratóriumi erőmérés).

SJ (squat jump) típusú felugrásteszt.

Szükséges eszközök: súlypontemelkedés-mérő mérce.

A teszt leírása: Ezt a tesztet az explozív erő vizsgálatára alkalmazzák már régóta (Komi és Bosco, 1978; Asmussen és Bonde-Petersen, 1974). Ez egy nyugalmi, guggoló helyzetből végrehajtott felugrás. Valamennyi ugrástípus előtt meg kell határoznunk az érintőmagasságot, amihez képest a súlypont emelkedésének útját mérjük. A vizsgált személy zárt állásban egyenes testtartással helyezkedik el, közvetlenül a mérőeszköz mellett. Egyik karját magastartásba emelve megérinti azt a legmagasabb pontot, amelyiket még képes elérni (5.15. A. ábra). Leggyakrabban az úgynevezett VerTec típusú mérőeszközt alkalmazzák, amely centiméteres beosztású műanyag nyelvekből áll, és a nyelvek eltolása jelzi az érintő, vagy akár az ugrási magasságot. Ha ilyen eszköz nem áll rendelkezésre, akkor a középső ujjat bekenhetjük krétával, amely egy falra szerelt lécen nyomot hagy (Twist és Eston, 2004; Váczi és mtsai, 2013c). SJ típusú ugrásnál (5.14. ábra) a vizsgálati személy kényelmes állásban (sem túl szűk, sem túl széles terpeszben) helyezkedik el, a karokat mélytartásban tartja. A vizsgálati személytől azt kérjük, hogy ereszkedjen le guggolásba és ott két-három másodpercig maradjon mozdulatlan, majd ebből a helyzetből teljes erejű felugrást végezzen. Az ugrás során lendítse mindkét karját, és a mérőeszközhöz közelebbi kezével érintse a lehető legmagasabb pontot. Az ugrás közben mért magasság és az érintési magasság különbsége adja a súlypont emelkedésének útját, magasságát. Amennyiben a vizsgáló azt látja, hogy a felugrás nem nyugalmi helyzetből történik, hanem súlypontosüllyesztésből, akkor a feladatot meg kell ismételni. Érdekes kontrollálni még a térdhajlítás szögét, ugyanis különböző szöghelyzetben eltérő forgatónyomatékokat képesek az izmok kifejteni. Ezt goniométerrel (ízületi szögmérővel) tudjuk ellenőrizni. Amennyiben ilyen eszköz nem áll rendelkezésre, az ugrást végeztethetjük derékszögű térdízületi helyzetből, melyet a külső szemlélő általában vizuálisan jól megbecsül.



5.14. ábra. Karlendítéssel végzett SJ típusú felugrás kiinduló helyzete (A) és felugrás a mérce megérintésével (B).

CMJ (counter-movement jump) típusú felugrásteszt.

Szükséges eszközök: súlypontemelkedés-mérő mérce.

A teszt leírása: A reaktív erő mérésére leggyakrabban alkalmazott teszt. Az SJ típusú ugrástól abban különbözik, hogy nem statikus (guggolás) helyzetből kell végrehajtani, hanem előzetes lendületszerzésből (innen ered a „counter-movement” kifejezés): Nyújtott állásból, magastartásból gyors súlypontosüllyesztést hajtunk végre a karok lefelé lendítésével, majd teljes erejű felugrást végzünk a karok felfelé lendítésével (5.15. ábra). A súlypont emelkedésének a megállapítása ugyanúgy történik, mint az SJ típusú ugrásnál.



5.15. ábra. Érintő magasság meghatározása (A), a karlendítéssel végzett CMJ típusú felugrás kiinduló helyzete (B), súlypontosüllyesztés (C) és felugrás a mérce megérintésével (D).

Az SJ és CMJ típusú ugrásoknál mért értékekből egy nagyon fontos információhoz juthatunk, az **izmok elasztikus energiatárolási képességét** becsülhetjük. Az előzetesen megfeszített izom a nyúlás (súlypontosüllyesztés) során elasztikus energiát tárol, mely az izmok elasztikus kötőszövetének köszönhető. A tárolt elasztikus energia felszabadul az

emelkedés során, segítve az izmok rövidülését. Ezt a mechanizmust az SJ ugrásnál kizárjuk, hiszen ennél a tesztnél nincsen súlypontsüllyesztés. Így szinte minden esetben a CMJ ugrással nagyobb súlypontemelkedést érhetünk el, mint az SJ ugrással. A két érték aránya, vagyis a CMJ/SJ hányadosa mutatja a vizsgált személy izomzatának elasztikus energiatárolási képességét (Turner és mtsai, 2003). Ez egy nagyon fontos tulajdonság, ugyanis a ciklikus mozgásoknál (járás, futás, folyamatos felugrások) az izom elasztikus energiatárolási képessége befolyásolja azok gazdaságosságát (Wilson és Flanagan, 2008). Kedvezőbb elasztikus energiatárolás kisebb energiafelhasználást eredményez ezeknél a mozgásformáknál, és ez a képesség idős korban jelentősen lecsökken (Hoffren és mtsai, 2007; Wilson és Flanagan, 2008).

A fentiekben leírt felugrásteszteket bármely edzettségi állapotban lévő személlyel elvégezethetjük, feltétele azonban az, hogy ne rendelkezzen ortopédiai problémából eredő fájdalommal. Az idősödő, beteg és hipoaktív populációkban egyre inkább az igazolódik be, hogy legkorábban a gyors izomrostok működési kapacitása csökken, jelentősen emelve a balesetek és esések kockázatát. Ezért az ilyen jellegű tesztek eredményei ezeknél a csoportoknál is informatívak, hiszen a gyors izomrostok működését közvetve vizsgálják.

DJ (depth/drop jump) típusú felugrásteszt, vagy mélybeugrás.

Szükséges eszközök: súlypontemelkedés-mérő mérce, különböző magasságú emelvények (pad, zsámoly, állvány, stb.)

A teszt leírása: Kizárólag 16 éven felüli sportolóknál végezhető teszt, és náluk is csak megfelelő kondicionális előkészítés után (stabil ugróképesség kialakítása, törzs izmainak fejlesztése). A mélybeugrásnál a súlypont emelkedésének mérése megegyezik a korábban említett ugrásokéval. A vizsgálat során egy 20-100 cm magas emelvényen helyezkedünk el. Az egyik lábbal ellépve az emelvényről, majd a másikat mellézárva „leejtjük” magunkat a talajra és a leérkezést követően a lehető legmagasabbra felugrást végzünk (lásd: laboratóriumi tesztek, 5.23. ábra). A teszt tehát a CMJ-hez hasonlóan reaktív erőt mér, viszont az emelvényről végzett leugrás egy többletellenállást jelent, így ez egy sport-specifikusabb mérés a CMJ-hez képest. Egyes sportágakban, mint pl. röplabdában, atlétikában, kosárlabdában, vagy kézilabdában ugyanis az el- és felugrásokat kitámasztások, leérkezések előzik meg, ami miatt nagyon nagy erőhatás nehezedik az alsó végtagokra. A mélybeugrás teszteknél az emelvény magasságának manipulálásával vizsgálhatjuk, hogy különböző ellenállás esetén hogyan módosul a felugrási képesség. Hasonlóképpen határozhatjuk meg,

hogy melyik az a magasság, amelyről leugorva a legmagasabbra emelkedik a sportoló, ugyanis mélybeugrás edzéshez ez lesz az optimális magasság (Váczi, 2000).

A fent említett felugrásteszteknél a karlendítés végrehajtásának technikája és hatékonysága nagyfokú variabilitást mutathat a különböző vizsgálati személyek között, ezért jelentősen befolyásolhatja a tesztek megbízhatóságát. A karlendítés kikapcsolásával kiküszöbölhetjük az ebből eredő hibát. Ebben az esetben a vizsgálati személyek csípőre helyezik mindkét kezüket és ott is tartják a felugrás végrehajtása közben (5.21. ábra). Így tehát a karlendítésből származó kisebb, vagy nagyobb előnyt kizárhatjuk a mérésből. Ilyen teszteknel azonban nem alkalmazhatjuk az érintéses módszert, hiszen a karok rögzítve vannak, tehát olyan mérőeszközre van szükség, amely kiszámolja a súlypont emelkedését (lásd: laboratóriumi mérések). A felugrások úgy is végrehajthatók, hogy a vizsgált személy egyik karját magastartásba helyezi és ott is tartja, és ezzel érinti a súlypontemelkedés-mérőt, a másik kezét pedig a csípőjén tartja (5.16. ábra). A teszteket elvégeztethetjük karlendítéssel és karlendítés nélkül is, és a két eredmény különbsége informatív lehet a lendítés hatékonyságát illetően olyan sportágaknál, ahol ez fontos szerepet játszik (pl. röplabda, kosárlabda, atlétika). Mivel számos sportágra jellemző az unilaterális erő kifejtés, ezért a sporttudományi kutatásokban az egy lábbal végzett felugrásokat is vizsgálják (Váczi és mtsai, 2013b). Ezeket a teszteket funkcionális aszimmetria megállapítására is alkalmazzák.



5.16. ábra. Karlendítés nélkül végzett SJ típusú felugrás. A kiinduló helyzetben (A) a vizsgált személy egyik karját magastartásban, másikat csípőn tartja, és ebből a helyzetből végzi el a felugrást (B).

Helyből távolugrás

Szükséges eszközök: Mérőszalag, elugróvonal jelöléséhez ragasztószalag, szivacs vagy távolugró homokgödör a leérkezéshez.

A teszt leírása: Mind az Eurofit, a Hungarofit és a Netfit tesztrendszer része. A fittségi felméréseken kívül sportolók mérésére is gyakran alkalmazzák. A helyből távolugrás a CMJ és DJ típusú ugrásokhoz hasonlóan az alsó végtagok reaktív erejét méri, itt azonban az ugrás horizontális irányba, a leérkezés pedig szivacsra vagy távolugró leérkezőhelyre történik. A vizsgált személy alapállásban, karokkal magastartásban helyezkedik el egy meghatározott vonal mögött. A gyors súlypontsüllyesztés közben a karokat lefelé és hátrafelé lendíti, miközben súlypontját enyhén előre mozdítja. Az elrugaszkodás is és a karlendítés is előre-felfelé irányul, majd a repülés után a leérkezés guggolás helyzetbe történik (5.17. ábra) (5.1. video). A teszt során az ugrás távolságát cm-ben fejezzük ki.



5.17. ábra. Kiinduló helyzet (A), súlypontsüllyesztés (B), elrugaszkodás (C) és leérkezés (D) helyből távolugrásnál.

Helyből végzett sorozatugrások

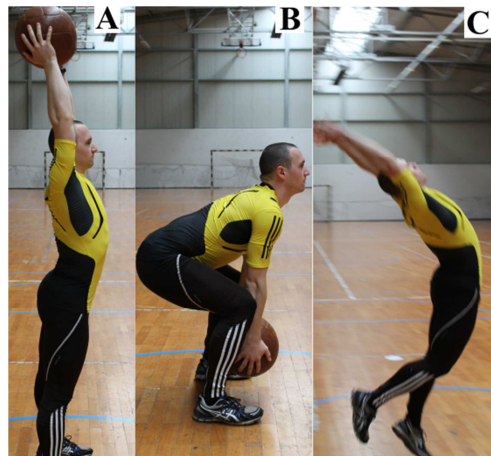
Szükséges eszközök: Mérőszalag, elugróvonal jelöléséhez ragasztószalag, szivacs vagy távolugró homokgödör a leérkezéshez.

A teszt leírása: Kizárólag edzett személyeknél, sportolóknál végezzük. A kiindulás helyzet és az első elrugaszkodás megegyezik a helyből távolugrásnál leírtakkal, viszont az első ugrás után további ugrásokat kell végezni folyamatosan váltott lábbal (5.2. video), vagy csak az egyik lábbal (5.3. video). A leggyakrabban alkalmazott sorozatugrások a hármas-, ötös- és tízesugrás. Az első elrugaszkodás és az utolsó leérkezés helye közötti távolságot mérjük. Minél hosszabb sorozatugrást alkalmazunk, a teszt annál inkább a reaktív-erőállóképességet méri.

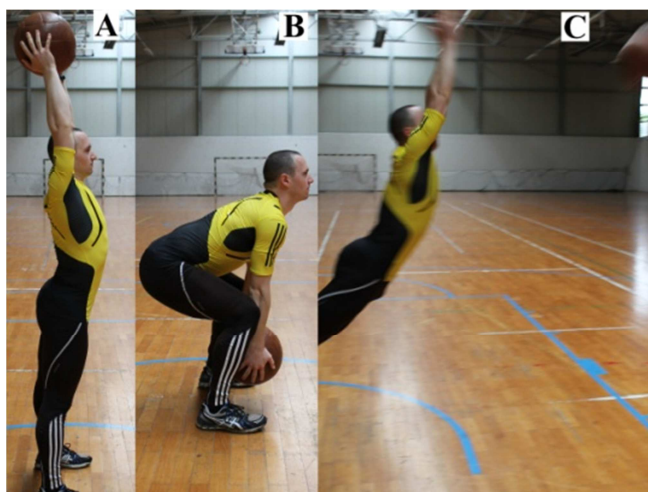
Medicinlabda-dobás

Szükséges eszközök: Mérőszalag, a kidobóvonal jelöléséhez ragasztószalag, medicinlabda (labdaméret fiúknál: 10-14 éves kor: 3 kg, 15-16 éves kor: 4 kg, 17 éves kortól: 5 kg; labdaméret lányoknál: 10-14 éves kor: 2-3 kg, 15 éves kortól: 4 kg)

Az ugrástesztkekhez képest a medicinlabda-dobások nemcsak az alsó, hanem a törzs és a felső végtagok együttes reaktív erejét is méri-. Koordinált mozgást igényel és így a teszt nem minden esetben tükrözi az izmok valós erő kifejtését. Általában a két kézzel végrehajtott előre- és hátrdobást (Hungarofit) alkalmazzák. Mindkét féle dobásnál a kiinduló helyzet kényelmes, közepes szélességű terpeszállás, a labdát alulról oldalról kell fogni. Magastartásból történik a labda gyors leengedése a lábak közé nyújtott könyökkel, miközben behajlik a csípő-, a térd- és a bokaízület, és lesüllyed a súlypont. Ezután az ízületek gyors kinyújtásával és a súlypont előre vagy hátra helyezésével (előre- illetve hátrdobástól függően) megtörténik a labda kidobása. Hátrdobásnál a fej fölött (5.18. ábra) (5.4. video), előredobásnál pedig a test előtt (5.19. ábra) (5.5. video). A dobáskor a kiinduló helyzet felvétele egy vonal mögött történik. Mivel a dobások eredményességét a lábak munkavégzése jelentősen befolyásolja, ezért a dobás elvégzése után megengedett a vonal átlépése. A dobóvonal és a leérkezés közötti távolságot jegyezzük fel. Gyakran alkalmazzák a lökést is, vagy a helyből távolugrás és lökés kombinációját (5.6. video) is a teljes test reaktív erejének mérésére.



5.18. ábra. Medicinlabda dobás hátra. Kiinduló helyzet (A), súlypont süllyesztése, labda leengedése (B), kidobás (C).



5.19. ábra. Medicinlabda dobás előre. Kiinduló helyzet (A), súlypont süllyesztése, labda leengedése (B), kidobás (C).

4 lépcsőfok teszt

Szükséges eszközök: lépcső, stopperóra

A lépcsőn végrehajtott tesztek olyan funkcionális tesztek, melyek az anaerob alaktacid kapacitást mérik. A lépcsős teszteknel a cél az, hogy a lépcsőn fokanként fellépve a vizsgált személy minél rövidebb idő alatt jusson fel a megadott pontig. Az ilyen tesztek mindössze néhány másodpercig tartanak, tehát az izom ATP-kreatin foszfát energiaszolgáltató rendszerének kapacitását vizsgálják. Az egyik legelterjedtebb a 4 lépcsőfok teszt, melyet alacsony fittségi szinttel, vagy csökkent mozgásképességgel rendelkező személyek, elsősorban idősek és izombetegek körében végezhetünk el (Illés és mtsai, 2013). A vizsgált személy zárt állásban helyezkedik el az első lépcsőfok előtt, és jelzésre fokanként felgyalogol a negyedik fokig. Amikor mindét lába eléri a negyedik fokot, az induláskor elindított stopperórát megállítjuk.

AZ ERŐ MÉRÉSE LABORATÓRIUMI ESZKÖZÖKKEL

A pályatesztek mellett igen gyakran laboratóriumi erőméréseket is szükséges elvégezni, hogy jobban értsük a neuromuszkuláris rendszer adaptációját, vagy korlátait, ezek a mérések azonban műszerparkot igényelnek. Az alábbiakban olyan mérési eljárásokat, eszközöket és mérési paramétereket mutatunk be, melyeket világszerte alkalmaznak a laboratóriumok.

Kontaktszőnyeggel és erőplatóval végzett vizsgálatok

A kontaktszőnyegek olyan talajra helyezhető lapos eszközök, amelyek érzékelik, ha erőt fejtünk ki rá. A kontaktszőnyegen állva a vizsgált személy súlya nyomást gyakorol az eszközre, és az eszközbe beépített érintkezők így zárják az áramkört. Felugrásteszt során, ahogyan a lábak elhagyják az eszközt, az érintkezők szétválnak, elindítva egy digitális stopperórát. A leérkezéskor ismét záródik az áramkör és az óra megáll. Az eszköz tehát egyetlen változót képes mérni, a levegőben tartózkodás idejét. Márpedig, ha ismert ez a változó, akkor a szabadesés törvényeit felhasználva könnyen kiszámolhatjuk a súlypont emelkedésének útját az $S = t^2 \cdot g/2$ képlettel, ahol S a súlypont által megtett út, t az emelkedés ideje, és g a gravitációs gyorsulás értéke ($9,81\text{m/s}^2$). Mivel a kontaktszőnyeg a teljes levegőben tartózkodás idejét méri, ezért a t érték a levegőben tartózkodás idejének éppen a fele lesz, mivel az emelkedés és esés ideje megegyezik. A gyártóktól beszerzett kontaktszőnyegek (5.20. ábra) (pl. Chronojump, Muscle Lab) szoftverjei ezeket automatikusan kiszámolják, ráadásul a testtömeg megadásával még a mechanikai teljesítményt is megkapjuk. A levegőben tartózkodás idejéből számolt súlypont emelkedés útja az egyik leggyakrabban felhasznált változó a felugrásokkal kapcsolatos tudományos kutatásokban (Malisoux és mtsai, 2006; Sáez Sáez de Villareal, 2010). A kontaktszőnyegek olyan funkcióban is működnek, amikor nem a levegőben tartózkodás idejét, hanem a talajkontakt idejét mérik. Ennek az értéknek akkor van jelentősége, ha pl. mélybeugrást végeztetünk, vagy akár nekifutásból egy lábbal elugrást. A talajkontakt idő összefügg az ugrások magasságával, távolságával, tehát fontos paraméter.



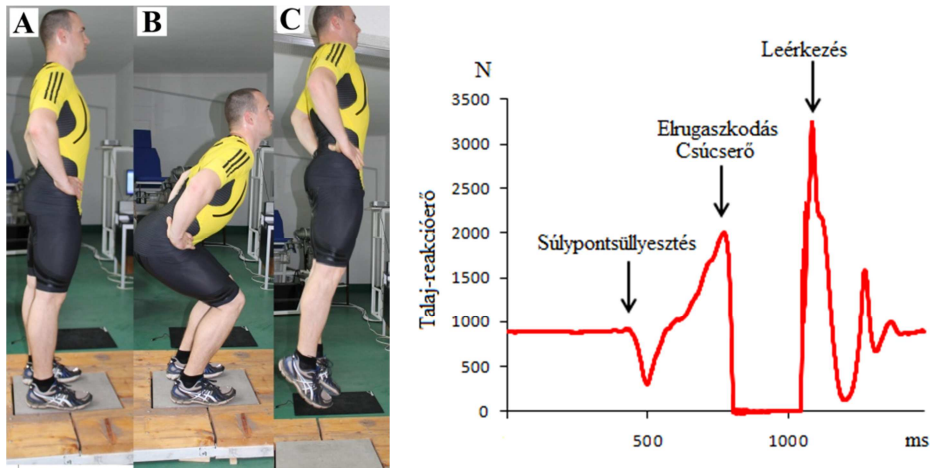
5.20. ábra. Chronojump típusú kontakt platform/szőnyeg a súlypontemelkedés mértékének meghatározására.

Az ugróteszteknél használatos kontaktszőnyegek előnye a hagyományos érintős ugrótesztekhez képest az, hogy a vizsgált személynek csak az ugrásra kell koncentrálnia, nem pedig a megérintendő eszközre, tehát megbízhatóbb. Ha a kezeket a csípőre helyezzük, akkor pedig a karlendítés hatását is kiküszöbölhetjük (5.21. ábra). Az eszköz maga mobilis, olcsón beszerezhető, vagy építhető, és gyorsan lehet vele méréseket végezni. Hátránya az, hogy a

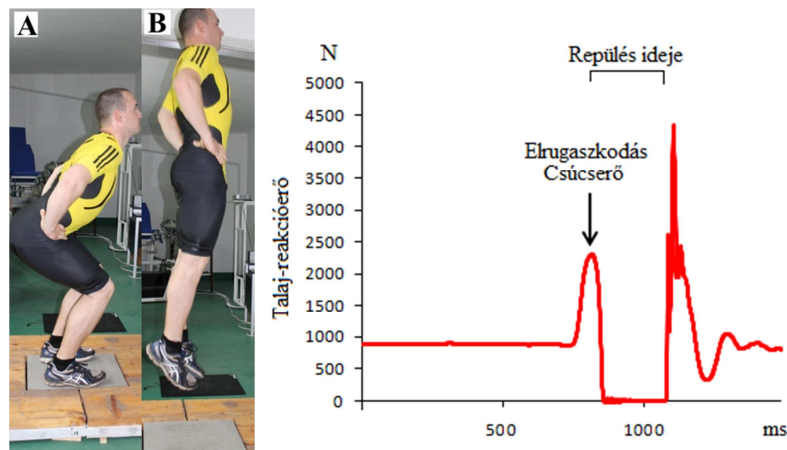
leérkezés technikája befolyásolhatja a repülési időt, pl. túlságosan hajlított végtagokkal való leérkezés késlelteti az eszközzel való érintkezést, növelve a repülési időt. Továbbá aszimmetrikus ugrások esetén, ha a lábak nem azonos időben hagyják el a mérőeszközt, vagy nem egyszerre érkeznek le, téves vagy hibás eredményt kapunk.

Az erőplató (5.21. ábra) olyan talajra helyezhető eszköz, mely a talajra kifejtett erőt méri. Hasonló elven működik, mint a digitális mérleg, vagyis minél nagyobb erőt fejtünk ki rá, annál nagyobb értéket mutat. Ezt az értéket talaj-reakcióerőnek nevezzük és Newtonban jelzi ki az eszköz. Bár valójában a talaj-reakcióerő nem is a vizsgált személy platóra kifejtett ereje, hanem annak ellentétes irányú ellenereje, de Newton III. törvényéből adódóan ezek azonos nagyságú erők.

Az erőplatóval végzett felugrás-vizsgálatoknál minden olyan tényező kizárható, melyet a pályateszteknél és a kontaktszőnyeges méréseknél felsoroltunk, és amelyek megbízhatatlanná teszik a mérést. Az erőplatóról végzett felugrásoknál ugyanis az elrugaszkodás erejét vesszük elsősorban figyelembe, és ez az érték megbízhatóan kifejezi a vizsgált személy reaktív vagy explozív erejét, attól függően, hogy melyik felugrás típust hajtja végre. Mint minden más módszernél, itt is arra kérjük a vizsgált személyt, hogy a lehető legmagasabbra próbáljon felugrani, mely során nyilván a lehető legnagyobb erőt fogja a platóra kifejteni. A talajtól való elszakadás után pedig már nem fontos, hogy milyen módon érkezik vissza, hiszen az elrugaszkodáskor mért csúcserő (5.21. ábra) számunkra elég információ. Az erőplató nemcsak abban szolgáltat több információt, hogy a talajra kifejtett erőt méri, hanem abban is, hogy nagy mintavételi frekvencia mellett képes ezt az idő függvényében kifejezni. Ez azt jelenti, hogy az eszköz képes másodpercenként akár 500 adatot is rögzíteni a mozdulat során az adott pillanatban kifejtett talaj-reakcióerőről. Ilyen magas mintavételi frekvencia mellett talaj-reakcióerő görbét tudunk rajzolni az idő függvényében (5.21. ábra). Így akár az is meghatározható, hogy a vizsgált személy milyen gyorsan képes erőt kifejteni a talajra. Ez egy fontos paraméter, ugyanis minél nagyobb a talajra kifejtett erő és annak sebessége, annál nagyobb lesz a súlypont emelkedése. Ha csupán a súlypont emelkedésének útját szeretnénk meghatározni, ugyanazzal az eljárással tudjuk ezt megtenni, amellyel a kontaktszőnyegek leírásakor találkoztunk: a levegőben tartózkodás idejéből számoljuk ki. Az 5.22-es ábrán ennek meghatározását látjuk SJ típusú felugrás teszt alatt.

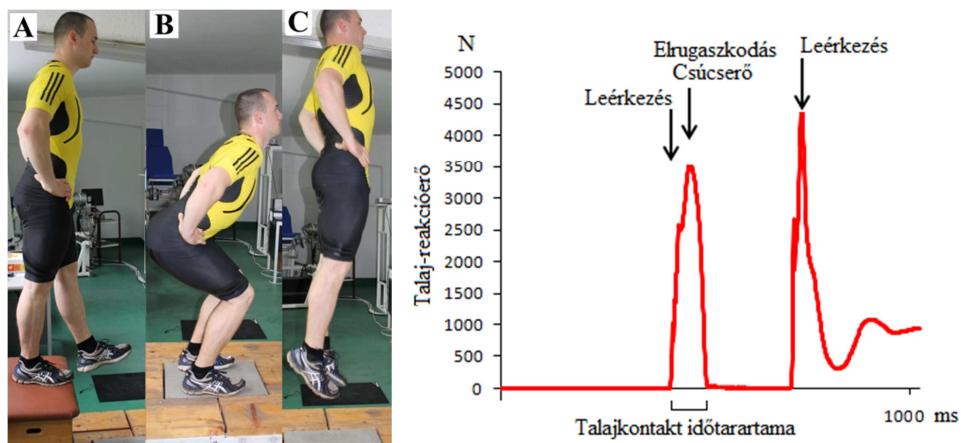


5.21. ábra. Tenzi típusú erőplatóról végzett CMJ felugrásteszt kiinduló helyzete (A), súlypontsüllyesztés (B) és felugrás (C) (bal oldali ábra). A felugráshoz tartozó talajreakcióerő-idő görbe 540 Hz mintavételi frekvencia mellett (jobb oldali ábra).



5.22. ábra. Tenzi típusú erőplatóról végzett SJ típusú felugrás kiinduló helyzete (A) és felugrás (B) (bal oldali ábra). A felugráshoz tartozó talajreakcióerő-idő görbéből 540 Hz mintavételi frekvencia mellett (jobb oldali ábra) meghatározható a levegőben tartózkodás ideje, melyből a súlypontemelkedés útja számolható ki.

A mélybeugrásoknál, és minden más olyan ugrásnál (pl. nekifutásból el- és felugrás), ahol a kiinduló helyzet nem az erőplatón van, hanem a vizsgált személy a levegőből érkezik rá, olyan fontos paramétert tudunk meghatározni, mint a talajkontakt idejét (5.23. ábra). Rövidebb talajkontakt-idő gyorsabb erő kifejtésre enged következtetni.



5.23. ábra. Tenzi típusú erőplatóról végzett mélybeugrás-felugrás teszt (DJ típusú ugrás) kiinduló helyzete (A), leérkezés (B) és felugrás (C) (bal oldali ábra). A felugráshoz tartozó talaj-reakcióerő-idő görbe 540 Hz mintavételi frekvencia mellett (jobb oldali ábra) lehetőséget ad a talajkontakt időtartamának meghatározására.

Azoknál a tesztekénél, ahol erőplatót alkalmazunk, az erő és idő paramétereken kívül goniométerrel mérhetjük az ízületekben bekövetkező szögváltozásokat. A goniométer gyakran szinkronizálható az erőplatóval, így az erő kifejtés közben nemcsak az időt vagyunk képesek figyelembe venni, hanem azt is, hogy mekkora szögelfordulások és szöggyorsulások következnek be a különböző ugrások során.

Az erőplatóval végzett méréseknél fontos, hogy a vizsgált személy talajra kifejtett erejét a testtömegéhez viszonyítsuk. Egy alacsony testtömegű emberrel szemben egy nagyobb tömegű ember ugyanis tömegéből adódóan nagyobb erőt fejthet ki a platóra, de mégis azt tapasztalhatjuk, hogy a súlypont emelkedése kisebb.

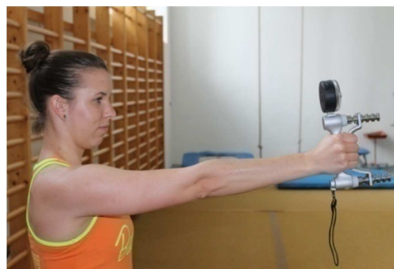
Dinamometriai vizsgálatok

A dinamométerek az erőplatókhoz hasonlóan az izomerő mérésére szolgálnak. Az erőplatótól azonban abban különböznek, hogy nem a talajra kifejtett erőt mérjük vele, hanem képesek vagyunk akár egy ízület mozgásában résztvevő izmok erejének mérésére, ráadásul egyes eszközök a felső végtagi izmok mérésére specializáltak. Izoláltan tudjuk vizsgálni az egyes izmok működését, és így pontosabb információhoz jutunk, szemben azokkal a mérésekkel, ahol több ízület és izomcsoport is bekapcsolódik a mozgásba (pl. ugrások). Egyes dinamométerek nagyon drága berendezések, és főleg kutatásokban vagy klinikai diagnosztikában alkalmazzák. Az alábbiakban felsorolunk néhány olyan mérési eljárást,

amelyek mindegyike dinamometriai mérésnek minősül, bár az eszközök tekintetében lényeges különbségek vannak.

Szorítóerő-mérés kézi dinamométerrel

A szorítóerő talán a legrégebb óta alkalmazott erőmérési eljárás. A szorítóerő mértéke jelentősen összefügg az ember teljes testére vonatkozó általános erővel, tehát jó fittségi mutatónak számít. Klinikai vizsgálatoknál is alkalmazzák, például valamilyen agyvérzés gyanúja esetén a két kéz szorítóerejének nagy különbsége utalhat arra, hogy az agykéreg sérült. A szorítóerőt kézi dinamométerrel mérjük. A vizsgált személy álló helyzetben az eszközt mellső középtartásban tartja a vizsgált kézzel, és teljes erővel megszorítja az eszköz markolatát (5.24. ábra). Érdekes mindkét kéz szorítóerejét felmérni és a két értéket – melyet kilogrammban ad meg az eszköz – átlagolni, mivel a domináns kéz jelentősen nagyobb erő kifejtésre képes. A vizsgált személy 2-3 próbálkozás során eléri a maximális erő kifejtést. Az ismétlések között egy perc pihenőidőnek kell eltelnie.

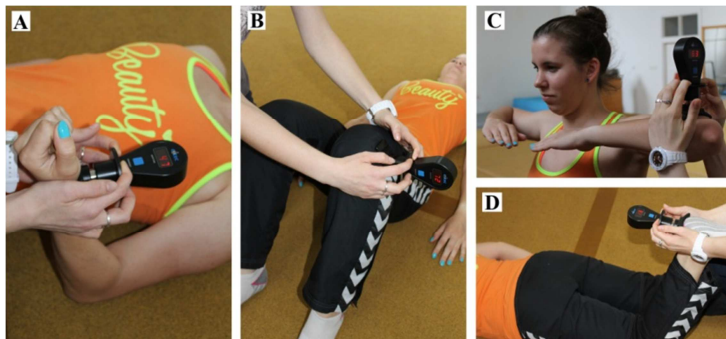


5.24. ábra. Szorítóerő mérése kézi dinamométerrel.

Kézi tartású dinamométer

A kézi tartású dinamométer (hand-held dinamométer), melynek a legújabb típusa a CITEC, már több izom és többféle funkció mérésére szolgál, szemben a fent említett szorítóerő mérővel. Az eszközt olyan pozíciókba helyezzük, amelyeknél a különböző izmok, izomcsoportok elszigetelt működését tudjuk vizsgálni (5.25. ábra). A mérés közben a vizsgáló a kezében tartja a dinamométert, és a vizsgált személy arra maximális izometriás (statikus) erőt fejt ki előre meghatározott irányba úgy, hogy közben a vizsgáló ellen tartja az eszközt. Az eszköz Newtonban fejezi ki a rá ható nyomóerőt. A vizsgálat kritériuma természetesen az, hogy a vizsgált személy kisebb erővel rendelkezzen, mint amekkora erővel a vizsgáló tartja a dinamométert. Ebből az következik, hogy ez a mérő eszköz és mérési eljárás inkább a klinikai vizsgálatoknál, izombetegek és idős emberek mérésére szolgál (Ravaglia és mtsai, 2010). Amennyiben a mérőeszközt stabilabban rögzítjük, pl. kötelekkel, vagy csavarokkal, akkor

természetesen nagyobb erővel rendelkező személyek is vizsgálhatók. Gyermekek erejének mérését is elvégezhetjük vele, amennyiben a mért izomcsoport ereje nem haladja meg az 500 N-t (ugyanis ez az eszköz felső mérési határa).



5.25. ábra. Citec típusú kézi tartású dinamométer a kar (A) és a térd (D) flexor, illetve a comb (B) és a kar (C) abductor (B), a kar abductor (C) izmainak vizsgálatára.

Az izokinetikus dinamométerek

A számítógép vezérlésű izokinetikus dinamométerek már a fent említett eszközöknél jóval nagyobb méretű, nem hordozható berendezések. Az emberi izomerő mérésének csúcstechnológiáját jelentik. Maguk az eszközök a fitnesztermekből ismert erőfejlesztő gépekre hasonlítanak. A karokat, melyekre erőt kell kifejteni, szervomotorok mozgatják különböző irányba és különböző sebességgel. Így előre beprogramozott izomműködési módok szimulálhatók az eszközzel, általában egy izomcsoportra alkalmazva. Mivel az izmok valójában a csontokra fejtenek ki erőt, és a csontok által alkotott testszegmensek közötti ízületekben forgatónyomaték keletkezik, a dinamométerek a kifejtett erő kifejtés mértékét forgatónyomatékban adják meg. A legelterjedtebb eszközök közé tartoznak a Cybex, a Biodex és a Kin-Com. Magyarországon a Multicont típusú dinamométert gyártják (5.26. ábra).

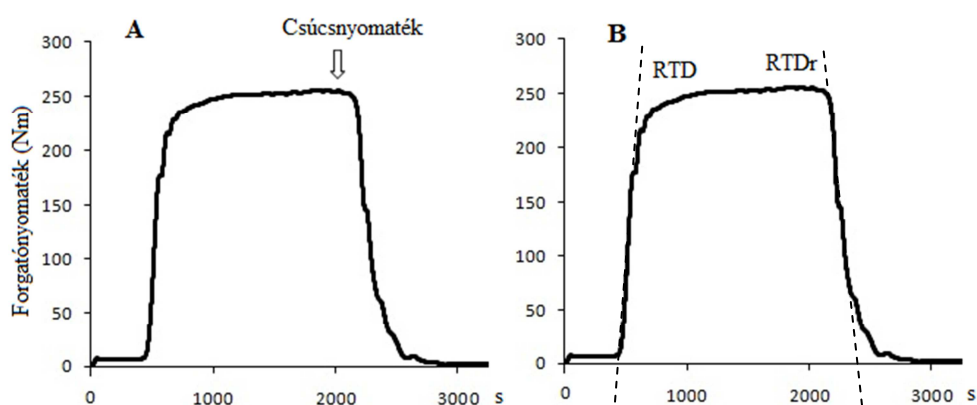


5.26. ábra. Multicont II. típusú, számítógép vezérlésű dinamométer a térd extensor izmainak vizsgálatára.

Ha azt szeretnénk vizsgálni, hogy az izomműködés (kontrakció) típusai hogyan hatnak az erő kifejtésre, akkor statikus (izometriás), legyőző (koncentrikus) és fékező (excentrikus) kontrakciókat kell szimulálnunk. Izometriás kontrakciónál az izom eredése és tapadása közötti távolság nem változik, az ízület szegmensei nem mozdulnak el. Ennél a kontrakció típusnál mért erőparamétert maximális akaratlagos izometriás forgatónyomatéknak nevezzük, és a tudományos kutatásokban a leggyakrabban alkalmazott eljárás, vizsgált mutató. Míg azonban a természetes mozgások nagy része más kontrakciótípusokat is tartalmaz, ezért az izometriás forgatónyomaték mérése nem mindig informatív. Ha például egy teljes erejű felugrást végzünk, akkor az ízületeket alkotó testszegmensek elmozdulnak, az ízületek kinyúlnak, és az azokat mozgató izmok pedig rövidülnek (eredés és tapadás távolsága csökken). Leérkezéskor pedig ugyanez ellenkező irányba történik, az ízületek hajlanak, miközben az izmok nyúlnak és fékező munkát végeznek, lecsillapítva a test talajhoz ütközését. Míg az előzőt koncentrikusnak (5.7. video), az utóbbit excentrikus kontrakciónak (5.8. video) nevezzük, és mindkét erő kifejtési mód szimulálható a dinamométeren. Ha mindhárom kontrakcióban kifejtett forgatónyomatékokat vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy általában az excentrikus (fékező) módozatban a legnagyobb az erő kifejtő képesség. Az is kérdéses lehet, hogy egy leérkezésből mekkora erővel képes ismét felugrani pl. egy sportoló (lásd: mélybeugrás). Tehát az excentrikus kontrakciót egy koncentrikus kontrakció követi nagyon gyorsan, melyet nyújtásos-rövidülési kontrakciónak (ciklusnak) nevezünk, és ez szintén szimulálható egy adott izomcsoportra a dinamométeren (5.9. video).

Az egyes kontrakciótípusok vizsgálata mellett az izom erő kifejtő képessége sebesség-specifikusan is vizsgálható a számítógép vezérlésű dinamométerekkel. Lehetőségünk van ugyanis úgy beprogramozni az eszközt, hogy az kisebb, vagy nagyobb sebességgel mozgassa a karokat. Mindez állandó sebesség mellett, tehát gyorsulás nélkül is lehetséges (innen az „izokinetikus” kifejezés). Ennek segítségével meghatározható, hogy az izom milyen erő kifejtésre képes alacsony és nagy sebességű mozgásoknál, mely informatív lehet pl. lassú és gyors izomrostok működésének vizsgálatában. Mivel egyes sportmozgásokat nagy sebességgel hajtják végre a sportolók, ezért az ő esetükben inkább a nagy sebességű (legalább 180°/s szögsebességű) kontrakciókat érdemes vizsgálni (5.10. video).

A dinamométeren végzett kontrakciók során a szoftver azonnal rendelkezésünkre bocsájt néhány paramétert, mint például a forgatónyomaték maximum és átlagértékét, vagy a kontrakció alatti munkavégzést. A dinamometria igazi előnye azonban az, hogy akár ezer adatot is képes rögzíteni másodpercenként, tehát hasonlóan az erőplatókhoz, magas mintavételi frekvenciával rendelkezik. Így például egy izometriás erő kifejtés során a kapott adatsorból egy idő-forgatónyomaték görbét vagyunk képesek megszerkeszteni (5.27. ábra), amely azt mutatja, hogy melyik időpontban mekkora volt az aktuális nyomatékkifejtés. Egy ilyen görbe segítségével meghatározható a nyomaték kifejlődésének meredeksége („rate of torque development”, RTD), illetve a relaxáció meredeksége (5.27. B. ábra). Míg az előbbi az izom explozív, tehát robbanékony erő kifejtő képességét tükrözi, a másik az izom ellazulási képességét mutatja. Az RTD értékét a forgatónyomaték változásának (ΔM) és az eltelt időnek (Δt) a hányadosával kapjuk meg, és azt jelenti, hogy egységnyi idő alatt mekkora forgatónyomatékot vagyunk képesek kifejtetni (Tihanyi, 1998). Az RTD-t számos kutató vizsgálja különböző edzésprogramok akut és krónikus hatásának megismerésére (Malisoux és mtsai, 2006; Váczai és mtsai, 2013b).



5.27. ábra. Térdextensio közben regisztrált forgatónyomaték-idő görbe maximális akaratlagos izometriás erő kifejtés alatt Multicont II típusú dinamométeren (1000 Hz mintavételi frekvencia). A vizsgált személy a lehető legnagyobb sebességgel fejtette ki a forgatónyomatékot és a maximum elérése után a lehető legrövidebb időn belül ellazította a quadriceps izmot. A görbéről meghatározható a forgatónyomaték csúcsa (A), illetve a forgatónyomaték kifejtésének (RTD) és a relaxáció (RTDr) meredeksége (B).

A dinamometriai adatsorokból forgatónyomaték-szöghelyzet grafikont is szerkeszthetünk, mely segítségével meghatározható, hogy milyen szöghelyzetben képes a

vizsgált izom a legnagyobb forgatónyomatékot képezni (optimális szöghelyzet meghatározása).

A dinamometriai mérések fontos diagnosztikai eljárások. A pontos adatszolgáltatás fontos olyan esetekben, amikor sérülési rizikófaktorokat kell feltárunk. Ilyen rizikófaktorok például a két végtag ereje közötti jelentős különbség (aszimmetria), vagy agonista-antagonista (pl. térd flexor és extensor) izmok erejének aránytalansága. Továbbá műtétek utáni rehabilitáció mellett pontosan nyomon követhető a sérült végtag funkciójának felzárkóztatása, mely segíthet eldönteni, hogy a sportoló mikor térjen vissza a versenyzéshez. A dinamometriával végzett diagnosztika olyan esetekben is hasznos, amikor nagyon alacsony fittségi állapotú, például izomdisztrófiás, vagy idősödő személyek izomműködését vizsgáljuk.

IRODALOMJEGYZÉK

- Wells JCK, Fewtrell MS (2006) Measuring body composition. *Archives of Disease in Childhood* 91:612-617.
- American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (6. kiadás). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
- Asmussen E, Bonde-Petersen F (1974) Storage of elastic energy in skeletal muscles in man. *Acta Physiologica Scandinavica* 91:385-392.
- Bohannon RW (1995) Sit or stand test for measuring performance of lower extremity muscles. *Perceptual and Motor Skills* 80:163-166.
- Chandler TJ (1991) The squat exercise in athletic conditioning. A position statement and review of literature. *NSCA Journal* 13:51-61.
- Council of Europe, Committee for the Development of Sport. European Test of Physical Fitness. Handbook for the EUROFIT Tests of Physical Fitness, Róma, 1988.
- Faulkner RA, Springings ES, McQuarrie A, Bell RD (1989) A partial curl-up protocol for adults based on an analysis of two procedures. *Canadian Journal of Sports Science* 14:135-141.
- Goldnig LA, Myers CR, Sinning WE (1989) The Y's was to physical fitness (3. kiadás). Champaign: Human Kinetics
- Hoffrén M, Ishikawa M, Komi PV (2007) Age-related neuromuscular function during drop jumps. *Journal of Applied Physiology* 103:1276–1283.
- Illés Z, Mike A, Trauninger A, Várdi K, Váczi M (2014) Motor function and respiratory capacity in patients with late-onset Pompe disease. *Muscle and Nerve* 49:603-606.
- Komi PV, Bosco C (1978) Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 10:261-265.
- Kreamer W, Fry A (1995) Strength testing development and evaluation of methodology. In: Maud PJ & Foster C (szerk.), *Physiological assessments of human fitness*, 115-138, Champaign: Human Kinetics
- Malisoux L, Francaux M, Nielens H, Theisen D, 2006. Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. *Journal of Applied Physiology* 100:771-779.

Rantalainen T, Hoffrén M, Linnamo V, Heinonen A, Komi PV, Avela J, Nindl BC (2011) Three-month bilateral hopping intervention is ineffective in initiating bone biomarker response in healthy elderly men. *European Journal of Applied Physiology* 111:2155-2162.

Ravaglia S, Pichiecchio A, Ponzio M, Danesino C, Garaghani KS, Poloni GU, Toscano A, Moglia A, Carlucci A, Bini P, Ceroni M, Bastianello S (2010) Changes in skeletal muscle qualities during enzyme replacement therapy in late-onset type II glycogenosis: temporal and spatial pattern of mass vs. strength response. *Journal of Inherited Metabolic Diseases* 33:737-745.

Rikli RE, Jones CJ (1999) Development and validation of a functional fitness test for community residing older adults. *Journal of Ageing and Physical Activity* 7:129-161.

Rikli RE, Jones CJ (2001) Senior fitness test manual. Champaign, Illinois, Human Kinetics

Sáez Sáez de Villarreal E, Requena B, Arampatzi F, Salonikidis K (2010) Effects of plyometric training on chair-rise, jumping and sprinting performance in three age groups of women. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 50:166-173.

Tihanyi J (1998) Az edzésadaptáció élettani és biomechanikai alapelvei a gyors- és robbanékonnyerő fejlesztésében. In: Ángyán L (szerk.): Sporttudományos füzetek II/1, pp. 32-75. Motio, Pécs.

Turner AM, Owings, M, Schwane JA (2003) Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 17:60-67.

Twist C, Eston R (2005) The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology* 94:652-658.

Váczai M, Fry AC, Weiss LW, Clutch DC, Murlasits Z (2000) Contributing parameters to depth jump performance *Journal of Strength and Conditioning Research*, Konferenciakiadvány (Annual Congress of the NSCA, Orlando, USA) pp. 350-351.

Váczai M, Tihanyi J, Hortobágyi T, Rácz L, Csende Z, Costa A, Pucsok J (2011) Mechanical, biochemical, and EMG responses to short-term eccentric-concentric knee extensor training in humans. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25:922-932.

Váczai M, Rácz L, Hortobágyi T, Tihanyi J (2013a) Dynamic contractility and efficiency impairments in stretch-shortening cycle are stretch-load dependent after training-induced muscle damage. *Journal of Strength and Conditioning Research* 27:2171-2179.

Vaczi M, Tekus E, Kaj M, Koszegi T, Ambrus M, Tollár J, Atlasz T, Szabadfi K, Karsai I (2013b) Changes in metabolic and muscle damage indicators following a single bout of jump training on stair versus at level. *Acta Physiologica Hungarica* 7:1-12.

Váczai M, Tollár J, Meszler B, Juhász I, Karsai I (2013c) Short-term high intensity plyometric training program improves strength, power and agility in male soccer players. *Journal of Human Kinetics* 36:17-26.

Wilson, JM, Flanagan EP (2008) The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22:1705-1715.

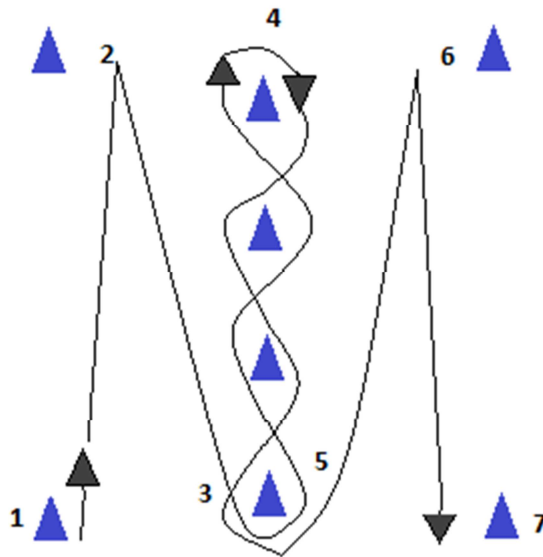
VI. A GYORSASÁG MÉRÉSE

(MESZLER BALÁZS)

A gyorsaság megjelenési formái az egyszerű és választásos reakciógyorsaság, az aciklikus gyorsaság (mozdulat- és mozgásgyorsaság, rajtgyorsaság, rúgó-, dobó- és ugrógyorsaság), a ciklikus gyorsaság (gyorsulási-lassulási képesség, gyorsasági koordináció) és a szupramaximális gyorsaság (Harsányi, 2000). A fejezetben a mozgásgyorsaság, az irányváltoztatásos gyorsaság mérésénél alkalmazott pályateszteket mutatjuk be, melyek főként a versenysportra jellemzőek. A mozgásgyorsaság azonos a nemzetközi szaknyelvben használt „agility” képességgel. E képesség háttérében az ingerületvezetés, az ideg-izom kapcsolat és az izomműködés hatékonysága áll. A vizsgálatok kivétel nélkül az időeredményt rögzítik. A legpontosabb eredményeket fotocella segítségével érhetjük el, azonban ennek hiányában a nagyobb számú vizsgálati személyzet egyidejű stopperórás mérésével is reális értéket kaphatunk.

Illinois teszt (Illinois Agility Run)

Szükséges eszközök: 8 db jelzőbója, mérőszalag, stopperóra.



6.1. ábra. Illinois teszt

A teszt leírása (6.1. video): a vizsgálathoz négy bóját, téglalap alakban helyezünk el úgy, hogy egy 10x5 méteres területet alkossanak. Alapjai 5 m, míg oldalai 10 m hosszúak. Az

alapvonal közepén (az 5 méteres vonal felén) négy bóját helyezünk el egy vonalban, egymástól egyenlő távolságra, a terület oldalával párhuzamosan. A feladat végrehajtási módja a következő (6.1. ábra): a vizsgálat akkor kezdődik, amikor a vizsgálati személy a kiindulási ponttól (1) elindul. A vizsgált személy egyenes vonalú futást végez a szemben lévő bójáig (2), majd visszafut az alapvonalig (3). Onnan a terület közepén elhelyezett összes bóját szlalomban megkerülve fut a 4-es, majd vissza a 3-as pontig. Miután visszatért az alapvonalhoz, a jobb felső sarokban lévő bójához fut (6), majd vissza a célba (7), ahol megérinti a bóját. A gyakorlat a bója megérintésekor ér véget. A próbát kétszer ismételtetjük, az ismétlések között minimálisan 3 perces pihenő idővel.

Értékelés: a vizsgálat célcsoportja a 16 – 19 éves korosztály. A két kísérlet közül a jobbat értékeljük a 6.1. táblázat szerint.

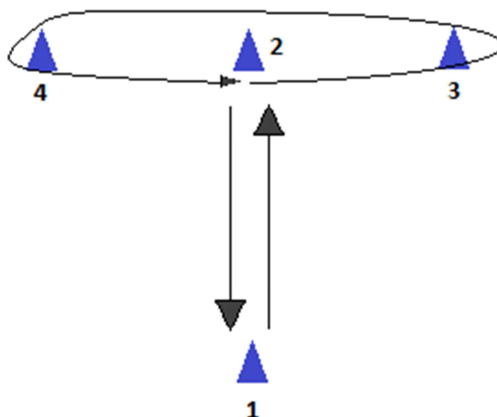
6.1.táblázat. Illinois teszt értékelése (Forrás: Davis és mtsai, 2000)

Értékelés	Férfi (s)	Nő (s)
Kiváló	<15,2	<17,0
Átlagos felett	15,2 – 16,1	17,0 – 17,9
Átlagos	16,2 – 18,1	18,0 – 21,7
Átlagos alatt	18,2 – 18,3	21,8 – 23,0
Gyenge	>18,3	>23,0

Megjelenése a szakirodalomban: Miller és mtsai (2006).

T-teszt (T-Test)

Szükséges eszközök: 4 db jelzőbója, mérőszalag, stopperóra.



6.2.ábra. T-teszt

A teszt leírása (6.2. video): T alakzatban négy bóját helyezünk el a pályán. Három bója egymástól 5 m távolságra van egymástól, míg a negyedik a középsőtől 10 m-re. A feladat végrehajtási módja a következő (6.2. ábra): a mérés akkor kezdődik, amikor a vizsgált személy az 1-es bójától elindul. Egyenes vonalon fut a 2-es bójáig, amit megérint. Oldalazással megkerüli a 3-as bóját, majd folytatja az oldalazást 4 felé. A 4-est megkerülve oldalazva halad egész a 2 érintéséig. Innen hátrafele futással halad tovább a kiindulópontig (1), ahol a bója megérintésével fejezi be a feladatot. A próbát háromszor ismételtetjük, az ismétlések között minimálisan 3 perces pihenőidővel.

Értékelés: a vizsgálat érvénytelen, ha oldalazás közben a vizsgálati személy keresztezi lábait, nem érinti meg a bóját, vagy törzse nem előre fele néz a feladat végrehajtása közben. A három kísérlet közül a legjobbat értékeljük a 6.2. táblázat szerint.

6.2.táblázat. T-teszt értékelése (Forrás: <http://www.topendsports.com/testing/tests/t-test.htm>)

Értékelés	Férfi (s)	Nő (s)
Kiváló	<9,5	<10,5
Jó	9,5 – 10,5	10,5 – 11,5
Közepes	10,5 – 11,5	11,5 – 12,5
Gyenge	>11,5	>12,5

Megjelenése a szakirodalomban: Miller és mtsai (2006).

10 méteres ingafutás (10 meter shuttle)

Szükséges eszközök: 2 db váltóbot, vagy jelzőbója, 2 db jelzőbója, mérőszalag, stopperóra.



6.3. ábra. 10 méteres ingafutás

A teszt leírása (6.3. video): két jelzőbóját helyezünk a talajra, 10 m távolságra egymástól. Az egyik oldalra a két váltóbotot (jelzőbóját) teszünk. A vizsgálati személy a váltóbotokkal ellentétes oldalról indul a mérőszemélyzet jelzésére. A feladat, hogy a két váltóbotot a lehető leggyorsabb futómozgással átvigye a 10 méterre lévő másik oldalra (6.3. ábra). A stopperórát

akkor állítjuk meg, amikor a második váltóbotot is lerakta a talajra. A vizsgálatot kétszer végeztetjük el, közöttük minimum 2 perces pihenőidővel.

Értékelés: Ha leejti a váltóbotot, vagy nem vitte át a 10 méteres vonalon, dobta, nem pedig letette, akkora gyakorlatot érvénytelennek kell tekinteni. A két kísérlet közül a jobbat rögzítjük. Életkori, nemi elvárt értékek nincsenek, a vizsgálatot ajánlott a képességet fejlesztő edzésprogramot megelőzően, és azt követően elvégezni.

Futólétra- teszt (Quick Feet Test)

Szükséges eszközök: sík talaj felület, 20 lépcsős futólétra, stopperóra.



6.4. ábra. Futólétra- teszt

A teszt leírása: a vizsgálati személy feladata, hogy a futólétra elejétől a lehető leggyorsabban eljusson a végig, úgy, hogy minden lépcsőfokba belépve, nem érinti lábával a fokokat (6.4. ábra). A gyakorlat a mérőszemélyzet jelzésére indul, a stopperóra akkor áll meg, mikor az utolsó lépcsőfokot átlépve érintette a talajt. A vizsgálatot kétszer végeztetjük el, közöttük minimum 2 perces pihenőidővel.

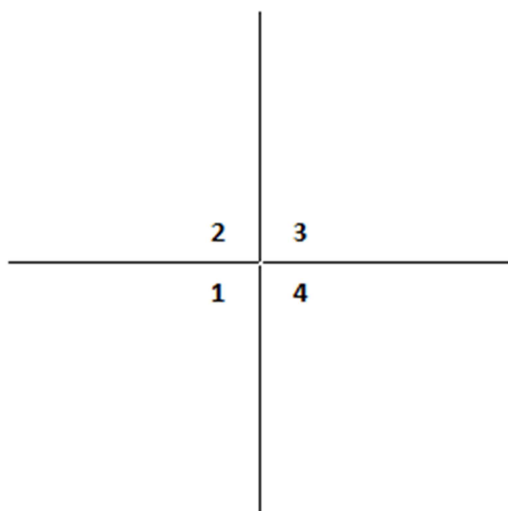
Értékelés: a vizsgálat érvénytelen, ha lábával érinti a fokokat, kilép a létrán kívülre, vagy nem lép bele minden fokba. A két kísérlet közül a jobbat értékeljük a 6.3. táblázat szerint.

6.3.táblázat. Futólétra- teszt értékelése (Forrás: <http://www.brianmac.co.uk/qikfeet.htm>)

Értékelés	Férfi (s)	Nő (s)
Kiváló	<2,8	<3,4
Átlagos felett	2,8 – 3,6	3,4 – 4,2
Átlagos	3,7 – 4,4	4,3 – 5,0
Átlagos alatt	4,5 – 5,2	5,1 – 5,8
Gyenge	>5,2	>5,8

Szökdelő-teszt (Quadrant Jump Test)

Szükséges eszközök: mérőszalag, ragasztószalag, stopperóra.



6.5.ábra. Szökdelő-teszt

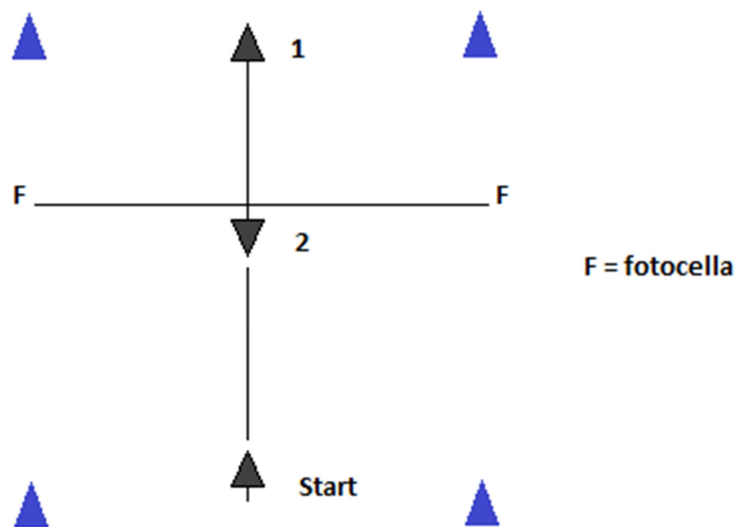
A teszt leírása (6.4. video): ez egy futást nem igénylő vizsgálat, ami kis területen történő maximális sebességű mozgásvégrehajtást igényel. A jó teljesítmény háttérében nem csak a gyorsaság, hanem a jó egyensúlyozó képesség is áll. A ragasztószalaggal egy 90 x 90 cm-es négyzetet jelölünk ki, illetve a négyzet közepén két vonalat keresztezünk a 6.5. ábrán látható módon. A vizsgálati személy a kiindulási helyről, jelre indulva páros lábon szökdelve halad a megadott irányba. A haladási irányt a vizsgálat előtt ismertetjük, valamint próba lehetőséget adunk. A szökdelés menete a következő: 1-2-3-4-1-2 és így tovább. A próbát 10 másodpercig végeztetjük, majd a páros lábú talajra érkezések számát rögzítjük. Két értékelhető gyakorlatot vizsgálunk, köztük minimum 2 perces pihenőidővel.

Értékelés: minden talajra érkezés egy pontot ér, ha mindkét lába egyszerre érkezik a talajra. Fél (0,5) pontot levonunk, ha a vizsgálati személy rálép a vonalra, egy lábbal érkezik a talajra, vagy nem egy ütemben. A két gyakorlat pontszámát átlagolva a végeredményt rögzítjük.

Megjelenése a szakirodalomban: Johnson és Nelson (1986).

505-teszt (505 Agility Test)

Szükséges eszközök: sík talaj felület, mérőszalag, fotocella vagy stopperóra, 4 db jelzőbója.



6.6. ábra. 505-teszt

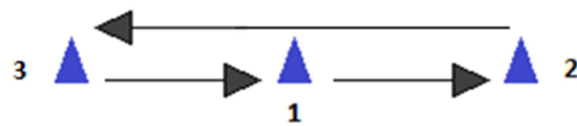
A teszt leírása (6.5. video): a kezdő vonalat két bója között jelöljük ki, attól 15 m-re pedig szintén két bója közé a forduló pontot. A fotocellákat a kezdő vonaltól 10 méterre állítjuk fel a 6. ábrán látható módon. A vizsgálati személy a kiindulási pontról indulva a forduló vonalig fut, ahol a vonalra rálép, megfordul és átfut a fotocellák között (6.6. ábra). A vizsgálatot kétszer ismételtetjük, közöttük minimálisan egy perces pihenő idővel és a jobb eredményt értékeljük. Ajánlott a tesztet mindkét irányba fordulással felmérni.

Értékelés: a felmérésben a fotocellák közötti első, illetve a második áthaladást mérjük. Fotocellák hiányában stopperórával mérjük a 10 méteres vonalon a két áthaladás közötti időtartamot. Ez esetben érdemes nagyobb számú vizsgálati személyzetet bevonni az idő rögzítéséhez, majd az időeredményeket átlagolva kapjuk a valid értéket.

Megjelenése a szakirodalomban: Drape és Lancaster(1983).

20 méteres ingafutás (20 Yard Shuttle Test)

Szükséges eszközök: sík talaj felület, stopperóra, mérőszalag, 3db jelzőbója, ragasztószalag.



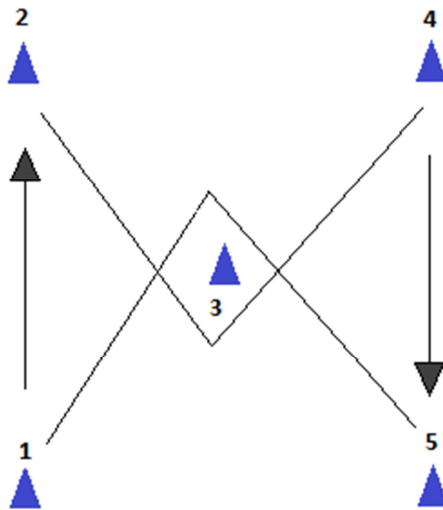
6.7.ábra. 20 méteres ingafutás

A teszt leírása (6.6. video): a vizsgálatot az NFL Draft felmérésein, a SPARQ értékelő rendszerében, valamint számos egyéb, populációs vizsgálatban használják. A vizsgálati alanynak egy 20 yard hosszú (18.288 méter) területen kell ingafutást végrehajtania. A 20 yardot az egyszerűbb mértékegység váltás miatt 20 méternek is tekinthetjük. Két bójával kijelölünk egy 20 méteres távolságot, aminek közepére szintén egy jelzőbóját teszünk. A bóják meghosszabbításaként érdemes a talajra jelölőszalagot ragasztani az áthaladás átláthatósága miatt. A vizsgálati személy jelre a középső bójától indul (6.7. ábra) az egyik bója irányába (5 m), majd a bója vonalában irányváltotással átfut a túlsó bójáig (10 m) és vissza a kiindulási helyre (5 m). Fontos, hogy minden irányváltotás előtt érintse meg a jelzőszalagot, illetve a végén haladjon át rajta. A vizsgálatot háromszor végeztetjük el, köztük minimálisan egy perces pihenő idővel. Felhívjuk a figyelmet, hogy ez a teszt nem azonos az állóképesség mérésénél leírt 20 m-es ingafutás tesztel.

Értékelés: a három kísérlet közül a legjobbat rögzítjük másodpercben. Életkori, nemi elvárt értékek nincsenek, a vizsgálatot ajánlott a képességfejlesztő edzésprogramot megelőzően, és azt követően elvégezni.

Cikk-cakk teszt (Zig Zag Test)

Szükséges eszközök: sík talaj felület, mérőszalag, stopperóra, 5 db jelzőbója.



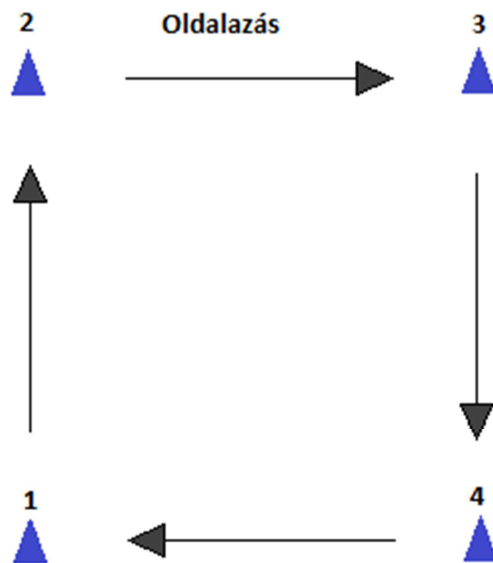
6.8.ábra. Cikk-cakk teszt

A teszt leírása (6.7. video): a bójákat a 6.8. ábrán látható módon helyezzük el egymástól, a leírt távolságra. Négy bójából egy négyzetet alakítunk ki, melynek alapjai 16 lábra (4,88 m), oldalai 10 lábra (3,05 m) vannak egymástól, valamint a négyzet közepére is egy bóját helyezünk. A könnyebb kijelölés érdekében dolgozhatunk 5x3 méteres négyzettel is (6.8. ábra). A kiinduló helyzet a bal alsó bója (1). A vizsgálati személy innen indulva fut előre, egyenes vonalon, majd megérinti a 2-es bóját. Irányváltoztatással halad tovább a középén elhelyezett bója felé (3), majd azt megkerülve tovább a 4-es bójáig. A 4-es érintését követően halad az 5-ös érintéséig, és a középső bóját (3) felülről megkerülve vissza a kiindulási helyhez (1). A feladat pontos végrehajtását a mellékelt video mutatja (video 6.7).

Értékelés: a tesztet kétszer végeztetjük el, köztük minimálisan másfél perces pihenő idővel, majd a jobb eredményt rögzítjük. Életkori, nemi elvárt értékek nincsenek, a vizsgálatot ajánlott a képességfejlesztő edzésprogramot megelőzően, és azt követően elvégezni.

Négyzetfutás (Box Drill)

Szükséges eszközök: sík talaj felület, mérőszalag, stopperóra, 4 db jelzőbója.



6.9.ábra. Négyzetfutás

A teszt leírása (6.8. video): a vizsgálat szintén az NFL Draft rendszerében használatos. A bójákat négyzet alakban 10 yardra, ez esetben 10 méterre állítjuk fel egymástól. A gyakorlat megkezdése az egyik alsó bójától indul (1), majd a vizsgálati személy egyenes vonalú futással halad a 2-es pontig, ezután oldalazva a 3-as bójáig, majd egyenes vonalon hátra és szintén egyenes vonalon vissza a kiinduló helyre, ahol a bóját megérinti (6.9. ábra). Ekkor állítjuk meg a stopperórát, a többi esetben nem kell a bójákat érinteni.

Értékelés: a tesztet mindkét oldalról kétszer végeztetjük el, köztük minimum egy perces pihenővel, majd másodpercben mérve a jobb eredményeket rögzítjük. Életkori, nemi elvárt értékek nincsenek, a vizsgálatot ajánlott a képességfejlesztő edzésprogramot megelőzően, és azt követően elvégezni.

8 Foot Up and Go teszt

Szükséges eszközök: sík talaj felület, egyenes támlájú szék, mérőszalag, stopperóra, jelzőbója.

A teszt leírása: a vizsgálat idők gyorsasági, egyensúlyozó és agility képességeivel foglalkozik. A széket a biztonságos végrehajtás miatt a falnak támasztva helyezzük el, majd tőle 8 láb távolságra (2,44 m), azaz 2,5 méterre egy jelzőbóját állítunk. A vizsgálati személy a széken ül, kezeit a térdre helyezi. Ebből a kiinduló helyzetből áll fel és gyors járással (futni nem lehet) a bóját megkerülve visszaül a székre.

Értékelés: a tesztet kétszer végeztetjük el, köztük minimálisan egy perces pihenővel, majd a jobb eredményt értékeljük. Életkori, nemi elvárt értékek nincsenek, a vizsgálatot ajánlott a képességfejlesztő edzésprogramot megelőzően, és azt követően elvégezni.

Megjelenése a szakirodalomban: Rose és mtsai (2002), Jones és Rikli (2002).

AAHPERD vizsgálat

Szükséges eszközök: sík talaj felület, egyenes támlájú szék, mérőszalag, stopperóra, jelzőbója.

A teszt leírása: a vizsgálat idők gyorsasági, egyensúlyozó és agility képességeit méri fel. A széket a biztonságos végrehajtás miatt a falnak támasztva helyezzük el, majd tőle 31 láb távolságra (9,45 m), azaz 9,5 méterre egy jelzőbóját helyezünk el. A vizsgálati személy a széken ülve, kezeit a térdeire helyezve, ebből a kiinduló helyzetből áll fel és gyors járással (futni nem lehet) a bóját megkerülve visszaül a székre, majd ismét feláll és a másik oldaláról kerüli meg a bóját. A mérés akkor ér véget, mikor másodszor is leült.

Értékelés: a tesztet kétszer végeztetjük el, köztük minimálisan két perces pihenővel, majd a jobb eredményt rögzítjük. Az értékeléshez a vizsgálatot ajánlott a képességfejlesztő edzésprogramot megelőzően, és azt követően elvégezni.

Megjelenése a szakirodalomban: Osness és mtsai (1990).

További, fotocellát igénylő vizsgálatok:

RAT-teszt és CODS-teszt

A RAT (Reactive agility test) és a CODS (Change of direction speed test) a szakirodalom által elfogadott, megbízható vizsgálatok, melyek a gyorsaságot, az irányváltoztatási gyorsaságot, a gyorsasági koordinációt mérik. A vizsgálatok feltétele a fotocellás számítógépes berendezés. Azoknak a sportszakembereknek, kinek vizsgálataihoz adottak a tárgyi feltételek, a következő szakirodalmat javasoljuk: Sheppard és mtsai (2006).

IRODALOMJEGYZÉK

Drape JA, Lancaster MG (1985) The 505 test: A test for agility in the horizontal plane. Australian Journal for Science and Medicine in Sport 17(1), 15-18.

Johnson BL, Nelson JK (1986) Practical Measurements for Evaluation Physical Education. 4th edition 228-230.

Jones CJ, Rikli RE (2002) Measuring functional fitness of older adults. The Journal on Active Aging. 4-30.

Harsányi L (2000) Edzéstudomány I. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs.

Miller MG, Herniman JJ, Richard MD, Cheatham CC, Michael TJ (2006) The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science & Medicine* 5, 459-465

Osness WH, Adrian M, Clark B, Hoeger W, Raab D, Wisnell R. (1990) Functional fitness assessment for adults over 60 years (a field based assessment) American Alliance for Health. Physical Education Recreation and Dance.

Rose D, Jones C, Lucchese N (2002) Predicting the Probability of Falls in Community-Residing Older Adults Using the 8-Foot Up and- Go: A New Measure of Functional Mobility. *Journal of Aging and Physical Activity* 10, 466-475.

Sheppard JM, Young WB, Doyle TLA, Sheppard TA, Newton RU (2006) An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direction speed. *Journal of Science and Medicine in Sport* 9, 342—349.

Felhasznált weboldal:

<http://www.topendsports.com/testing/agility.htm>

VII.A MOZGÁS- KOORDINÁCIÓ MÉRÉSE

(MESZLER BALÁZS)

Nádori szerint (1991), a mozgáskoordináció az adott technika kivitelezése alatti izom-összehúzódnások összekapcsolása, szabályozása. A hétköznapi nyelvvezetben, a közfelfogásban az emberek hajlamosak a mozgáskoordinációs képességeket az egyensúlyérzékeléssel, ügyességgel általánosítani. A szakirodalom, a sporttudomány és az egészségtudomány számos képességet különít el és fogalmazza meg azok megjelenését akár a mindennapi életben, akár a mozgásos cselekvéseken belül. A sportmozgásokban a mozgáskoordináció minden formája megjelenik, sportáganként, azok jellegzetességeként változó az előfordulási arányuk. A mozgáskoordináció képességein belül az egyensúlyozó képességet tudjuk a leginkább sportág specifikus tesztekkel, illetve laboratóriumi körülmények között mérni. A fejezet célja nem a koordinációs képességek részletes leírására, megjelenési formáira törekszik, hanem gyakorlati útmutatót ad a testnevelő tanárok, sportszakemberek számára a legkönnyebben, legkézenfekvőbb módon elvégezhető vizsgálatokról. A szakirodalom kevés, kvantitatív jellegű vizsgálatot sorol fel, sokkal inkább a kvalitatív, megfigyelés alapján történő értékeléssel találkozunk a jelen képességek mérései során.

Az egyensúlyozó képesség mérése

Az egyensúlyozó képesség statikus és dinamikus formájának vizsgálatára is számos validált, a szakirodalomban alkalmazott módszert ismerünk. A tudomány egyidejűleg foglalkozik a fiatakorúak, az utánpótlás és élvonalbeli sportolók, valamint az időskorúak egyensúlyozó képességének mérésével is. A sportmozgásokhoz legközelebb álló teszteket mutatjuk be, továbbá említést teszünk az egészségtudományban, az időskori egyensúlyzavar miatt használt vizsgálatokról is.

PÁLYATESZTEK A MOZGÁSKOORDINÁCIÓ MÉRÉSÉRE

Flamingó próba (Flamingo Balance Test)

Szükséges eszközök: stopperóra, sík felületű gerenda (50 cm hosszú, 5 cm magas és 3 cm széles).

A teszt leírása: A vizsgálat célja a statikus egyensúlyozó képesség vizsgálata egy lábon. A próba értékeli a láb, a medence és a törzsizom erejét. A vizsgálati személy cipő nélkül, egy lábon rááll a gerendára úgy, hogy a gyakorlat megkezdésénél rátámaszkodik a mérést végző személyre a stabil egyensúlyi helyzet kialakítása miatt. A szabad lábát térdben hajlítja, lábfejét megfogva, sarkát szorítja a farizmához (7.1. ábra). A mérés során fontos, hogy 60 másodpercig megtartsa ezt az egyensúlyi helyzetet. Ha a vizsgált személy lelép a gerendáról, vagy elengedi a felhúzott lábát, az órát meg kell állítani, majd a mérés a kiinduló helyzet ismételt felvételétől folytatódik.



7.1. ábra. Flamingó próba

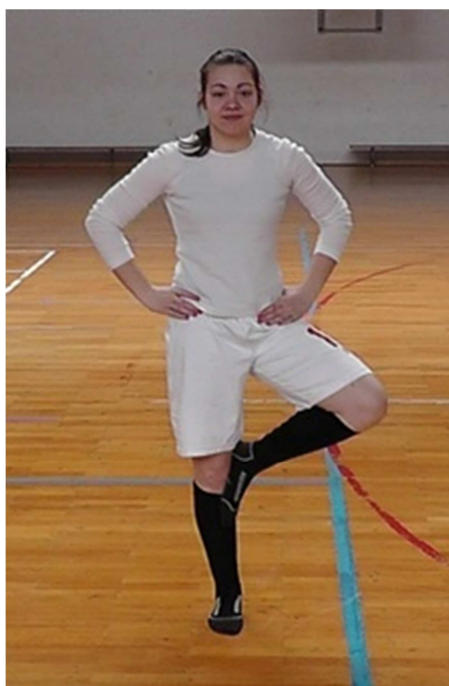
Értékelés: Számoljuk, hogy 60 másodperc alatt hány hibát vétett. Ha az első 30 másodpercben többet hibázott 15-nél, akkor a vizsgálatot meg kell szakítani és automatikusan 0 pontra értékelni. Értékelés: Egy perc alatt az egyensúlyvesztések száma (db).

Megjelenése a szakirodalomban: Barabás (1993).

Gólya – teszt (Stork Stand Test)

Szükséges eszközök: sík felület, stopperóra

A teszt leírása: A vizsgálat célja a statikus egyensúlyozó képesség vizsgálata egy lábon, lábujjhegyen állva. A vizsgálati személy cipő nélkül, egy lábon áll a talajon úgy, hogy kezeit csípőre teszi és a szabad lábának talpát, a támaszláb térdének belső részéhez emeli és megtartja (7.2. ábra). A gyakorlat a sarok emelésével, lábujjakra emelkedéssel kezdődik. A feladat időtartama 60 másodperc, de az óra megáll, ha csípőjéről leveszi a kezeit, ha a támaszlábával nem tud egy helyben állni, ha a támaszlábával ellentétes lábát elemeli a térdéről, vagy ha a támaszlábának sarka a talajhoz ér. A gyakorlatot a feladat bonyolultságának növelésével csukott szemmel is elvégeztethetjük.



7.2.ábra. Gólya - teszt

Értékelés: az értékelést másodpercekben mérjük. Az vizsgálati személy eredménye az első hibájánál mért időeredmény lesz. A gyakorlatot háromszor végeztetjük el és a legjobb eredményt rögzítjük.

7.1.táblázat. Gólya – teszt értékelése (Forrás:

<http://www.topendsports.com/testing/tests/balance-stork.htm>)

Értékelés	Pont (s)
Kiváló	>50
Jó	40 – 50
Átlagos	25 – 39

Elfogadható	10 – 24
Gyenge	<10

Megjelenése a szakirodalomban: Johnson és Nelson(1979.)

Séta a gerendán (Balance Beam Test)

Szükséges eszközök: torna gerenda, tornaszőnyeg, vagy szivacs, stopperóra.

A teszt leírása: A vizsgálat célja a dinamikus egyensúlyozó képesség vizsgálata séta közben. A vizsgálati személy a tetszőleges magasságú gerenda egyik végéről a másikig sétál 6 másodperc alatt anélkül, hogy leesne (cipő nélkül). A 6 másodpercet a mozgás megkezdésétől számoljuk. A gyakorlatot háromszor végeztetjük el.

Értékelés: szubjektív megfigyelés alapján történik. A feladatot végrehajtó, a táblázatban látható pontszámokat kaphatja a személyzettől (lehetőleg háromfős), melyeknek átlagát vesszük figyelembe. A háromszori kísérlet eredményeinek átlagát tekintjük a vizsgálat végső értékének.

7.2.táblázat. Séta a gerendán értékelés. (Forrás:

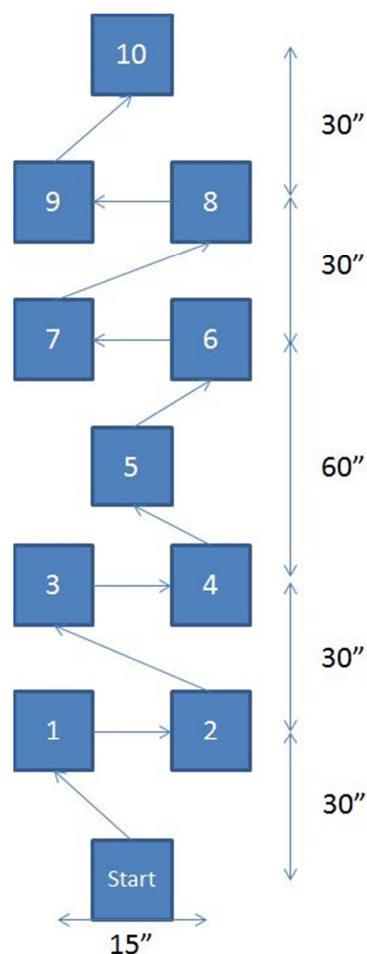
<http://www.topendsports.com/testing/tests/balance-beam.htm>)

5	Hibátlanul mozog, nem áll meg, 6 másodpercen belül elvégzi a feladatot.
4	Néha bizonytalanul mozog, 6 másodpercen belül elvégzi a feladatot.
3	Néha bizonytalanul mozog, kicsit megáll egy vagy több alkalommal, 6 másodpercnél tovább tart a feladat elvégzése.
2	Nagyon bizonytalanul mozog, majdnem leesik, egy vagy több alkalommal meg kell állnia, 6 másodpercnél tovább tart a feladat elvégzése.
1	Leesik a gerendáról, mielőtt teljesítette volna a feladatot.
0	Azonnal leesik a gerendáról.

Módosított szlalom teszt (Modified Bass Test)

Szükséges eszközök: sík csúszásmentes felület, jelölő ragasztó szalag, mérőszalag, stopperóra.

A teszt leírása: A vizsgálat célja a dinamikus egyensúlyozó képesség mérése. Az 7.3. ábrán látható pályát a mérőszalag és a jelölő szalag segítségével kijelöljük. A távolságokat inch-ben adtuk meg. 1 inch = 2,5 cm. A vizsgálati személy egy lábon, lábujjhegyen áll a kiindulási pontnál (sportcipőben). A gyakorlat kezdetekor a talajról elrugaszkodva az első ponthoz ugrik, bal lábára érkezik, sarkát felemelve (lábujjhegyre), majd ezt a helyzetet tartja 5 másodpercig. Ezután a második ponthoz ugrik, jobb lábával érkezik a talajra és ugyancsak 5 másodpercig tartja ezt az egyensúlyi helyzetet. A gyakorlat így folytatódik egészen az utolsó pontig (7.3. ábra). A vizsgálati személy lábának minden pontnál el kell takarnia a jelölő szalagot, hogy az ne látszódjon.



7.3.ábra.Módosított szlalom teszt (Forrás:

<http://www.topendsports.com/testing/tests/balance-bass.htm>)

Értékelés: a jól és a rosszul sikerült gyakorlat eredménye is rögzítésre kerül. Eredményes a gyakorlat, ha a vizsgálati személy nem tette le a sarkát, vagy bármely más testrészét a talajra,

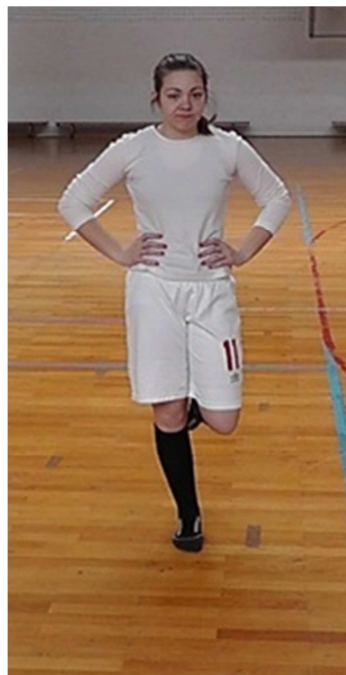
úgy, hogy 5 másodpercig megtartotta az egyensúlyát minden pontnál, takarva a jelölő szalagot. A vizsgálat hátránya, hogy nincs egységes pontozási módszere.

Megjelenése a szakirodalomban: Blackburn és mtsai (2000), Reiman (2009).

Álló helyzetben történő egyensúlyozás vizsgálata (Standing Balance test)

Szükséges eszközök: sík csúszásmentes felület, stopperóra.

A teszt leírása: A vizsgálat célja a statikus egyensúlyozó képesség vizsgálata egy lábon. A vizsgálati személy egy lábon áll (cipő nélkül), amíg csak lehetséges. A stopperórát az egyensúlyi helyzet felvételt követően indítjuk, mikor felemeli az egyik lábát. A mérés addig tart, míg másik lábát le nem tette a talajra, vagy ellép, elszökdel a kezdő pontról (7.4. ábra). A gyakorlatot mindkét lábbal, végtagonként háromszor végeztetjük el. A gyakorlat nehezítése érdekében meghatározhatjuk a karok pontos helyzetét (pl.: oldalsó középtartás), vagy a vizsgálati személlyel csukott szemmel végeztetjük el a feladatot.



7.4. ábra. Álló helyzetben történő egyensúlyozás vizsgálata

Értékelés: mindkét végtagon a legjobb eredményt jegyezzük fel, amíg hiba nélkül meg tudta oldani a feladatot. A vizsgálat hátránya, hogy nincs egységes pontozási módszere, így az egyensúlyozó képesség színvonala nem kellőképpen értékelhető.

Négy négyzet teszt

Szükséges eszközök: sík csúszásmentes felület, 4 db tornabot, stopperóra

A teszt leírása: A vizsgálat (7.1. video) célja a dinamikus egyensúlyozó képesség vizsgálata. A négy tornabotot úgy helyezzük el a talajon, hogy azok egy keresztet és 4 képzeletbeli négyzetet formázzanak. A négy négyzetet beszámozzuk, a sorrendet ismertessük a vizsgálati személyekkel, jelölni nem szükséges. A kiindulási hely az 1. négyzeten belseje, arccal a 2. felé fordulva. A feladat, hogy minél gyorsabban egyik négyzetből a másikba átlépjen, úgy, hogy mindkét lába érinti a talajt a négyzetekben. A gyakorlatot az óramutató járásával megegyező, majd rögtön az ellentétes irányba kell elvégezni. Ez alapján a sorrend a következő: 2-3-4-1-4-3-2. A stopperórát akkor indítjuk, mikor az egyik lába érintette a talajt a 2. négyzetben. A gyakorlat megkezdése előtt egy próba végrehajtása szükséges, majd két kísérlet közül a legjobbat értékeljük.

Értékelés: a gyakorlatot meg kell ismételni, ha a vizsgálati személy elrontja a sorrendet, hozzáér a tornabotokhoz, elveszíti egyensúlyát. Az értékelés másodpercben történik. A vizsgálat hátránya, hogy nincs minden korosztályra megfelelő pontozási módszere, így az egyensúlyozó képesség színvonala nem kellőképpen értékelhető.

2	3
1	4

7.5. ábra. Négy négyzet teszt

Csillag egyensúly vizsgálat (Star Excursion Balance Test)

Szükséges eszközök: sík csúszásmentes felület, ragasztószalag, mérőszalag, jelölő filc, szögmérő.

A teszt leírása: A vizsgálat célja a statikus egyensúlyozó képesség mérése. A ragasztószalaggal egy nyolcágú csillag alakzatot kell a talajon kijelölni, melynek ágait cm-enként megjelöljük. A csillag minden ága 45°-os szöget zár be egymással, a 7.2. videón látható módon. A vizsgálati személy a csillag közepére áll egyik lábával (cipő nélkül), másikat szabadon tartja a talaj felett. A feladata, hogy szabadon lévő lábát a lehető legtávolabb nyújtsa minden irányba (óramutató járásával tetszőleges irányba), azzal érintse meg a jelölőszalagot, miközben a támaszlábával nem lép el, nem billen ki egyensúlyi

helyzetéből. Minden irányba történő érintés után, vegye fel a kiindulási helyzetét, majd haladjon tovább a csillag következő ága felé. A vizsgálatot mindkét alsó végtaggal, háromszor végeztetjük el.

Értékelés: a vizsgálati személyzet feladata leolvasni, hogy a középponttól hány cm távolságra érintette meg a talajt a lábával. Hibás kísérletnek számít, ha leteszi a lábát a talajra, túl keményen érinti a talajt, elveszíti egyensúlyát, vagy nem tud a kiinduló helyzethez visszatérni. A 3-3 kísérletet átlagoljuk és a végeredményeket rögzítjük. Életkori, nemi elvárt értékek nincsenek, a vizsgálatot ajánlott a képességet fejlesztő edzésprogramot megelőzően, és azt követően elvégezni.

Megjelenése a szakirodalomban: Gribble és Hertel (2003), Kinzey és Armstrong(1998), Reiman (2009)

Berg egyensúly skála (Berg Balance Scale)

Szükséges eszközök: sík csúszásmentes felület, mérőszalag, 2 db szék (egy karfa és egy karfa nélküli), stopperóra, zsámoly.

A teszt leírása: a vizsgálat egy pontozásos skála alapján értékeli a különböző gyakorlatokat. A gyakorlatok a következők: ülésből felállás, állás egyensúlyának vizsgálata önállóan, ülés önállóan, állásból ülés, állás csukott szemmel, állás összezárt lábakkal, karra nyújtózás előre, tárgy felvétele a padlóról, hátranézés, teljes fordulás, egy lábbal a székre fellépés, kis haránt terpeszállás, egy lábon állás.

Megjelenése a szakirodalomban: Berg (1989).

BES – teszt (BESTest)

A vizsgálatnak több módosított változata van, azonban az eredeti 36 teljesítmény vizsgálatra támaszkodik, melyek hatféle szempontból vizsgálják az egyensúlyozó képesség lehetséges elégtelenségét.

Megjelenése a szakirodalomban: Horak és mtsai (1996).

Járásvizsgálat (Functional Gait Assessment)

A funkcionális testtartás próba 10 gyakorlatot vizsgál és az előző tesztekhez hasonlóan pontozásos rendszerrel értékeli a gyakorlatok végrehajtásának minőségét. A vizsgált

személyek feladatai a következők: járás vízszintes felületen, különböző sebességgel történő járás, járás közben végzett vízszintes fejfordítások, járás közben végzett fejbiccentések, járás fordulatokkal, járás akadály átlépéssel, járás keresztbe tett kézzel, járás csukott szemmel, járás hátra és lépcsőzés.

Megjelenése a szakirodalomban: Wrisley és Kumar (2010).

Tinetti féle POMA teszt:

A vizsgálati személyek egy karfa nélküli széken ülve kell elhelyezkedniük, majd a következő gyakorlatok végrehajtását értékeljük: egyensúlyozás ülve, felállás, a felállások megkísérlése, álló helyzetben történő egyensúlyozás, a vizsgálati személyek egyensúlyi helyzetének kibillentése, az előző feladat végrehajtása csukott szemmel, teljes fordulat, leülés, járás megkezdése, kilépés hossza és magassága, szimmetrikus kilépések, folyamatos kilépések, járás padlólapokon, testtartás vizsgálata és járás vizsgálata.

A vizsgálat értékelése meghatározott pontozásos módszer alapján történik, amiből meghatározható az esések kockázata.

Megjelenése a szakirodalomban: Tinetti (1986).

Gyakorlatok sík felületű talajon, vagy instabil testen (balance párna):

- Páros lábon emelkedés lábujjpárnákra
- Vállszéles terpeszállásban térdhajlítás – nyújtás
- Egy lábon állva emelkedés lábujjpárnákra (jobb)
- Egy lábon állva emelkedés lábujjpárnákra (bal)
- Kilépés támadóállásba (jobb)
- Kilépés támadóállásba (bal)
- Zártállásból kilépés oldalsó támadóállásba (jobb)
- Zártállásból kilépés oldalsó támadóállásba (bal)
- Egy lábon állva térdhajlítás – nyújtás, másik láb nyújtása előre
- Egy lábon állva térdhajlítás – nyújtás, másik láb nyújtása hátra
- Egy lábon állva térdhajlítás – nyújtás, másik láb nyújtása oldalra
- Egy lábbal fellépés a párnára, másik térd lendítése
- Labdás gyakorlatok instabil testen (ügyességi gyakorlatok, labdavezetések, átadások)

Életkori, nemi elvárt értékek nincsenek. Értékelés: 30 másodperc alatt a hibák száma (db), azaz lelép az instabil testről. A gyakorlatokat ajánlott a képességfejlesztő edzésprogramot megelőzően, és azt követően elvégezni.

FMS (Functional Movement System)

Az FMS vizsgálat elsősorban az ízületi beszűkülések, végtag aszimmetriák, egyensúlyozó képesség zavarok azonosítására szolgál. Minden egyes gyakorlat a mobilitást, a statikus motoros funkciókat, a dinamikus motoros funkciókat, és végül az erőt vizsgálja. A komplex vizsgálat segít a szükséges korrekciós gyakorlatok, edzésprogramok kialakításában. A teljes programról az alábbi oldalon lehet tájékozódni: <http://www.functionalmovement.com/>

LABORATÓRIUMI TESZT AZ EGYENSÚLYOZÓ KÉPESSÉG MÉRÉSÉRE

Stabilometriai vizsgálat

Az eszközből két verzió létezik. Az egyik egy billenő felületű, testtömeg-középpont ingadozást, a másik pedig talpnyomás-eloszlást mérő műszer. A vizsgált személy saját egyensúlyészlelése, egész testtartásának stabilitása, mozgásérzékelése és komplex teljesítménye vizsgálható (Frutts, 1981). A vizsgálattal kifejezhető az átlagos kitérés, mely a mérési idő során érzékelt kitérések számtani értéke egy tizedes jegyre kerekítve. A mérés után egy pontszám jelöli a teljesítményt, ahol a magasabb számérték dominál. A legmagasabb érték 100, míg a legalacsonyabb 0 (Gyebnár, 1982).

KÉRDŐÍVES VIZSGÁLATOK AZ EGYENSÚLYOZÓ KÉPESSÉG MÉRÉSÉRE:

- Activities-specific Balance Confidence (ABC) – Powell és Myers (1995)
- Modified Falls Efficacy Scale (MFES) – Hill és mtsai (1996)

A gyorsasági koordináció mérése

A képesség meghatározására, mérési lehetőségeire Nádori (1984,1991), valamint Polgár és Szatmári (2011) anyagait dolgoztuk fel. Az összes sportágnál egységesen nehezen mérhető képesség, mert különböző mozgásokban más módon nyilvánul meg. A központi idegrendszer és az izomcsoportok közötti kapcsolat biztosítja az időkénsyszer alatti mozgásprogram pontos

végrehajtását. A ciklikus mozgásokban, mint a futás, vagy az úszás, a jó gyorsasági koordináció a nagy sebességgel történő gazdaságos mozgásvégrehajtást jelenti. A helyből dobások, ugrások, vagy például az egyénenkénti tornaelemek, az egyszerű aciklikus mozgások, míg a távolugrás, magasugrás, egy szertorna gyakorlat az összetett aciklikus mozgások csoportját alkotják, melyben a mozdulatok összekapcsolása valósul meg. Gyorsasági koordináció szempontjából elsősorban a sportjátékok és a küzdősportok mozgásanyagát soroljuk a negyedik, a nem állandó jellegű mozgások csoportjába. Ez egy sajátos, nyíltabb jellegű kategória, hiszen a mozgás a környezethez, az ellenfelekhez igazodik, döntések sorozatát igényli. A sportági technika lehető leggyorsabb, legpontosabb, leggazdaságosabb kivitelezése a mozgásvégrehajtásban mérhető, így a sportáganként változó, gyakorlatanyagukban jól látható a gyorsasági koordináció színvonala. A többnyire kvalitatív módszeren alapuló vizsgálatokat, gyakorlatokat mutatjuk be, melyek eszköz igénye igen csekély, így testnevelés óra keretein belül is könnyen elvégezhetők.

Lapérintő próba (eurofit)

Szükséges eszközök: állítható magasságú asztal, mérőszalag, ragasztószalag, öntapadós papír, stopperóra.

A teszt leírása: A vizsgálat célja a közvetlenül az idegrendszer szabályozásából megvalósuló pontos mozgásvégrehajtás mérése. Az asztal tetejére, egymás mellé felragasztunk két 20 cm átmérőjű kört, melyek középpontja egymástól 80 cm-re van egymástól. A körök között félúton egy 10 x 20 cm oldalú téglalapot ragasztunk. A vizsgálati személy kis terpeszben, az asztallal szemben áll, a nem domináns kezét a téglalapra helyezi. A domináns kezét az azzal ellentétes oldali kör közepére helyezi. Feladata, hogy jelre a lehető leggyorsabba tenyerével megérintse egyszer az egyik, egyszer a másik kört. 25 alkalommal kell mindkét kört érinteni. Hangosan számolva, a 25. ciklus után a stopperórát megállítjuk. A vizsgálatot kétszer végeztetjük el, köztük minimálisan 2 perces pihenőidővel.

Értékelés: A vizsgálat érvénytelen, ha a téglalapra helyezett kezét elmozdítja, vagy tenyerével nem érinti a köröket. A másodpercben mért eredmények közül a jobbat vesszük figyelembe és rögzítjük.

Gyakorlatok a gyorsasági koordináció megfigyelésére:

- Fogójátékok
- Kislabda hajítás

- Távolugrás, magasugrás
- Kis súlyú tömöttlabda hajítás
- Vágtafutásnál lépéshossz és lépésfrekvencia vizsgálata
- Úszásnál csapásszám vizsgálata
- Ugrókötél gyakorlatok
- Sorversenyek
- Váltóversenyek
- Cselezés labdával védővel szemben labdával, vagy labda nélkül (pl. kézilabdázás)
- Labda átadások helyben (pl. kosárlabdázás)
- Ritmikus gimnasztika, szertorna gyakorlat színvonala

Értékeljük, hogy a vizsgálati személy képes-e a mozdulatokat, mozgásos cselekvéseket, a technikai elemek magas színvonalán nagy sebességgel, gazdaságosan végrehajtani.

A ritmusképesség mérése

A ritmusképesség, mely magába foglalja a ritmusérzékelés (kézilabdázó labdavezetése), a ritmus visszaadás (kosárlabdázó tempó dobása), a ritmustartás (úszó csapásszáma), a ritmusalkotás (labdarúgónál a cselezés) képességét, nehezen mérhető, leginkább a sportág specifikus technikai elemek megfelelő, gazdaságos energiafelhasználással járó végrehajtásában nyilvánul meg. Vizsgálatát leghatékonyabban a sportági gyakorlatok mozgásanyagában lehet lemérni, a feladatok pontos végrehajtásában. Egy adott feladat végrehajtásakor a helytelen ritmustartás, túl gyors, vagy lassú feladatvégrehajtás jelentheti az alacsonyabb szintű ritmusképességet. Általános hiba lehet, ha a vizsgálati személy a gyorsabb és lassabb feladat végrehajtás közti különbséget nem érzékeli, vagy egy gimnasztikai gyakorlatban a mozdulatokat nem tudja összekötni, nem képes mozdulatsort alkotni. Labdavezetési gyakorlatoknál a saját test, testrész és a szer összehangolása ad információt a ritmusképesség színvonaláról.

Gyakorlatok:

A gyakorlatok a gyakorlatvezető kreativitásával bővíthetők a lépcsőzetesség módszertanának megfelelően.

Járások, futások, szökdelések

- Járások, futások ütemre

- Járások, futások zenére
- Járások, futások ritmustartással, jelre gyorsítás – lassítás
- Atlétika gyakorlatok (jogging, skipping stb.)
- Szökdelés közben térdfelhúzás a megadott ütemre
- Szökdelés közben nyújtott láblendítés a megadott ütemre

Értékeljük, hogy a vizsgált személy képes-e a megadott ütemben elvégezni a mozgásokat, esetleg késik, vagy siet.

Gimnasztikai gyakorlatok

- Szabadgyakorlatok ütemre
- Kéziszer gyakorlatok ütemre
- Szabadgyakorlatok zenére
- Kéziszer gyakorlatok zenére

Értékeljük, hogy a vizsgált személy képes-e a megadott ütemben elvégezni a mozgásokat, esetleg késik, vagy siet. Időben össze tudja-e kapcsolni a mozdulatokat?

Labdás feladatok kontrollált ritmusban

- Labdavezetés helyben, ritmustartással
- Labdavezetés helyben, ritmusváltással
- Az előző gyakorlatok különböző testhelyzetekben, fokozva a mozgásbonyolultságot (meghatározza a labdás ügyesség szintje)
 - Harántterpeszállásban
 - Guggolásban
 - Térdelésben
 - Féltérdelésben
 - Nyújtott ülésben stb.
- Labdavezetés helyben, ritmustartással két labdával, egy ütemben
- Labdavezetés helyben, ritmustartással két labdával, két ütemben
- Labdavezetés járás közben, leütés minden lépésre
- Labdavezetés járás közben, leütés minden második lépésre
- Labdavezetés futás közben ritmustartással
- Labdavezetés a falon azonos ritmusban, ritmustartással, majd ritmusváltással

A különböző mozgásbonyolultsági fokokon értékeljük, hogy a vizsgálati személy képes-e a labda felpattanását ritmus visszaadással újból a talajra ütni.

Ritmus kitapsolása

- Tapsolás a megindulás pillanatában
- Tapsolás a megállás pillanatában (egy- és kétütemű megállás)
- Tapsolás futás közben, az irányváltoztatás pillanatában
- Felugrás után kitapsolás, a talajra érkezés pillanatában

Értékeljük, hogy a vizsgálati személy képes-e a mozdulatok pillanatában tapsolni.

Ritmusváltás-teszt

Szükséges eszközök: digitális hangrögzítő – lejátszó eszköz, előre felvett ritmusjelek

Mérési eljárások: a vizsgálati személy a lejátszott ütem ritmusának lépésfrekvenciáját kell felvennie és tartania helyben, valamint futás közben. A ritmus 10 másodpercenként változik három különböző ritmusban (3.3/s, 2.4/s, 4.0/s).

Értékelés: pontozásos rendszerben történik, a megadott ritmus felvételét értékeljük 10 másodperc alatt. A maximális pont: 4 pont. 3 pont 0-2 ütem késésért, 2 pont 3-5 ütem késésért és 1 pont 6-8 ütem késésért.

A téri tájékozódó képesség mérése

A téri tájékozódó képesség lényegében nem más, mint a saját test, testrész, társak, vagy idegen test (labda) mozgásának összehangolása a térben. Leginkább a társakkal való játék során, összetett téri mozgások közben jelenik meg, melynek mérése sportáganként változó, hisz szintén a sportági egyéni technikai, taktikai követelmények függvénye. A következő gyakorlatnál fontos a feladatok pontos végrehajtása, így kvalitatív módszerrel mérhetők.

Gyakorlatok:

Célba szökdelések, futólétra gyakorlatok:

A cél lehet futólétra, karika, bójákkal kijelölt terület. A gyakorlatok a gyakorlatvezető kreativitásával bővíthetők a lépcsőzetesség módszertanának megfelelően.

- Futások, futóiskola gyakorlatok előre, hátra, oldalra.

- Fokként egy lépés előre, két lépés hátra.
- Két lépés előre, három lépés oldalra egyik irányba, két lépés vissza, két lépés előre három lépés oldalra másik irányba.
- Fokként két lépés előre, két kilépés a fokon kívülre.
- Oldalazó futás, fokként két lépés.
- Oldalazó futás, fokként egy lépés.
- Szökdelés előre, hátra, oldalirányba páros lábon
- Szökdelés előre, hátra, oldalirányba egy lábon
- Terpesz – zár szökdelés előre, hátra.

Célbadobások:

- Tárgyak, eszközök célba dobása különböző távolságról, helyből
- Tárgyak, eszközök célba dobása különböző távolságról, mozgás közben
- Tárgyak, eszközök mozgó célba dobása különböző távolságról, helyből
- Tárgyak, eszközök mozgó célba dobása különböző távolságról, mozgás közben
- Kapura dobások, kapura rúgások
- Kosárra dobások

Társas gyakorlatok kéziszer nélkül és kéziszerrel

- Egymás kezét fogva fogójáték (páros fogó, halász fogó)
- Egymás hátának támaszkodva járások, futások
- Labdahordások
 - Járások, futások, a labda megtartása nyújtott karral a társak között
 - Járások, futások, a labda megtartása a társak háta között
 - Járások, futások, a labda megtartása a társak homloka között

Molnár-féle tér- és időérzékelés vizsgálat

Szükséges eszközök: futófelület, mérőszalag, jelzőbója, stopperóra.

Mérési eljárások: a felmérésben a vizsgálati személyeknek egy megadott távolságot (amit jelzőbójákkal jelölünk ki) kell teljesíteniük saját tempóban. Ezután meg kell becsülniük a megtett távolságot, valamint, hogy azt mennyi idő alatt teljesítették.

Értékelés: a válaszok alapján a vizsgálati személyek által becsült és a valós adatok közti eltérések nagyságát értékeljük.

Megjelenése a szakirodalomban: Molnár (2000).

A helyzetfelismerő – és megoldó képesség mérése

A legjobb lehetőségek e képesség vizsgálatára a sportjátékok és a küzdősportok mozgásanyagában rejlenek. Az anticipáció, a mozgásemlékezés, a játékontelligencia, a taktika mind függvénye e sportágakban megmutatkozó teljesítménynek.

Játékok a képesség felmérésére:

Akadálypályák

A rendelkezésre álló eszközök mind felhasználhatóak, ügyelve a balesetek megelőzésére.

Fogójátékok

Játékok egyénileg, párokban, csapatban. Különböző eszközök felhasználásával: szalag, karika, bója, változó méretű labdák, akadályok kialakítása stb.

Sportjátékok

Az eszköz és játéktér igényének meglétében bármely sportjáték, vagy annak könnyített változata. Pl. zsinórlabda, zsámolylabda, pókfoci, szivacskezilabdázás stb.

Küzdőjátékok

Szintén az eszköz és játéktér igény feltételeként bármely küzdőjáték megfelel a célnak.

Labdaérintő

Az adott területen belül mindenki labdavezetéssel fut szabadon. A tanulók célja, hogy hozzáérjenek a másik labdájához. Az nyer, aki a játék időtartama alatt a legtöbbször érintette meg a többiek labdáját.

Macska-egér

A tanulók párokban egy kört alakítanak arccal a kör közepe felé nézve. Kijelölünk egy macskát (fogó) és egy egeret (menekülő). A macska a körön kívül, de ahhoz közel kergetheti az egeret, aki, ha valamelyik pár mellé áll mielőtt megfognák, akkor a pár másik szélén álló válik menekülővé. Ha az egeret megfogták, a macskából egér lesz és ő menekül tovább és állhat be egy pár mellé. *A játékosok lehetnek ülésben, vagy akár hasonfekvésben is.*

Labda cica

A cicát kijelöljük. A többiek nagy körbe állnak. A cica bemegy a körbe. A játékosok egymásnak dobják a labdát, lehetőleg úgy, hogy a cica ne érje el. Mindig át kell hajítani a labdát a körön, a szomszédnak nem lehet passzolni! Akinek a dobott labdáját elkapja a cica, azzal helyet cserélnek. Az elgurult labdáért oda lehet szaladni, de ha a cica kapja fel, akkor is a dobó játékoskal cserél helyet.

Pontszerző

Két csapatot alakítunk, valamilyen megkülönböztető jelzéssel. A kijelölt területen belül, a csapatoknak az a célja, hogy egymás közt, megszakítás nélkül minél több átadást hajtsanak végre. Ebben a másik csapat játékosai megakadályozhatják őket, de szabálytalankodniuk nem szabad. Az emberfogásos védekezésnek megfelelően mindenkinek csak a saját emberén szabad védekeznie. A pontgyűjtő csapat játékosai nem üthetik le a labdát, nem futhatnak azzal és álló helyből nem indulhatnak el a valamely sportágjáték lépésszabályainak megfelelően. Ha a védekező csapat megszerzi a labdát, akkor a pontjai lenullázódnak és a másik csapat kezd el pontokat gyűjteni. Játsható meghatározott pontig is, vagy egy adott időtartamig is, és az nyer, aki a legtöbb átadást tudta elérni.

Vadászlabda

Két csapat küzd egymás ellen, akik közül az egyik a vadász, a másik a menekülő szerepét tölti be. A vadászok célja, hogy a valamely sportjáték lépésszabályának megfelelő haladással, a labdát egymásnak adogatva, de leütés nélkül kiejtsék a menekülőket. Kiejteni úgy tudják, ha a labdát hozzáérintik a menekülőkhöz. Dobni tilos! Az a győztes csapat, amelyik gyorsabban kiejti az összes menekülőt.

Vadászlabda 3 ember kapcsolatában

A játék szabályai megegyeznek a vadászlabdáéval, azonban itt hármas csoportokat alakítunk és csak két vadász és egy menekülő van egy csoporton belül. Így sokkal több tanulót lehet bevonni a játékba, azonban jobban meg kell osztani figyelmüket, hogy ne fussanak neki egy másik csoport játékosainak. Aki megfogta a menekülőt, átadja a labdát és most őt üldözi a másik kettő.

A játékok megjelenése a szakirodalomban: Zsolnay (2013)

Mozgásanalizáló képesség

A kinesztézis, mint a mozgásérzékelés képessége, az úgynevezett propioceptív érzékelés, mely a mozgás szabályozás koordinált megjelenését jelenti. *A kinesztézis a sportmozgásokat kísérő izomállapot megváltoztatási programok statikus és dinamikus megjelenésének szabályozása.* A képesség fejlesztésére irányuló gyakorlatok célja, hogy az ízületekben ingereljük a propioceptorokat, melyek választ váltanak ki az agyi központokban és a gerincvelőszakaszon, ezáltal javul a neuromuszkuláris működés és az ízületi stabilitás (Tóthné és mtsai, 2010). A propioceptív funkció nem megfelelő színvonala hozzájárulhat az alsó végtagon történő szalagsérülések kialakulásában (Mann és mtsai, 1994). Megfordítva az elméletet, a jól működő propioceptív folyamatok csökkentik a sérülések kockázatát, prevenciós, megelőző hatással bírnak (Konradsen és mtsai, 2000). Vizsgálata számítógépes módszerrel, vagy gyakorlati úton, a helyes végrehajtás értékelésével történhet.

IRODALOMJEGYZÉK

Barabás A (1993) A fizikai fittség mérésének európai tesztje. Magyar Testnevelési Egyetem és Művelődési és Köznevelési Minisztérium, Budapest.

Berg (1989) Measuring balance in elderly: preliminary development of an instrument. Physiotherapy Canada 304-311.

Blackburn, Troy, Guskiewicz, Kevin M, Petschauer, Meredith A, Prentice, William E (2000) Balance and Joint Stability: The Relative Contributions of Proprioception and Muscular Strength. Journal of Sport Rehabilitation Vol. 9 Issue 4, 315

Frutts L, Kaló J (1981) Stabilometer, Budapest.

Gribble PA, Hertel J (2003) Considerations for Normalizing Measures of the Star Excursion Balance Test. Measurement in Physical Education and Exercise Science 7(2), 89-100.

Gyebnár V (1982) Stabilometer Typ.: EM-05.05. Budapest. STRUKTÚRA Sz.V.

Harsányi L (2000) Edzéstudomány I. Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs.

Hill KD, Schwarz AJ, Gibson SJ (1996) Fear of Falling Revisited. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 77, 1025-1029.

Horak FB, Wrisley DM, Frank J (2009) The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Deficits. Physical Therapy 89(5):484-498.

Johnson BL, Nelson JK (1986) Practical measurements for evaluation in physical education. 4th edit. Minneapolis, Burges.

Kinzey SJ, Armstrong CW (1998) The reliability of the star-exursion test in assessing dynamic balance. Journal of orthopaedic and sports physical therapy 27(5), 356-360.

Konradsen L, Beynnon BD, Renström PA (2000) Proprioception and sensorimotor control in the functionally unstable ankle. In: Lephart S.M., Fu F.H. (szerk.): Proprioception and neuromuscular control in joint stability. Human Kinetics, Champaign 237-246.

Mann G, Eliashuv O, Perry C, Finsterbush A, Frankl U, Nyska M, Mattan Y (1994) Recurrent ankle sprain: Literature Review. Israel Journal of Sports Medicine4: 104-113.

Molnár P (2000) A szubjektív időérzékelés mérése 13, 15 és 17 éves gyermekek atletikus mozgásában, Szakdolgozat, Testnevelési Egyetem.

Nádori L (1984) Sportképességek mérése. Sport, Budapest.

Nádori L (1991) Az edzés elmélete és módszertana. Sport, Budapest.

Polgár T, Szatmári Z (2011) Motoros képességek. Pécsi Tudományegyetem, Szegedi Tudományegyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Eszterházy Károly Főiskola, Dialóg Campus Kiadó-Nordex Kft.

Powell LE, Myers AM (1995) The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. Journal of Gerontology: Medical Sciences 50(1), 28-34

Reiman MP (2009) Functional testing in performance. Human Kinetics, Champaign, ILinois 1009.

Tinetti ME (1986) Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. Journal of American Geriatrics Society 34: 119-126.

Tóthné V, Sömjén K, Fekete S (2010) Preventív céllal végzett proprioceptív tréning hatékonyság vizsgálata NBI-es női kosárlabdázóknál. A magyar gyógytornászok társaságának lapja 3,13-16.

Wrisley DM, Kumar NA (2010) Functional gait assessment: concurrent, discriminative, and predictive validity in community-dwelling older adults. Physical Therapy90(5), 761-73.

Zsolnay Gy (2013) Dobd a kosárba! Magyar Kosárlabdázók Országos Szövetsége, Budapest.

VIII. AZ ÍZÜLETI MOZGÉKONYSÁG MÉRÉSE (TÉKUS ÉVA)

A hazai sporttudományi szaknyelv számos kifejezést ismer azon képesség megnevezésére, mely az izmok, ínszalagok, ízületek együttes mozgékonyágát jelenti. Ezek közül leggyakrabban használtak a hajlékonyság, a nyújthatóság, a flexibilitás, a lazaság, azonban terminus technikusként napjainkban az ízületi mozgékonyág, illetve ízületi mozgásterjedelem kifejezéseket alkalmazzák ezen képesség megnevezésére (Nádori és mtsai., 1998).

Anatómiai értelemben az ízületek részének tekinthetők a csontvégek, melyek az ízületi árkot és fejet alkotják, az ízületi rés és tok, illetve az ízületi szalagok a hozzájuk kapcsolódó izmokkal. Ezek határozzák meg az ízületek mozgásterjedelmét (fiziológias mozgásterjedelem), de ezeken kívül külső tényezők is hatással lehetnek az ízületek aktuális állapotára. Ilyen tényező lehet a külső környezet (víz, levegő) hőmérséklete, a napszak, de az adott testfelület vérkeringését fokozó farmakológiai termékek (bemelegítést segítő krémek) és maga a bemelegítés is. A normál ízületi mozgásterjedelemtől eltérő értékek (afiziológias mozgásterjedelem) regisztrálhatók sérülések alkalmával, illetve sportágspecifikus fejlesztések (ritmikus gimnasztika, úszás, balett stb.) révén is.

Az ízületekben az elmozdulás létrejöhet a harántcsíktolt izmok működése révén, aktív módon, illetve passzív módon, munkavégzés nélkül is. Sportolók körében is bizonyított, hogy a csökkent ízületi mozgásterjedelem és a fokozottabb sérülékenység között pozitív összefüggés áll fent. Ez a kapcsolat időskorban még fokozottabban jelentkezik. Sportolók esetében a mozgásterjedelem alacsony szintje gyakran együtt jár a testedzés következtében létrejövő fokozott izomtónussal. A sérülések megelőzésében az intenzív mozgások megkezdése előtt végzett bemelegítés, illetve a testmozgást követő nyújtások alapvető fontosságúak.

Az ízületi mozgékonyág a fiatalkori sportági kiválasztások egyik fontos eleme, mivel nagymértékben genetikailag meghatározott tulajdonság. Számos egyszerű pályateszt

ismeretes, melyek segítségével ezen képesség vizsgálható, azonban hátrányként említendő az egységes értékelő táblázatok hiánya. A fejezetben csak néhány gyakran alkalmazott tesztet ismertetünk részleteiben.

PÁLYATESZTEK AZ ÍZÜLETI MOZGÉKONYSÁG MÉRÉSÉRE

A pályatesztek segítségével közvetett módon vizsgálható az ízületi mozgékonyosság. A tesztek csoportosíthatók aszerint, hogy az emberi test mely részének ízületi mozgásterjedelmét vizsgálják. Ezek alapján beszélhetünk a törzs és az alsó végtag, valamint a felsőtest és a felső végtag ízületeit vizsgáló tesztekről.

A törzs és az alsó végtag ízületi mozgékonyágát mérő tesztek

Törzsdöntés ülő helyzetben (Sit and reach; Council of Europe, Committee for the Development of Sport, 1988)

Szükséges eszközök: mérődoboz (35 cm x 45 cm x 32 cm; mérőfelszín: 55cm x 45 cm; A mérőfelszín 15 cm-rel előrébbnyúlik a mérődoboz talptámasztó oldalnál.)

Teszt leírása: A Törzsdöntés előre ülő helyzetben nevű gyakorlat az Eurofit tesztrendszerben a csípőízület mozgásterjedelmének és a térdhajlító izmok nyújthatóságának felmérésére alkalmazott pályateszt, valamint a NETFIT is ezen teszt egy változatát alkalmazza a hajlékonysági profil meghatározására (Kaj és mtsai, 2014).

A mérést megelőzően a vizsgált személy bemelegítést végez. Ezt követően cipő nélkül, nyújtott ülésben elhelyezkedik a talajon úgy, hogy mindkét talpát a mérődoboz oldalához illeszti. A karok mellső középtartásban, tenyerek egymás mellett, talaj felé néznek, majd tenyerét a mérődoboz mérőfelületére helyezve maximális törzsdöntést végez, továbbra is megtartva az alsó végtag nyújtott helyzetét. Az az eredmény érvényes, melyet a vizsgált személy legalább egy-két másodpercig képes stabilan megtartani.

A NETFIT hajlékonysági teszténél a kiindulási helyzet különbözik a korábban ismertetett menettől. A vizsgált személy egyik alsó végtagja nyújtott helyzetben, míg másik végtag térdben hajlítva, a nyújtott láb térdének vonalában, talpával a talajon helyezkedik el. Törzsdöntést végez, mely során a hajlított térd kimozdulhat oldalirányban, azonban a csípő és a másik alsó végtag megtartja egyenes helyzetét.

A teszt nem veszi figyelembe a lábak és a karok hosszát. Azon személyek, akiknek a testmagasságukhoz viszonyított karhossza nagy, vagy a testmagasságukhoz viszonyított alsó végtaghossz kicsi, előnyt élveznek a teszt végrehajtásában, még ha ízületi mozgásterjedelmük nem is nagyobb társaikénál. A teszt eredményét a NETFIT táblázatával (Kaj és mtsai., 2014) vagy az Eurofit tesztrendszer táblázatával (Committee for the Development of Sport, 1988) értékelhetjük.

Törzsdöntés széken ülve (Chair sit and reach, Jones és Rikli, 2002)

Szükséges eszközök: mérőszalag, szék (karfa nélküli)

Teszt leírása: A Törzsdöntés előre széken ülve a Szenior Fitness Tesztrendszer egyik eleme, a csípőízület mozgásterjedelmét, a térdhajlító izmok nyújthatóságát és a gerincoszlop hajlékonyságát vizsgálja. A 60 évnél idősebb korosztályra vizsgálatára fejlesztették.

Az idős vizsgálati személy egy falnak támasztott széken stabilan ül, az egyik talpát a padlóra helyezi, miközben másik alsó végtagját kinyújtva, sarkát a padlón tartja. A nyújtott láb feje és a lábszár derékszöget zár be egymással. Ezt követően kilégzés közben, egyenes háttal törzsdöntést végez előre, ujjával próbálja elérni a lábujjakat (8.1.ábra). Ebben a pozícióban a lábon és kézen lévő leghosszabb ujj közötti távolságot mérjük. Az az eredmény számít érvényesnek, melyet a vizsgált személy legalább egy-két másodpercig képes stabilan megtartani. Ha a lábujjait képes megérinteni, az eredmény 0. Ha nem éri el a lábujjait, akkor mérőszalag segítségével megmérjük az ujjak közötti távolságot, negatív előjellel feljegyezzük. Ha túlnyúlik a lábujjakon, akkor az átfedés mértékét meghatározzuk cm-ben, egy tizedes pontossággal (pozitív előjellel). A táblázat (8.1. táblázat) tartalmazza a felmért populáció 50%-ára jellemző határértékeket (Jones és Rikli, 2002).

Életkor (év)	Férfiak	Nők
60-64	-6,4 - +10,2	-1,3 - +12,7
65-69	-7,6 - +7,6	-1,3 - +11,4
70-74	-8,9 - +6,4	-2,5 - +10,2
75-79	-10,2 - +5,1	-3,8 - +8,9
80-84	-14,0 - +3,8	-5,1 - +7,6
85-89	-14,0 - +1,3	-6,4 - +6,4
90-94	-16,5 - -1,3	-11,4 - +2,5

8.1. táblázat: Törzsdöntés előre széken ülve teszt átlagos eredményei. (Jones és Rikli, 2002;

Az eredeti táblázat inchben megjelenített értékei átszámolásra kerültek cm-re.)



8.1. ábra: Törzsdöntés előre széken ülve teszt.

Törzshajlítás előre zártállásban (Maligen teszt; F. Mérey, 2006)

Szükséges eszközök: mérőszalag, tornapad (vagy mérődoboz)

Teszt leírása: A Törzshajlítás előre zártállásban teszt elnevezésű teszt a Hungarofit tesztrendszer kiegészítő mérései között is szerepel, mint a mozgékonyág mérésére alkalmas próba.

A Törzshajlítás előre zártállásban tesztet mérődoboz hiányában gyakran alkalmazzák az ülő helyzetben (Törzsdöntés ülő helyzetben teszt) végzett teszt kiváltására. Azonban lényeges, hogy a két teszt ugyan hasonló célú, de míg ülő helyzetben csípőízület mozgásterjedelmét és a térdhajlító izmok nyújthatóságát mérjük, addig álló helyzetben két paraméteren kívül a gerincoszlop hajlékonysága is befolyásolja a teszt eredményét. A felmérés során a tornapad felszínét tekintjük 0 pontnak, a felette lévő értékeket a 0 ponttól centiméterenként negatív számokkal látjuk el, míg a sík alatt pozitív előjellel mérjük.

A tesztet megelőzően a vizsgált személy bemelegítést végez. Ezt követően fellép a tornapadra cipő nélkül, zárt, egyenes állásban, a karok mellső középtartásban és maximális törzshajlítást végez előre, a lehető legmélyebbre nyúl. Azt az eredményt tekintjük érvényesnek, melyet a vizsgált személy legalább egy-két másodpercig képes stabilan megtartani. Értékeléskor megmérjük leghosszabb ujjperc végének a 0 ponttól való távolságát és az eredményt a Hungarofit tesztrendszer táblázatát (F. Mérey, 2006) használva minősítjük (8.2. ábra).



8.2. ábra: Törzshajlítás előre zártállásban teszt befejező helyzete.

A felsőtest és a felső végtag ízületi mozgékonyságát mérő teszt

Kézközelítésellentétes irányból a háton (Back scratch test; Jones és Rikli, 2002)

Szükséges eszközök: mérőszalag, szék

Teszt leírása: A Kézközelítés teszt a Szenior Fitnessz Tesztrendszer eleme, a vállízület mozgékonyságát vizsgáló teszt. A tesztnek létezik gyermekekre és fiatal felnőtt személyekre is kialakított változata, melynél álló helyzetben történik a vizsgálat. Ez a változat a FitnessGram tesztrendszer egyik ízületi mozgékonytságot vizsgáló tesztje is.

A teszt kezdetén a vizsgált személy leül a székre, majd egyik karját magastartásba emeli, válla fölött a kezét a hátára helyezi úgy, hogy a tenyere érintkezzen a hátával. Mindeközben másik karját mélytartásból háta mögött felemeli, kezét könyökben hajlítva a hátára helyezi úgy, hogy a kézhát érintkezzen a háttal. A háta mögött az ujjakat a lehető legjobban közelíteni kell egymáshoz, amennyiben lehetséges összeérinteni.

Azt az eredményt tekintjük érvényesnek, melyet a vizsgált személy legalább egy-két másodpercig képes stabilan megtartani. Ebben a pozícióban regisztráljuk a leghosszabb ujjpercek közötti távolságot centiméterben (pozitív előjellel), ha az ujjak éppen összeérnek az érték 0. Ha az ujjak összeérnek és átfedésben vannak egymással, akkor mérőszalaggal mérjük az átfedés mértékét (negatív előjellel). Táblázat segítségével értékeljük a vizsgálat során kapott eredményeket (8.2. táblázat).

8.1. táblázat: A Kézközelítés ellentétes irányból a háton teszt átlagos eredményei. (Jones és Rikli, 2002; Az eredeti táblázat inchben megjelenített értékei átszámolásra kerültek cm-re.)

Életkor (év)	Férfiak	Nők
60-64	-16,5 - +0,0	-7,6 - +3,8
65-69	-19,0 - -2,5	-8,9 - +3,8
70-74	-20,3 - -2,5	-10,2 - +2,5
75-79	-22,9 - -5,1	-12,7 - +1,3
80-84	-24,1 - -5,1	-14,0 - +0,0
85-89	-25,4 - -7,6	-17,8 - -2,5
90-94	-26,7 - -10,2	-20,3 - -2,5



8.3. ábra: Kézközelítés ellentétes irányból a háton teszt

LABORATÓRIUMI TESZTEK AZ ÍZÜLETI MOZGÉKONYSÁG MÉRÉSÉRE

A pontosabb, közvetlen mérést lehetővé tévő laboratóriumi tesztek általában komplexebb, költségigényes eszközrendszert kívánnak.

Az ízületi mozgékonyág mérése ízületi szögmérővel (goniométerrel)

Szükséges eszközök: ízületi szögmérő (goniométer)

Teszt leírása: Az ízületi szögmérő segítségével az ízületekben létrejövő mozgások szögfokban megadott terjedelmét mérjük. A mérés során az ízület forgástengelyének síkjába helyezzük a goniométert úgy, hogy a szögmérő hosszú tengelye a referencia ponttal (például: csonttal) egy síkba kerüljön, azzal párhuzamos legyen. Az elmozdulások mértékét szögfokban leolvassuk a műszerről.

Az ízületi mozgékonyág mérése mozgáselemző rendszerek segítségével

Szükséges eszközök: mozgáselemző rendszer (pl. APAS- Ariel Performance Analysis System szoftver, FMS- Functional Movement System), képrögzítő, számítógép

Teszt leírása: A mozgáselemző rendszerek az emberi test meghatározott pontjaira helyezett érzékelők segítségével vizsgálják a mozgások jellemzőit 3D-ben. Legfontosabb előnye, hogy képesek pontosan nyomonkövetni a vizsgált ízület elmozdulásait egy adott mozgássor alatt, nem csupán egyetlen elmozdulás során.

IRODALOMJEGYZÉK

Council of Europe. Committee for the Development of Sport (1988) Eurofit: European test of physical fitness. Róma

Kaj M, Csányi T, Karsai I, Marton O (2014) Kézikönyv a Nemzeti Egységes Tanulói Fittségi Teszt (NETFIT) alkalmazásához. Magyar Diáksport Szövetség, Budapest

Mérey I (2006) Mérd magad! Egészség, fittség tudatosan. Mini Hungarofit. Magánkiadás, Budapest

Jones CJ, Rikli RE (2002) Measuring functional fitness of older adults. The Journal on Active Aging, 24–30.

Nádori L, Derzsy B, Fábián Gy, Ozsváth K, Rigler E, Zsidegh M (1998) Sportképességek mérése. Magyar Testnevelési Egyetem, Budapest