

A bipedalizmus kialakulása: Vízimajom-elmélet

Bevezetés

A tudomány mai álláspontja szerint minden élőlény egy közös őstől származik. A genetikai kutatások kimutatták, hogy az ember és az emberszabású majmok genetikailag nagyon hasonlóak. Az ember az orángután genomjától 2,4%-ban, a gorilláétól 1,4%-ban, míg a csimpánz genomjától mindössze 1,2%-ban különbözik. (Stringer & Andrews, 2005)

Az evolúció mozgatórugója Charles Darwin elmélete szerint a természetes szelekció, amely szerint az előnyös tulajdonságok öröklődésének gyakorisága nő, az előnytelen tulajdonságoké pedig csökken. Ez a folyamat teszi lehetővé az élőlények alkalmazkodását az adott környezeti tényezőkhez. (Darwin, 1859)

Számos kutatás irányult arra a kérdésre, hogy az emberszabású majmok és az ember evolúciós különválása mikorra tehető, illetve mik azok a tulajdonságok, amelyek különbséget teremtenek. Az emberré válás egyik jellegzetes tulajdonságának a viselkedésszerű két lábon járás képességét, vagyis a habituális bipedalizmust tekintik. A két lábon járás képességével együtt számos változáson ment keresztül az emberi szervezet a környezethez való folyamatos alkalmazkodás során, mely az egész szervrendszert érintette. Többek között megváltozott a gerinc szerkezete, görbületek alakultak ki benne, a csípő kiszélesedett, a lábak hosszabbak lettek, a lábfejen boltozatok alakultak ki, az öregujj helyzete megváltozott és egy sorba került a többi lábujjal.

A bipedalizmus nem kizárólagosan csak az emberre jellemző tulajdonság, hanem számos más főemlős is rendelkezik vele. Azonban más főemlősök csak szükségszerűen alkalmazzák és korlátozott időtartamban. Például olyan esetekben, amikor látómezőt szeretnének megnövelni, manipulálni más élőlényeket, harcolni, álcázni magukat, vagy táplálékot akarnak szállítani, a lényeg, hogy képesek alkalmazkodni az adott körülményekhez, hogy túlélésük esélyeit

növeljék. Az ember esetében az alkalmazkodásnak e formája, vagyis a két láb támaszos helyzet lelassítja, a rendkívül gyors ragadozókkal szembeni menekülést csupán csak megnehezíti, tehát az életben maradás esélyeit teljesen leredukálja. Felmerül a kérdés, hogy mégis miért alakult ki ez a mozgásforma, hiszen a túlélés szempontjából a lehető legfontosabb a gyors menekülésnek a képessége.

A bipedalizmus kialakulásának időszakából (4-8 millió éve) fosszilis leleteket még nem találtak az antropológusok, így különböző teóriák születtek ezzel kapcsolatban. Jelen kutatásunk során a vízi-majom elméletet vizsgáltuk.

Felmerül a kérdés, hogy az ember valóban vízi életmódot folytatott-e egykor, hiszen ez magyarázat lenne arra is többek között, hogy miért emelkedtünk két lábra. A környezethez, jelen esetben a vízhez feltételezhetően úgy alkalmazkodott az ember őse, hogy a szervezet gazdaságosan működjön.

Irodalmi áttekintés

Vízimajom-elmélet (Morris 1967; Csányi, 1999)

Az elmélet Sir Alister Hardy tengerbiológustól származik (1960), melyet Elaine Morgan író, újságíró dolgozott ki (1982).

Számos anatómiai jellegben különbözünk a velünk rokon főemlősöktől, viszont hasonlítunk tengeri emlősökhöz, azokhoz, amelyek előzetesen szárazföldön éltek majd részleges vagy teljes vízi életmódhoz alkalmazkodtak. Az elmélet szerint a csimpánztól való elválás után máig tisztázatlan véletlen események során, melyek között geológiai változások is szerepelhettek, ősünk kiszorult az addig megszokott erdei élőhelyeiről és 1-2 millió évet töltött egy tengerrel körbezárt szigeten, mindentől elzárva. A fennmaradása érdekében a táplálékát a tenger partján, illetve a tengerből szerezte meg. A táplálékszerzés új módja, illetve a vízhez, vízi életmódhoz való alkalmazkodás egy sor változást idézhetett elő ősünk

szervezetében. Az ember teste csupasz, két lábon jár, sós a könnye, erősen izzad, az orr kiemelkedik, orrlyukai lefelé néznek, képes a levegővételét szabályozni, három hónapos korig jellemző a merülési reflex, erős, szigetelő zsírpárnákkal rendelkezik. Illetve az emberről általánosan elmondható, hogy szereti a vizet, mely egyik majomfajról sem mondható el. Eközben a sziget, amelyen őseink éltek új geológiai események során újra egyesült a szárazfölddel. Az előbb említett változások miatt nem tudott régi életmódjához visszatérni, ezért új helyeket keresett.

Leon P. Lumiere (1991) a geológiai változásokat, mely által alkalmazkodniuk kellett a vízhez azzal magyarázza, hogy 1,5-3 millió éven keresztül, úgy 4-8 millió éve kelet Afrikát elárasztotta a tenger. Emiatt a hegyekből szigetek keletkeztek, melyen maradhattak őseink, elszigetelten a többi szárazföldről és nem volt más választásuk, alkalmazkodniuk kellett a körülményekhez. Az egyre mélyebbre merészkedés a vízben, hozzájárulhatott a függőleges járás kialakulásához. Később újra egyesültek a szigetek a kontinenssel.

A víz fontosabb fizikai tulajdonságai, hatásuk az emberi szervezetre

Hidrosztatikus nyomás hatására a víz súlya nyomást fejt ki a szervezetre. A nyomás nagysága a folyadék mélységétől függ, ahogy nő a mélység, úgy növekszik a nyomás is. A hidrosztatikus nyomás vízben állás során segíti a vénás vér visszaáramlását, a felületes vénák és nyirokerek összenyomásának a segítségével. Elősegíti a folyadék gyülemek felszívódását. A nyakig vízben álló személy vitálkapacitását 10%-kal csökkenti a hidrosztatikai nyomás, a kilégzési reverztérfogat pedig 1 literrel csökken. Tehát a nyakig vízben álló személy kilégzése könnyebbé válik. (Reichel & Groza-Nolte, 2001; Csermely, 2009)

A felhajtóerő Arkhimédész törvénye alapján a testsúly látszólagos csökkenését idézi elő, amely segítségével olyan személy is képes mobilissá válni, aki szárazföldön egyébként nem lenne az. (Reichel & Groza-Nolte, 2001; Csermely, 2009)

A víz hatására csökken a szimpatikus túlsúly. (Csermely, 2009)

A magas páratartalom és a folyadék jó, míg a levegő rossz hővezető. A levegő mozgása a hő felvételt csökkenti, a hő leadást növeli. A magas páratartalom gátolja a hő leadást. Csak a párolgó verejték hűt, az elfolyó nem. (Csermely, 2011)

Kutatási hipotézis

Feltételezzük, hogy a vízben gazdaságosabban működik a szervezet, mint a szárazföldön.

Anyag és módszer

Vizsgált személyek

Vizsgálatunkban 16 személy vett részt, 10 férfi és 6 nő. A vizsgált személyek kiválasztásánál fontos szempont volt az életkor, a testmagasság, a testtömeg, a testtömeg index értéke, illetve a nemek aránya, hogy eredményeinkkel az őseinket a lehető legjobb közelítéssel jellemezhessek.

A vizsgált személyek életkor szerinti kiválasztásának oka, hogy az ősi hominidák maximális életkora 20-24 éves kor közé esett a bipedalizmus kialakulásakor. (McKine, 2007)

Az első két lábon járó hominidák testmagassága férfiaknál 150 cm volt, nőknél 100-120 centiméter. Átlagos testtömeg férfiaknál 65 kg, nőknél 30 kg lehetett. Azonban a szekuláris trend jellegű változásokból fakadóan a ma élő felnőtt férfiak és nők átlagos értékeit tekintettük támpontként a mintavétel során. A férfiak mai átlagos testmagassága 170 ± 3 centiméter, átlagos testtömegük 80 kilogramm, a nők testmagassága 160 ± 2 centiméter, átlagos testtömegük 60 kilogramm (McKine, 2007).

Az ősi hominidák ismereteink alapján nem voltak sem kórosan soványak, sem túlsúlyosak, ezért vizsgált személyeinket úgy választottuk ki, hogy testtömeg index értékeik 19-25 értéktartományon belül helyezkedjenek el. (Mészáros, 2003)

A négy lábtámaszos helyzetből két lábtámaszos helyzetben történő járás kialakulása során a hominidák medencéje megváltozott, alkalmazkodva az új járásmódhoz. A medence megváltozása megnehezítette nőknél a szülést, mely következményeként sok nő meghalt szülés közben. Ebből következően a bipedalizmus kialakulásakor több férfi élt, mint nő. (Szemjonov, 1973)

A fentebb említett szempontok szerint kiválasztott személyek decimális életkorának, testmagasságának, testtömegének és testtömeg indexének nemenkénti eloszlása a következő két táblázatban látható. (1. és 2. táblázat)

Vizsgálati helyszín

A vizsgálati helyszín kiválasztásakor fontos szempont volt az évi középhőmérséklet, az évi csapadékmennyiség, a relatív páratartalom, a napsütéses órák száma. A legfontosabb szempont az volt, hogy vizsgálatunkat víz közelében végezzük, melyre legalkalmasabb helyszín hazánkban a Balaton és a Velencei-tó.

Vizsgálatunkat Agárdon, a Velencei-tóban és partján végeztük a tó magasabb vízállása miatt.

A Velencei-tó a Velencei-hegység lábánál süllyedékben foglal helyet. Vízállása nagyon ingadozó, mivel csupán csapadék és talajvíz táplálja. (Bulla, 1964) A tó hossza 10,8 km, átlagos szélessége mindössze 2,3 km, átlagos mélysége 1,6 m. A Velencei-tó területe 24,5 km², partvonalának hossza 28,5 km. Vízyűjtő területe 602,4 km². A napfényes órák száma meghaladja az évi 2000 órát. A Velencei-tó éves átlagos hőmérséklete 10,8 °C, a nyári hónapokban átlagosan 20,5 °C. A levegő éves átlagos hőmérséklete 10,4 °C, míg a nyári hónapokban 20,6 °C. (Velencei-tó átlagos hőmérséklete, 2012) A Velencei-tó Európa egyik legmelegebb tava, víz hőmérséklete nyáron elérheti a 26-28 °C-os értékeket is. (Velencei-tó hőmérséklete, 2013). A vizsgálati helyszín évi csapadékmennyisége 491,6 mm és a relatív páratartalma 70,16 százalék. (Velencei-tó évi csapadékmennyisége, 2012).

Módszer (Suunto öv, 2013)

Vizsgálatunkhoz Suunto Memory öveket használtunk. Az öveket egy gumipánttal rögzítettük a vizsgált személyek mellkasára, melyek semmilyen mozgásban sem korlátozták a vizsgált személyeket.

A mérőeszközök elemmel működtek. Minden mintavételezésnél felvillant egy zöld lámpa, mely segítségével folyamatosan ellenőrizni tudtuk, hogy működik-e a készülék. Az adatokat egy mikrochip rögzítette 10 milliszekundumonként, melyeket egy dokkoló egység segítségével számítógépes Training Manager programba töltöttünk át.

A Suunto Memory Belt segítségével mértük a vizsgált személyek szívfrekvenciáját (Hr) (ütés/min), oxigén adósság értékeit (EPOC) (ml/kg), ventilációs értékeit (VE) (l/min), légzés számát (BF) (1/min), oxigén felvételét (VO_2) (ml/kg/min) és energia felhasználását (EF) (kcal/min).

A mérés ideje tizenkét óra volt.

A vizsgálat feltételrendszere és menete

A vizsgált személyeket két csoportra osztottuk, az egyik csoportba tartozó személyek a mérési idő több mint a felét, tehát minimum hat órát vízben töltöttek. A másik csoportba, vagyis a kontroll csoportba tartozó vizsgált személyek a mérési időt kizárólag a parton töltötték el. Mindkét csoportba öt férfit és három nőt választottunk. A vizsgált személyek fizikai aktivitása az adott környezeti feltételek (hőmérséklet, páratartalom, napsütés, csapadékmennyiség) mellett nem volt meghatározva.

Adatfeldolgozás

A mért adatok normalitás vizsgálata során Shapiro-Wilk's W- tesztet használtunk. A teszt eredménye szerint adataink nem normális eloszlásúak, ezért nem paraméteres próbát alkalmaztunk adataink feldolgozásához.

A Mann-Whitney-féle U próba elvégzése után a következő eredményekre jutottunk.

Eredmények

Az egyes csoportba tartozó vizsgált személyek Hr, EPOC, VE, BF, VO₂ és EF értékei szignifikánsan alacsonyabbak voltak, mint a kettes csoportba tartozóké. A statisztikai paraméter értéke (Z) minden változó esetében kívül esik a $-1,96 \leq z \leq 1,96$ tartományon, a p valószínűségi értéke kisebb, mint 5%, ezért jelen elemszám esetén a null hipotézisünket, mely szerint a vizsgált változókban nincs különbség a két csoport között, elvetjük.

Továbbá megvizsgáltuk, hogy ha külön hasonlítjuk össze a két csoportba tartozó férfiakat és külön a nőket, abban az esetben igaz lesz-e a null hipotézisünk, bár erre nem tértünk ki a kutatási kérdés megfogalmazásakor.

Az egyes csoportba tartozó férfiak Hr, EPOC, VE, BF, VO₂ értékei szignifikánsan magasabbak voltak, mint a kettes csoportba tartozóké, ezeknél a változóknál sem fogadjuk el a null hipotézist. A férfiak két csoportja között EF tekintetében nem találtunk szignifikáns különbséget.

A nők esetében a két csoport között minden változónál különbséget találtunk, az 1-es csoportba tartozó személyeknél minden esetben alacsonyabb értékeket kaptunk.

Diszkusszó és következtetések

Eredményeink azt mutatják, hogy a nők szervezete vízben gazdaságosabban működik. A nők Hr-, EPOC- és VE értékében, továbbá BF-, VO₂- és EF- értékében szignifikáns különbséget találtunk a két csoport között, a vízi csoportba tartozó nők jelen változóinak értékei szignifikánsan alacsonyabbak voltak a parti csoportba tartozó nőkhöz képest.

A mérés során a levegő átlagos hőmérséklete 32 °C volt, míg a tó hőmérséklete átlagosan 26 °C. A levegő magas hőmérséklete miatt a vizsgált személyeknek a homeosztázis fenntartása érdekében a szervezetet hűtenie kellett. A víz hőmérséklete jóval az indifferens hőfok –melyre biológiai válasszal nem reagál az emberi szervezet- alatt volt, míg a levegőé jóval ez érték fölött, indifferens hőfok víz esetében 34-35 °C, levegőn 20-22 °C. Továbbá ismert, hogy a víz

jobban hűt, mint a levegő. (Csermely, 2011) Mivel a vízi csoportba tartozó személyek szervezetét a víz hűtötte, ezáltal kevesebb energiát kellett felhasználniuk testük hűtésére, mint a parti csoportba tartozó nőknek. Továbbá az is ismert, hogy víz hatására csökken a szimpatikus túlsúly, mely a vízi csoportba tartozó személyeknél szintén kevesebb energia felhasználást eredményezett. (Csermely, 2009) A két csoport közötti különbség az EF tekintetében feltehetőleg annak is köszönhető, hogy a nőknek alacsonyabb a medence körüli izmok tónusa, mely mérsékeltebb mitokondriális aktivitással jár, mely szintén a vízi csoportba tartozó nők szervezetének gazdaságosabbá tételét eredményezte. (Boros és mtsai., 2012)

A férfiak esetében más eredményre jutottunk. A mérési idő nagyobb részét vízben töltött férfiak esetén szignifikánsan magasabb értékeket kaptunk a Hr, EPOC, VE, BF, VO₂ tekintetében a másik csoporthoz képest. Az EF-ban ellenben nem találtunk szignifikáns különbséget a két csoport között. A vizsgálat során a vízi csoportba tartozó férfiak szervezetét szintén hűtötte a víz, mely által kevesebb energiát kellett fordítaniuk szervezetük hűtésére, mint a másik csoportba tartozó férfiaknak. Továbbá a víz szimpatikus túlsúlyt csökkentő hatása szintén szervezetük gazdaságosabbá tételét segítette elő. Ellenben vizsgálati eredményeink mégsem ezt mutatják. Általánosan elmondható, hogy a férfiak alapvetően fizikailag aktívabbak, mint a nők. Vizsgálatunk során a személyek fizikai aktivitását nem határoztuk meg, ezt független változóként értelmeztük. Feltételezhetően a vízi csoportba tartozó férfiak fizikailag aktívabbak lehettek, a parti csoportba tartozókhoz képest. A víz hűtötte a szervezetüket, ezáltal a rendelkezésre álló idő eltöltése során természetükből adódóan aktívabbak voltak, mivel nem kellett attól tartaniuk tudat alatt, hogy a fizikai aktivitásból adódóan túlhevülne szervezetük. Feltehetőleg a fizikai aktivitásból adódó különbségek okozzák, hogy a parti csoportba tartozó vizsgált személyek szignifikánsan alacsonyabb Hr-, EPOC- és VE értékkel, valamint BF és VO₂ értékekkel rendelkeztek.

A két csoport eltérő fizikai aktivitásától függetlenül EF tekintetében nem találtunk különbséget. Feltehetőleg a parti csoportba tartozó férfiaknak szervezetük hűtése a homeosztázis fenntartása érdekében nagymértékű energia felhasználással járt. Eredményeink alapján feltételezhető, hogy a szárazföldi csoport hűtésre fordított energiamennyisége közel azonos a vízi csoportba tartozó, tudat alatt szervezetük túlhevülésétől nem tartó személyek fizikai aktivitásra fordított energiamennyiségével.

Eredményeink alapján a férfiak két csoportja közti különbségek vizsgálatának kiegészítéseként érdemes lenne jelen vizsgálatot úgy végrehajtani, hogy a két csoportba tartozó személyek a mérés ideje alatt ugyanazt a fizikai aktivitást hajtanák végre, vagy objektíven meghatározni az egyes személyek fizikai aktivitásának mértékét, és azt az elemzés során figyelembe venni.

Vizsgálati eredményeink alapján a nők szervezet vízben gazdaságosabban működik, mint szárazföldön. Elképzelhető, hogy a víz, mint táplálékforrás vonzóvá vált ősünk számára és mivel eredményeink alapján nők esetében energiafelhasználás tekintetében gazdaságosabb közeg a víz, férfiak esetében pedig nincs különbség a szárazföldön és vízben tartózkodás között energiafelhasználást nézve, lehetséges, hogy ősünk vízi életmódot folytatott egykor, mely a fentebb felsorolt tulajdonságok kialakulásához vezetett.

Irodalom

1. Boros Sz., Fekete K., Lelovics Zs. (2012). Sporttáplálkozás szabadidő-sportolóknak. Budapest, CSER Kiadó.
2. Bulla, D. B. (1964). Magyarország természeti földrajza. Budapest, Tankönyvkiadó.
3. Csányi, V. (1999). Az emberi természet. Budapest, Vince Kiadó.
4. Csermely, M. (2009). Fizioterápia. Budapest, Medicina Könyvkiadó Zrt.
5. Csermely, M. (2011). A fizioterápia kézikönyve. Budapest, White Golden Book.
6. Darwin, C. (1859). A fajok eredete: természetes kiválasztás útján. Budapest, Typotex.
7. McKine, R. (2007). Emberreválás. Budapest, Alexandra.
8. Mészáros, J. (2003). A gyermeksport biológiai alapjai. Budapest, Plantin-Print Bt.
9. Morris, D. (1967). The naked ape. London, Jonathan Cape.
10. Reichel, H. S. & R. Groza-Nolte (2001). Fizioterápia. Budapest, Medicina Könyvkiadó Rt.
11. Stringer, C. & P. Andrews (2005). Az emberi evolúció világa. Pécs, Alexandra Kiadó.
12. Suunto öv (2013) ns.suunto.com/pdf/t6_Training_Guidebook_EN.pdf (hozzáférés dátuma: 2013. 01. 09.)
13. Szemjonov, J. I. (1973). Hogyan keletkezett az emberiség? Budapest, Kossuth.
14. Velencei-tó átlagos hőmérséklete (2012)
http://www.kvvm.hu/balaton/lang_hu/velencei.htm (hozzáférés dátuma: 2012. 12. 01.)
15. Velencei-tó hőmérséklete (2013) <http://hu.wikipedia.org/wiki/Velencei-t%C3%B3>
(hozzáférés dátuma: 2013. 01. 08)
16. Velencei-tó évi csapadékmennyisége, (2012)
<http://www.zoover.hu/magyarorszag/magyarorszag/velence-velencei-to/idojaras>
(hozzáférés dátuma: 2012. 12. 01.)

Mellékletek

1. táblázat: a vizsgált férfiak adatai

	Elemszám	Átlag	Szórás
Decimális életkor	10	23,8252	2,64290
Testmagasság	10	177,2000	4,36654
Testtömeg	10	71,1000	10,38642
Testtömeg index	10	22,5881	2,54448

2. táblázat: a vizsgált nők adatai

	Elemszám	Átlag	Szórás
Decimális életkor	6	21,7672	1,332330
Testmagasság	6	164,0000	2,966479
Testtömeg	6	54,5000	2,345208
Testtömeg index	6	20,2686	0,844632

3. táblázat: A két csoport összehasonlításának eredménye a Mann-Whitney-féle U próbával.

	Z	P érték	N ₁	N ₂
Szívfrekvencia (ü/min)	-52,6069	0,00	35150	35187
Oxigén adósság (ml/kg)	-45,4796	0,00	35150	35187
Ventilláció (l/min)	-38,9723	0,00	35150	35187
Légzésszám (1/min)	-34,5827	0,00	35150	35187
Oxigén felvétel (ml/kg/min)	-37,2533	0,00	35150	35187
Energia felhasználás (kcal/min)	-28,0977	0,00	35150	35187

4. táblázat: A két külön csoportba tartozó férfiak összehasonlításának eredménye Mann-Whitney-féle U próbával.

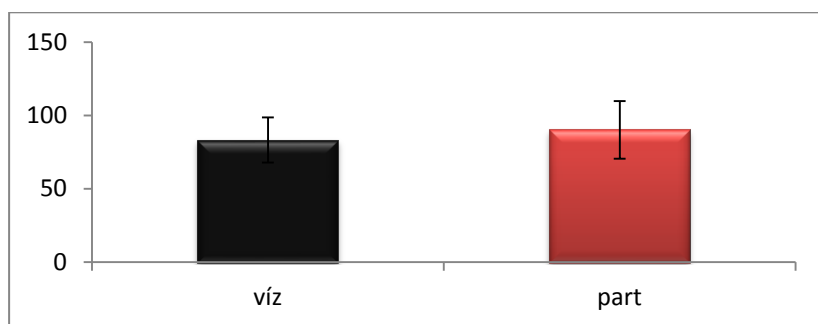
	Z	p érték	N ₁	N ₂
Szívfrekvencia (ü/min)	17,51891	0,000000	22148	22148
Oxigén adósság (ml/kg)	20,37617	0,000000	22148	22148
Ventilláció (l/min)	22,33611	0,000000	22148	22148
Légzésszám (1/min)	14,19044	0,000000	22148	22148
Oxigén felvétel (ml/kg/min)	21,54964	0,000000	22148	22148
Energia felhasználás (kcal/min)	-0,31804	0,750452	22148	22148

5. táblázat: A két külön csoportba tartozó nők összehasonlításának eredménye Mann-Whitney-féle U próbával.

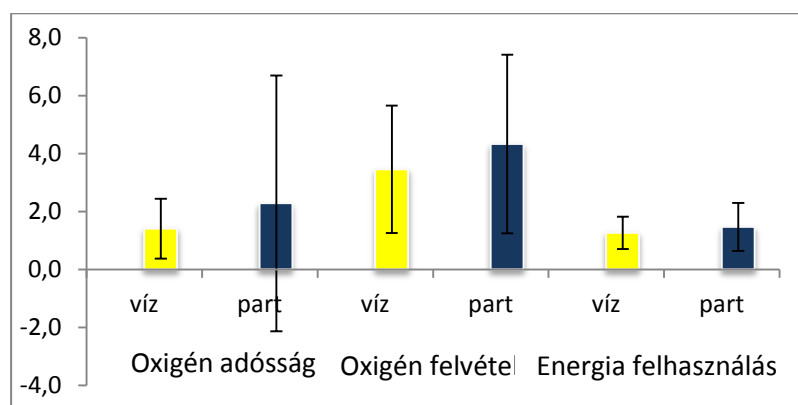
	Z	p érték	N ₁	N ₂
Szívfrekvencia (ü/min)	-101,020	0,00	13002	13039
Oxigén adósság (ml/kg)	-97,554	0,00	13002	13039
Ventilláció (l/min)	-86,472	0,00	13002	13039
Légzésszám (1/min)	-67,412	0,00	13002	13039
Oxigén felvétel (ml/kg/min)	-83,550	0,00	13002	13039
Energia felhasználás (kcal/min)	-45,278	0,00	13002	13039

6. táblázat: A vízi és parti csoportba tartozó vizsgált személyek átlag és szórás értékei (szívfrekvencia (Hr), oxigén adósság érték (EPOC), ventillációs érték (VE), légzés szám (BF), oxigén felvétel (VO₂) és energia felhasználás (EF))

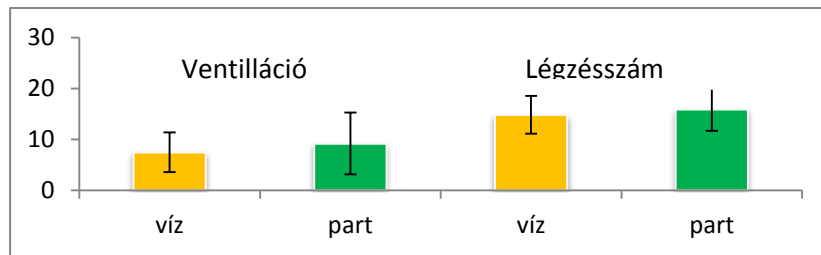
	víz		part	
változó	átlag	szórás	átlag	szórás
Hr (ü/min)	83,21098	15,34817	90,17649	19,60262
EPOC (ml/kg)	1,40876	1,03463	2,28185	4,41644
VE (l/min)	7,44026	3,89513	9,17876	6,05971
BF (1/min)	14,81858	3,72322	15,86359	4,20868
VO ₂ (ml/kg/min)	3,45403	2,19787	4,33154	3,07924
EF (kcal/min)	1,26330	0,55724	1,47319	0,82732



1. ábra: A két csoport szívfrekvencia (ü/perc) értékeinek összehasonlítása.

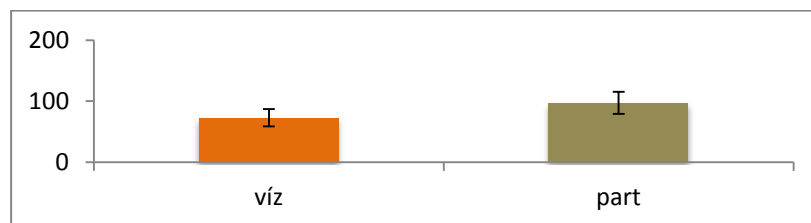


2. ábra: Az oxigén adósság érték (ml/kg), oxigén felvétel (ml/kg/perc) és energia felhasználás (kcal/perc) összehasonlítása a két csoport között.

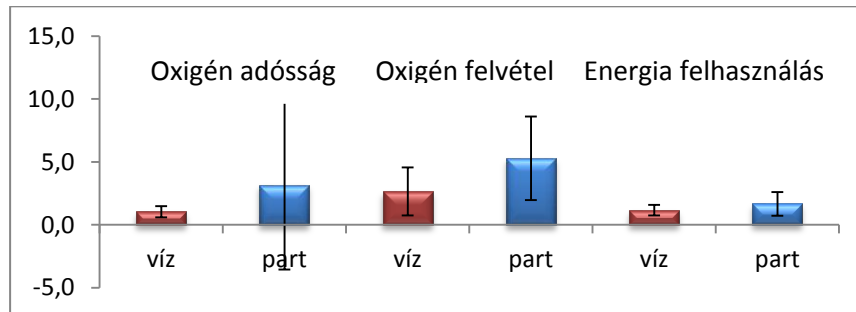


3. ábra: A ventiláció (l/perc) és légzésszám (1/perc) összehasonlítása a csoportok között.

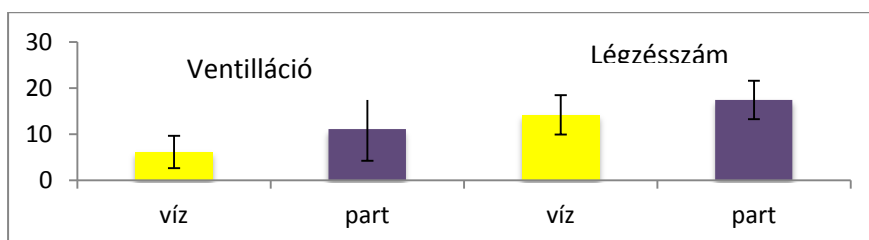
Nők



4. ábra: A szívfrekvencia (ü/perc) összehasonlítása a vízi és parti csoport között.

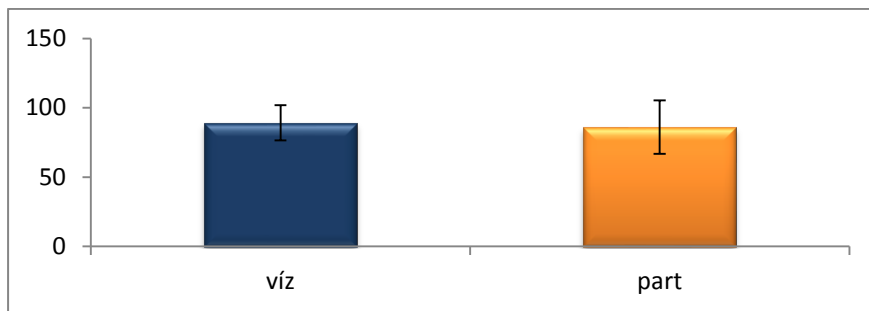


5. ábra: Az oxigén adósság érték (ml/kg), oxigén felvétel (ml/kg/perc) és energia felhasználás (kcal/perc) összehasonlítása a két csoport között.

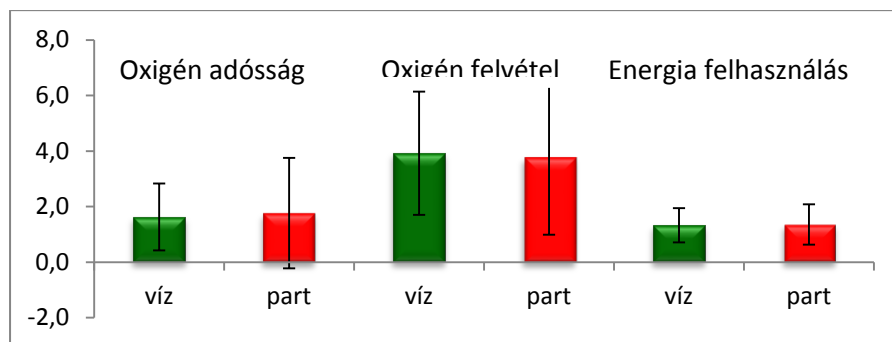


6. ábra: A két csoport ventiláció (l/perc) és légzésszám (1/perc) értékeinek összehasonlítása.

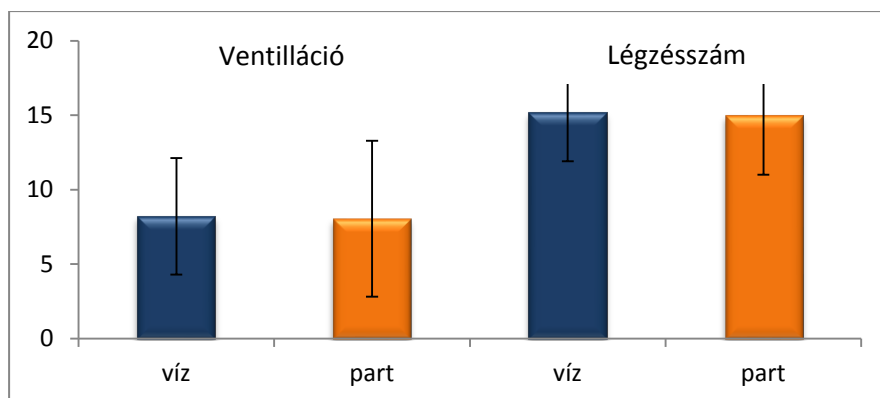
Férfiak



7. ábra: Szívfrekvencia (ü/perc) értékek összehasonlítása a férfiak két csoportja között.



8. ábra: Az oxigén adósság érték (ml/kg), oxigén felvétel (ml/kg/perc) és energia felhasználás (kcal/perc) összehasonlítása a csoportok között.



9. ábra: A ventilláció (l/perc) és a légzésszám (1/perc) összehasonlítása a vízi és parti csoport között.