

# A cardiorespiratoricus fittség dicsérete és mérése

Apor Péter dr.

Testnevelési Egyetem, Országos Sportegészségügyi Intézet, Budapest

Nagyobb embercsoport fittségét, aerob kapacitását megmérni az egzakt laboratóriumi spiroergometriás vizsgálattal idő- és költségigényes feladat, holott az élet- és egészségkilátások jelentős mértékben fittségfüggőek. Az életvitel-változtatás elkezdése, a műtéti kockázat megítélése, a krónikus betegek állapotának alakulása, a cardiopulmonalis rehabilitáció is megkívánná a fittség mértékének megismerését és követését. A korai halálozásban leggyakrabban okolható kockázati tényezők visszaszorítása, a testi és szellemi működések szinten tartása a fittebbeknek könnyebb. Legalább két tucat krónikus betegség, köztük a szív-ér rendszeri bajok, az elhízás, a 2-es típusú cukorbetegség, izom-ízületi panaszok, egyes daganatfélék nagy valószínűséggel elkerülhetők lennének vagy későbbi életkorban jelentkeznének, ha a fittséget fejlesztő testmozgások teljesítésére rászánánk heti 3–5 órát. Ez a megelőző-gyógyító aktivitás gazdaságossági szempontból is indokolt. A dolgozat néhány, minimális eszköz-, idő- és szakszemélyzet-igényű, nagyszámú személy vizsgálatára alkalmas mérőmódszert, gyalogláspróbákat ismertet.

Orv Hetil. 2023; 164(26): 1020–1025.

**Kulcsszavak:** aerob kapacitás mint életjel, kapcsolata a halálozással, krónikus betegségek, kockázati tényezők, gazdasági előnyök

## Laudation and measurement of cardiorespiratory fitness

Life- and health-expectancies are very much dependent on the level of aerobic fitness. Measuring cardiorespiratory fitness, maximal oxygen uptake in spiroergometric labs is an expensive and time-consuming task. At least two dozens of illnesses could be avoided or at least postponed by this means, among them the most widespread cardiovascular pathologies, obesity, diabetes, some tumors, locomotor pathologies. Having a fit population is advantageous also from economical point of view for a country. A healthy way of life includes at least 3–5 hours a week with the recommended amount and type of exercise: endurance- (aerobic) and resistance- (muscle volume and force) tasks. There are relatively simple and reliable methods for estimating the aerobic capacity of population samples, to initiate and follow the rehabilitation of heart and lung patients, etc. Walking tests are discussed here.

**Keywords:** aerobic capacity as a life sign, connection with the early death, chronic diseases, risk factors, economical advantages

Apor P. [Laudation and measurement of cardiorespiratory fitness]. Orv Hetil. 2023; 164(26): 1020–1025.

(Beérkezett: 2023. február 22.; elfogadva: 2023. március 28.)

### Rövidítések

6MWT = (6-minute walk test) 6 perces járateszt; AAHPERD = (American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance) Amerikai Egészségügyi, Testnevelési, Rekreációs és Táncszövetség; BMI = (body mass index) testtömegindex; HIIT = (high-intensity interval training) nagy intenzitású interval edzés; HR = (hazard ratio) kockázati arány; ICER = (incremental cost-effectiveness ratio) inkrementális költség-hatékonysági arány; LDL = (low-density lipoprotein) kis sűrűségű lipoprotein; LIFE7 = hét ideális cardiovascularis egészségkomponens; MET = a fizikai aktivitás metabolikus egysége, a mozgás számszerűsítésére használt egység; PAI = (personal activity intelligence) személyes aktivitási intelligencia; PWC = (physical working capacity) fizikai teljesítőképesség; SD = standard deviáció

A fittségnek a cardiovascularis kockázat csökkentésében betöltött szerepe az elmúlt évtizedben került az érdeklődés homlokterébe [1–3]. A cardiorespiratoricus fittség (aerob kapacitás) mértéke a maximális oxigénfelvevő képesség, amely tükrözi az oxigént (és visszafelé a széndioxidot) szállító és felhasználó szervrendszer, szervek, sejtek, funkciók működési kapacitását. A légutak és a mellkas tágassága, a légzőmozgásban részt vevő izmok ereje és állóképessége, a tüdőbeli gázcseré tényezői: alveolaris gázcseré, pulmonalis vérkeringés, a légzőfelület nagysága, a vörösvértestek tranzitideje a gázcseré lebonyolítására, a szív munkája, az erek megfelelő tágassága, a hemoglobin mennyisége és állapota, a szövetek (izmok) érellátottsága behatárolja a maximálisan felhasz-

nálható oxigén mennyiségét. Az aerob kapacitás vitális jel, mint a pulzus, a lélegzés, a gondolkodás... [4]. Mértéke nemcsak a fizikai munkaképességet határolja be, de alacsony volta két tucatnál több betegségre hajlamosít, amelyek ellen a megfelelő testmozgással elért nagyobb aerob kapacitás bizonyítottan véd [5–7]. A fittség mértékének figyelembevétele a kockázatbecslésben kitűnő alkalom az egészségügy számára a személy jobb ellátására, a szükséges életvezetés-módosítás kialakítására. A fittség mértéke és a megbetegedések előfordulása, a lefolyásuk közötti kapcsolat népegészségügyi és nemzetgazdasági kérdés, hiszen a krónikus betegségek anyagi terhe (a munkából való kiesés, táppénz, orvosi és gyógyszerellátás) az egyént és az országot is sújtja. A WHO és több szakmai társaság ismételten felhívta a döntéshozók figyelmét a fizikai inaktivitás okozta egészségkárosodásra [8–13].

Noha a cardiorespiratoricus fittség jelentősége nagy, sem a mérése, sem a fejlesztése nem szerepel az egészségügy (a kormányzatok) kiemelt feladatai között. A versenysportok és eszközrendszerük más célokat szolgálnak. Az ifjúság testnevelését a militarista rendszerek nem elsősorban közegészségügyi céllal szorgalmazzák. Sok minden segíti a „mindenki sportját”, a bicikliutak, a szabadidős sportpályák-sportlétesítmények, a gyalogturizmust támogató kedvezmények és beruházások, egyes vállalatok munkahelyi testnevelési kínálata, a megnövelt óraszámú iskolai testnevelés (olykor megfelelő struktúra nélkül), ám az egyének érdekeltté tétele kihasználatlan lehetőség. Ma a saját elhatározásunkból sportolunk, és szerencsére, ha bizonyos testmozgásformákat versenyszerűen kedvelünk, az egyesületekben kedvezményeket élvezhetünk. Ám a lakosság kétharmada-háromnegyede azt a minimális testmozgást sem végzi el, amelyet mindenkinek, életkortól függetlenül érdemes lenne/kellene teljesíteni: heti 5 × 30, még inkább 5 × 60 percnyi lihegtető, de nem kifulladásztó bármilyen (aerob) aktivitást (lendületes takarítás, kertászás, gyaloglás, kocogás, biciklizés, lépcsőzés, aerobik, lendületes társastánc stb.) összesen legalább heti 150–300 percben. Ezenkívül az izomzat fenntartását, erősítését szolgáló edzések, időszódnén nyújtások, a mozgásügyesség gyakorlása, az egyensúlymegtartási feladatok is hiányoznak. A 300 perc helyettesíthető feleennyi, de intenzívebb, erősen meglihegtető testmozgással, amilyen a kocogás-futás, a lihegtető biciklizés, úszás, lépcsőn több emelet megtétele, labdajátékok, gimnasztika stb. [14]. Ideálisan ezek a mozgások egy edzésen belül is keverednek. A bemelegítés és levezetés során színesítsük az edzést az izmaink erejét és tömegét fenntartó rezisztencia (erő)-gyakorlatokkal, akár eszközök, akár saját súlyunk segítségével, valamint nyújtásokkal.

## A fittség mérése

A fittség mérésének klasszikus módja a spiroergometria. Ennek lényege az emelkedő intenzitású, 10–12 perc alatt a tetőpontig növekvő bicikli-, futószalag-, kurbli-, eve-

zős ergométeres terhelés során az oxigénfelvétel, a széndioxid-leadás, a légzőtevékenység, a szív működés rögzítése folyamatosan vagy kitüntetett szakaszokban. A testen viselt gázelemző eszközöket természetes mozgások vagy extrém munkakörülmények során alkalmazzák, folyamatos viselésük visszajelzést ad a testmozgás tartamáról, intenzitásáról, a megbeszélte mozgásprogram betartásáról. A maximálisan felvehető oxigén (ml/perc) az aerob kapacitás: testsúlykg-ra szokás számítani, mivel általában az egész test mozgására használjuk fel az oxigént.

Ha nem alkalmazhatunk spiroergometriát, de ergométerrel rendelkezünk, kisebb pontossággal 2–3, nem maximálisig növekvő nehézségű terhelés végén mért pulzusszámokból extrapolálunk az életkortól függő maximális pulzusszámra, és abból az oxigénfelvételre annak az ismeretnek a birtokában, hogy egy watt 12,5 ml oxigénnel teljesíthető, egy testsúlykg-ot 1 kilométerre 200 ml oxigén felhasználásával vihetünk el, a becsült maximális pulzusszám 220 – életévek, nőknél 210 – évek. (Az aerob hatások ezt persze befolyásolja: a bicegő vagy a mozgásban ügyetlen embernek több energiájába kerül megtenni ugyanazt az utat. Gazdaságosabban fut a hosszútávfutó, mint az azonos aerob kapacitású úszó, de népegészségügyi szempontból ez elhanyagolható.)

Az egyszerűség kedvéért az oxigénfelvétel/perc/kg értékét a 'metabol' egységben szokás megadni. A nyugalmi oxigénigényt percenként 3,5 ml/perc MET/kg-nak fogadták el. A koszorúérbetegeké, a kórosan kövéreké, a béta-blokkolót szedőké ennél valamivel kisebb, hyperthyreosisban több. Javasoltak új fittségmértéket is, a PAI- („personal activity intelligence”) indexet, a MET azonban alkalmasabb a végzendő fizikai aktivitás intenzitásának egyszerű jellemzésére. A 9–10 MET aerob kapacitású (fiatal-középkorú normál) személyeken 2–3 MET az enyhe aktivitás, 5–6 MET körül van a közepes és 7–8 MET felett az intenzív terhelés. (A tízfokú Borg-skála, a „rate of perceived exertion”, a szubjektív nehézség kifejezésére ugyanezeket a számokat adja.) Az egészséges, 18–40 éves férfiak 10–12 MET körüli aerob teljesítményre képesek, az állóképességben kitűnő sportolók ennek akár a kétszeresére.

A fittséget tükröző motorikus próba például a hatperces gyaloglással megtett méter (6MWT), a 12 perces gyaloglás vagy futás (Cooper-teszt). A 2–3 nem maximális, 4–6 perces biciklizés watt-teljesítménye és a pulzusszám alapján a 170-es pulzusszámra extrapolált teljesítmény (watt) a klasszikus Astrand–Rhyming-nomogram alapja (physical working capacity – PWC 170): mekkora watt-terhelés okozott (volna) 170-es pulzusszámot? (Hasonló elvű mérések és számítások megtalálhatók az ExRx.net-en az AAHPERD honlapján.) Terhelés nélküli becslések (a kor, a testtömeg, a nem, a nyugalmi pulzus alapján) a Pacer és a Polar Fitness – 11 –, ezek egymással sem korrelálnak szorosan. (További gyaloglás-, futás-, Wattbike-tesztek és számításmódok letölthetők ugyaninnen.)

A futószalag-teljesítményből számított fittség és a „hét ideális cardiovascularis egészségkomponens” (LIFE7) kapcsolatát elemezték 11 590 személyen, és 2532 személyt évek múltán újragvizgáltak a Cooper-féle intézetben. (A LIFE7: nem dohányzik, BMI 20–25, fizikailag aktív, egészségesen étkezik, normális a vérnyomás, a vércukor és az összkoleszterin.) A hét „egészséges életkomponens” mindegyikét 0-val vagy 1-gyel vagy 2-vel számszerűsítették, így a 7 alatti gyenge, a 8–11 közötti közepes, a 12–14 közötti érték ideális minősítést jelez. Az ideális fittségű kategória 21%-kal, illetve 45%-kal nagyobb LIFE7-értékű, mint a közepes vagy a gyenge fittségű. A gyenge cardiovascularis egészségű csoportba tartozás esélye 4,9-szer nagyobb a közepes és 16,9-szer nagyobb a gyengének minősített életvezetés esetén. Egy MET-tel nagyobb fittség 0,23 egységgel kedvezőbb LIFE7-komponenssel jár együtt: egészségesebb életvezetés = nagyobb fittség [15].

A 600 MET/hét alatti, heti 150 percnél rövidebb kis fizikai aktivitástól a nagy aktivitás felé (3000 MET, 750 perc/hét) haladás a halálozás fokozatos csökkenésével (HR: 0,80; 0,65), a cardialis események csökkenésével jár valamennyi országban [16].

Egy akadémiai orvosi központban az 1991 és 2014 között ott megfordult és terheléses teszten átesett személyeket átlag 8,4 évig követték nyomon. Az oxigénfelvételt a futószalag sebességéből és meredekségéből számították ki. A férfiak *számított elvárt aerob kapacitását* a Veterans Affairs formulával [ $MET = 18,7 - (0,15 \times \text{évek})$ ], a nőket a St. James Take Heart Project egyenlettel [ $\text{elvárt MET} = 14,7 - (0,13 \times \text{évek})$ ] írták le. Az ettől 25, 50, 75, 97,5%-kal való eltérés alapján minősítették a személyek aerob kapacitását kitűnőtől alacsonyig. Azokat, akik nem teljesítették az elvárt maximális pulzusszámot, kizárták az elemzésből. Az alacsony *versus* elit fittségű csoport halálozási esélykülönbsége volt a legnagyobb: ötszörös (HR: 5,04); az átlag alattiak *versus* átlag felettiéknél a HR (1,41) olyan nagyságrendben volt, mint az egyes kockázati tényezők esetén: koszorúér-betegség esetén HR: 1,29, diabetes esetén HR: 1,40, dohányzókon HR: 1,41. A 70 év feletti elit sportolók az idős és ideális fittségűekkel szemben HR: 0,70-es esélyarányal szerepeltek. Ez ellentmond annak a korábbi véleménynek, hogy a fittségnek csak egy bizonyos mértéke jelent védelmet, a nagyon jelentős fittség már nem. A legnagyobb értékekkel jellemezhető fittségűek (a kor és nem szerinti „kell érték” felett 2 SD-vel rendelkezők) halálozási esélye volt a legkisebb. A volt élsportolók, olimpiakonok halálózása is erre utal. Az állóképességet igénylő – és kevésbé a „kevert” – sportágakban kitűnt személyek 3–9 évvel tovább élnek. Az eddig közölt legnagyobb mintában 122 millió emberév adatai igazolják, hogy idősödve a minél nagyobb fittség egyre előnyösebb az élettartam szempontjából (is). A gyengébb fitsséggel járó kockázat nagyságrendje azonos a hagyományos kockázati tényezők által jellemezhető veszéllyel. A cardiorespiratoricus fittség jelentős és változtatható tényező

mind az élettartam, mind az életminőség tekintetében [17].

A cardiorespiratoricus fittségnek a halálozással való hosszú távú kapcsolata a terheléses teszten átesett felnőtteknél *Mandsager és mtsai* [18] vizsgálatában a következőképpen alakult: a rutin bicikliterheléses teszten 2001-től részt vett 122 ezer személy sorsát átlag 8,4 évig kísérték nyomon. 1,1 millió betegév során 13 637 halálozás történt, ami a legritkábban az elit fittségűek között fordult elő, míg az alacsony fittségűek körében 5,04-szer gyakrabban. Az átlagos alatti és feletti fittségűek között 1,41 az esély az elhalálozásra, míg a hagyományos kockázati tényezők csak 1,20-as arányt jeleztek. Az extrém (az átlag 2 SD-je feletti) fittség jelentősen kisebb halálozással járt.

A „klasszikus”, egyenletes iramú terhelések mellett színesíti a programot a rohamosan népszerűvé vált, nagy intenzitású interval edzés (HIIT) [19], amelyről a versenysportban, majd a klinikai megfigyelések alapján az derült ki, hogy nagyjából ugyanakkora hatást vált ki az aerob kapacitásban, a gyulladási értékekben, a glycaemiás kontrollban, az izomzatban, a szorongásos és depressziós tünetek mérséklésében, mint az eddigi edzésmódok, de fele edzésidő alatt, nem nagyobb kockázattal, és nem okoz szívkárosodást. Ez mind az egyén ideje, mind a mozgáslehetőségek kihasználtsága miatt lényeges szempont. *Martland és mtsai* metaanalízise 33 közlemény alapján jutott erre a következtetésre [20].

## Fittség és a betegségek

*Pedersen és Saltin* [5, 6] ismételt felhívták a figyelmet arra, hogy legalább két tucat betegség megelőzhető, és gyógyításuk sikeresebb a fittség növelésével. Hangsúlyozták a Dél-Kaliforniából évtizedekkel ezelőtt a Kaiser Permanente betegbiztosító által felröppentett programot: „Exercise is Medicine”. *Warburton és Bredin* [7] legalább 26 különböző betegségben jelölik megelőző-gyógyító hatásának a fizikai aktivitást. Többek között érdemes növelni a fittséget a szívbetegség elkerülésére [21]. 15 tanulmány adatai szerint a 2-es típusú diabetesre az esély minden 1 MET-tel nagyobb fitsséggel 0,10-zel csökken az átlagnépességben és 0,92-vel a sztatint szedőkön, lineárisan. Csak az alacsony fittségűek kategóriájában nagyobb a cukorbetegség kockázata a sztatint szedők között. A túlsúlyos-kövér kategóriában azonos fittség esetén nagyobb az esély a diabetesre, így a súlycsökkentés és a fittség növelése segíthet a cukorbetegség elkerülésében [22]. Kimutatták, hogy statisztikailag igazolt kapcsolat van a fittség, valamint a systolés és diastolés vérnyomás között [23].

Az alvási apnoe közismerten az elhízottak betegségeként vezet szívelégtelenséghez, de nem obes betegek is egyre gyakrabban kerülnek emiatt vizsgálatra. A katonai behívót kapott svéd 18 évesek maximális kerékpárterhelési vizsgálaton is átesnek. Az 1969 és 1997 között vizsgáltak körében 2012-ben keresték az alvási apnoében



szenvedőket. Ők az alacsony fittségűek közül kerültek ki, függetlenül az akkori testsúlyindex nagyságától. Az alacsony fittség tehát kockázati tényező lehet az alvási apnoéa [24]. Egy spanyol tanulmányban azt figyelték meg, hogy a kövérség kialakulása jelentősen fokozott az alacsony fittségűek között [25].

A mentális betegségekre kedvezően hat a HIIT [20]. A nagy cardiorespiratoricus fittségű személyekhez képest a közepes fittségűek 23%-kal, az alacsony fittségűek 47%-kal nagyobb eséllyel szenvednek majd szorongásban vagy depresszióban [26].

A foglalkozási stressz tanulmányozása során rendőr-tisztek között azt találták, hogy a nagyobb fitsséggel kevesebb cardiovascularis kockázat járt, és az erősen stresszes állapotban lévők közül a fittebbeknek kevesebb rizikófaktoruk volt, mint az alacsony fittségűeknek. Megállapították, hogy munkahelyi egészségvédő programok segítenének a korai kiégés, az alvászavar elkerülésében, az általános szellemi jó közérzet kialakításában, és a rutin egészségi szűréseken terheléses tesztet is kötelezően kellene végezni [27]. Egy finn vizsgálat arra a következtetésre jutott, hogy a cardiovascularis és az izomfittség együtt jár a mentális egészséggel. Már kevés mozgástöbblet is kedvező hatása lehet [28].

Mi nyom többet a latban a halálozás csökkentésében: a fizikai aktivitás vagy a fittség? A kérdés első pillanatra indokolatlanul tűnik, hiszen a fittséget csak fizikai aktivitással lehet javítani. Ugyanakkor ha jó géneket örököltünk, és veleszületetten magas fittséget, ha életmódi hibákkal/bűnökkel nem rongáljuk, akkor az egészség- és életkilátások kedvezőek. Egy tanulmányban 8171 veterán férfi 8,7 éves követése és 1349 haláleset adatai alapján a cardiorespiratoricus fittség a klinikai paramétereiktől függetlenül 0,85-ös HR-rel korrelált a halálozással. A fizikai aktivitás a kockázati tényezőktől függetlenül kapcsolatban van a halálozással, de nincs direkt, nagymértékű kapcsolatban a fitsséggel, noha a genetikai és egyéb faktorok mellett a fittség növelésének egyetlen módja a megfelelő fizikai aktivitás. Az eltérés oka minden bizonnyal a fizikai aktivitás mértékének bizonytalan meghatározása, hiszen az elmondás alapján történt. A 7 MET-nél nagyobb aerob kapacitással rendelkezők esélye az elhalálozásra kisebb, bármennyi fizikai aktivitásról számoltak is be. A fittség az aktivitástól függetlenül a halálozás esélyének erős előrejelzője [29].

25, fizikailag inaktív 30–60 éves férfi 4 héten át heti 5 napon 30 percig, a maximális terhelhetőségük 65%-ával futószalagon edzett. A pulzusszámok vizsgálatából arra a következtetésre jutottak, hogy a szubmaximális teljesítőképesség – feltehetően a periféria alkalmazkodása következtében – akkor is javulhat, ha a maximális terhelhetőség nem nő [30]. *Lavie* [31], valamint *Valenzuela és mtsai* [32] közleménye összefoglalja az edzés által karbantartott funkciókat, amelyek lassabban csökkennek az élet során, ha aktívak maradunk, ha minél később hagyjuk abba a testmozgást, az edzést. Van olyan javaslat,

hogy a zsírmentes testtömeget kellene figyelembe venni a vizsgálatok során [33].

A lendületes fizikai aktivitás hatásosabb a metabolikus szindróma leküzdésében is, mint a mérsékelt intenzitás [14]. Időegység alatti nagyobb energiafelhasználással eredményesebben érhető el a fogyás, és javulnak a metabolikus jellemzők [34]. A szindróma komponenseinek (zsírtúlsúly, zavart cukoranyagcsere, dyslipidaemia, emelkedett vérnyomás) visszaszorítására a fittséget növelő mozgásprogramok kedvezően hatnak [35]. A különböző tanulmányok eredményeinek összehasonlíthatósága érdekében javasolják az egyes korcsoportok kialakítását is [36].

A mozgásszegény életmód és a „karosszék-inaktivitás” csökkentése egyaránt fontos. A fizikai inaktivitás, a lépcsőszámcsökkentés, a teljes immobilizáció, a tartós ágyban fekvés elősegíti a metabolikus szindróma, a sarcopenia, az osteoporosis, a zsírmáj, a cukorbetegség kialakulását. Dyslipidaemia fejlődik ki, az izom tömege és ereje mérséklődik, csökken a cardiorespiratoricus fittség. Ezek reverzibilis folyamatok, de időskorban egyre kevésbé, ezért idősödve egyre jobban kell ápolnunk a fiataloktól megszerzett teljesítőképességünket [37]. Egy másik áttekintés az ülő életvitel hátrányos következményeit bizonyítja [31]. Két svéd vállalat irodai dolgozói kérdőíven számoltak be egészségi állapotukról, mozgásérzékelőt viseltek, fittségüket szubmaximális bicikliergometriával mérték meg. A 159 személy 67%-a nő, 43 éves körüliek. A nagyobb fittség együtt járt a betegségek miatti ritkább és rövidebb távolléttel a munkahelyről, a kevés mozgásos ülő életvitel a gyakoribb és tartósabb hiányzással. Az alacsony fittségűek és kevésbé mozgékonyak között több volt a hiányzás [38].

A fizikai aktivitás egyik fő hatása az étkezést követő hypertriglyceridaemia csökkentése. A napi 14 óránál tartósabban ülő és csak 1650 lépést megtett személyek hiába futnak egyórányt 67%-os aerob kapacitással, nem csökken a trigliceridszintjük másnap reggelre. A napi 2675 és 4759 lépés kevésnek bizonyult a postprandialis zsirtolerancia próbában a trigliceridszint normalizálására, ahhoz csak 8481 lépés volt elegendő [39].

A rendszeres, nagy edzésterhelés az idősebbekben kötődik a kromoszómák telomerhosszához, a fiatalokban nem. A rendszeres, tartósan aktív életvezetés kedvezően befolyásolja a telomert, az „élethosszfehérjét” [40].

## Költségek

A fizikai aktivitás növelését célzó intézkedések indokoltak gazdaságossági oldalról is. A munkahelyen kívüli, a fizikai aktivitás fokozását célzó beavatkozások költségeiről tájékoztattak *Martti és mtsai* [41] a szakirodalom elemzésével: mennyibe kerül egy MET-órányi mozgástöbblet megvalósítása ICER-ben (incremental cost-effectiveness ratio) kifejezve. 12 tanulmány, 22 beavatkozás, tanácsadás, célkijelölés, követéses segítség, edzésórák, anyagi segítség, a viselkedésváltoztatás tanítá-

sa voltak a szempontok. Igen szélesen változtak az ICER-értékek, a határként kijelölt, MET-óránként 0,44–0,63 dollár alatt csak 4 beavatkozás valósult meg, egyéni írott vagy nyomtatott tanácsadás formájában.

Egy másik tanulmányban 7 éves periódus alatt klinikai javallat miatt végeztek maximális terhelési tesztet 9942, átlag 60 éves veteránon; az eredményt MET-ben fejezték ki, és összevetették az éves egészségügyi kiadásokkal. Megállapították, hogy minden 1 MET-tel nagyobb aerob kapacitás 1592 dollárral, 5,6%-kal kisebb egészségügyi kiadást jelentett, a fittségkvartilisek évi 4163 dollár kiadáskülönbséget mutattak. Különösen a túlsúlyos személyek esetén volt feltűnő a magas fittséggel járó kevesebb költség, míg a 25 alatti BMI-értékű személyekre kevesebbet költött a betegpénztár. A legtöbbbe a szív-élgtelenség került, ezt követte az alacsony cardiorespiratoricus fittség [35]. A cardiovascularis betegségek okozta anyagi teher csökkentése megkívánja a megfelelő testmozgást és diétát [42].

## Egyéni különbségek

A fizikai inaktivitás nagyban rontja az egyén egészségprofilját, teret ad a cardiovascularis/metabolikus betegségek kifejlődésének. A testmozgás növeli az aerob fittséget, javítja a testösszetételt, a nyugalmi vérnyomást, a cukoranyagcserét, a lipidstatust, és legalább 25 betegség kialakulását fékezi. Ám nem mindenki reagál azonosan a különböző edzésfajtákra/programokra, ezért az edzést nagyobb pontossággal, egyénre szabottan kell kialakítani. A csoportátlagoktól előre nem megjósolhatóan eltérnek egyes egyének reakciói, amiben szerepe lehet a genetikai adottságoknak. A HERITAGE Study szerint a fittség-növelő beavatkozás 25%-ban, a familiáris genetika 50%-ban határozhatja meg az edzések hatását. A cardiorespiratoricus fittséget heti legalább 150 percnyi mérsékelt/közepes vagy 75 perc intenzív testmozgással plusz erőedzéssel lehet közepes/jó szinten tartani. A hosszabb tartam vagy a nagyobb intenzitás, ha kalorikusan (oxigénfelvételben) azonos is, különböző mérvű hatásokkal jár a vérkeringés, a cukoranyagcsere, a lipidstatus stb. mutatóira. Hasonlóan különbözik a személyek reagálása a zsírfélesleg csökkentésére irányuló edzések során, a mozgás és a diéta szinergikus hatásának kihasználásával. A különböző testtájék bőr alatti zsírvastagsága különböző mértékben vékonyodik, az egyéni válasz nem egyforma. Hasonlóak a tapasztalatok az edzésre mutatott vérnyomásváltozások terén is. A glykaemiás szabályozás zavara is a nagy intenzitású és nagy volumenű edzéssel javítható a leghatásosabban. A lipoproteinek terén az LDL-koleszterint csökkentő kapacitás csak a nagy volumenű és intenzitású edzéssel nőtt. Nagyon lényeges az inaktivitással (üléssel) töltött idő csökkentése is. Várhatóan fejlődik majd az edzéselőírások pontossága a személyre szabott orvoslás beköszöntevel [43].

## Az elit sportolók élettartamáról

Pheidippidész időszámítás előtt 490-ben belehalt a hírvívő futásba, a kérdés azóta is vissza-visszatér: ártalmas-e a hatalmas teljesítmény, a maraton/ultramaraton jellegű terhelések sorozata? Az 1950-es években azt latolgatták, hogy lehetséges-e 4 percen belül futni a 4 mérföldet. A rekordot Gunder Haag tartotta 4:01,3-mal 1945 óta. 1954-ben sikerült az orvos Bannisternek 4 percen belülre javítani a rekordot (3:59,4), amit 1960-ig 19 további versenyző 3:54,5-ig szűkített. 2018-ig 1800-szor futottak 4 percen belül. Az első húsz futó élettartamát ismertette *Maron és Thompson* [44]. Sir Roger Bannister 88 évesen halt meg. A 14 országot képviselő húsz futó 80–88 évig élt, közülük hatan 87–88 évet éltek meg, 12 évvel többet, mint az átlagemberek.

## Következtetés

A fittség vitális jel, mint a vérnyomás, a vércukor, a légzés... Ha ezek nem a kellő sávban vannak, orvosi beavatkozásra kerül sor. Törődjünk legalább annyit a fittséggel, mint a többi vitális jellel. Áldozzunk mindannyiunk megfelelő fittsége érdekében legalább annyit, mint a vérnyomás, a vérzsírok... stb. rendezése érdekében. Vagy egy kicsivel többet is: hiszen a fittség javítása a többi vitális funkció javulását is hozza. Emellett siker- és örömforrásként is érdemes növelgetni. Mivel gazdaságos is a jobb fittség mind az egyén, mind az ország számára, jutalmazást érdemelne a fittebb egyén.

*Anyagi támogatás:* A szerző a cikk megírásához anyagi támogatásban nem részesült.

A szerző a cikk végleges változatát elolvasta és jóváhagyta.

*Érdekltségek:* A szerzőnek nincsenek érdekltségei.

## Irodalom

- [1] Apor P. Measure of fitness and physical activity related to cardiovascular diseases and death. [A cardiovascularis rizikó kapcsolata a fizikai aktivitással és a fittséggel.] *Orv Hetil.* 2011; 152: 107–113. [Hungarian]
- [2] Apor P. Physical activity against the diseases. [Testedzéssel a megbetegedések ellen.] *Magy Tud.* 2012; 173: 1470–1477. [Hungarian]
- [3] Poór Gy. Public health importance of physical inactivity. [A fizikai inaktivitás népegészségügyi jelentősége.] *Magy Tud.* 2019; 180: 1530–1538. [Hungarian]
- [4] Ross R, Blair SN, Arena R, et al. Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign. A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2016; 134: e653–e699.
- [5] Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports* 2006; 16(Suppl 1): 3–63.

- [6] Pedersen BK, Saltin B. Exercise as a medicine – evidence prescribing exercise as a therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports* 2015; 25(Suppl 3): 1–72.
- [7] Warburton DE, Bredin SS. Health benefits of physical activity: a strength-based approach. *J Clin Med*. 2019; 8: 2044.
- [8] Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, et al, 2016 European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 2016; 37: 2315–2381.
- [9] World Health Organization. Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world. WHO, 2018. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272722> [accessed: 12 March, 2023].
- [10] Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*. 2020; 54: 1451–1462.
- [11] Milton K, Bauman AE, Faulkner G, et al. Maximising the impact of global and national physical activity guidelines: the critical role of communication strategies. *Br J Sports Med*. 2020; 54: 1463–1467.
- [12] Hämaläinen RM, Breda J, da Silva Gomes F, et al. New global physical activity guidelines for a more active and healthier world: the WHO Regional Offices perspective. *Br J Sports Med*. 2020; 54: 1449–1450.
- [13] Stamatakis E, Bull FC. Putting physical activity in the 'must-do' list of global agenda. *Br J Sports Med*. 2020; 54: 1445–1446.
- [14] Janssen J, Ross R. Vigorous intensity physical activity is related to the metabolic syndrome independent of the physical activity dose. *Int J Epidemiol*. 2012; 41: 1132–1140.
- [15] Ross LM, Barber JL, McLain AC, et al. The association of cardiorespiratory fitness and ideal cardiovascular health in the Aerobics Center Longitudinal Study. *J Phys Act Health* 2019; 16: 968–975.
- [16] Lear SA, Hu W, Rangarajan S, et al. The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income and low-income countries: the PURE study. *Lancet* 2017; 390(10113): 2643–2654.
- [17] Cupples ME. Addressing the challenges of cardiovascular disease prevention. *Eur J Prev Cardiol*. 2019; 26: 603–605.
- [18] Mandsager K, Harb S, Cremer P, et al. Association of cardiorespiratory fitness with long-term mortality among adults undergoing exercise treadmill testing. *JAMA Netw Open* 2018; 1(6): e183605.
- [19] Apor P. High intensity interval training and other recent results in rehabilitation of cardiac diseases. [A nagyintenzitású intervall edzés és egyéb újdonságok a szívbeteg rehabilitációjában.] *Orvostovábbk Szle*. 2013; 20: 62–66.
- [20] Martland R, Mondelli V, Gaughran F, et al. Can high intensity interval training improve physical and mental health outcomes? A meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan. *J Sports Sci*. 2020; 38: 430–469.
- [21] Qiu S, Cai X, Liu J, et al. Association between cardiorespiratory fitness and risk of heart failure: a meta-analysis. *J Card Fail*. 2019; 25: 537–544.
- [22] Qiu S, Cai X, Yang B, et al. Association between cardiorespiratory fitness and risk of type 2 diabetes: a meta-analysis. *Obesity (Silver Spring)* 2019; 27: 315–324.
- [23] Park E, Volding DC, Taylor WC, et al. Cardiorespiratory fitness, adiposity, and ambulatory blood pressure in adolescents. *J Sports Med Phys Fitness* 2020; 60: 926–933.
- [24] Crump C, Sundquist J, Winkleby MA, et al. Cardiorespiratory fitness and long-term risk of sleep apnea: a national cohort study. *J Sleep Res*. 2019; 28: e12851.
- [25] Ortega R, Grandes G, Sanches A, et al. Cardiorespiratory fitness and development of abdominal obesity. *Prev Med*. 2019; 118: 232–237.
- [26] Kandola A, Ashdown-Franks G, Stubbs B, et al. The association between cardiorespiratory fitness and the incidence of common mental health disorders: a systematic review and meta-analysis. *J Affect Disord*. 2019; 257: 748–757.
- [27] Schilling R, Colledge F, Ludyga S, et al: Does cardiorespiratory fitness moderate the association between occupational stress, cardiovascular risk, and mental health in police officers? *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16: 2349.
- [28] Appelqvist-Schmidlechner K, Vaara JP, Vasankari T, et al. Muscular and cardiorespiratory fitness are associated with health-related quality of life among young adult men. *BMC Public Health* 2020; 20: 842.
- [29] Davidson T, Vainshelboim B, Kokkinos P, et al. Cardiorespiratory fitness versus physical activity as predictors of all-cause mortality in men. *Am Heart J*. 2018; 196: 156–162.
- [30] Clarke J, de Lannoy L, Ross R. Comparison of measures of maximal and submaximal fitness in response to exercise. *Med Sci Sport Exerc*. 2017; 49: 711–716.
- [31] Lavie CJ, Kachur S, Sui X. Impact of fitness and changes in fitness on lipids and survival. *Progr Cardiovasc Dis*. 2019; 62: 431–435.
- [32] Valenzuela PL, Maffiuletti NA, Joyner M, et al. Lifelong endurance exercise as a countermeasure against age-related  $VO_{2max}$  decline: physiological overview and insights from masters athletes. *Sports Med*. 2020 50: 703–716.
- [33] Imboden MT, Kaminsky LA, Peterman JE, et al. Cardiorespiratory fitness normalized to fat-free mass and mortality risk. *Med Sci Sports Exerc*. 2020; 52: 1532–1537.
- [34] Burton HM, Coyle EF. Daily step count and postprandial fat metabolism. *Med Sci Sports Exerc*. 2021; 53: 333–340.
- [35] Myers J, Doom R, King R, et al. Association between cardiorespiratory fitness and health care costs: the veterans exercise testing study. *Mayo Clin Proc*. 2018; 93: 48–55.
- [36] Kokkinos P, Myers J, Franklin B, et al. Cardiorespiratory fitness and health outcomes: a call to standardize fitness categories. *Mayo Clin Proc*. 2018; 93: 333–336.
- [37] Bowden Davies KA, Pickles S, Sprung VS, et al. Reduced physical activity in young and older adults: metabolic and musculoskeletal implications. *Ther Adv Endocrinol Metabol*. 2019; 10: 2042018819888824.
- [38] Drake E, Ekblom MM, Ekblom Ö, et al. Cardiorespiratory fitness and device-measured sedentary behaviour are associated with sickness absence in office workers. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17: 628.
- [39] Burton HM, Coyle EF. Daily step count and postprandial fat metabolism. *Med Sci Sports Exerc*. 2021; 53: 333–340.
- [40] Marques A, Gouveira ER, Peralta M, et al. Cardiorespiratory fitness and telomere length: a systematic review. *J Sports Sci*. 2020; 38: 1690–1697.
- [41] Mattli R, Farcher R, Syleouni ME, et al. Physical activity interventions for primary prevention in adults: a systemic review of randomized controlled trial-based economic evaluations. *Sports Med*. 2020; 50: 731–750.
- [42] Lobelo F, Supapannachart KJ, Zhou T, et al. Exercise and diet counseling trends from 2002 to 2015. A serial cross-sectional study of U.S. adults with cardiovascular disease risk. *Am J Prev Med*. 2021; 60: e59–e67.
- [43] Ozemek C, Arena R. Precision of promoting physical activity and exercise with the overarching goal of moving more. *Prog Cardiovasc Dis*. 2019; 62: 3–8.
- [44] Maron BJ, Thompson PD. Longevity in elite athletes: the first 4-min milers. *Lancet* 2018; 392: 913.

(Apor Péter dr.,  
e-mail: p.apor.md@gmail.com)