



SZÉCHENYI 2020

Bevezetés a sportdiagnosztikába

Szerkesztette: Dr. Balogh László

Szerző:

Balogh László
Molnár Andor
Jenei Zoltán
Nábrády Zsófia
Ráthonyi Gergely
Szilágyi Róbert
Balogh Péter

Lektorálta:

Dr. habil Varga Csaba
Dr. habil Ács Pongrác

Felelős Kiadó: Campus Kiadó, Debrecen

Kézirat lezárva: 2015. november 20.

ISBN 978-963-9822-43-6

A tananyag elkészítését a "3.misszió" Sport és tudomány a társadalomért Kelet-Magyarországon TÁMOP-4.1.2.E-15/1/Konv-2015-0001 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	2
ÁBRÁK JEGYZÉKE	6
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	9
BEVEZETÉS	10
1. A sporttudomány, szerepe, helye a tudományok rendszerében (Dr. Balogh László)	12
1.1. A teljesítmény összetevői a sportban.....	16
2. A motorikus képességek mérésének lehetőségei – pályatesztek (Dr. Balogh László)	20
2.1. Hungarofit.....	23
2.2. Eurofit.....	24
2.3. Netfit.....	25
Felhasznált irodalom	27
3. Pulzuskontroll (dr. Balogh lászló)	28
3.1. Bevezetés	28
3.2. Röviden a pulzusról	28
3.3. A pulzus mérése.....	30
3.4. Pulzusértékek.....	30
3.5. Teszt, az elhajlás a pulzusgörbén - alapok	35
3.6. Pulzusmérő órák	39
Felhasznált irodalom:	40
4. Sportantropometria mérések (Dr. Molnár Andor H.)	41
Felhasznált Irodalom	53
5. Sportélettan, terhelés-diagnosztika (Dr. Jenei Zoltán).....	54
5.1. Bevezetés	54
5.2. Az emberi sejt felépítése és funkciói	55
5.2.1 A sejt anyagai	55
5.2.2 Az élő sejtek felépítése, transzportfolyamatok (sejthártya, sejtmag és citoplazma, izomsejt esetében szarkoplazma)	55
5.2.2.1 A passzív transzport formái és sajátosságai	58
5.2.2.2 Az aktív transzport formái és sajátosságai	60
5.2.2.3 Vezikuláris transzport	61
5.2.2.4 Sejtplazma.....	62
5.2.2.5 Sejtmag	62
5.2.2.6 Endoplazmatikus reticulum (ER).....	64
5.2.2.7 Mitokondrium:	65
5.3. Izomsejtek energetikai folyamatai	65
5.4. Izomműködés élettana	75
5.4.1 A mechanikai válasz.....	77
5.4.2 Az izomösszehúzódás formái.....	79
5.4.3 Izomműködés alapjelenségei.....	81



5.4.4	Az izom- erő kifejtést befolyásoló tényezők:.....	83
5.4.5	Motoros egység: az izomrost és a hozzá kapcsolódó mozgató neuron.	83
5.4.6	Az izomrosttípusok jellemzői.....	84
5.4.7	Az izmokat hatásuk és funkcióik iránya szerint csoportosítás:.....	86
5.4.8	Az izom működésének lehetőségei:	87
5.4.9	A szívizomsejtek jellemzői	88
5.4.10	A simaizom és a szívizom működése.....	89
5.5.	A szív működés élettana	90
5.5.1	V.1. A keringési szervrendszer alkalmazkodása a fizikai munkavégzéshez.....	96
5.6.	Perifériás keringés	100
5.7.	Lokális keringés, a mikrocirkuláció szabályozása	108
5.8.	A légzőrendszer élettana.....	110
5.8.1	A gázcseré, oxigén szállítás, szén-dioxid szállítás.....	114
5.9.	Neuroendokrin szabályozás	121
5.10.	Terhelés-élettani vizsgálatok leírása, kardiovaszkuláris jellemzők bemutatása, ezek értelmezése, alkalmazásuk a fizikai aktivitási programok tervezése során.....	126
5.10.1	Ergospirometria.....	127
5.10.2	A terhelés során megfigyelt légzési és keringési változások jellemzői, oxigénfelvevő és szállító kapacitás	130
5.10.3	Szív működés sportélettani jellemzői.....	134
5.10.4	A fizikai aktivitás erőteljességi övezetei.....	137
5.10.5	Az egészséges szervezet alkalmazkodása a növekvő intenzitású fizikai terheléshez.....	138
5.10.6	Terhelési módszerek protokollok	145
5.10.6.1	A terheléses vizsgálatok.....	148
5.10.6.2	Ergometriás vizsgálatok az ergospirometrián kívül.....	149
5.10.6.3	A terheléses protokollok	152
5.10.6.4	Az oxigén felvevő képesség élettani változásai edzés során	155
5.10.6.5	A terheléses vizsgálatok során nyert adatok értelmezése, edzéselméleti jelentősége.....	158
FELHASZNÁLT IRODALOM		162
6.	A sport és testedzés pszichológiája.....	164
6.1.	Mentális felkészültség szerepe a sportteljesítményben és a sportpszichológiai segítségnyújtásról általánosságban	164
6.1.1	A pszichés csúcsteljesítmény elérése	173
6.1.2	Motiváció	175
6.1.3	Figyelemfókuszálás és célállítást	177
6.1.3.1	A figyelem-koncentráció jelentősége a sportteljesítményben	177
6.1.4	Célstruktúra jelentősége a sportban.....	178
6.1.5	Szorongás a sportban.....	179
6.1.5.1	A szorongás forrásai a sportban:.....	181
6.1.5.2	A szorongás viselkedést befolyásoló tényezői a sportban	182
6.1.6	Tanácsadás edzőknek – vezetési stílusok.....	182
6.1.6.1	A stílus-elmélet	184



6.1.7	Csapatportok jellegzetességei.....	186
6.1.7.1	Csoportfolyamatok és sportcsapat	186
6.1.7.2	A sportcsapat, mint szervezet.....	189
6.1.7.3	A sportpszichológiai segítségnyújtás területei sportcsapatoknál.....	192
6.1.8	Gyermekekkel való munka specifikumai.....	193
6.1.8.1	A sportoló gyermek személyiségének alakulása az életkor függvényében	194
6.1.9	Mozgássérült sportolókkal végzett munka specifikumai	197
6.1.10	Sérülés és rehabilitáció.....	199
6.1.10.1	A sportolók sérülésre való reakciói.....	200
6.1.11	Átállás a civil karrierre	203
6.2.	A sportpszichológiában alkalmazott diagnosztikai, mérési eljárások	206
6.2.1	A sportpszichológiai vizsgálatban alkalmazott eljárások.....	206
7.	Sportinformatika a gyakorlatban – Mozgás- és mérközéselemző rendszerek (Dr. Szilágyi róbert, Ráthonyi Gergely)	250
7.1.	Az informatika szerepe a sportban	250
7.1.1	Számítógép, informatika és sport.....	253
7.1.2	Mobil számítástechnika.....	259
7.1.3	A sportinformatikát meghatározó technológiák.....	262
7.2.	Adatbázisok, BigData a sportban	266
7.3.	Adatgyűjtés, hordható "wearable" eszközök.....	269
7.3.1	A sportolói adatok gyűjtésére használható szenzorok.....	269
7.3.2	A hordható "wearable" eszközök	270
7.3.3	A hordható eszközök alkalmazása	271
7.3.3.1	Hordható technológia a személyes egészség és fitness menedzsmentben	271
7.3.3.2	Hordható technológia a megelőzés, diagnózis és a betegségek kezelése során	272
7.3.3.3	Hordható technológia a sportolók teljesítményének a növelésében	273
7.3.4	Kihívások a hordható technológiával szemben.....	275
7.3.5	Mobileszközre történő alkalmazásfejlesztés	277
7.3.5.1	Alkalmazásfejlesztés Androidra MIT Appinventor segítségével	281
7.4.	Kiemelt fontosságú területek a sportinformatikában.....	286
7.4.1	Mozgáskövetés és analízálás.....	286
7.4.1.1	Mozgáselemzés mérési módszerei a sportban	286
7.4.1.2	Vizuális követő rendszerek	287
7.4.1.3	Videó alapú háromdimenziós mozgáselemzés	288
7.4.1.4	Marker nélküli videó elemzés.....	288
7.4.1.5	Markeres videó elemzés.....	289
7.4.1.6	Infravörös rendszerek.....	290
7.4.1.7	Ultrahangos rendszerek.....	290
7.4.1.8	Inerciális mérőeszközök.....	291
7.4.1.9	Utómunkálatok.....	291
7.4.2	Mérközéselemző rendszerek	292
7.4.2.1	Általános mérközéselemző rendszerek	293



7.4.2.2	Speciális mérkőzéselemző rendszerek	295
7.4.2.3	Annotációs rendszerek	295
7.4.2.4	Játékoskövető rendszerek.....	297
7.4.2.5	Megjelenítő, vizualizációs rendszerek	300
7.4.2.6	Gyakorlati példák.....	300
7.5.	Modellezés és szimuláció	301
7.5.1	IKT a sporttanulásban és tréningben	301
FELHASZNÁLT IRODALOM		303
8.	Statisztika és adatelemzés (Dr. Balogh Péter)	305
8.1.	1. Statisztika és adatelemzés bevezetése	305
8.2.	2.Saját adatbázis kialakítása SPSS programban	308
8.3.	Az adataink validálása SPSS programmal.....	312
8.4.	4. A leíró statisztikai mutatók számítása SPSS programmal.....	319
8.4.1	A leíró statisztikai mutatók ismertetése	319
8.4.2	A leíró statisztikai mutatók számítása a FREQUENCIES menüvel	323
8.4.3	A leíró statisztikai mutatók számítása a EXPLORE menüvel	330
8.4.4	Új változók számítása a TRANSFORM menüvel.....	342
MELLÉKLETEK		362



4. Sportantropometria mérések (Dr. Molnár Andor H.)

Az *antropometria* az emberi test mérésének és a méretekből történő következtetéseknek a tudománya. A *sportantropometria* az emberi test adottságainak, alkati tulajdonságainak, méreteinek és az egyes sportágakkal összefüggő testi tulajdonságoknak az elemzésével foglalkozik. Eredményeit elsősorban a gyermekek sportágválasztásánál, csapatsportokban pedig a posztválasztásnál alkalmazzák, valamint fontos szerepe van a sportiskolások és élsportolók edzési tervének, módszereinek kidolgozásában.

A sportantropometria tudományterületéhez szorosan kapcsolódik az *auxológia*, amely a fiatalok növekedésének törvényszerűségeit vizsgáló szakterület. Eredményeit főként a beiskolázásnál, a gyermekek testi fejlettségének megítélésénél, illetve bizonyos szakmai alkalmassági vizsgálatoknál, például katonai sorozásoknál használják fel.

Az antropometriában, auxológiában, sportantropometriában leggyakrabban használt testmérések:

Magasságmérések: testmagasság, vállmagasság, könyökmagasság, csuklómagasság, ujjmagasság, csípőtővis magasság, térdmagasság, bokamagasság, ülőmagasság.

Szélességi méretek: vállszélesség, deltaszélesség, mellkas szélesség, medenceszélesség, könyökszélesség, csuklószélesség, térdszélesség, bokaszélesség.

Mélységi méretek: mellkas mélység.

Kerületmérések: mellkas kerület, felkarkerület, alkarkerület, csuklókerület, kézkerület, combkerület, lábszárkerület, bokakerület.

Bőrredő vastagság méretek: a felkar első és hátsó oldalán, lapocka alatt, hason, csípőn, a comb elülső felszínén, lábszáron.

A testnövekedési és sportantropológiai vizsgálatoknál, ha elfogadható eredményeket akarunk kapni, csakis az előírásoknak megfelelő, kalibrált (beállított) és hitelesített eszközöket használhatunk. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a gyártó cég szavatolja az eszközzel mért adatok valóságát. Forgalomban vannak cm-es és col-os (inch –hüvelyk) beosztású antropometriai



eszközök is (1 col = 2.54 cm). Az antropometriában, auxológiában, sportantropometriában leggyakrabban használt eszközök: antropométer, ülőmagasságmérő asztal, rúdkörző, mérőszalag, tolómérce, condylusszélesség (ízületi szélesség) mérő, tapintó körző, bőrredő vastagság mérő (caliper), személymérleg, dinamométer.

Az említett eszközökön kívül számos további mérőműszert alkalmaznak a gyakorlatban.

Az antropometria mérésekhez szükséges alapvető eszközök, a mérési módszerek bemutatása számos szakmai kötetben megtalálhatók (lásd: Irodalomjegyzék).

Az antropometriai-auxológiai mérések eredményeiből összeállított, számos testméretre vonatkoztatott *növekedési, fejlődési táblázatok*, illetve az azokat szemléltető növekedési görbék egy adott populációban nemekre és korcsoportokra bontva mutatják meg az adott testméretek percentilis értékeit. A *percentilis* egy százalékos érték, ami azt fejezi ki, hogy az adott populáció mekkora hányadára jellemző legfeljebb az adott méret (pl.: a brit nők 5%-os percentilis magassága (P5) 1585 mm, tehát a brit nők 95 %-a magasabb ennél az értéknél). A növekedés és a tápláltsági állapot megítélése, a csecsemők, a gyermekek és a serdülők fejlődését követő orvosok és védőnők alapvető feladata. Sportág- vagy posztválasztás céljából egy sportantropometriai vizsgálatokat végző szakember is ezekhez a percentilis értékekhez viszonyítva állapítja meg egy vizsgált személy növekedési, fejlődési státuszát. Meghatározható, hogy egy gyermek a korának megfelelő ütemben, illetve annál gyorsabban vagy lassabban növekedik, fejlődik.

Az *akceleráció* a növekedés ritmusában megfigyelhető gyorsulás. Komplex jelenség, amely a testméretek többségénél jelentkezik és a korai érés is fontos jellemzője. Az akcelerált újszülöttek nagyobb testsúllyal és testhosszal születhetnek, a csecsemőkorban nagyobbak lehetnek a testsúly- és testhosszátlagok, a csontrendszer korábban csontosodhat, az első fogzás korábban jelentkezhet. A kisgyermekeknél, illetve iskoláskorú gyermekeknél gyorsabban növekedhetnek a testsúly, testhossz és egyéb testméretek, a maradandó fogak korábban törnek át, a nemi érés és a másodlagos nemi jellegek korábban jelentkezhetnek, nőknél a *menopausa* későbbre tolódhat. Az akcelerációt kiváltó okok között szerepelnek táplálkozás megváltozása, a fehérjerészesedés és vitaminok mennyiségének növekedése, a



húsfogyasztás emelkedése, a hústáplálékban az állatok növekedését serkentő növekedési hormonok hatása, az idegrendszerre ható urbanizációs trauma (zajártalom), a korábbi szexuális felvilágosulás és szexuális élet, a heliogén hatás, azaz a napsugárzás erősebb érvényesülése a könnyebb öltözködés miatt, és a mesterséges fényhatás (fényforrások) növekedése, a D vitamin képződés, az UV fény hatása. A felsorolt ingerek összegződése is jellemző. Összességében az életszínvonal emelkedését lehet a legfőbb akcelerációs hatásként említeni.

Egy akcelerált, kortársainál magasabb, erősebb gyermek a korosztályos versenyeken kiemelkedő eredményeket érhet el a testi adottságai miatt. Viszont az esetek többségében csak a növekedése, fejlődése gyorsabb, hamarabb éri el a felnőttkori testméreteit. Felnőttkorára sok kortársa utoléri, és ekkor már nem élvezheti a testi adottságainak előnyét. Ezért fordul elő, hogy számos sportágban a szakemberek, akik hosszú távon, - nem csak korosztályos versenyekben - gondolkodnak, nem az akcelerált gyermekeket keresik. Emellett az akcelerációnak káros hatásai is lehetnek. Számos egészségügyi probléma (pl. rheuma, cukorbetegség) egyre korábbi életkorban jelentkezhet.

Az akcelerációval szemben a *retardáció* a növekedés ritmusában megfigyelhető lelassulást jelenti. Az akceleráció megnyilvánulásaival ellentétes jelenségek figyelhetők meg a növekedési, fejlődési, érési életszakaszban. A lelassult növekedésű, fejlődésű gyermek az élsportban nem igazán számíthat kimagasló eredményekre, viszont a rendszeres fizikai aktivitás számukra is erősen javasolt, mert jó eséllyel gyorsíthatja a lelassult fejlődést.

Az akceleráció, vagy retardáció kimutatása a vizsgált gyermek biológiai életkorainak ismeretében történik. Az is meghatározható, hogy milyen naptári életkornak megfelelő fejlettségű a vizsgálat alanya. Ilyenkor bizonyos biológia jellegek fejlettségét a korosztályos átlagokhoz hasonlítjuk. Ezek a biológia jellegek a fogzás, a csontosodás, a nemi érés, a másodlagos nemi jellegek és a testméretek alapján kiszámítható *morfológiai életkor*. Az első négy biológiai életkor meghatározásának menetét remekül foglalja össze Bodzsár Éva és Zsákai Annamária Humánbiológia gyakorlati kézikönyve.



A *morfológiai életkor* megállapítása testméretek alapján történik, ezeket hasonlítjuk a korábban említett auxológia testfejlettségi táblázatokhoz. Leggyakrabban a testmagasságot és a testtömeget alkalmazzuk. Nagyon lényeges, hogy az auxológiai táblázatoknak azt a népeiséget kell reprezentálniuk, amelyikhez a vizsgált személy tartozik, tehát ilyen célra más országok adatai nem alkalmazhatók. Ezeket a referencia értékeket időnként (általában tíz-tizenöt évenként) ismételten meg kell állapítani, tehát régebbi adatok szintén nem alkalmasak a morfológiai életkor meghatározásához. Ilyen táblázat található Mészáros János és munkatársai A gyermeksport biológiai alapjai című könyvében, de a KSH felmérései alapján a legfrissebb adatokkal is dolgozhatunk

A morfológiai életkor (MK) meghatározásához - melyet Mészáros János alapján (1990) ismertetünk - a következő változók ismerete szükséges: a személy naptári életkora decimális értékben (DCK), a testmagasság (TTM), a testtömeg (TTS) és a plasztikus index (PLX). A PLX a csontozatra és az izomzatra jellemző három mérőszám összege, azaz $PLX = VAS + AKK + KZK$, ahol a VAS = vállszélesség, AKK = alkarkerület, KZK = kézkerület (mindhárom cm-ben kifejezve). A morfológiai életkor meghatározása a PLX használata nélkül is történhet, ám ez a végső eredmény pontosságát befolyásolhatja.

A *morfológiai életkor* meghatározásakor első lépésben a vizsgált gyermek naptári életkorát kell megismernünk. Ezt a születési idő és a vizsgálat időpontjának különbsége alapján határozhatjuk meg. Ez az egyén *kronológiai, vagy naptári életkora*. A tudományos értékű vizsgálatoknál ez a módszer azonban nem elegendő. Ilyen esetben az ún. *decimális életkort*, azaz a tizedes tört alakban megadott életkort kell használnunk. Ez könnyen kiszámítható, ha a vizsgálati és a születési dátumot is tizedes tört alakban adjuk meg és kivonjuk őket egymásból. Az évszámok után következő tizedes jegyeket megkaphatjuk, ha kiszámoljuk, hogy adott nap hányadik napja az évnek és elosztjuk 365-tel. A szökőévektől eltekinthetünk. A decimális életkor meghatározását táblázat is segítheti. Ebben a táblázatban az év napjaihoz három számjegyből álló növekvő tizedes értékek vannak rendelve. Január elsejénél a ,000, december 31-nél a ,997 számcsoportot találjuk.

Ezek után a morfológiai életkor meghatározása a következő módon történik:



1. 0,25 év pontossággal meghatározzuk, hogy a vizsgált gyermek termete, testtömege és plasztikus indexe a táblázatban külön-külön hány éves kornak felel meg. Így a testméretek alapján három korbecslési adatot kapunk.
2. első megközelítésben a morfológiai életkort a naptári életkor (DCK), a testmagasság, a testtömeg és a plasztikus index alapján kijelölt életkorok átlaga alapján kapjuk meg.
3. az így kapott és tizedes években kifejezett morfológiai életkort korrigálni kell abban az esetben, ha a gyermek testmagassága a naptári életkorának megfelelő táblázati értéktől lényegesen eltér, vagyis amikor a mért testmagasság az egy vagy több évvel idősebbek/fiatalabbak táblázati értékéhez áll közelebb. A korrekció a 2. pont szerint kiszámolt morfológiai életkor 5 %-os csökkentését jelenti abban az esetben, ha a gyermek termete meghaladja a nála egy évvel idősebbek testmagasságát, de még nem éri el a két évvel idősebbek standardját. A korrekció ugyanilyen mértékű növelést jelent, ha a gyermek a korábban leírt mértékben alacsonyabb, mint a korosztályos standard.
4. ha a vizsgált személy testmagassága a két évnél több évvel idősebbek vagy fiatalabbak táblaértékéhez áll közelebb, akkor a korrekció $\pm 8\%$.

A morfológiai életkor számítása tehát a következő összefüggéssel foglalható össze:

$$MK = 0,25 \times (TTM \text{ kor} + TTS \text{ kor} + PLX \text{ kor} + DCK) \pm \text{Korrekció}$$

A sportág- vagy posztválasztást befolyásoló antropometriai jellemző például a testmagasság. A nagyobb testmagasság előnyt jelent a magasugrásban, a kosár- kézi- és röplabdában, ellenben például a lovassportokban, a kerékpársportban, súlyemelésben akadályozó tényező lehet. A posztokat illetően például kézilabdában vagy labdarúgásban a sikeres védőjátékosok (és a támadók közül is jó páran) általában magasabbak. Az irányítójátékosok viszont inkább náluk alacsonyabb, jól cselező, fordulékony játékosok, akiknek a testtömeg-középpontja is alacsonyabban van. Kosárlabda-játékosok között is megfigyelhető, hogy az irányítók gyakran alacsonyabbak a csapattársaiknál.



Azok a módszerek, amelyekkel viszonylag nagy pontossággal becsülhető a gyerekek felnőttkori testmagassága, megkönnyíthetik a gyerekek sportágválasztását. Az előrejelzés igénye elsősorban orvosi, ergonómiai és pályaválasztási kérdések kapcsán merült fel. De az utánpótlás nevelésénél is jó lenne tudni, hogy a fiatal felnőttkori testmagassága mekkora lesz.

A felnőttkori termet becslése több módszerrel is megvalósítható. Walker (1974) és Prokopec (1979) módszerét Mészáros kötete mutatja be.

Mészáros és Mohácsi termetbecslő eljárása a magyar gyermekek testi fejlődésének ismerete alapján jelzi előre a felnőttkori testmagasságot. 385 vizsgált gyermek 90 %-ánál a felnőttkori termetet ± 3 cm-nél kisebb eltéréssel lehetett becsülni. Az eltérés nem csupán módszerbeli hibára vezethető vissza, hanem arra is, hogy az egyének növekedési sebességében nagy különbségek lehetnek.

A korábban tárgyalt morfológiai életkor meghatározására alkalmas táblázatban megtalálható a testmagasság mért és 0,25 évenként interpolált értéke a 18 éves életkori adat %-ában is. Hasonló, ám frissebb százalékos adatokat a KSH adatbázisa alapján készíthetünk.

A számítás menete a következő:

1. megállapítjuk a vizsgált fiatal morfológiai életkorát a korábban ismertetett módon,
2. a táblázatban megkeressük, hogy a vizsgált fiatal morfológiai életkorának a felnőttkori testmagasság hány százaléka felel meg,
3. a mért testmagasságot elosztjuk a talált százalékkal és ezt 100-zal megszorozva megkapjuk a ± 3 cm pontossággal becsült felnőttkori testmagasságot.

A sportág- vagy posztválasztást a sportoló, vagy sportolni vágyó személy *testösszetétele*, azaz a különböző szövetek mennyisége, illetve azok teljes testtömeghez viszonyított aránya is befolyásolja. Antropometriai szempontból az egyik megközelítésben, a kétkomponensű rendszer szerint a testet sovány testtömegre és raktározott zsírra lehet felosztani. A *sovány testtömeg* nem zsírmentes, megtalálható benne az ún. *esszenciális zsír*, ami a szervezet állandó komponense, mennyisége kevésbé változó, elsősorban a sejtekben, sejt közötti állományban található. Ezek alapján a *sovány testtömeg* és a zsírmentes testtömeg nem rokon



értelmű kifejezések. Ha a sovány testtömegeből levonjuk az esszenciális zsír mennyiségét, megkapjuk a zsírintes testtömeget.

A *raktározott zsír* (depózsír) a bőr alatt (subcutan) és zsigerek körül halmozódik fel. Mennyisége függ a tápláltságtól, a táplálkozási szokásoktól, az életmódtól, a fizikai aktivitástól, az egészségi állapottól, életünk során nagymértékben változhat a mennyisége.

A többkomponensű megközelítés a sovány testtömeget bontja tovább izomtömege, csonttömege, illetve az egyéb szövetek (reziduális) tömegére.

Ezen szövetek mennyisége megadható abszolút értelemben, tömegmértékben kifejezve. Ennél informatívabb, ha relatív értelemben, a teljes testtömeg százalékában adjuk meg az egyes komponensek mennyiségét. Az abszolút mennyiség növekedése nem feltétlenül jelenti a relatív mennyiség növekedését is.

Általános megközelítésben a test magas zsír- és alacsony izomtartalma rosszabb fittségi állapotra, ezzel ellentétben a zsír alacsony és az izomtömeg magas aránya sportoláshoz ideális fittségi állapotra enged következtetni. A közhiedelem szerint tehát a sportolók rendkívül izmosak, és kevés rajtuk a zsír. Ez igaz például a testépítőkre. A sprinterekre és az alacsonyabb súlycsoportokban versenyző súlyemelőkre, küzdősportolóokra vonatkozóan is igaz, de náluk nem annyira feltűnő a nagy izomtömeg. Hosszútávfutók, országúti kerékpárosok, magasugrók esetében a testsúlyukhoz képest magas a test relatív izomtömege, az ő izomzatukra szokás mondani, hogy „szálkás.”

Ezzel szemben bizonyos sportágakban, a magasabb súlycsoport-kategóriákba tartozó súlyemelők, küzdősportolók körében, vagy a nehéztatléták, a súlylökők, a diszkosz- és kalapácsvetők között – a nagy izomtömeg mellett – még előnyös is a nagyobb testzsír-százalék.

A vízilabdások között is többen élvezik és hasznosítják annak előnyét, hogy a nagyobb zsírtömeg miatt kisebb a testük sűrűsége, így jobban hat rájuk a víz felhajtóereje, könnyebb magukat a felszínen tartani.



A kisebb testsűrűség az úszóknál is előnyt jelent. Ám náluk nem a nagyobb testzsír tartalom, hanem a könnyebb csontozat miatt lehet kisebb a testsűrűség. A nagy testzsír tartalom befolyásolná a testük áramvonalasságát.

Az életkor növekedésével változik a test összetétele. A serdülőkortól kezdve a lányoknál a zsírraktározás fokozódik, a fiúk inkább nagyobb izomtömeget „építenek” a nemi hormonok emelkedő szintjének hatására. Számos sportág versenyzőinek jellemző testzsír-százalékát, testsűrűségét, a testösszetevők relatív mennyiségének alakulását életkoronként és nemenként, valamint a testösszetétel vizsgálatához és az egyes komponensek mennyiségének becsléséhez használatos hagyományos módszereket részletesen foglalják össze Mészáros János, illetve Bodzsár Éva szakkönyvei. Kiemelendő közülük a Drinkwater – Ross-módszer, amely segítségével a lemért testméretekből egy eljárással négy testösszetevő frakció (zsír, izom, csont, egyéb) tömegét, illetve relatív arányát is meg lehet becsülni. Hangsúlyozzuk, hogy ezek a becselő eljárások könnyen, gyorsan és viszonylag kisebb eszközigénnyel kivitelezhetők, ám a becslés csak a valóságos értéket közelítő adatot szolgáltat. A pontos adatokhoz mérőműszerekre van szükség.

A testösszetétel mérésére többféle műszeres eljárás is alkalmas, az izotóphígításos technikától, a *DEXA*-n (Dual-energy X-ray absorptiometry) és az *MRI*-n (magnetic resonance imaging) át az *CT*-ig (computer tomography). Ezek az eszközöket viszont inkább az orvosdiagnosztikában használják.

Napjainkban a legszélesebb körben felhasználhatóvá a testösszetételt a *bioimpedancia* elvén mérő műszerek, a testösszetétel analizátorok, az úgynevezett *InBody* gépek váltak. Az impedancia kifejezés elektromos ellenállást jelent. A bioelektromos impedancia analízis, azaz BIA módszer a testszövetek elektromos vezetőképességének különbözősége alapján vizsgálja a test összetételét. A vezetőképesség szempontjából fontos tényező az adott szövetet alkotó sejtek alakja, formája: minél kerekesebb a sejtforma, annál rosszabb a vezetőképesség. A szövetek elektromos vezetőképessége a bennük tárolt víz, illetve elektrolit mennyiségével is arányos. Mivel a zsírszövet más szövetekkel összehasonlítva kevés vizet tartalmaz, továbbá sejtjeire leginkább a kerek forma jellemző, ezért elektromos ellenállása nagy, vezetőképessége a többi testszövetnél rosszabb. Ezzel szemben például viszonylag



magas víztartalma és hosszanti, rostos elemekből felépülő szerkezete miatt az izomszövet kis ellenállású, nagyon jó elektromos vezető. Általában elmondható, hogy a zsírszövet kivételével a többi testszövet jól vezeti az elektromosságot.

A testösszetétel elemző gépek nemcsak a testösszetétel mérését végzik el, hanem azt is kimutatják, hogy a vizsgált személy testösszetétele korának, nemének, testsúlyának és testmagasságának megfelelő-e. A gép szoftvere felnőttek esetében a nemzetközi standard eredményekhez, 18 év alatti növekedésben levő fiataloknál korosztályos percentilis görbék értékeihez hasonlítja a mért adatokat. Az egyszerűbb, ún. két elektródás *testzsírszázalék-mérő eszközök* csak a relatív zsír mennyiségét mérik. A komolyabb, négy elektródás InBody gépek a testösszetétel meghatározása mellett alkalmasak túlsúly diagnózisra (*testtömeg index, derék-csipő arány*) is. Megmutatják az alapanyagcsere energiaigényét (*BMR - Basal Metabolic Rate*), a test teljes víz- és ásványi anyag tartalmát, a zsírmentes testtömeget. A modernebb InBody változatok nemcsak az egész testre, hanem külön-külön a négy végtagra, valamint a törzsre vonatkoztatva is megadják a testösszetételi adatokat. A szoftver bemutatja az adott nemre, életkorra és testmagasságra vonatkozó, szakirodalmi adatok alapján tárolt ideális testsúlyt és testösszetételt, akár mozgásprogramot is javasolhat az ideál eléréséhez.

Különböző sportágak versenyzőinek testi adottságait megfigyelve az is feltűnő, hogy sportáganként vagy súlycsoportonként más és más testalkatú sportolók a legeredményesebbek.

A *testalkat* az egyén öröklött és szerzett szomatikus tulajdonságainak összessége, genetikailag részben kódolt, alapvetően meghatározza a vázrendszer felépítése, illetve az izom- és zsírszövetek mennyisége és eloszlása. A testalkat sokat elárulhat az egyén fittségéről és ezáltal a várható sportteljesítményéről: az izmos, sportos, jó kiállású emberek általában fittebbek, mint az alul-vagy túltápláltak.

A testalkat meghatározását *szomatotipizálásnak* nevezzük. A *Heath – Carter módszer* a legelterjedtebb. Ez a metódus a különböző szövettípusok (zsír, izom, csont) és szervrendszerek dominanciaviszonyai alapján *endomorf, mezomorf és ektomorf* testalkat-komponenseket írt le. Az egyes komponensek kifejeződését 1-től 7-ig terjedő számok



jellemzik. Ennek megfelelően az endomorf típust 711, a mezomorf típust 171, az ektomorf típust 117 számcsoporttal jellemezhető. A 444 számcsoport az átlagos testalkattípust jelöli.

Az említett változatok egy háromszög (*szomatokart*) csúcsain helyezhetőek el. Mivel a három szám variációival a legkülönbözőbb alkattípusok jellemezhetőek és azok a háromszögben elhelyezhetőek (6. ábra), lehetőség nyílik arra, hogy nem csupán három testalkattípust különítsünk el, hanem mindenkit kategorizálni lehessen.

A szomatotipizálás során a következő testméreteket állapítjuk meg: testsúly, testmagasság, több bőralatti zsírréteg vastagsága, könyök- és térdszélesség, felkar és alkarkarület. Ezek, valamint egy táblázat segítségével számításokat végzünk s megállapítjuk, hogy az egyes komponenseknek milyen értékek felelnek meg (1-7 között) és a három számjegy által kijelölt pont elhelyezhető a szomatokarton. A számítások menete, illetve a szomatotipizálás során használandó táblázat megtalálható Heath és Carter instrukcióiban, valamint Bodzsár és Mészáros könyveiben.

Számos olimpikon szomatotipizálása során az is kiderült, hogy egy adott típusú sporttevékenységhez milyen testalkat az ideális, hol helyezkednek el egy adott sportág képviselőinek pontjai a szomatokarton. Ebből arra is következtethetünk, hogy egy adott testalkatú gyermek milyen sportágban érhet el jelentősebb eredményeket.

Sportantropometriai mérésnek tekinthetőek azok a módszerek is, amelyek a vizsgált személy egyes szerveinek, szervrendszereinek állapotát térképezik fel, és belőlük a fittségi állapotra is következtetni lehet. Ilyenen technikák például a légzési térfogatok vizsgálata spirométerrel, a különböző izomcsoportok erejének vizsgálata dinamométerrel, vagy a hajlékonyság vizsgálata az egyes ízületek elmozdulási szögének mérése.

Az antropometriai jellemzők mellett tehát a sportágválasztást befolyásolhatja a fittségi állapotunk, illetve hogy milyen mozgásformák elsajátításában, milyen mozgások koordinációjában vagyunk jobbak az átlagnál. Egy sportolni vágyó személy fittségi állapotából nem csak a terhelhetőségére lehet következtetni. Többféle fittségi teszt, sőt tesztrendszer létezik (Harvard Step Test, Cooper-teszt, Eurofit, Hungarofit, stb.). Egy vizsgált személy fittségi teszteken elért eredményei megmutatják, hogy melyik tesztben, melyik



vizsgált mozgásformában teljesített kimagaslóan, átlagosan, vagy az átlagnál gyengébben. Egy kiváló Cooper-teszt (12 perces futás) eredmény jó állóképességre utal, érdemes tehát olyan sportágat választani, ahol hosszabb ideig tartó, monoton mozgásformák érvényesülnek, például hosszútávfutást, kerékpározást, úszást. Aki jól teljesít egy egyszerű felugrás teszten, azaz átlagon felüli a függőleges súlypontemelkedése, az eredményes lehet azokban a sportágakban, amelyek robbanékonyságot, rövidtávon hirtelen, gyors erő kifejtést igényelnek. Gondoljunk az atlétikai sprint-, vagy ugrószámokra, a rövidtávú gyorskorcsolyára, illetve például labdarúgásban a támadójátékosokra! A fittségi teszteket, illetve az egyéb sportképességek mérésére szolgáló vizsgálati módszereket remekül foglalja össze a „Sportképességek mérése” című kötet Dr. Nádori László szerkesztésében. Ezek a tesztek tehát alkalmasak arra is, hogy elősegítsék az adott személy sportágválasztását, vagy csapatjátékok esetében akár a posztválasztást is. A fittségi tesztek rendszeres ismétlésével nyomon követhetjük egy gyermek fizikai fejlődését, vagy egy sportoló edzéseinek hatékonyságát. Eredményeikből következtethetünk azokra a fittségi jellemzőkre, amelyek esetleg további fejlesztést igényelnek.

Az eddig említett humánbiológiai, antropometriai karakterek fittségi mutatóként való alkalmazásánál azonban feltétlenül figyelembe kell venni, hogy ez csak egy lehetőség a sportágakra vagy posztokra való kiválasztásnál, illetve adott sportágra való felkészítésnél. Ehhez járulnak még hozzá azok a tényezők, melyek rendkívül fontosak ahhoz, hogy a sportoló valóban kimagasló eredményeket érhessen el. Ezek például a ruganyosság, az állóképesség, a gyorsaság, a megfelelő reakcióidő és a tökéletes egészségi állapot. Csupán a megfelelő testalkat, vagy az ideális testösszetétel nem elegendő a kimagasló eredmények eléréséhez, viszont egy olyan lehetőség, amely megfelelő kiindulópontot jelent az edző számára.

A sportsikerek eléréséhez mindez azonban nem elég. Továbbá nem elég az adott sportág technikájának magas szintű ismerete sem. A versenyeket tudatos felkészülés előzi meg, odafigyelve a sportolói életmódra, a formaidőzítésre, jól meghatározva az edzések típusát, mennyiségét és intenzitását, az edzések közötti pihenés és regeneráció időtartamát és minőségét, valamint a sportoló táplálkozását, jól megválasztott étrendjét. Versenyhelyzetben



megfelelő pszichés felkészültség, motiváltság, sikeréhség és taktikai fegyelem, esetleg improvizáló készség szükséges. Lényeges a kiváló egészségi és fittségi állapot, a koncentráció.

... és természetesen a felsoroltakon kívül a szerencse is nagyon fontos faktor!



FELHASZNÁLT IRODALOM

Bodzsár É., Zsákai A. (2004): Humánbiológia (Gyakorlati kézikönyv). ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, ISBN: 9634636535.

Drinkwater D.T., Ross W. (1980): Anthropometric fractionation of body mass. In Ostry M, Beunen G, Simons J (Eds): Kinanthropometry II., University Park Press, Baltimore. pp.178-189.

Kyle U. G. et al. (2004): Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. Composition of the ESPEN Working Group, Clinical Nutrition, 23, 1226–1243.

Mészáros J., Farnoszi I., Frenkl R., Mohácsi J. (1990) : A gyermeksport biológiai alapjai. Sport, Budapest. ISBN: 9632530446

Nádori L. (1984): Sportképességek mérése. Sport, Budapest. ISBN: 9632534247