

Evezős sportolók főbb terhelés-élettani jellemzőinek bemutatása és jelentőségük az egészségmegőrzés szempontjából

Presentation of the main exercise physiological characteristics of rowing athletes and their significance for health maintenance



ÖSSZEFOGLALÁS:

A testedzés általánosságban javítja a szervrendszerek funkcióját, ezáltal mutatkozik meg preventív hatása a krónikus betegségekkel szemben. A rendszeres fizikai aktivitás adaptív változásainak köszönhetően a kardio-respiratórikus rendszer teljesítményében nagy eltérést tapasztalhatunk edzett és edzetlen személyek között. A fizikai fitness megállapításának egyik hatékony eszköze a terhelés-élettani jellemzők mérése. Munkánk célja egy jól edzett evezős csoport főbb terhelés-élettani jellemzőinek vizsgálata és ezek összevetése szakirodalmi értékekkel. A résztvevőket spiroergometriás vizsgálatnak vetettük alá, ezáltal képet kaptunk a kardio-respiratórikus rendszerük teljesítményéről. Ezt követően az eredményeket összevetettük más edzett állóképességi sportolók és edzetlen személyek szakirodalmi értékeivel. A vizsgált csoport átlagai és az edzett állóképességi

ségi sportolók értékeinek átlagai szinte minden terhelés-élettani jellemző tekintetében szignifikánsan nagyobbak voltak a nem edzett személyek értékeihez képest. A percventilláció (VE) esetében az evezős csoportnál mért $152,3 \pm 11,5$ ($L \cdot min^{-1}$) eredmény szignifikánsan nagyobb a nem edzettekhez képest ($p=0,002$). A relatív aerob kapacitást (rVO_2max) tekintve az evezős csoport $60,1 \pm 6,9$ ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) eredménye nagyobb a nem edzettekéhez képest ($p=0,004$), viszont szignifikánsan kisebb az edzett állóképességi sportolók referenciaértékéhez viszonyítva ($p=0,042$). A fizikai aktivitás szervezetre gyakorolt jótékony hatása jelentősen megmutatkozik a kardio-respiratórikus rendszer teljesítménymutatóiban. Véleményünk szerint a helyes táplálkozás tudatosítása mellett a fizikai aktivitás fontosságának kihangsúlyozása is az egészségfejlesztés része kell, hogy legyen.

Kulcsszavak: fizikai aktivitás, egészség, relatív aerob kapacitás, evezés



ABSTRACT:

Physical exercise generally improves the function of individual organ systems, thus having a preventive effect against chronic diseases. Due to the adaptive changes in regular physical activity, there is a large difference in the performance of the cardio-respiratory system between trained and untrained individuals. The tool for determining physical fitness is the measurement of exercise physiological characteristics. The aim of our work is to investigate the main load physiological characteristics of a well-trained rowing group and to compare them with reference values in the literature. Participants were subjected to spiroergometric examination, thus obtaining a picture of the performance of their cardio-respiratory system. Then we compared the results with the reference values of other well-trained endurance athletes and untrained individuals. The means of the studied group and the means of

the reference values of the well-trained endurance athletes were significantly higher compared to the values of the untrained persons for almost all load physiological characteristics. In the case of minute ventilation (VE) the result measured in the rowing group was 152.3 ± 11.5 ($L \cdot min^{-1}$) significantly higher than in the untrained group ($p = 0.002$). Regarding the relative aerobic capacity (rVO_2max), the result of the rowing group was 60.1 ± 6.9 ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) compared to the untrained ($p = 0.004$), but significantly lower compared to the reference value of the trained endurance athletes ($p = 0.042$). The beneficial effects of physical activity on the body are significantly reflected in the performance indicators of the cardio-respiratory system. In addition to raising awareness of proper nutrition, emphasizing the importance of physical activity should also be part of health promotion.

Keywords: physical activity, health, relative aerob capacity, rowing



Szerző:
SUSZTER LÁSZLÓ
Simmelweis Egyetem,
Doktori Iskola
laszlo.suszter@gmail.com
Tudományos tevékenysége:
PhD hallgató
Főbb kutatási területei:
versenysport, rekreációs sport,
sporttáplálkozás



Szerző:
DR. MÁK ERZSÉBET
főiskolai docens
Simmelweis Egyetem
Egészségtudományi Kar
make@se-etk.hu



Rovatvezető:
DR. NAGYVÁRADI KATALIN
egyetemi adjunktus
ELTE Sporttudományi Intézet
nagyvaradi.katalin@ppk.elte.hu
Főbb kutatási területei:
rekreáció, egészségfejlesztés,
gyógytestnevelés

BEVEZETÉS

Közismert állítás, hogy a rendszeres fizikai aktivitás és a fizikai fitness magas szintje egészségmegőrző hatású, csökkenti a civilizációs betegségek kialakulásának valószínűségét (Umar et al., 2012; Reiner et al., 2013). A test-edzés általánosságban javítja a szervrendszerek funkcióját, preventív a krónikus betegségek kialakulásával szemben, míg a fizikai inaktivitás egyértelműen azok rizikófaktora.

A fittség megállapításának egyik informatív jellemzője a testtömegre vonatkoztatott maximális oxigénfelvő képesség (rVO_2max), amely az állóképesség egyik legfontosabb indikátora. A maximális oxigénfelvő képesség az izomzat maximális oxigénfelhasználásának a képességét jelenti a fizikai aktivitás során.

A kardiovaszkuláris fitness, a rVO_2max érték és a civilizációs betegségek előfordulása között fordított arányosság tapasztalható, vagyis a nagyobb rVO_2max védelmet nyújt az egyes szív- és érrendszeri betegségek, bizonyos rákos megbetegedések és a 2-es típusú diabétesz előfordulásával szemben (Andersen, 1995; Sawada, 2003; Blair, 1995; Schuit, 2006; Warburton et al., 2006).

A jobb fizikai teljesítmény, vagyis a nagyobb rVO_2max érték háttérében a rendszeres testedzés szervezetre gyakorolt adaptív változásai állnak. A szív kapillarizáltságának fokozódása miatt javul a bal kamra oxigénellátása, a megnövekedett relatív bal kamrai izomtömeg ($rLVMM$) miatt megnövekszik a szív súlya.

Nyugalomban és azonos fizikai terhelés mellett is az edzettek pulzusszáma általában kisebb az edzetlenekéhez képest, ezért a diasztolé alatt a kamrák telítettsége fokozottabb, nagyobb ütőtérfogatot (EDV) eredményezve (Radák, 2016). Rendszeres állóképességi edzés hatására a tüdő légzőfelülete megnő, aminek következtében nagyobb a maximális percventilláció (VE), az izomzat kapillarizáltsága, mitokondrium sűrűsége javul, mindezen adaptációs változások nagyobb maximális oxigénfelvételt (rVO_2max) eredményeznek az edzett személyekben.

Laboratóriumban végzett terheléses vizsgálatok során lehetőség nyílik a kardio-respiratórikus rendszer, valamint az energiaszolgáltató anyagcseré-folyamatok meghatározására és a teljesítőképesség megítélésére.

A közelmúlt sport- és egészségtudományi szakirodalmában található referenciáértékeket a kardio-respiratórikus rendszer jellemzőiről nem edzett személyek és a különböző sportágak élsportolójának tekintetében.

Jelen vizsgálat célja a terhelés-élet-tani jellemzők vizsgálata egy edzett evezős sportoló csoporton és ezek összevetése edzett állóképességi és nem edzett személyek szakirodalmi értékeivel (Pavlik, 2011, Malomsoki Jenő munkássága nyomán).

Kérdésként fogalmaztuk meg, hogy vajon a vizsgált evezős csoport átlagértékei eléri-e a szakirodalomban szereplő állóképességi sportolókra vonatkozó értéket a percventilláció (VE), az oxigénpulzus (O_2P) és a relatív aerob kapacitás (rVO_2max) esetében a terhelés maximumán?

A vizsgált csoport kardio-respiratórikus változóinak átlagértékei és a nem edzettek referenciáértékei között jelentős különbséget feltételezünk az evezős csoport javára.

VIZSGÁLT CSOPORT ÉS MÓDSZER

A kutatás a Széchenyi István Egyetem Egészség- és Sporttudományi Kar Sporttudományi Tanszékén, az erre kijelölt laboratóriumban zajlott.

A vizsgálatba jól edzett evezős férfiakat ($n=28$) vontunk be, egy alkalommal spiroergometriás vizsgálatnak vettük alá a résztvevőket.

Minden sportoló szóban és írásban tájékoztatást kapott a kutatásról, majd írásban hozzájárulásukat adták a vizsgálatban való részvételhez.

A kutatásban való részvétel feltétele, mint a versenyzéshez is – az érvényes sportorvosi igazolás megléte volt.

A szakirodalmi adatokat Malomsoki Jenő munkássága nyomán összegyezte Pavlik Gábor 2011-ben.

A nem edzett ($n=71$), rendszeres fizikai munkát végző személyeket $34,5\pm 12$ (év) átlagéletkor és $75,6\pm 4$ (kg) testsúly jellemezte.

Az edzett állóképességi sportolókra vonatkozó eredeti kutatási adatok online adatbázisokban nem fellelhetőek, de a szerzők tisztelettel fogadják az összegzett adatokat, tekintettel az eredeti szerző szakmai munkásságára.

A testösszetételt, a relatív zsírszín- és izomtömeg arányait ($F\%$, $M\%$) „InBody 720” műszerrel, (Biospace Co. Inc., Seoul, South Korea) Bioelectrical Im-

pedance Analyzer (BIA) típusú bioimpedancia elvén működő műszerrel, a kardio-respiratórikus rendszer jellemzőit „Marquette” 2000 futószalagon (Pittsburgh, PA, USA) mértük teljes kimerülésig (*vita maxima*).

A nyugalmi (P_0), (ütés*perc⁻¹) és maximális pulzust (Mp), (ütés*perc⁻¹) „Cardiosoft”, (Milwaukee, USA); az aerob kapacitást (VO_2max), a ventilációt VE (L^*perc^{-1}) annak komponenseit Sensor Medics „Vmax 29C” (Yorba Linda, CA, USA) műszerekkel mértük.

A spiroergometriás vizsgálat során alkalmazott protokoll a következő volt: bemelegítés 2 perc, szalagsebesség $5\text{ km}\times\text{h}^{-1}$ meredekség 0%, majd 2 percig $11\text{ km}\times\text{h}^{-1}$, a meredekség 3%, utána 2 percenként a meredekséget növeltük 3%-kal, a szalagsebesség $11\text{ km}\times\text{h}^{-1}$ volt a vizsgálat végéig.

Az adatok statisztikai feldolgozása során a Statistica for Windows programcsomagot használtuk (version 12.1, StatSoft Inc., Tulsa, OK 74104, USA, 2006). A statisztikai analízis első lépéseként kiszámítottuk a leíró statisztikai jellemzőket (átlag, szórás).

A csoport terhelésenkénti és szervrendszerekénti eredményeit összevettük a szakirodalomban szereplő állóképességi élsportolók és nem edzett személyek referenciartományának (Pavlik, 2011, Malomsoki Jenő munkássága nyomán) átlagaival.

A különbségeket Repeated ANOVA-val, a kritikus differenciákat Tukey HSD módszerrel vizsgáltuk.

A statisztikák értelmezésekor a véletlen hiba maximumát következtetesen 5%-ban határoztuk meg.

EREDMÉNYEK

Az evezős sportolók ($n=28$) antropometriai jellemzői: életkor: $19,5\pm 2,2$ (év); testmagasság: $1,81\pm 0,07$ (m); testsúly: $76,1\pm 9,2$ (kg); test zsírszázalék: $13,1\pm 3$; test izomszázalék: $43,5\pm 2,4$.

A spiroergometriás vizsgálat során képet kaptunk a főbb terhelés-élet-tani mutatók átlagértékeiről, a maximális munkavégző és oxigénfelvő képességéről.

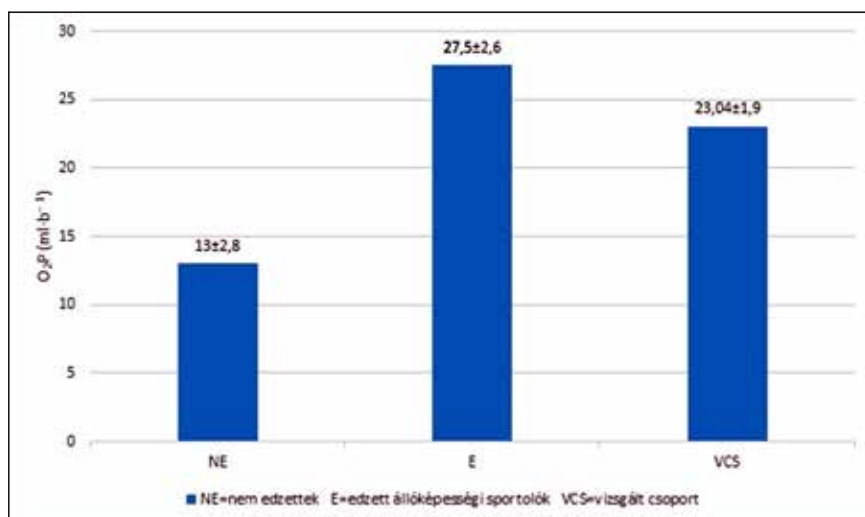
A kardio-respiratórikus rendszer különböző jellemzőit intenzitászónánként is összehasonlítottuk, az egyre növekvő terhelés hatására az egyes terhelés-élet-tani mutatók lineárisan emelkedő tendenciát mutattak a vizsgálat során.

Teszt	Vizsgált csoport (VCS)	Szakirodalmi értékek (Pavlik, 2011)	
		Nem edzett személyek (NE)	Edzett állóképességi sportoló (E)
HR ($b \cdot \text{min}^{-1}$)	197,9±2,47	220-életkor	220-életkor
BF ($b \cdot \text{min}^{-1}$)	65±3,2	66±4,3	64±6,2
Vt (L)	2,34±0,21	1,5±0,1	3±0,3
VO ₂ ($L \cdot \text{min}^{-1}$)	4,56±0,63	2,5±0,4	5,5±0,6
RVO ₂ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	60,1±6,9	35±5,3	75±5,1
VE ($L \cdot \text{min}^{-1}$)	152,3±11,5	95±5,2	180±19,7
O ₂ P ($\text{ml} \cdot b^{-1}$)	23,04±1,9	13±2,9	27,5±2,6
RER	1,06±0,06	1,00±0,02	1,1±0,04

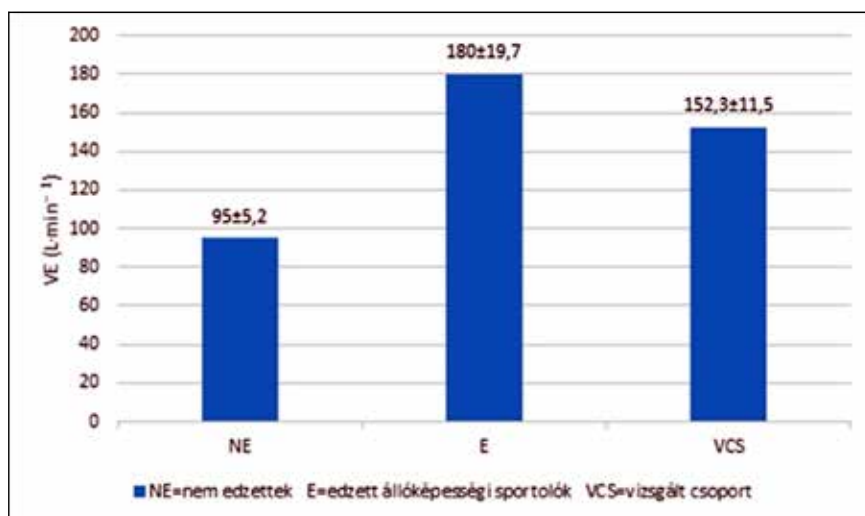
Rövidítések: HR, pulzusszám; BF, légzésszám; Vt, légzéstérfogat; VO₂, abszolút aerob kapacitás; RVO₂, relatív aerob kapacitás; VE, percventilláció; O₂P, oxigénpulzus; RER, légzési hányados.

1. táblázat: A vizsgált evezős csoport (VCS) főbb terhelés-élettani jellemzőinek átlaga és szórása, valamint a referenciaértékek nem edzett (NE) és edzett állóképességi sportolók (E) esetében a terhelés maximumán.

The mean and standard deviation of the main load physiological characteristics of the rowing group (VCS) and the reference values for untrained (NE) and trained endurance athletes (E) at the maximum load.



1. ábra: Az oxigénpulzus (O₂P) átlagértékei a terhelés maximumán. Oxygen pulse (O₂P) mean at maximum load.



2. ábra: A légzési perctérfogat (VE) átlagértékei a terhelés maximumán. Minute ventilation (VE) mean at maximum load.

A mért paraméterek maximális átlagértékeit és szórását valamint a referenciaértékeket az **1. táblázat** tartalmazza.

A vizsgált csoport (VCS) mutatóinak átlagai és az edzett állóképességi sportolók (E) referenciaértékeinek átlagai szignifikánsan nagyobbak voltak a nem edzett (NE) személyek értékeinek átlagainál ($p < 0,05$).

A terhelés maximumán az oxigénpulzus (O₂P) jelentős különbséget mutatott, a vizsgált csoport értéke ($23,04 \pm 1,9 \text{ ml} \cdot b^{-1}$) szignifikánsan nagyobb volt a nem edzettekéhez ($13 \pm 2,8 \text{ ml} \cdot b^{-1}$) képest ($p = 0,006$), míg ez a különbség nőtt az edzett állóképességi sportolók ($27,5 \pm 2,6 \text{ ml} \cdot b^{-1}$) esetében ($p = 0,001$). **1. ábra**

A légzési perctérfogat (VE) tekintetében is valódiak a különbségek a nem edzettekhez ($95 \pm 5,2 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$) képest, a terhelés maximumán szignifikánsan nagyobb a különbség, mind a vizsgált csoport ($152,3 \pm 11,5 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$); ($p = 0,002$), mind az edzett állóképességi sportolók ($180 \pm 19,7 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$); ($p = 0,000$) esetében. **2. ábra**

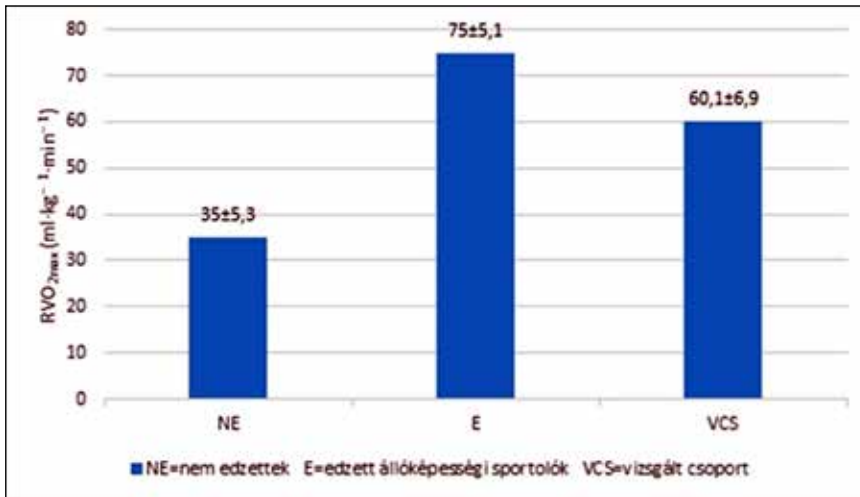
A relatív aerob kapacitás ($rVO_2 \text{ max}$) különbségeinek összehasonlítása során a terhelés maximumán mindhárom átlagérték szignifikáns eltérést mutatott. A nem edzettek átlagértéke ($35 \pm 5,3 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) szignifikánsan kisebb volt a vizsgált csoportéhoz ($60,1 \pm 6,9 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$); ($p = 0,004$) és az edzett állóképességi sportolókéhoz ($75 \pm 5,1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$); ($p = 0,000$) képest is, valamint az edzett állóképességi sportolók átlaga szignifikánsan nagyobb volt a vizsgált csoport átlagához viszonyítva ($p = 0,042$). **3. ábra**

KÖVETKEZTETÉSEK

Megnövekedett fizikai terhelés alkalmával az izomzat fokozott energiaigényének támogatását a kardio-respiratórikus rendszer optimális működése teszi lehetővé.

Az eredményekből látható, hogy akár 50-150%-kal is magasabbak lehetnek az egyes terhelés-élettani jellemzők az edzett személyek esetében.

A rendszeres testedzés növeli az alveolusok számát, így növekszik a légzőfelület, aminek következményeként nő a maximális légzési térfogat (Vt) és a maximális percventilláció (VE).



3. ábra:

A relatív aerob kapacitás (RVO_{2max}) átlagértékei a terhelés maximumán. Relative aerobic capacity (RVO_{2max}) mean at maximum load.

Ezen adaptív változásoknak köszönhetően a vizsgált csoport és az állóképességi sportolók eredményei szignifikánsan nagyobbak a percventilláció (VE) esetében a nem edzettekéhez képest a terhelés maximumán.

Azonban a vizsgált evezős csoport átlagértéke elmarad a szakirodalom szerinti kívánatos értéktől, ám ez a különbség nem szignifikáns.

Rendszeres állóképességi edzés hatására a szív alkalmazkodik a megnövekedett igényekhez, javul a bal kamra kapillarizáltsága, több vért képes befogadni, nő a szívizom összehúzódó képessége is, ezek eredményeként megnő a maximális ütő- és perctérfogat.

Mindezekhez párosul az izomsejtek megfelelő oxigénfelhasználó, valamint a vér oxigénszállító képessége, mely képességek javulása szintén szükségesek a nagyobb relatív aerob kapacitás (rVO_{2max}), ezáltal a nagyobb fizikai teljesítmény eléréséhez. Minden bizonnyal ezen alkalmazkodási folyamatok eredményeként tapasztaltunk vizsgálatunkban ilyen jelentős különbségeket az edzett személyek javára a relatív aerob kapacitás (rVO_{2max}) tekintetében.

Továbbá ennek következtében a terhelés-élettani jellemzők egyik leg-sokatmondóbb eleme, az oxigénpulzus (O_2P) értékek különbsége is jelentős vizsgálatunkban az edzett személyek javára. Viszont a vizsgált evezős csoport átlageredményei elmaradnak az oxigénpulzus (O_2P) esetében az állóképességi sportolók referenciaértékéhez képest, sőt a relatív aerob kapa-

ciitás (rVO_{2max}) esetében a különbség valódi. Mindenesetre a fizikai inaktivitás az edzetlen személyek alacsony szintű terhelés-élettani jellemzőit eredményezi, a testedzés hatása pedig markánsan megmutatkozik.

A fizikai aktivitás szervezetre gyakorolt jótékony hatása abban rejlik, hogy adaptív változásokhoz vezet, amelyek növelik a szervrendszerek működésének hatékonyságát és ellenállását (Radák, 2016), ezáltal csökkentve a betegségek előfordulását. A nagyobb fittséggel rendelkező személyek életkilátásai jobbak a fizikailag inaktívakéihez képest (Apor – Rádi, 2010), hazánkban ezzel szemben a lakosság fizikai inaktivitása inkább a jellemző.

A WHO ajánlásának megfelelő heti rendszerességű testmozgást (150 perc/hét) csupán a felnőtt lakosság kevesebb mint a harmada végezi (NEFI, 2017), a fizikai inaktivitás pedig növeli a krónikus betegségek rizikófaktorainak megjelenését (Lacza – Radák, 2013). Vizsgálatunkkal azt szeretnénk megvizsgálni, mekkora különbségek lehetnek a terhelés-élettani mutatók tekintetében edzetlen és edzett személyek között, valamint fontos visszajelzés a vizsgált evezős csoport számára is.

Véleményünk szerint soha nem késő az egyén egészségi és edzettségi állapotának megfelelő testedzés elkezdése, egészségének megőrzése és a minél hosszabb egészségben eltöltött élettartam elérése érdekében.

IRODALOMJEGYZÉK:

Andersen, L. B. (1995): Physical activity and physical fitness as protection against premature disease or death. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 5(6), 318–328. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1995.tb00054.x>

Apor, P., & Rádi, A. (2010): Master sportsmen. Health status and life expectancies of physically active elderly. *151(3)*, 110. <https://doi.org/10.1556/oh.2010.28775>

Blair, S. N., Kohl, H. W., III, Barlow, C. E., Paffenbarger, R. S., Jr, Gibbons, L. W., & Macera, C. A. (1995): Changes in Physical Fitness and All-Cause Mortality: A Prospective Study of Healthy and Unhealthy Men. *JAMA*, 273(14), 1093–1098. <https://doi.org/10.1001/jama.1995.03520380029031>

Lacza, G., & Radák, Z. (2013). Is physical activity an Elixir? *Orvosi Hetilap*, 154(20), 764. <https://doi.org/10.1556/oh.2013.29616>

Meseguer Zafra, M., García-Cantó, E., Rodríguez García, P. L., Pérez-Soto, J. J., Tárrega López, P. J., Rosa Guillamón, A., & Tárrega López, M. L. (2018). Influence of a physical exercise programme on VO_{2max} in adults with cardiovascular risk factors. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis (English Edition)*, 30(3), 95–101. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.artere.2018.04.001>

NEFI (2017) Egészségjelentés 2016. From: http://www.egeszseg.hu/szakmai_oldalok/assets/cikkek/17-05/egeszsegjelentes-2016.pdf

Pavlik, G. (2011): Élettan-Sportélettan. Medicina Könyvkiadó, Budapest

Radák, Zs. (2016): Edzésélettan. Sportorvos.hu, Budapest

Reiner, M., Niermann, C., Jekauc, D., & Woll, A. (2013): Long-term health benefits of physical activity – a systematic review of longitudinal studies. *BMC Public Health*, 13(1), 813. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-813>

Sawada, S. S., Muto, T., Tanaka, H., Lee, I. M., Paffenbarger, R. S., Jr., Shindo, M., & Blair, S. N. (2003): Cardiorespiratory fitness and cancer mortality in Japanese men: a prospective study. *Med Sci Sports Exerc*, 35(9), 1546–1550. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000084525.06473.8e>

Schuit, A. J. (2006): Physical activity, body composition and healthy ageing. *Science & Sports*. 21.4.209–213 DOI:10.1016/j.scispo.2006.06.004

Sobieszcańska, M., Kałka, D., Pilecki, W., & Adamus, J. (2009): Physical activity in basic and primary prevention of cardiovascular disease. *Pol Merkur Lekarski*, 26(156), 659–664.

Umar, A., Dunn, B. K., & Greenwald, P. (2012): Future directions in cancer prevention. *Nature Reviews Cancer*, 12(12), 835–848. <https://doi.org/10.1038/nrc3397>

Warburton, D. E. R. – Nicol, C. W. – Bredin, S. S. D. (2006): Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal*. 174. 6. 801–809. DOI:10.1503/cmaj.051351