

Testmozgással és edzéssel a túlsúly ellen

APOR PÉTER DR.^{1, 2, 3} ■ RÁDI ATTILA DR.¹

¹RISK Egészségügyi Szolgáltató Kft., Budapest

²Apor-MED Bt., Budapest

³Semmelweis Egyetem, Testnevelési és Sporttudományi Kar, Budapest

A járványként terjedő túlsúly és kövérség, valamint a fizikai inaktivitás, illetve az ezekből eredő krónikus betegségek (szív-ér betegségek, cukorbetegség, egyes daganatfajták, mozgatórendszeri ártalmak) egyre emelkedő terhe ellen közösségi szinten csak az egészséges összetételű és mennyiségű táplálkozás, valamint a rendszeres testmozgás segít. A dolgozat a testmozgással elért klinikai előnyöket, a hatásmechanizmusokat, a javasolt mozgásformákat összegezi és gyakorlati tanácsokat ad a mozgásprogram kivitelezésében.

Kulcsszavak: az aktivitás mérése, elhízás, anyagcsere-jellemzők, testedzés, gyógyszerek

Physical activity and training against obesity

A short review deals with the role of physical activity in the prevention and treatment of obesity, in order to avoid cardio-metabolic consequences of accumulation of the fat. Community-level interventions are necessary, based on estimations of the physical activity. Mechanisms and effects of the proper training on the body fat and muscle are summarized, and practical advices are presented for implementation of the regular physical activity.

Keywords: measures of physical activity, obesity, metabolic profile, training, pills

(Beérkezett: 2010. február 22.; elfogadva: 2010. május 17.)

A fizikai inaktivitás, a túlsúly, a következményes cukoranyagcsere-zavar, az érfalkárosodás és a magas vérnyomás (metabolikus szindróma) a fejlett világ lakóinak kockázati tényezői. Az általános és a hasi *elhízás szerepét a halálózásban* Európa 9 országában több mint 350 ezer személy 9,7 éves követése mutatja. A 25,3 kg/m² BMI-jű férfiak és 24,3 kg/m² BMI-jű nők halálózása a legkisebb. A haskőrfogatot tekintve legnagyobb kvintilisbe tartozó férfiak halálózási veszélye 2,05-szoros, a nőké 1,78-szoros. A halálózás a legnagyobb has-csípő arányt tekintve 1,68, illetve 1,51-szoros. A BMI a fontosabb előrejelző, akkor is, ha a has- és csípőkőrfogatot figyelembe vesszük a kockázatszámítás képletében [1]. A rákbetegség is jelentősen gyakoribb a zsírfelleggel rendelkezőknél [2, 3, 4].

A fizikailag aktív személyeknél a nagy izomtömeg tévesen egyeseket a nagyobb kockázatú csoportba sorol. [5]. A testösszetétel vizsgálata bioimpedanciával, kalimetriával, illetve a has- és csípőkőrfogat ad információt a zsírtartalom eloszlásáról. A haskőrfogat mérése váljék a napi rutin részévé [6]! Felnőttkorban 80, illetve 94 cm (nő-férfi) alatti érték az ideális. 88, illetve 102 cm felett biztosan kockázati tényező a hasi zsírtömeg amely az inzulinrezisztencia valószínűségét jelzi, amely-

nek gyanúját a nagy triglicerid- és az alacsony HDL-koleszterin-szint erősítheti meg [7]. Egyre inkább a zsír-szövet (endokrin) funkcióinak vizsgálata kerül majd előtérbe az egyszerű mennyiségi elemzés helyett/mellett, mivel a következményekért az adipozopátia és nem (csak) a zsírsajt hyperplasia/hypertrophia okolható [8]. *A fizikai inaktivitás és az elhízás együttjáró fogalmak.* A random kiválasztott, egészséges 18–75 éves flamand lakosok testtömegindexe és haskőrfogata fordítva arányos a fizikai aktivitásukkal, a zsírtmentes testtömegre számított aerob kapacitásuk (VO_{2max}) és a térdfesztítő erejük annál kisebb, minél több a zsírjuk [9].

A fizikai aktivitás mérése a népességben

Kérdőívvel vagy interjúval informálódhatunk a fizikai aktivitásról napokra-évekre visszamenően. A mozgás tartama, intenzitása, gyakorisága és formája bír jelentőséggel. Ezt átszámíthatjuk energiafogyásra (kalória, MET-óra). Sok tucat kérdőív létezik, a legutóbbi az európai használatú IPAQ [10]. Az intenzitást mozgássebességgel, fiziológiai jellemzőkkel lehet pontosítani, mint teljesítmény,

pulzusszám, megizzadás, légszomj. Mérhető a mozgás például egy sportpályán, egy óvodakertben a többirányú felvételtől – erre epidemiológiai tanulmányban alig van példa, labdarúgó-mérkőzéseken annál inkább. Többnyire a lépésszámlálót és a pulzusmonitorozást használják a mozgásmennyiség és az intenzitás mérésére, ideálisan e két információt együtt értékelik [11].

A lépésszámlálók (pedométerek) a csípő vertikális elmozdulását érzékelve a napi fizikai aktivitást tükröző adatokat szolgáltatnak. A pedométer használata segítheti a gyaloglásprogramokat. Az elért testsúlycsökkenés mértékéről gyűjtötték össze a közleményeket *Richardson és mtsai* [12], akik négy hét–egy évig követtek 307 túlsúlyos és kövér személyt. Általában 2–4 ezerrel nőtt meg a napi lépésszám a kontrollnak köszönhetően, napi 40–60 percnyi, átlagosan 5 kilométeres lendületes gyaloglást teljesítve. A fogyás mértéke heti 5 dekagramm, tíz hét alatt fél kiló volt, s minél hosszabb ideig tartott a kontrollszakasz, annál nagyobb lett az elért súlycsökkenés (összesen 1,27 kg, 2–3%). A programban részt nem vevő kontrollszemélyek súlya ez alatt is gyarapodott, így a csekély fogyás sem lebecsülendő eredmény. A megnövelt testmozgás a súlyvesztéstől független egészségi előnyöket eredményez: javul az izomtömeg és az izomerő, a lipidstátus, a glükózfelhasználás, a közérzet, javulnak az érfunkciók, csökken a vérnyomás. A kardiális rehabilitációt elkezdő betegek spontán napi lépésszáma 5300-ról az edzésnapokon 7400 körüli értékre nőtt. („Tégy napi tízezer lépést!” – egy, a Távolságról indult jelmondat.) A lépésszám korrelált a HDL-koleszterin- és az összkoleszterinértékkel, az aerob kapacitással, a cukorbetegség előfordulásával, a nagyobb zsírtömeggel [13]. A lépésszámláló viselése megfelelően tájékoztat a közepes-lendületes testmozgásról, ami egy elhízott csoport fél éves fogyóprogramja után napi 27 perc körül volt, ezen belül a hevesebb testmozgás 15 percet tett ki [14]. A pedométer viselése alkalmas a napi lépésszám növelésének előmozdítására [15, 16, 17, 18]. A napi lépésszám alapján „ülő életmód” vélelmezhető 5000 lépés alatt, „mérsékeltén aktív, nem sportos” az 5000–7500 lépést megtevő személy, némi pluszaktivitásra vall a 7500–10 000 lépés, 12 500-ig „aktív”, e felett „igen aktív” az illető. Ebből az is érzékelhető, hogy 10 000 lépésnél kisebb fizikai aktivitástól nagy hatás nem várható a kockázati tényezők, a zsírfelhalmozás csökkentésében. A 30 perces gyaloglás mérsékelt tempóban percenként körülbelül 100 lépést, összesen mintegy 3-4000 lépést jelent, s ez még nem „lihegtető, megizzasztó” intenzitás az inaktív személyek többségének sem.

Pulzusszámlálót elsősorban azoknak javasolunk, akik valamilyen tünet miatt csak korlátozott pulzusszámmal mozoghatnak, nem léphetnek túl például az ST-szakasz süllyedését kiváltó intenzitáson. Az atléták körében általános az alkalmazásuk, főleg a „küszöbintenzitás” ellenőrzésére. A hazai fitnesslétesítmények között akad olyan, ahol minden vendég egy Polar-tesztet kap az ott-tartózkodás idejére.

Az elhízott személy anyagcseréjének jellegzetességei

A zsírégetésre kisebb hajlandóság a nyugalmi anyagcserében is tükröződik, a respirációs hányados (RQ, RER) a kövérekben és az elhízásra hajlamos személyekben magasabb, jelezve, hogy túlsúlyban szénhidrátot égetnek. Az alapanyagcsere és az ülés teszi ki az egész napi energiaszükséglet nagyobb részét. Ismert, hogy a rendszeres testmozgás következtében a nyugalmi anyagcsere „takarékosabb”, néhány százalékkal alacsonyabb szintre áll be, valamint az emberek az edzést követően több vagy tartósabb pihenésre hajlanak. Ha a mozgásprogram túl enyhe vagy rövid, akkor az egy-két száz kalória energia leadását e tényezők ellensúlyozzák. Ezért hangsúlyozni kell, hogy életmódot kell váltani, ami nemcsak a fél-egy órás testmozgás bevezetését jelenti, hanem a napközbeni fizikai tevékenység növelését is, amivel kimozdulhatunk a nyugalmi anyagcserehelyzetből.

A FatMax azt a terhelésintenzitást jelenti, amikor leginkább zsírégetésből nyeri a szervezet az energiát [19]. A felvett oxigén és a kilélegzett szén-dioxid mérésével (spiroergometria) megmérhető az elégetett szénhidrát (1,00-es RQ) és zsír (0,7-es RQ) aránya, illetve mennyisége. Nyugalomban az összes energia 55%-át adja a zsírégetés, ami nagyban függ a táplálkozástól, a megelőző mozgástól és sok egyébtől. A FatMax az egészséges felnőtteken 0,46 g/perc, a zsírinterestesttömegre számítva 7,8 mg/kg (2,7–15,4 között). Ez férfiakon az aerob kapacitás 45, nőknél 52%-ánál, a maximális pulzusszám 61%-ánál jelentkezett, de jelentős egyéni különbségekkel, ami csak kissé függ össze a fizikai aktivitással, a nemmel, az aerob kapacitással, a zsírtömeggel [20]. Férfiaknál tehát kissé alacsonyabb intenzitásnál kezd csökkenni a zsírégetés. Korábban az aerob kapacitás körülbelül 50%-ára tették a maximális zsírégetés intenzitását, a fitnessgépek ezt a (számított) intenzitást jelölik „zsírégetőként”. A „ventilációs küszöb”, amely a tejsavszint nyugalmi 1 mmol/l-es szintről történő emelkedés kezdetével szokott egybeesni, a VO_{2max} 65–67%-a (a pulzuszustartalék 60–70%-a) táján észlelhető. Tehát az 50%-os intenzitás kényelmes, savasodáshoz nem vezető mozgást jelent, az átlagos vagy az alatti fittségű személyeken például lendületes gyaloglást. A nagyobb terhelések során egyre csökken a zsírégetés és az ebből származó energia aránya, a VO_{2max} 85%-a körül elért 1,00-es RQ-nál (ekkor jelentős, 4 mmol/l vagy nagyobb a tejsavkoncentráció, a többlet CO_2 -t már a pufferből űzi ki a tejsav), már csaknem kizárólag szénhidrátból származik a mozgás energiája. A savasodás gátolja a zsírégetés kulczenzimeinek aktivitását, a tejsav közvetlenül gátolja a zsírszövetből a szabad zsírsav leadását, a lipáz. A megállapított FatMax intenzitással végzett négyhetes edzés a zsírégetést 44%-kal növelte, míg az azonos energiaigényű, lassabb-gyorsabb időtartamú edzés nem változtatta meg azt, viszont az inzulinérzékenységet 27%-kal növelte [21]. A gyaloglás-futás során 28%-kal több zsírt (0,65

versus 0,47 g/perc) étetünk el közel azonos oxigénfelvétel mellett, mint kerékpározás alatt 62 v. 59%-os VO_{2max} -nál [22]. A gyaloglás kisebb pulzusszámmal igényel ugyanakkora oxigénfelvételt, mint a kerékpározás, ezért is előnyösebb az energialeadást tekintve [23].

Az elhízott személyek izma is különbözik az egészségesekétől [24]. Talán a túlevésből fakadó túlkínálat miatt az izomsejtek zsírtartalma nagyobb – akárcsak az állóképesen edzett sportolóké –, ám az izom zsírégető képessége, a zsírégető kulcsenzimek (karnitil-palmitoil transzferáz, citrát-szintetáz, béta-hidroxiacetyl-KoA-dehidrogenáz) aktivitása is kisebb, szemben a sportolókéval [25]. Megjelennek az izomsejtben a zsírsavbomlás nemkívánatos melléktermékei: ceramidok, diacil-glicerol, azért is, mert a zsírbőség miatt az oxidatív stresszt nagyobb oxidatív károsodás követi. A mitokondriumok száma (sűrűsége) és az oxidatív enzimek aktivitása kisebb a normálnál. A sebészi, nagymértékű zsírtömegcsökkentést követően is megmaradhat a csökkent zsírégetőképesség, ahogyan a kövérekre jellemző nagyobb IIB izomrostarány (anaerob gyors rostok), de az alapvető „izomsenyvesztő” indíték a mozgáshiány, a nem használat lehet. Csak az edzés javítja az izommunka hatásfokát, a diétával elért fogyás nem. A rezisztenciaedzés voluménétől és intenzitásától (5 hétig 30%-os, illetve 8 hétig 60%-os) függetlenül a miozin-hosszúlanc IIX és IIB típusa egyforma mértékben gátlódik a triceps brachiiiban, míg a GLUT4 aktivitása a nagyobb edzésterhelésre jóval nagyobbra emelkedett, és a detréning során hamarabb csökkent, mint a gyors anaerob típusú miozin [26]. A PGC-1-alfa (peroxiszómaproliferátor-aktivált receptor-gamma-koaktivátor) a sejtyangcsere karmestere, a mitokondriumok biogenezisét, a sejtlégzést, az oxidatív folyamatokat vezényli, az inzulinszintézist serkenti, az I. típusú oxidatív izomrostok fejlődését segíti [27]. A cukorbetegség izmában csökken, edzésre nő az aktivitása.

Edzés hatása a zsírtömegre

A zsírsejtek számát aligha csökkenti az edzés, erre csak a leszívás vagy a sebészi eltávolítás képes. Utóbbiak kedvező anyagcsere-következményekkel járnak, azonban az edzés eredményezte kardiometabolikus védelmet nem nyújtják. Ezért, ha műtéti beavatkozásra kényszerülünk a kóros elhízás miatt, utána a fizikai edzésprogram bevezetése elmaradhatatlan.

A zsírfelülelet rendszerint sok év alatt halmozta fel a betegek, megszabadulni tőle csak türelemmel és következetességgel lehet. Meg kell értenie az elhízott személynek, hogy egy kg zsír (a víz, a kötőszövet, valamint a szöveti folyadék miatt körülbelül 1,6 kg testtömeg) 9000 kalória energiát jelent. Vessük ezt össze az 1. táblázatban feltüntetett néhány testmozgás energiaigényével: a napi fél óra gyaloglás 5 km/h közepesen lendületes sebességgel csupán néhány száz kalória energiát fogyaszt el, testtömegetől függően. A heti 150 perc mozgás ezer kalória körüli energiát fogyaszt, a heti 2500 kalóriányi testmoz-

gás már komoly nekikészülődéseket igényel. Heti negyed-fél kg, havi egy-másfél kg fogyással be kell érni, ezt azonban többnyire csak együttműködéssel, állandó biztatással lehet teljesíteni. A személyes kapcsolattal csaknem egyenértékű a gyakori érdeklődés telefonon, az e-mail kapcsolat azonban kevésbé hatékony.

Kövér, 66 éves férfiak és nők heti 5×1 órás, 75% VO_{2max} intenzitású edzése 12 hét alatt 1900, illetve 1300 kalória napi energiabevittel csökkentette a testzsírt, de változatlan maradt a zsírtmentes testtömeg (=izomzat). Javult az aerob kapacitás, a leptin iránti érzékenység és a leptinszint, csökkent az izomban a zsírtartalom, a hipokalóriás csoportban nagyobb mértékben [28]. Az edzés növeli az anyagcserét és zsírégetésre alkalmas miliót teremt, ezzel az inzulinrezisztenciát visszafordítja.

A zsír testtájanként némileg különbözően reagál a fokozott testmozgásra. Az a vélekedés, hogy a dolgozó izomzat feletti zsír fogy meg jobban, nem állja meg a helyét, de – szerencsére – elsősorban a hasi zsírszövet mobilizálható az edzésekkel. Ennek valószínűleg az adrenerg receptorok eltérő sűrűsége és érzékenysége a

1. táblázat | Egyes testmozgások kalóriamegfelelője (70 kg-os testsúlyú személynek; más súly esetén: MET × kg). *Ainsworth és mtsai: Med. Sci. Sports Exercise, 2000, 32, S498-S504.*

Aktivitás	Intenzitás	MET	Kcal/óra
Kerékpározás	16 km/h	4,0	280
	20–23 km/h	8,0	560
	23–27 km/h	10,0	700
Szobakerékpár	50 watt	3,0	210
	100 watt	5,5	380
	150 watt	7,0	490
Konditorna	könnyű-közepes	4,5	310
	kemény	8,0	560
	nem verseny	6,0	420
Társastánc		3–7	200–500
Gyaloglás	3,6 km/h	2,0	140
	5,6 km/h	4,0	280
	20 kg teherrel, 5,6 km/h	5,0	350
Járás-futás		6,0	420
Kocogás	8 km/h	7,0	490
Fallabdázás		12,0	840
Főzés, takarítás, vásárlás		1,5–3,0	110–200
Ülőmunkák		1,5–2,0	100–140
Iparos tevékenységek		2–6	140–400
Kertészás		5–6	350–400
Hólapátolás		6	420
Favágás fejszével		5–17	350–1190

magyarázata. Emiatt a fogyási folyamat monitorozására a testsúly mellett a haskörfogat mérését tanácsolják. *Jochen és mtsai* [29] jelölt glicerol- és izoprenalininfúzió során mind a sovány, mind a kövér embereken azonos mértékű glicerolfelvételt láttak a hasi szubkután zsírban, míg az obesek egésztest-zsírfevétele nagyobb volt. Mind az egész test, mind a hasi bőr alatti zsírszövet reagálása a béta-adrenerg-stimulációra kisebb az elhízottakon. A rezisztenciaedzés alatt magasabb RQ-t, nagyobb mérvű cukorégetést mértek a kövéreken [30]. A hasfali zsírszövetben, de az egész testben is a triacilglicerol-lipáz mind éhező állapotban, mind izoprenalininfúziót követően sokkal kevésbé aktív a kövér férfiakban, mint a soványakban [29]. Alvási apnoében a mellkasi zsír is szerepet kaphat, mert az elhízottak szív működését az epikardiális zsírtömeg is gátolhatja. Az aerob edzés a szívburok zsírtartalmát is csökkenti [31].

A sebészi kezelés az extrém elhízottak menedéke lehet. A szubkután zsír leszívásával, a szabályozható, laparoskopppal felhelyezett gyomorgyűrűvel [32], a gyomorby-passzal és a biliopancreaticus bypass duodenumfordítással [33] a mesenterialis zsír csökkenthető, 30–50 kg-os súlycsökkenéssel és a metabolikus komorbid állapotok javulásával vagy megszűntével jár. A diabetes, a metabolikus szindróma előfordulása 78–79%-kal, az ízületi betegségek és fájdalom 70%-kal, a depresszió gyakorisága 50%-kal csökken, az életminőség (SF36) javul – persze a javult állapot megtartásához életmódváltozás, valamint fizikai aktivitás is szükséges.

Az edzés sokoldalú kedvező hatása az elhízás kórfolyamatára

Az edzés nemcsak a szervekre, hanem az egész szervezetre hat. Talán az inaktív és túlsúlyos emberek érfalának csökkent nitrogén-oxid-termelődése az a kulcsemény, amelyen keresztül az edzés az erek simaizomfalát és a vázizmot is kedvezőbb helyzetbe hozza, ezzel egy bonyolult anyagcsere-folyamatot indít el, visszaszorítva az NF-kappa-B indukálható átírását [34]. Az izomban termelt miokinek, például az interleukin-6, is szerepet játszhat az edzés gyulladást mérséklő hatásában [35]. Az IL-6 serkenti az antiinflammatorikus IL-1-receptor-antagonistát és az IL-10-et, növeli a lipidturnovert, segíti a lipolízist, fokozza a zsírsavégetést, gátolja a TNF-alfa képződését és ezzel csökkenti az inzulinrezisztenciát. Az étkezést követő lipaemia, a vércukorszint és az oxidatív szabad gyökök szintjének emelkedése az oxidatív károsodásnak és a praediabetes kialakulásának kedveznek. A postprandialis oxidatív károsodásra hajlamos személyek veszélyeztetettek a cukorbetegségre – érdemes lenne ilyen állapotban mérni az oxidatív stresszt. A fizikai aktivitás növeli az endogén antioxidánskapacitást, mérsékli a vércukorszint-emelkedést a GLUT-4-aktiváláson át és az inzulintól nem függő utak révén is. Gyorsítja a kilomikronok eltakarítását a lipoprotein-lipáz aktivitásának növelésén keresztül [18]. Az edzettebbek között

14%-kal kevesebb a csökkent glükóztűrési és 52%-kal ritkább a cukorbeteg férfi [36], de a fittség nem képes teljesen ellensúlyozni a túlsúlyt. A nagy aerob kapacitással – magas fitsséggel – rendelkező és emellett kövér nők vérlipidszintjei, cukorstátusa sokkal közelebb áll a sovány nőkéhez, mint a nem fitt elhízottaké.

Az edzés általános hatásai

Az edzésről általános elvként a következő mondható el. Akiknél a szívverés szaporaságát nem befolyásolja gyógyszer vagy kórallapot (kronotrop insufficiencia, vegetatív neuropathia), azok a 220 mínusz életévek és a 170 mínusz életévek közötti 50-es „edzéspulzussávban” tartásuk a pulzusszámukat. E sáv alsó fele az addig inaktívak, a rehabilitációban részt vevők, a nagyon túlsúlyosak számára ajánlott, a középtáj a tizenötödik–huszadik edzés során érendő el, az ennél magasabb pulzusszám már komolyabb terhelést jelez, az egészségvédelemben nincsen szükség ilyenre – persze az egészséges személy miatt ne végezhetne ilyet? Másik útmutató adat a „pulzustartalék”: a nyugalmi és a mért (vagy az előbbi módon számított) maximális érték közötti sáv. Az 50%-a alatti intenzitásnak egészségjavító következményei nincsenek. Az 50–65%-os az elhízottak és a cukorbetegek számára javasolt intenzitás, a szívbetegnek számára a 60–75%-os intenzitásnak van egészségnyeresége (ha tünet nem határolja be a mozgás hevességét). Az aerob energianyeréstől az anaerob felé fordulást a VT1 ventilációs küszöb jelzi, ez a pulzustartalék 60–70%-a körül szokott jelentkezni a spiroergometriás mérés során. A tejsavszint ekkor szokott emelkedésbe kezdeni. A 4 mmol/l-es értéket többnyire kicsit magasabb terheléskor érik el a nem versenysportolók. (Ez a 4 mmol/l-es laktátküszöb.) Az emberek többsége reálisan képes megítélni a terhelés nehézségének fokát. A tízfokú Borg-skála (vagy tízcentis vonalzőn a centik, vagy a CERT tízfokú, a nehézséget a „nagyon-nagyon könnyű”-től a „nagyon-nagyon nehéz” és nem bírom tovább”-ig jellemzett megítélés „tüdővel” és „lábbal”) segít az intenzitás felmérésében. A „kezd nehéz lenni”, „nehéz”, az 5–6-os skálaérték felel meg a közepes intenzitásnak. Az egészségvédő fél-egy órás testmozgás ennél ne legyen intenzívebb! A súlycsökkentésre az ennél egy fokkal könnyebb, de tartósabb, egy óránál hosszabb testmozgás a hatásos, amíg jelentős, 6–8 kiló zsírfeleslegtől meg nem szabadult a beteg. Akkor már a „kissé sportosabb” mozgások is jobban elviselhetők és veszélytelenek, a nagyobb intenzitás egyúttal kisebb edzésidőtartamban is azonos energiafelhasználást nyújt. A nyugalmi anyagcsere kompenzatorikus csökkenése miatt azonban a csökkent súly megtartásához még több energialeadásra van szükség, ami – időtakarékoság céljából – az intenzitás növelésével is megoldható.

A mérsékelt intenzitású, tartós testmozgás mellett a *rezisztenciaedzést* egyre inkább hasznosnak tartják. Például a 90 perces, 30%-os, 400 kalóriányi energiát igénylő gyaloglás alig hatott a plazma VLDL-TG-szintjére, míg

az ugyancsak 400 kalóriányi, 3×10 ismétléses, 12 gyakorlatból álló rezisztencia-köredzést követően a VLDL-TG szintje 20%-kal csökkent, a clearance-e 30%-kal gyorsult, az átlagos tartózkodási ideje a keringésben 36 perccel rövidült [37]. A laktátküszöb feletti intenzitású terhelés (65–75% VO_{2max}) után a vázizom zsírsavfelvétele csökken a 40 és 70%-hoz képest, de együtt is mintegy háromszorosa a nyugalmi felvételnek. A szívizom zsírsavfelvétele nem változott számottevően a nyugalmihoz képest, a májé kisebb lett [38].

Néhány extrém példa a sportból

Az állóképes edzettségű sportolók a számukra közepes intenzitású, a legtöbbet gyakorolt izommunka során több zsírt égetnek el, mint az enyhébb vagy az intenzívebb terhelés alatt, a specifikus edzettség jeleként. Az országúti és a hegyi kerékpározók, valamint a triatlonisták FatMax-zónája a versenyágak specifikus kívánalmi szerint alakul ki [39].

Hatalmas terhelés a Deca Iron Triathlon, amikor tíz egymás utáni nap mindegyikén egy-egy teljes Ironman triatlonversenyt (3800 m úszást, 180 km biciklizést, 42 195 m futást) teljesítenek. Egy Ironman alatt körülbelül 10 000 kalóriányi az izommunka, és körülbelül 4000 kalóriányi táplálékot tudnak elfogyasztani, az energiadeficit 6000 kalória. A tíz nap 89 000 kalóriányi energiafelhasználással, 11 480 kalóriányi energiadeficittel járt. Nyolc ultramaratonista, akik hetente átlagosan 24 órányit futnak edzéseképpen, 3 kg zsírt veszítettek a tíz nap alatt [40].

A Transatlantic jachtversenyt 13 nap alatt teljesítő magányos vitorlázó átlagos energiafelhasználása 14,6 MJ volt naponta, másik esetben 19,3 MJ/nap = 6–8 ezer kalória [41].

A szumo birkózók közismert nagy testsúlya (átlag: 117 kg) és nagy BMI-je (átlag: 36,5 kg/m²) nem jelentett túl nagy zsírarányt (26,2%) *Hattori* [42] vizsgálataiban. A legjobb birkózók zsírinteres testtömegindexe (zsírinteres testtömeg kg/magasság méter²) 30 alatt van, a *Kanehisa és mtsai* [43] által vizsgáltakon 26. Az alsó végtag izomzata igen vastag és erős, a térd- és a könyökfeszítő izom vastagsága és az izomkeresztmetszetre számított ereje azonban elmarad az egyéb sportolókhoz képest, mert ezeket az izomcsoportokat kevésbé használják: érvényesül az edzés hatás-specifitás. A többi izom maximális ereje azonban igen nagy. Egy 30 éve közölt adat szerint [44] a százkilós szumosportolókon a szérum triglicerid-, foszfolipid-, húgysav- és összfehérjeszintje nagy, 5,2%-uk cukorbeteg, 6%-uk köszvényes, 8,3%-uk hypertóniás.

Edzés és/vagy gyógyszerek?

Provokatívnak tűnik a kérdésfelvetés, de számot vetve azokkal az adatokkal, amelyek a gyógyszerek és az edzés hatékonyságát jellemzik, nem indokolatlan. Például a cukorbeteg intenzív kezelése metforminnal, rosiglitazonnal,

glimepiriddel, inzulinnal „optimális” vércukor-, illetve HbA_{1c}-szintet eredményezett, ám a cardiovascularis események gyakoriságát számottevően nem vagy csak talán tizenéves követés során (DCCT-EDIC study) csökkent a Veterans Affairs Diabetes Trial, az ADVANCE és a növekvő halálozás miatt leállított ACCORD tanulmány tanulságai szerint.

Az egyes kockázati tényezők csökkentésére irányuló gyógyszeres kezelések általában 10–40%-kal javítják a befolyásolt vérszinteket, 10–30%-os kockázatsökkenést eredményeznek az „eseményekben”. A statinkezelés a cardiovascularis halálozás kockázatarányát 0,89-ra, az események arányát 0,88–0,98-ra, az infarktuszok esélyét 0,77-ra csökkenti a metaanalízis szerint [45].

A lipidszintek a fizikai aktivitás elkezdése után a dózissal, vagyis a heti órászámmal – kilométerrel –, energiafelhasználással, intenzitással arányosan kedvezően változnak, a változás 20–40% is lehet. Például a HDL-koleszterin-szint-emelkedés 18%, a többi lipidszint csökkenése 10–50%, az igen aktívvá vált coronariabetegeken a kockázati arány 0,58, az inaktívnak maradókkal szemben [46]; a diabetes jelentkezése felére–harmadára csökkenhet. A jó fitness (magas aerob kapacitás) jelentős, bár nem teljes védelmet ad a túlsúllyal járó kockázattal növekedés (RR: 1,39–1,44) ellen is: a fit-fat személyek kockázata nem nagyobb, mint a non-fit-non-fat személyeké a 26–30 kg/m² BMI-jű populációban. Ötvenöt ezer, az egészségükért napi 5,2, illetve 4,7 km-t futó férfi, illetve nő a futássebességtől függően kevesebb gyógyszerre szorult. Minden méter/perc sebességnövekedés csökkentette az antihipertenzív szerek szükségességét 54, illetve 46%-kal, az LDL-koleszterin-szint-csökkentőket 55, illetve 48%-kal, az antidiabetikumokat 50 és 75%-kal. A 10 km teljesítésideje (aerob fitness) is korrelál a gyógyszeres szükséglettel, de leginkább a megszokott iram a fontos, amely minél nagyobb, annál kevesebb gyógyszerre szorulunk [47]. Ez persze nem feltétlenül oki összefüggést jelez.

„Edzés tablettában?” Néhány olyan anyag van kipróbálás alatt, amelyek az állatkísérletekben jelentősen növelték az állóképességi teljesítményt [48, 49]. Ezek a cukor izomba jutását fokozzák, részben az inzulín jelátvivő rendszerén vagy attól függetlenül hatva, vagy az energetikai folyamatok enzimaktivitásainak fokozásával (GW 1516, AICAR, PGC-1-alfa, cannabinoidok, PPAR-delta-agonisták). Nincs közölt adat arról, hogy az edzés integratív, az egész szervezetre és pszichére kiterjedő hatása is jelentkezik-e ezektől – feltételezhetően nem. Nem ismert még, hogy a glukagonszekréciót visszaszorító inkretinek szekrécióját fokozó, illetve a bontásukat csökkentő glutinoknak, a PPAR pán-agonistáknak vagy szelektív modulatoroknak van-e szerepük a fizikai terhelés vércukorszintet csökkentő hatásában. A testsúlyt nem növelő detemir inzulín előnyösebb, mint az azonos anyagszere-hatású glargin inzulín. Valószínű, hogy a metformin plusz glutinnal kezelt cukorbeteg a fizikai terhelés során is védettebbek a hypoglykaemiával szemben.

Irodalom

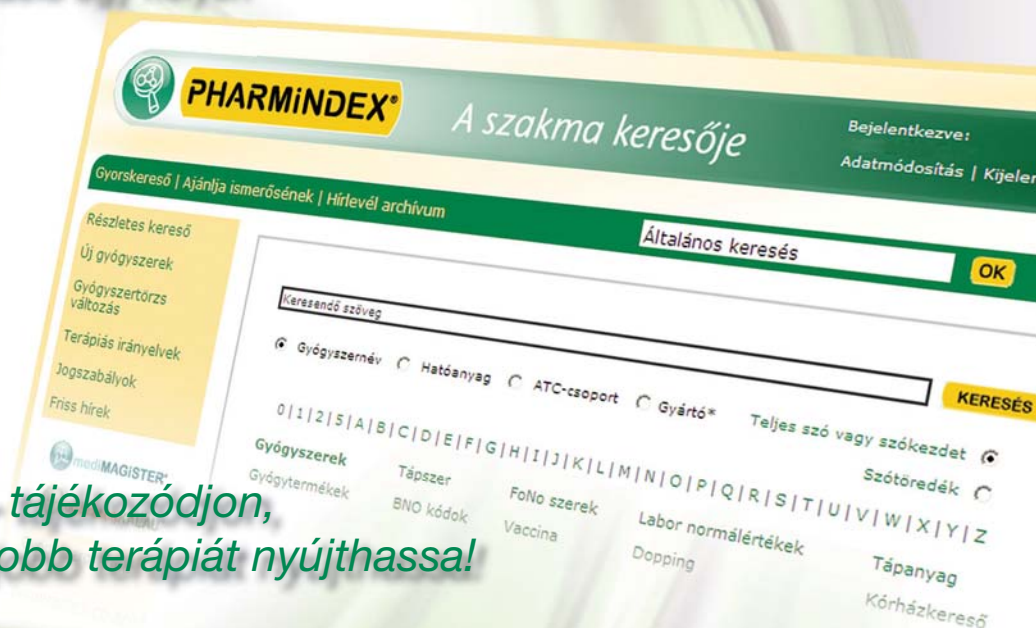
- [1] *Pischon, T., Boeing, H., Hoffmann, K. és mtsai:* General and abdominal adiposity and risk of death in Europe. *N. Engl. J. Med.*, 2008, 359, 2105–2120.
- [2] *Reeves, G. K., Pirie, K., Beral, V. és mtsai:* Cancer incidence and mortality in relation to body mass index in the Million Women Study: cohort study. *Br. Med. J.*, 2007, 335, 1134–1145.
- [3] *Paragh Gy., Harangi M.:* Elhízás, mint kockázati tényező. *Metabolizmus*, 2008, 6, 229–233.
- [4] *Halmos T.:* Új lehetőség a 2-es típusú diabetes mellitus kezelésében. DPP-4 inhibitorok és incretin-mimetikumok. *Metabolizmus*, 2007, 5, 77–80.
- [5] *Ode, J. J., Pivarnik, J. N., Reeves, M. J. és mtsai:* Body Mass Index as a predictor of percent fat in college athletes and nonathletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2007, 39, 403–409.
- [6] *Márk L., Katona A.:* A haskőrfogat mérésének jelentősége – A hasi típusú elhízás, mint a kardiovaszkuláris rizikó markere metabolikus szindrómában. *Háziorvos Továbbképző Szemle*, 2006, 11, 392–396.
- [7] *Zámolyi K.:* Az intraabdominalis adipositas szerepe a cardiovascularis betegségek kialakulásában. *Lege Artis Med.*, 2006, 16, 729–736.
- [8] *Bays, H. D.:* Adiposopathy is a more rational treatment target for metabolic disease than obesity alone. *Current Atheroscler. Reports*, 2006, 8, 144–156.
- [9] *Duvidneaud, N., Maton, L., Wijndaele, K. és mtsai:* Relationship of obesity with physical activity, aerobic fitness and muscle strength in Flemish adults. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 2008, 48, 201–210.
- [10] *Apor P.:* Kommentár A rendszeres testedzés hatása az egészségre és a jó közérzetre cikkhez. *Orvostovábbképző Szemle*, 2008, 15, 79–81.
- [11] *Lagerros, Y. T., Lagiou, P.:* Assessment of physical activity and energy expenditure in epidemiological research of chronic diseases. *Eur. J. Epidemiol.*, 2007, 22, 353–362.
- [12] *Richardson, C. R., Newton, T. L., Abraham, J. J. és mtsai:* A meta-analysis of pedometer-based walk intervention and weight loss. *Ann. Fam. Med.*, 2008, 6, 69–77.
- [13] *Savage, P. D., Ades, P. A.:* Pedometer step counts predict cardiac risk factors at entry to cardiac rehabilitation. *J. Cardiopulm. Rehabil. Prev.*, 2008, 28, 370–377.
- [14] *Jerome, G. J., Young, D. R., Laferrriere, D. és mtsai:* Reliability of RT3 accelerometers among overweight and obese adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2009, 41, 110–114.
- [15] *Baker, G., Gray, S. R., Wright, A. és mtsai:* The effect of pedometer-based community walking intervention „Walking for wellbeing in the West” on physical activity levels and health outcomes: a 12-week randomized controlled trial. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2008, 5, 44.
- [16] *Croteau, K. A., Richeson, N. E., Faramer, B. C. és mtsai:* Effect of a pedometer-based intervention on daily step counts of community-dwelling older adults. *Res. Q. Exerc. Sport*, 2007, 78, 401–406.
- [17] *Tudor-Locke, C., Bassett, D. R. Jr.:* How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sports Med.*, 2004, 34, 1–8.
- [18] *Tucker, P. S., Fisher-Wellman, K., Bloomer, R. J.:* Can exercise minimize postprandial oxidative stress in patients with type 2 diabetes? *Curr. Diabetes Rev.*, 2008, 4, 309–319.
- [19] *Apor P.:* A zsírégetés – Újabb kapocs a sportolás és a klinikum között. *Sportorv. Szemle*, 2004, 45, 251–257.
- [20] *Venables, M. C., Achten, J., Jeukendrup, A. E.:* Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: a cross-sectional study. *J. Appl. Physiol.*, 2005, 98, 160–167.
- [21] *Venables, M. C., Jeukendrup, A. E.:* Endurance training and obesity: effect on substrate metabolism and insulin sensitivity. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2008, 40, 495–502.
- [22] *Achten, J., Venables, M. C., Jeukendrup, A. E.:* Fat oxidation rates are higher during running compared with cycling over a wide range of intensities. *Metabolism.*, 2003, 52, 747–752.
- [23] *Lafortuna, C. L., Agosti, F., Galli, R. és mtsai:* The energetic and cardiovascular response to treadmill walking and cycle ergometer exercise in obese women. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 2008, 103, 707–717.
- [24] *Wells, G. D., Noseworthy, M. D., Tarnopolski, M. és mtsai:* Skeletal muscle metabolic dysfunction in obesity and metabolic syndrome. *Can. J. Neurol. Sci.*, 2008, 35, 31–40.
- [25] *Berggren, J. R., Hulver, M. W., Dobm, G. L. és mtsai:* Weight loss and exercise: implications for muscle lipid metabolism and insulin action. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2004, 36, 1191–1195.
- [26] *Gjovaag, T. F., Dahl, H. A.:* Effect of training with different mechanical loadings on MyHC and GLUT4 changes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2009, 41, 129–136.
- [27] *Choi, C. S., Befroy, D. E., Codella, R. és mtsai:* Paradoxical effects of increased expression of PGC-1alpha on muscle mitochondrial function and insulin-stimulated muscle glucose metabolism. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 2008, 105, 19926–19931.
- [28] *Solomon, T. P., Sistrun, S. N., Krishnan, R. K. és mtsai:* Exercise and diet enhance fat oxidation and reduce insulin resistance in older obese adults. *J. Appl. Physiol.*, 2008, 104, 1313–1319.
- [29] *Jocken, J. W., Goossens, G. H., van Hees, A. M. és mtsai:* Effect of beta-adrenergic stimulation on whole-body and abdominal subcutaneous adipose tissue lipolysis in lean and obese men. *Diabetologia*, 2008, 51, 320–327.
- [30] *Chatzinikolaou, A., Fatouros, I., Petridou, A. és mtsai:* Adipose tissue lipolysis is upregulated in lean and obese men during acute resistance exercise. *Diab. Care*, 2008, 311, 1397–1399.
- [31] *Kim, M. K., Tomitam T., Kim, M-J. és mtsai:* Aerobic exercise training reduces epicardial fat in obese men. *J. Appl. Physiol.*, 2009, 106, 5–11.
- [32] *Brancaisano, A., Wahlroos, S., Brancaisano, R.:* Improvement in comorbid illness after placement of the Swedish Adjustable Gastric Band. *Surg. Obes. Relat Dis.*, 2008, 4, S39–S46.
- [33] *Pories, W. J.:* Bariatric surgery: risks and reward. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 2008, 93, S89–S96.
- [34] *Waagenmakers, A. J., van Riel, N. A., Frenneaux, M. P. és mtsai:* Integration of the metabolic and cardiovascular effects of exercise. *Essays Biochem.*, 2006, 42, 193–210.
- [35] *Pedersen, B. K.:* The disease of physical inactivity and the role of myokines in muscle-fat cross talk. *J. Appl. Physiol.*, 2009, 587, 5559–5568.
- [36] *Lee, D. C., Sui, X., Church, T. S. és mtsai:* Associations of cardiorespiratory fitness and obesity on risk of impaired fasting glucose and type 2 diabetes in men. *Diab. Care*, 2009, 32, 257–262.
- [37] *Magkos, F., Tsekouras, Y. E., Prentzas, K. I. és mtsai:* Acute exercise-induced changes in basal VLDL-triglyceride kinetics leading to hypotriglyceridemia manifest more readily after resistance than endurance exercise. *J. Appl. Physiol.*, 2008, 105, 1228–1236.
- [38] *Kitada, K., Kubota, K., Nagatomi, R. és mtsai:* Effect of exercise intensities on free fatty acid uptake in whole-body organs measured with (123)I-BMIPP-Spect. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 2008, 104, 769–775.
- [39] *González-Haro, C., Galilea, P. A., Gonzales-de-Suso, M. J. és mtsai:* Maximal lipid power in high competitive level triathletes and cyclists. *Br. J. Sports Med.*, 2007, 41, 23–28.
- [40] *Knechtle, B., Salas Fraire, O., Andonie, J. L. és mtsai:* Effect of a multistage ultra-endurance triathlon on body composition: World Challenge Deca Iron Triathlon 2006. *Br. J. Sports Med.*, 2007, 42, 1211–1215.
- [41] *Myers, S. D., Leamon, S. M., Nevola, V. R. és mtsai:* Energy expenditure during a single-handed transatlantic yacht race. *Int. J. Sports Med.*, 2008, 29, 343–351.

- [42] *Hattori, K., Kondo, M., Abe, T. és mtsai:* Hierarchial differences in body composition of professional Sumo wrestlers. *Ann. Human Biol.*, 1999, 26, 179–184.
- [43] *Kanehisa, H., Kondo, M., Ikegawa, S. és mtsai:* Characteristics of body composition and muscle strength in college Sumo wrestlers. *Int. J. Sports Med.*, 1997, 18, 510–515.
- [44] *Nishizawa, T., Akaoka, I., Nishida, Y. és mtsai:* Some factors related to obesity in the Japanese sumo wrestler. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1976, 29, 1167–1174.
- [45] *Mills, E. J., Rachlis, B., Wu, P. és mtsai:* Primary prevention of cardiovascular mortality and events with statines in more than 65,000 patients. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2008, 52, 1769–1781.
- [46] *Apor P.:* Véd a fizikai aktivitás – de mennyi kell (kellene) belőle? *Magyar Orvos*, 2003, 11, 35–36.
- [47] *Williams, P. T.:* Reduced diabetic, hypertensive and cholesterol medication use with walking. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2008, 40, 433–443.
- [48] *Narcar, V. A., Downes, M., Yu, R. T. és mtsai:* AMPK and PPAR-delta agonists are exercise mimetics. *Cell*, 2008, 134, 405–415.
- [49] *Warden, S. J., Fuchs, R. K.:* Are „exercise pills” the answer to the growing problem of physical inactivity? *Br. J. Sports Med.*, 2008, 42, 862–863.

(Apor Péter dr.,
Budapest, Czákó u. 9., 1016
e-mail: p.apor.md@freemail.hu)

WWW.PHARMINDEX.hu

- Minden gyógyszer-információ egy helyen
- Ingyenes regisztráció



**Regisztráljon még ma – tájékozódjon,
hogyan betegének a legjobb terápiát nyújthassa!**

