

XXXI. OTDK Biológia Szekció

**A vér és a nyál tejsavszintjének összehasonlítása és az
értékét befolyásoló élettani paraméterek vizsgálata**

Készítette: SZABÓ EDINA IVETT, SZÉNÁSI NIKOLETT LILLA

Biológus MSc I.

Témavezető: DR. WILHELM MÁRTA

TÉKUS ÉVA

Konzulens: DR. GÁBRIEL RÓBERT

Pécsi Tudományegyetem

Tartalomjegyzék

1. Irodalmi bevezetés.....	3
1.1 A tejsav termelődése	3
1.2 A vér.....	4
1.2.1 A vér jellemzői	4
1.2.2 A vér, mint vizsgálati médium	5
1.3 A nyál jellemzői	6
1.4 A vér- és nyálminta gyűjtése és azok diagnosztikai jelentőség	8
1.5 Kapcsolat a vér és a nyál tejsavszintje között	10
1.6 R-R variabilitás és annak jelentősége.....	11
2. Célkitűzések	13
3. Anyag és Módszer.....	14
3.1 A kísérletben résztvevő személyek	14
3.2 A vizsgálat feltételei.....	14
3.3 Antropometriai és testösszetételi mérések	14
3.4 Légzésfunkció vizsgálata	16
3.5 Futópados terhelés.....	17
3.6 Nyál- és vérminta gyűjtése, tárolása és analízise	17
3.6.1 Nyálminta	17
3.6.2 Vérminta.....	18
3.7 R-R variabilitás mérése	18
3.8 A kapott adatok feldolgozása	19
4. Eredmények	20
4.1 A sportoló és kontroll csoport antropometriai és alap élettani paramétereinek összehasonlítása	20
4.2 A vér és a nyál tejsavszintjeinek elemzése.....	23
4.3 R-R variabilitás eredményeinek elemzése	28
4.4 A tejsav értékeit befolyásoló paraméterek	30
5. Összefoglalás.....	32
6. Irodalmi hivatkozás.....	33
7. Köszönetnyilvánítás	39
8. Nyilatkozat	40

1. Irodalmi bevezetés

1.1 A tejsav termelődése

A glikolízis során a glükóz bontása a sejtek citoplazmájában zajlik. A glikolízis bevezető szakaszában (glükóztól piruvátig) jelen van az oxigén, ez az oxidatív lebontás. A piruvát az anyagcsere egy fontos elágazási pontja, ha a tejsavas erjedés irányába zajlik le a folyamat, akkor a piruvát dekarboxiláz enzim a piruvátot laktáttá redukálja, így a laktát az anaerob lebontó folyamat végterméke. A glikolízis feladata az izomsejtek megfelelő működéséhez biztosítani az energiát (BOROSS és SAJGÓ, 2003).

Az emberi testet felépítő vázizmok képesek mind aerob, mind anaerob glikolízisre is. A vázizmokat vagy fehér, vagy vörös rostok építik fel, melyeket a külső megjelenésük és funkciójuk alapján csoportosítanak. A fehér rostok esetében az anaerob út a domináns, ahol a kiindulási anyag a glikogén, végterméke pedig a tejsav. Ebben a folyamatban 1 glükóz molekulából 2 molekula ATP keletkezik. A vérben megjelenő tejsav a Cori-körben a májba jut, ahol visszaalakul glükózzá. Ez a glükóz a vérkeringés segítségével eljut a vázizmokhoz, ahol azonnal felhasználódik, vagy a glikogénraktár megújításában vesz részt. A fehér rostok nem képesek tartós izommunkára, mivel anaerob tartalékaik gyorsan kimerülnek. Ezzel szemben a vörös rostok döntő többségében (I. típus) az aerob út dominál, így ezen rostok működéséhez elengedhetetlen az oxigén és a glükóz, ezeknek a megfelelő mennyiségét a keringés biztosítja. Az így működő rostok tartós összehúzódásra képesek, mivel van oxigéntartalékuk, mioglobinhoz kötött oxigén formájában. A IIA típusú rostokban az előbb említett utak kombinálódnak (FONYÓ, 2004).

Ha az izmok alacsony intenzitással dolgoznak, akkor döntően a zsírok lebontásából nyerik az energiát (aerob átmenet), míg erősebb intenzitású terhelésnél inkább a szénhidrátok elégetéséből származik az izommunkához szükséges energia. Amikor a vizsgálati személy gyenge izommunkát végez, akkor az energiát aerob módon nyeri. Ahogy nő a munka intenzitása, úgy nő az anaerob lebontás szerepe. Ilyenkor fokozódik a tejsavtermelődés, ami ha eléri azt a szintet, hogy a lebontó folyamatok már nem tudják követni, akkor megnő a vérben a tejsav mennyisége. Az anaerob átmenet vagy anaerob küszöb az az intenzitás, amikor a tejsav kiugróan megemelkedik. Általában ezt a 4 mmol/l vértejsav koncentrációnál határozzák meg. Ennek az érték nagyon változatos, függ az alany edzettségétől és a sportágtól, sportolási szokástól. A nagy állóképességet megkívánó sportágakban (például hosszútávfutás) alacsonyabb, míg gyorsasági sportágakban (például rövidtávfutás) magasabb

tejsav koncentrációjánál van a sportoló anaerob küszöbe. A nyugalmi tejsav-szint visszaállásáig eltelt időt a lokális véráramlás határozza meg. Ezt az intervallum csökkenthető, ha a terhelés után alacsony intenzitású levezetést végeznek a sportolók (1. weboldal).

1.2 A vér

1.2.1 A vér jellemzői

A vér, amelyet folyékony szövetnek tekintünk, sokféle feladattal rendelkezik. Ezek közül az egyik legfontosabb az oxigén- és szén-dioxid szállítása. Minden funkciója a szervezet homeosztázisának fenntartására irányul. A vér mennyisége egy egészséges felnőtt emberben 5-6,5 liter, ez egy átlagos testtömeg 7-8 %-át adja. Összetétele állandó, ezért a komponenseinek koncentráció változása és új anyagok megjelenése kiváló diagnosztikai eszköz (OLÁH, 2002).

A vér sejtes elemekből és a vérplazmából áll. Sejtes alkotói a vörösvérsejtek, a fehérvérsejtek és a vérlemezkék. A vérplazma a vér sejtközi állománya, melynek 90%-a víz. Mennyiségi változása határozza meg a vérszérum sűrűségét. Mennyiségének súlyos csökkenése a keringés összeomlásával jár. Fehérjék átlagosan 65-80g/l mennyiségben vannak jelen a plazmában. A fehérjék több mint felét az albumin adja, ezen kívül nagy mennyiségben találhatók globulinok és kisebb mennyiségben fibrinogén és egyéb plazmafehérjék. Az albumin (40-50g/l) a májban képződik és a vér ozmotikus nyomásának megtartásában játszik fontos szerepet, így tud a plazma az erek falain belül maradni. Ez a fehérje a vér pH szabályozásában is szerepet játszik. A gyógyszerek hatóanyagai is ezekhez a fehérjékhez kötődnek. A globulinoknak (20-25g/l) 3 típusa ismert, ezek közül az alfa- és a béta-globulinok a májban képződnek, míg a gamma-globulinok a plazmasejtekben. Egy másik fontos plazmában található protein a fibrinogén (2g/l), ami a véralvadásban játszik szerepet (MÁNDI, 2002).

Számos ion (szervetlen alkotók) is megtalálható a plazmában. A legfontosabbak a nátrium (142 mmol/l), a kálium (4 mmol/l), a klorid (106 mmol/l), a kalcium (1,5 mmol/l) és a magnézium (1 mmol/l). A leglényegesebb szerves elemei a glükóz (5mmol/l) és az urea (5,5 mmol/l) (FONYÓ, 2008).

Fontos komponense a cukor, melynek koncentrációját számos hormon (inzulin, glukagon, adrenalin, stb.) szabályozza. Különböző bomlástermékek (bilirubin, maradék nitrogén) találhatók az alkotó komponensek között (MÁNDI, 2002).

A kapillárisok fala lehetővé teszi, hogy a vérplazma az intersticiális folyadékkal kapcsolatba lépjen, így a két anyagcseretér között anyagáramlás lehetséges (FONYÓ, 2008).

1.2.2 A vér, mint vizsgálati médium

A vért, mint edzettséget mérő faktort már régóta használják a sportkutatók. Összetevői közül is a vérplazma a leginkább használt, melynek tejsav szintje adja a megfelelő információt a vizsgált személy edzettségi állapotáról (SEGURA és mtsai., 1996). OYONO-ENGUELLE és munkatársai (1989) publikációjukban leírták, hogy párhuzam állítható a vérben és a nyálban mérhető tejsav mennyiségek között, így a tejsav vizsgálatok elvégzése mindkét esetben lehetséges. A humán szervezetben a vérplazma laktát koncentrációja emelkedik a különböző izommunkák elvégzése után (STAINSBY and BROOKS, 1990). Ez a folyamat más fajokban is kimutatható, például lovakban (EVANS és mtsai., 2002), kutyákban (WAKSHLAG és mtsai., 2004), halakban (CLARKSON és mtsai., 2005; WELLS és BALDWIN, 2006) és még a csirkékben is (BRACKENBURY és mtsai., 1987).

A vér laktát meghatározásának fő célja az oxigénfelvevő-képesség meghatározása volt az élsportolók körében (SJÖDIN és mtsai., 1982). Többé-kevésbé tükrözi az egyensúlyt a termelődés és a felhasználás között (STAINSBY and BROOKS, 1990). A kis intenzitású feladatok állandó laktát koncentrációt mutatnak, mert az egyensúly könnyen beáll a termelődés és a felhasználás között. Amikor edzés közben átlépik az anaerob küszöböt, akkor az izomban emelkedik a tejsavképződés és az eljut a vérbe (lactacidaemia, lactacidosis). Ezt a jelenséget igazolták embereknél (MCLELLAN és mtsai., 1991; URHAUSEN és mtsai., 1993; BILLAT, 1996) és patkányoknál (GOBETTO és mtsai., 2001; VOLTARELLI és mtsai., 2002) is. Erős izommunka hatására a légzés annyira megváltozik, hogy az alveolaris és az artériás parciális nyomás a nyugalmi értékek alá csökken, ennek feltétele az anaerob küszöb. Ha ezt a pontot eléri az edzést végző személy, akkor a hyperventillációt a perifériás kemoreceptorok ingerülete biztosítja (FONYÓ, 2004).

Gáz	Alveoláris levegő	Arteria pulmonalis	Vena pulmonalis
P O ₂	13 kPa	5 kPa	12,8 kPa
P CO ₂	5 kPa	6 kPa	5 kPa

1. táblázat: Az oxigén és a széndioxid parciális nyomásértékei (MÁNDI, 2002)

A parciális nyomást másik esetben Hgmm-ben szokták feltüntetni. 1 kPa egyenértékű 7,5 Hgmm-rel, mindkét mértékegység ugyanúgy elfogadott a tudományos körökben.

1.3 A nyál jellemzői

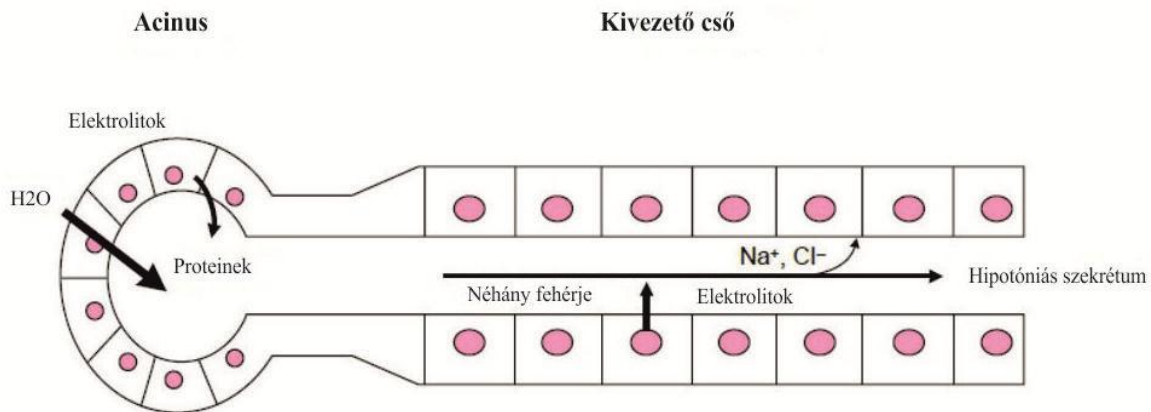
Emberben 3 pár nyálmirigy működik (fültőmirigy/glandula parotis, állkapocs alatti mirigy/glandula submandibularis és nyelv alatti mirigy/glandula sublingualis). Ezek a mirigyek nem a szájüregben helyezkednek el és különböző aktivitással termelik a nyálat. 25% a parotisból, 70%-a a glandula submandibularisból és 5%-a glandula sublingualisból származik. A termelt nyálat (salvia) különböző hosszúságú kivezető csövekkel juttatják el a szájüreghez (KAUSZ, 2002).

A összes nyál mennyiségéhez a szájüreg nyálkahártyájában lévő kis nyálmirigyek (glandulae labiales, buccales, palatinae, linguales, Ebner-féle mirigy) is hozzájárulnak a működésükkel. Ezen kis mirigyek elhelyezkedése nagyon változatos. Előfordulnak az ajkakon és szájpad felületén is (SILVERS és SOM, 1998). A teljes nyál mennyisége nemcsak a nyálmirigyekből származik, hanem a vérből kiválasztódó kismolekulájú anyagok is részt vesznek az alkotásban (HUANG, 2004), a szájüreg sejtjei (KOJIMA és mtsai., 2000), a szájüregben előforduló különböző mikroorganizmusok termékei (MACARTHUR és mtsai., 2003; GUO és mtsai., 2006) és különböző ételmaradékok is.

Az acinusok a nyálmirigyek véghólyagjai. Ezek szerózus és mucinózus sejtekből állnak. A kétféle sejt aránya eltérő a nagy nyálmirigyekben, így eltérő tulajdonságú nyálat választanak el. Szerózus sejtek a fültőmirigyben dominálnak, míg a mucinózus sejtek a másik kettőben.

Szerózus sejtek aktivitásakor izozmotikus folyadékot választanak el. Ez a szekrétrum híg és fehérjedús. A mucinózus sejtek pedig glikolizált proteinekben és mucinban gazdag nyálat termelnek. Ez a nyál az előbb említetttnél sokkal kisebb mennyiségben termelődik.

Szekréciós-reabszorpciós úton történik a nyáltermelés. Ennek megnyilvánulása, hogy az acinusok sejtjei izozmotikus folyadékot választanak el majd ebből a termelt folyadékból szívják vissza a kivezető cső sejtjei az elsődleges hipozmotikus nyál alkotóelemeit (FONYÓ, 2004).



1. ábra: A nyál képződése és a nyálmirigyek szerkezete
(CHICHARRO és mtsai., (1998) nyomán)

Percenként 0,3-7 ml nyál szekretálódik (EDGAR, 1990), így a napi mennyisége 0,5 és 1,5 liter közé esik (HUMPHREY és WILLIAMSON, 2001). De a szájüregben csak 1,1 ml az átlagos térfogata. Átlagos pH-ja 6,64, de ezt a vérben lévő CO₂ mennyisége befolyásolja (GUYTON és mtsai., 1996). Abban az esetben, ha a vér CO₂ szintje emelkedik, több CO₂ szállítódik a vérből a nyálba és így csökken a nyál pH értéke. A folyamat fordítottja is igaz (BARTUAL, 1980).

A nyál egy hipotóniás folyadék, amely az emésztésben játszik fontos szerepet a benne lévő amilázokkal és proteázokkal. Emellett sok más funkcióval bír. Biztosítja a szájüreg és az abban lévő falat állandó nedvességét, így a benne található amiláz elkezd a szénhidrát bontását. Számos antibakteriális anyaggal (lizozim, laktoferrin, hisztatin) kordában tartja a száj baktériumflóráját, de még antivirális és antifungális hatással is rendelkezik (MANDEL, 1993). Fontos a szerepe a fogak egészségének megőrzésében és a hangképzésben. Ezeket a mucin jelenléte biztosítja. Ízlelés szempontjából is elengedhetetlen, ezen funkcióját a benne található mucinok biztosítják.

Összegezve a nyál egy glikoprotein tartalmú oldat, amely mucint, enzimeket (amiláz, lipáz, proteáz) (FONYÓ, 2004) és immunoglobulinokat (szektoros IgA, IgM) (KAUSZ, 2002) és hormonokat (kortizol, tesztoszteron) tartalmaz (BARTUAL, 1980). A mucin megkönnyíti a nyelési folyamatokat (FONYÓ, 2004). További összetevői szerves molekulák (karbamid) és elektrolitok (K⁺, Na⁺, Ca²⁺, foszfátionok, stb.), de ezek mennyisége csak a nyál mennyiségének 1 %-át teszik ki.

Összetétele és termelése a cirkadián ritmustól (DAWES, 1972; FERGUSON és mtsai., 1973), a termelő mirigyek típusától (VEERMAN és mtsai., 1996), a különböző ingerektől, az

étrendtől, a kortól és az élettani állapottól (BATTINO és mtsai., 2002) is függ, továbbá még nemtől és vércsoporttól is (SHANNON és mtsai., 1974). A nyáleválasztás a délelőtti órákban a legintenzívebb, főleg az étkezést megelőző periódusban. A termelése az éjszakai órákban csak a minimális funkciók megtartására irányul (NAUNTOFTE és mtsai., 2003). Fokozott nyáltermelést válthat ki egyes ételek látványa vagy illata, de különböző irritáló anyagok is (CHRISTENSEN és NAVAZESH, 1984). Nyári időszakban a nyáltermelés intenzitása alacsonyabb, mint télen, mivel a meleg miatt nagyobb a szervezet vízvesztése, így nem termelődik annyi nyál (EDGAR és mtsai., 2004). Rendszeres testedzés hatására a nyálszekréció sebessége változik.

Főleg központi idegrendszeri szabályozással működik a nyáleválasztás. Az acinussejtek szekréciójának intenzitása koordinálja a nyáleválasztás intenzitását. Idegi impulzusok aktiválják az acinussejtek szekrécióját, ezáltal fokozódik a szekréció elválasztása.

Paraszimpatikus és szimpatikus postganglionaris rostok idegzik be az acinussejteket. Domináns szimpatikus idegrendszeri működés esetén a nyáltermelés csökken, így viszkózusabb nyál termelődik, ami kis térfogatú és proteinekben gazdag. Míg paraszimpatikus túlsúly esetén nagyobb mennyiségű és hígabb nyál választódik ki (FONYÓ, 2004). A nyál összetétele ugyanúgy utal az egészségi állapotra, ahogy a vére is (MANDEL, 1993). Erős izommunka után a két testfolyadék összetétele nagyban változik (BEN-ARYEH és mtsai., 1989; CHICHARRO és mtsai., 1990).

Korábban nyálban tanulmányozták a különböző biokémiai faktorok (kortizol, IgA) mennyiségének változását edzés hatására. Ezen kutatások során eltérő eredményeket kaptak (ZHANG és TOKURA, 1999; MINETTO és mtsai., 2005), ezeket a protokollok különbözőségének és a mindennapi változásoknak tudták be (GLESSON és mtsai., 2001). A nyál mennyiségének csökkenése befolyásolhatja a nyál összetevőinek koncentrációját, tehát a metabolitok koncentrációja is változik (MACKINNON és mtsai., 1993; MACKINNON és JENKINS, 1993; MACKINNON és HOOPER, 1994).

1.4 A vér- és nyálminta gyűjtése és azok diagnosztikai jelentősége

BISHOP és MARTINO (1993) bebizonyították, hogy a vérben lévő tejsav mennyisége különbözik terhelés közben és után. Kiemelték, hogy a tejsav mennyisége annak tükrében változhat, hogy honnan származik a vérminta. A legáltalánosabb helyek az ujjbegy és a fülcimpa, amelyek az artériák közelében helyezkednek el. Mindkét mintavételi helynek

vannak bizonyos hátulütői. Például a fülcimpából terhelés alatt nehéz vérmintához jutni, mivel az alany folyamatos mozgásban van vagy egyes sportolóknál az ujjbegyek bőrének megvastagodása (például tornászok esetében) okoz nehézséget. Sőt, a fent említett publikációjukban leírták, hogy a laktátszint-görbe változhat a környezeti és a glükogén tárolás hatására.

Mind a vér, mind a nyálminták használhatók a tejsavszint változások kimutatására, így a kutatóknak egyre több lehetőség áll a rendelkezésére.

A vérminták levételéhez számos felszerelésre van szükség, sőt még a vizsgált személynek is egy erős stresszhatás, mivel a szúrás fájdalmat okoz neki. Ezzel szemben a nyál esetében csak steril mintavételi csövekre van szükség, mivel azok mintavételre és tárolásra is alkalmasak, így ez a technika jóval gazdaságosabb, mint az előbbi módszer és semmiféle stressz nem éri az alanyt. A nyál összetétele alkalmazható, mint egy noninvazív alternatív indikátor, amely a különböző testi szövetek munkavégzésére adott válaszát reprezentálja (CHICHARRO és mtsai., 1998). Ha szükséges az újabb mintavétel, az sem okoz fizikális, mentális problémát.

A nyál egyik legnagyobb előnye, hogy a fehérjetartalma jóval alacsonyabb, mint a véré és így könnyebben elvégezhető ugyanazon vizsgálat (BALDINI és mtsai., 2008).

Mindkét folyadékban edzés után változik a hormonok szintje, a különböző ionoké és a biokémiai faktoroké is. CHICHARRO és munkatársai (1998) kísérletesen bizonyították, hogy az izommunka hatással van az immunglobulinok, a hormonok, a laktát, a fehérjék és az elektrolitok mennyiségére.

A vérmintákban lévő ionok koncentrációja nagyon gyorsan változik, ezért nehéz meghatározni a pontos mennyiségüket. Ez a jelenség a nyál esetében elhanyagolható, így nem kell speciális körülmények között tartanunk a kísérlet végéig és nagyobb biztonsággal tudjuk elvégezni rajtuk az időigényesebb tesztek is.

A nyál sok előnye miatt alkalmas korai betegségek diagnosztizálására (FERGUSON, 1987; MANDEL, 1990; AGUIRRE és mtsai., 1993).

Ha a vizsgálati körülmények megengedik, a kényelmi szempontok miatt a kutatók inkább a nyállal történő kísérleteket preferálják.

A vér fehérjei a nyálba szekretálódnak, de ennek számos feltétele van. Például a zsiroldékonyság, a jó diffúziós képesség, a molekulaméret, s az adott összetevők a megfelelő mennyiségben legyenek jelen a vérben. (HAECKEL és HANECKE, 1993). A szekretálódás mértéke jelzést adhat számos betegségről, mint például a cisztikus fibrózis (SLOMIANY és

mtsai., 1982) és a lisztérzékenység (RUJNER és mtsai., 1996). Akár a rákos sejtek jelenlétére is lehet belőlük következtetni (STRECKFUS és mtsai., 2000).

1.5 Kapcsolat a vér és a nyál tejsavszintje között

Eddig kevés tanulmány vizsgálta a nyál laktát szintjének változását edzés jellegű munkavégzés hatására. BARDON és munkatársai (1983) azt állapították meg egy kerékpár ergométeres vizsgálattal, hogy edzetlen egyéneknél nagy intenzitású edzés (anaerob) elvégzése után a nyál laktát szintje nő, míg az alacsony intenzitású edzés (aerob) után nem tudtak változást kimutatni a nyugalmi laktát szinthez képest.

Egy újabb kísérletben a nyál tejsav szintjét mérték hosszútávfutóknál, akik kétszer 3000 m-t futottak és mindkettő teljesítése után mérték a tejsavszintjüket. Összehasonlították a sprinterek és a hosszútávfutók laktát szintjét 400m lefutása után. Az első esetben az eredmények alapján nem tudtak szignifikáns különbséget kimutatni az első és a második 3000 m között. Míg a második esetben a nyál és vér laktát szintek csúcscértékei a 400 m-t követően sokkal magasabbak voltak a sprinterek esetében, mint a hosszútávfutóknál. Sprinterek esetében $17,3 \pm 1,9$ mmol/l és $1,6 \pm 0,4$ mmol/l, hosszútávfutóknál $12,3 \pm 2,0$ mmol/l és $0,6 \pm 0,2$ mmol/l. Szignifikáns kapcsolat ($p < 0,05$) volt megfigyelhető a vér és a nyál laktát csúcscértékek között a terhelést követően (OHKUWA és mtsai., 1995).

A következő évben már erős korrelációt ($r = 0,81$, $p < 0,05$) mutattak ki kutatók a vér és a nyál laktát koncentrációja között egy fokozódó erősségű kerékpár ergométeres terhelés közben (SEGURA és mtsai., 1996).

MENDEZ és munkatársai (1976) a vér és a tejsav koncentrációját vizsgálták maximális terhelés előtt és után. Ők bizonyították elsőként, hogy összefüggés van a két testfolyadék laktát szintje között a terhelést követően. Egy másik kutatócsoport igazolta azt, hogy a nyál tejsav szintjének emelkedése időben késleltetve jelenik meg a véréhez képest (REER és mtsai., 2009).

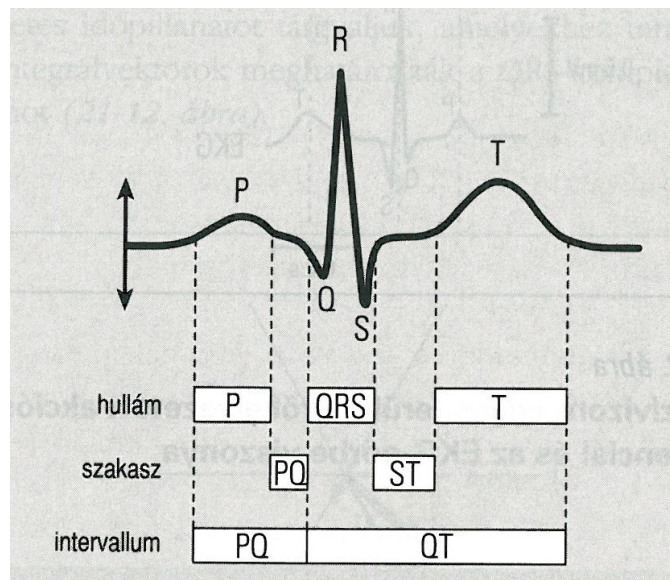
Helyi vonatkozásban az Egyetem Sportbiológiai Tanszékének kutatócsoportja sportolókon elvégzett terheléses tesztek alapján már korábban igazolta a szignifikáns korrelációt a terhelés utáni vér- és a nyál tejsavszintje között (TÉKUS és mtsai., 2011).

1.6 R-R variabilitás és annak jelentősége

A szívizomsejt működése során depolarizálódik és repolarizálódik, így egyenlőtlen töltéseloszlás alakul ki a szívizom felszínén. A negatív töltések mindig a pozitív töltések felé áramlanak. Ezen áramlások elektromos erőteret képeznek, amelyeket testfelszíni elektródákkal mérni lehet, ez az elektrokardiográfia.

Egyik legelterjedtebb elvezetés az Einthoven-féle végtagi elvezetés. Ilyenkor az elektródák egy háromszöget alkotnak, mivel a jobb és bal kézre, valamint a bal lábra kerülnek. Így megkapunk egy körülbelül egyenlő szárú háromszöget (Einthoven-háromszög). Így három regisztrálási lehetőséget kapunk. A jobb és bal kéz között, a jobb kéz és a bal láb között valamint a bal kéz és a bal láb között.

Egy EKG-görbe a szív potenciálváltozásait ábrázolja. Ennek elemei a P-hullám, ami a pitvarizomzat depolarizációját mutatja. A következő szakasz PQ-szegmentum ebben az esetben nem vezethető el potenciálkülönbség a pitvar felszínéről. A P-hullám kezdete és a Q-hullám elejéig eltelt idő a PQ-intervallum, ami azt az időt mutatja, míg megtörténik a pitvar-kamrai átvezetés. A kamraizomzat depolarizációja a QRS-komplexum. Ezt követő szakasz az ST-szakasz. Ilyenkor a kamra felszínén negatív töltések uralkodnak, így nem regisztrálható feszültségkülönbség. Végül a kamra repolarizációját a T- hullám ábrázolja (FONYÓ, 2004).



2. ábra: Normál EKG görbe (FONYÓ, 2004)

Az R-R variabilitás megmutatja, hogy a szív mennyire képes a belső és külső környezet megváltozott terheléseire a szívveréstől szívverésig eltelt időtartamot folyamatosan megváltoztatni (RR-távolságok). Ez kiváló mutatója a szív különböző terhelésekhez való alkalmazkodó képességének (2. weboldal).

A vizsgálathoz szükséges Polar óra (Polar RS800, Polar Electro, Kempele, Finnország) segítségével adatokat kapunk az R-R intervallumokról (ms) és a szívverések számáról. Az R-R intervallumokhoz számos változó kapcsolódik. A nagyon alacsony frekvenciájú hullámok (Very Low Frequency, VLF<0,04 Hz), vizsgálatát jobb elkerülni a rövid periódusú vizsgálatoknál, mert az adatai bizonytalanok. Az alacsony frekvenciájú hullámok (Low Frequency, LF, 0.04 Hz–0.15 Hz) megmutatják a szimpatikus és paraszimpatikus aktivitást. A magas frekvenciájú hullámok (High Frequency, HF, 0.15–0.40 Hz) a paraszimpatikus aktivitásról adnak információt. Az LF/HF arány tájékoztatást ad a szimpatikus és paraszimpatikus idegi működés arányáról. Ha ez az arány 1-nél kisebb, akkor paraszimpatikus túlsúly van, de ha az arány értéke 1 fölött van, akkor a szimpatikus működés dominál (BRICOUT és mtsai., 2010).

2. Célkitűzések

Célunk az volt, hogy igazoljuk a két különböző vizsgálati médium, a nyál és a vér tejsavszintje egymással szoros kapcsolatban áll a terhelést követően, meghatározott időpillanatokban.

Célul tűztük ki továbbá alap élettani és edzettséghez kapcsolódó paraméterek összehasonlítását a sportolók és a kontroll személyek között, illetve azok hatásának vizsgálatát a két testfolyadék tejsavszintjeinek változásaiban.

3. Anyag és módszer

3.1 A kísérletben résztvevő személyek

A célkitűzésünk igazolásához 16 egészséges, nem-dohányzó, egyetemista személy (8 férfi és 8 nő, decimális életkoruk átlaga: $22,82 \pm 3,09$ év) vett részt a vizsgálatban. Az alanyok 50%-a rendszeresen sportolt vagy élsportoló volt (főleg hosszútávfutók, de részt vett egy úszó és öttusázó is), míg a másik 50% nem vagy csak rendszertelenül sportolt. Őket tekintettük kontrollnak. Az aktív jelentkezők minimum 7,5 órát sportoltak egy hét alatt.

3.2 A vizsgálat feltételei

A vizsgálatban történő részvételnek számos feltétele volt. Csak 18-25 év közötti egyetemista, egészséges és nem-dohányzó alanyokat vizsgáltunk a sportolók és a kontrollok esetében is. Valamennyi esetben a délelőtti órákban végeztük el a vizsgálatokat, mivel ez az időszak a legmegfelelőbb a nyálminták vizsgálatára, mert ilyenkor a legintenzívebb a nyáltermelés (NAUNTOFTE és mtsai., 2003). A teszt megkezdése előtt 2 órával az alanyok nem étkezhetek és nem ihattak. Kivéve a kezdés előtti fél órát, amikor minimálisan 0,5 liter szénsavmentes ásványvizet kellett elfogyasztaniuk a megfelelő nyáltermelés érdekében. Ennek oka az, hogy a szervezet hidratáltsága szoros összefüggésben áll a nyálszekrécióval. (SHIP és FISHER, 1997). Az utolsó étkezés után fogat kellett mosniuk (de ez sem eshet bele a vizsgálat előtt 2 órás intervallumba) a tiszta vizsgálati környezet eléréséhez.

Ahhoz, hogy vizsgálható nyálmintát kapjunk arra kértük az alanyokat, hogy a terhelés előtt 5 perccel 1 dl tiszta vízzel öblítsék ki a szájüregüket az esetleges szennyeződések elkerülése érdekében.

3.3 Antropometriai és testösszetételi mérések

A teszt első felében antropometriai méréseket hajtottunk végre. Első lépésként a vizsgált egyének testmagasságát mértük le mérőszalag segítségével, centiméteres pontossággal. Fontos volt, hogy cipő nélkül legyenek. Magasságukat zárt állásban és a fejüket frankfurti vagy más néven német vízszintesben tartva mértük le. Ez azt jelenti, hogy a szemüreg alsó peremének legmélyebben fekvő pontja az ún. orbitálé és a fül tragus porcának felső szeglete egy horizontális síkban van.

Második lépésként a testtömeget mértünk egy digitális mérleg segítségével, amely kilogrammban tizedes pontossággal mér. Itt könnyű ruházatban mértük a vizsgált személyeket.

Ezek alapján a testtömeg indexüket / Body Mass Index (BMI) számoltuk ki, az alábbi képlet segítségével:
$$\text{BMI} = \frac{\text{Testtömeg(kg)}}{\text{Testmagasság(m)}^2} = \text{kg/m}^2$$
. Mára már a különböző publikációk általában nem említik a mértékegységet a BMI esetében. Ezzel a számmal jellemezhető az elhízás, a testzsírszázalékon kívül. Az indexek értékei alapján 4 csoportot állapítottak meg az elhízás (obesitas) mértékére. Az elsőben a BMI 20 és 24,9 közé esik, ez az egészséges kategória ebben az esetben nem beszélünk elhízásról. Túlsúlyosak azok a személyek, akiknek a BMI-je 25 és 29,9 közé esik. A harmadik kategória az elhízás, ebben az esetben a BMI 30 és 40 között van. Míg végül az utolsó csoportban a 40 fölöttiek vannak, ők már veszélyesen elhízottak (FARKAS és mtsai., 2008).

A következőkben a test összetételét vizsgáltuk egy speciális műszer segítségével (Tanita BC-420 MA). A testtömeg mérése és az általános testösszetételi adatok mellett számos más információt szolgáltat a test felépítéséről (BMI, teljes test víztartalom, metabolikus kor, becsült csonttömeg, zsigeri zsírmennyisége). A mérés előtt a vizsgált személy adatait (nem, kor, testmagasság és edzettség) be kell vinni a gép memóriájába. Az edzettség opciónál külön lehet választani a sportoló és a kontroll személyeket. Az alanyoknak mezítláb, a testtől enyhén eltartott karral kellett a gépre állniuk. A mérés alapját egy gyenge elektromos jel adja, ami a műszer fém burkolatán keresztül jut be a testbe (fontos a zokni levétele a méréshez), ez a jel áthalad az izmokon és véren, de a zsírszövetben ellenállásba ütközik. A műszer ezt az ellenállást méri, és ez alapján határozza meg a test összetételét.

Kaliperrel bőrredőket (triceps, subscapula) is mértünk, ez a módszer alkalmas az egyetemista korú alanyok testzsírtartalmának becslésére. Ezen két bőrredő segítségével egy képlet felhasználásával, becsültük a testzsír százalékukat. A kiszámítása különbözik a két nemből. A nők esetében a képlet $\text{Zsír\%} = 0,55 * \text{triceps (mm)} + 0,31 * \text{subscapula (mm)} + 6,13$. Férfiaknál a képlet az állandó szorzóknál módosul, $\text{Zsír\%} = 0,43 * \text{triceps (mm)} + 5,58 * \text{subscapula (mm)} + 1,47$ (FARKAS és mtsai., 2008).

3.4 Légzésfunkció vizsgálata

Spirométerrel (SPIRODOC típusú) az alanyok légzésfunkciós paramétereit határoztuk meg. A gép által mért paraméterek FVC (Forced Vital Capacity) vagy erőltetett kilégzési vitálkapacitás az erőltetett belégzést követő erőltetett kilégzéssel kifújott levegő mennyisége literben. Átlagos értéke nőkben 3-4 l, férfiakban 4-5 l. Ennek mennyisége növelhető, ha valaki fúvós hangszeren játszik vagy ha rendszeresen énekel. Az FVC értéke szorosan összefügg a vizsgált személy testének és mellkasának a méreteivel. A FEV1 (Forced Expiratory Volume in the 1st second) vagy kilégzési térfogat az első másodpercben, mértékegysége l/s. Gyermekek esetében ezen érték csökkenése pollenallergiára vagy asztmára utal. Ha az alanynak kilégzési nehézségei vannak, akkor ez az értéke alacsonyabb, mint a normál. FEV1% (FEV1/FVC) vagy Tiffeneau-index azt mutatja meg, hogy a kifújás legelső másodpercében kilélegzett levegő hány százaléka a vitálkapacitásnak. Felnőtteknél a megfelelő érték a 80%, de ez a kor előrehaladtával arányosan csökken, a 65. életévet elérve ez a szám 65%-ra módosul. Ha az értéke túl alacsony az utalhat asztmára és allergiára is. Ha ez az eset áll fenn, akkor a kilégzés válik nehézkessé az alanyoknál és csak erőltetett kifújással tudják a megfelelő levegőmennyiséget eltávolítani a tüdejükből. A 80% fölötti eredmény is tüdőbetegségre utal, legismertebb ezek közül a fibrózis. Ezen betegség esetén a tüdő elveszti a rugalmasságát és a belégzés nehézkessé válik, míg a kilégzés robbanásszerű a tüdő térfogata nagyon gyorsan csökken. PEF (Peak Expiratory Flow) vagy kilégzési csúcsáramlás, ezzel az erőltetett kilégzés erejéről kapunk információt, amelynek mértékegysége l/s. 2575 vagy maximális közép-kilégzési áramlás, amely az FVC 25% és 75%-a közé eső rész áramlási sebességét átlagolja melynek mértékegysége l/s. A minimálisan elfogadható értéke: $FVC \cdot 0,65$ l/s. FET (Forced Expiratory Time) vagy az erőltetett kilégzés ideje, melynek mértékegysége a secundum. A referenciaérték egy egészséges felnőttben 3 secundum (ATLASZ és mtsai., 2012).

A kapott adatokat a műszer egy referencia személy eredményeivel veti össze és a megadott adatokhoz képest (százalékos összehasonlítás) ad információt az alany tüdőkapacitásáról. Fontos, hogy a mérést többször elvégezzük, hogy a vizsgált személy meg tudja tanulni a megfelelő technikát és ezáltal a megbízhatósága is növekszik. A műszer kalibrálása (nem, életkor, testmagasság, testtömeg) után, az alany maximális belégzést végez majd a gép jelzése után szintúgy maximális erővel a géphez tartozó csutorába fúj, közben orrát befogja, hogy az összes kifújott levegő a szájüregen keresztül távozzon.

3.5 Futópados terhelés

Az általános mérések után, a vizsgált személyek meghatározott körülmények közötti terhelést végeztek el. A terhelés az Astrand-teszt volt (ASTRAND és RYHMING, 1954), aminek az első szakasza egy bemelegítő szakasz, ami egy 1 perces lassú sétát foglalt magában. Ez a rész azért volt célszerű, mivel voltak olyan vizsgálati személyek, akik addig még nem használtak futópadot, illetve bemelegítésnek is megfelelő. Ezután az első szint 3 percig tartott, miközben a futószalag standard 8 km/h sebességgel mozgott. Az azt követő szinttől 2 percenként emelkedett a dőlésszög 2,5%-kal, így fokozva a terhelést a különböző szinteken. A tesztet Full Vision futópad ergométeren (Modell NO: TMX 425) végeztük el. A terhelés az alany toleranciaszintjéig tartott, vagy a teszt protokolljának a végéig (23 perc). A tolerancia szint elérését az alany jelezte a mérést végző személynek, aki leállította a mérést. Így a szalag lassan, egyenletesen állt le.

A terhelések alatt sportorvos felügyelte a vizsgált alanyok életfunkcióit.

3.6 Nyál- és vérminta gyűjtése, tárolása és analízise

3.6.1 Nyálminta

A mintavételek előtt meggyőződünk arról, hogy a vizsgált személyek betartották-e a vizsgálat feltételeit. Minden mintavételt a délelőtti órákban végeztünk el. Fontos volt, hogy a vizsgálatot megelőzően ne végezzenek erős izommunkát. A nyálmintákat jelölt, 1,5 ml-es, steril Eppendorf-csövekbe gyűjtöttük és ezeket a további vizsgálatokig fagyasztószekrényben (-20 °C) tároltuk. Vizuális és szagingerrel (egy fél citromot tettünk az alany közelébe, hogy annak illata és látványa segítse a nyálelválasztást) próbáltuk stimulálni a vizsgált személyek nyálelválasztását. Már PAVLOV 1910-ben leírta, hogy a nyál összetétele változik különböző ingerek hatására, így eltérő viszkozitású nyál szekretálódik.

A terhelés előtt és az utáni 1., 4., 8., 12., 15., és 20. percben gyűjtöttünk mintákat.

A feldolgozás első lépéseként a nyálmintákat lecentrifugáltuk (13000 rpm/ 5 perc) és a felülúszót automata pipettával egy újabb steril, jelölt Eppendorf-csőbe pipettáztuk. Majd spektrofotometriásan meghatároztuk a tejsav mennyiségét. A nyálmintát (300 µl) egy meghatározott reakcióelegyhez adtuk, melyben 1200 µl glicin-puffer és 400 µl NAD⁺ volt. A reakcióelegyet homogenizáltuk és 340 nm-en meghatároztuk az abszorbanciáját egy

spektrofotométer (Hitachi U-2000) segítségével. Minden minta lemérése előtt a műszert a glicin-pufferre nulláztuk. Ezután 100 µl laktát-dehidrogenáz enzimet mértünk a küvettába automata pipettával. Az abszorbanciát leolvastuk egy meghatározott időpontban, majd az enzim hozzáadása után egy újabb adatot kaptunk a reakció leállásakor. Az esetleges hibák kiküszöbölése miatt minden mintán háromszor végeztük el ugyanezt a mérést. Az adatokat átlagoltunk és képlet alapján számoltuk a tejsav mennyiségét, értékét mM/l-ben kapjuk meg (KEREPESI, 2002).

3.6.2 Vérminta

Vér esetében az ujjbegyből vett (automata lándzsa segítségével) kapilláris vért mértünk a tejsav mennyiségének meghatározásához, Lactate Scout Analyzer készülék (EKG Senslab, Németország) segítségével. Maga a mérés egy enzim tartalmú tesztcsíkkal történt, ami saját kapillárisnak segítségével szívta fel az adott vércseppet. Elengedhetetlen lépés az ujjbegy fertőtlenítése a szúrás előtt és az első megjelenő vércsepp eltávolítása. Ezzel is a fals eredmények valószínűségét tudjuk nagymértékben csökkenteni. Az enzimtartalom miatt fontos, hogy hűtve tároljuk a tesztcsíkokat, illetve a mérés előtt 20 perccel kivegyük a hűtőből, hogy a csíkok fel tudják venni a közeg hőmérsékletét. Így elkerülhetjük a rossz és a pontatlan méréseket. A terhelés előtt és azt követően is ugyanazokban az időpillanatokban mértük a tejsavszinteket, ahogy a nyál esetében. A mérés végeredményében itt is mM/l mértékegységgel kaptuk meg a tejsav mennyiségét.

3.7 R-R variabilitás mérése

Az adatok rögzítésében egy Polar RS800 pulzusmonitor állt a rendelkezésünkre és az adatok feldolgozásához és elemzéséhez a Polar ProTrainer 5 programot alkalmaztuk.

5 perc ülés után rögzítettük a nyugalmi R-R variabilitást, ennek időintervalluma újabb 5 perc volt. A regisztrálás alatt az alanyoknak mozdulatlanul, nyugalomban kellett ülniük egy széken és a beszédet is mellőzniük kellett, a nyugalmi adatok rögzítése érdekében. A regisztrálás ezen típusát BAYNARD és munkatársai (2004) alkalmazták a vizsgálatuk protokolljában.

Az adatokat a terhelés ideje alatt is folyamatosan regisztráltuk, majd a terhelést követően is 5 percig mértük, mozdulatlanul ülve és beszéd nélkül. A terhelés közben a

pulzusszámokat folyamatosan monitoroztuk szintén a Polar óra segítségével. Majd a teszt után 5 percen át a pulzusmegnyugvást detektáltuk.

Az R-R intervallumok mellett a Polar óra által nyújtott többi információt (VLF, LF, HF, LF/HF, szívverések) is regisztráltuk szintén a terhelés előtt, után és közben.

3.8 A kapott adatok feldolgozása

A Polar órás adatokat a már fentebb említett Polar ProTrainer 5 programmal elemeztük. Az eredményeket összefoglaló táblázatokat és diagramokat a Microsoft Office (2003) programcsalád Excel alkalmazásával készítettük el.

Az adatok statisztikai elemzéséhez az SPSS 14.0 nevű program egyutas ANOVA tesztjét és Pearson-féle korrelációját használtuk. A Pearson-féle korrelációs együttható (r) értéke -1 és +1 közé esik, ha az érték nulla akkor a két változó közt semmiféle kapcsolat nincs. Az értékek előtti előjelek a kapcsolat irányát mutatják, pozitív előjel esetében, ha az egyik változó értéke növekszik, akkor a vele kapcsolatban lévőé is fog. Negatív esetben, az egyik érték növekedésével a másik csökken (CSABAI, 2006).

Egy eredményt akkor fogadunk el szignifikánsként, ha $p < 0,05$.

4. Eredmények és értékelésük

4.1 A sportoló és kontroll csoport antropometriai és alap élettani paramétereinek összehasonlítása

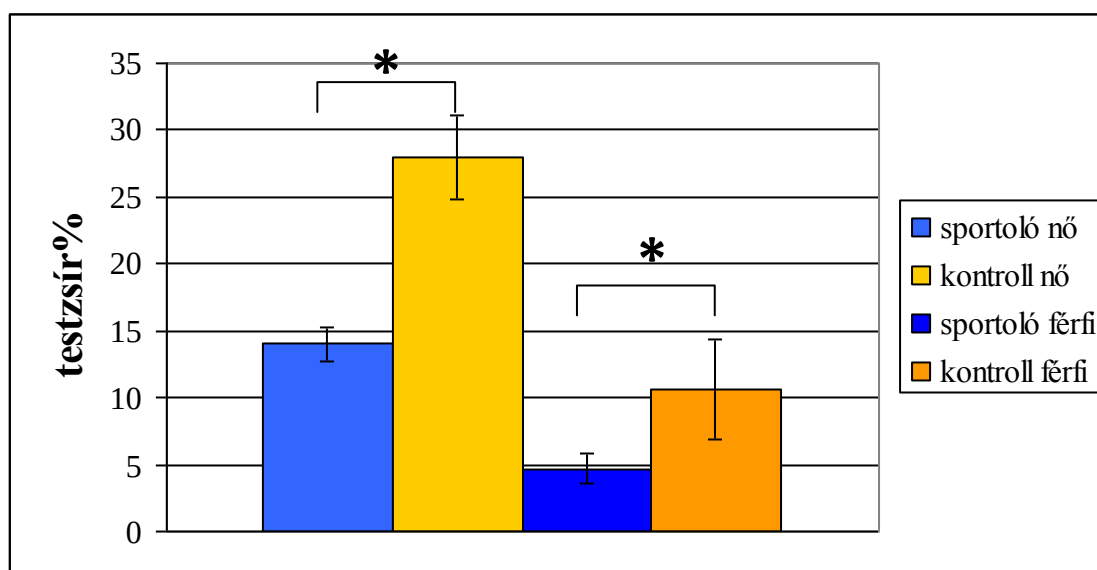
Ha vizsgálat személyek fiatal egyetemisták voltak, decimális életkoruk $22,82 \pm 3,19$ év. (2. táblázat).

Decimális életkor	
Kontroll nő	22,068
Kontroll férfi	23,35
Sportoló nő	25,182
Sportoló férfi	20,679

2. táblázat: A vizsgált csoportok átlagos decimális életkora

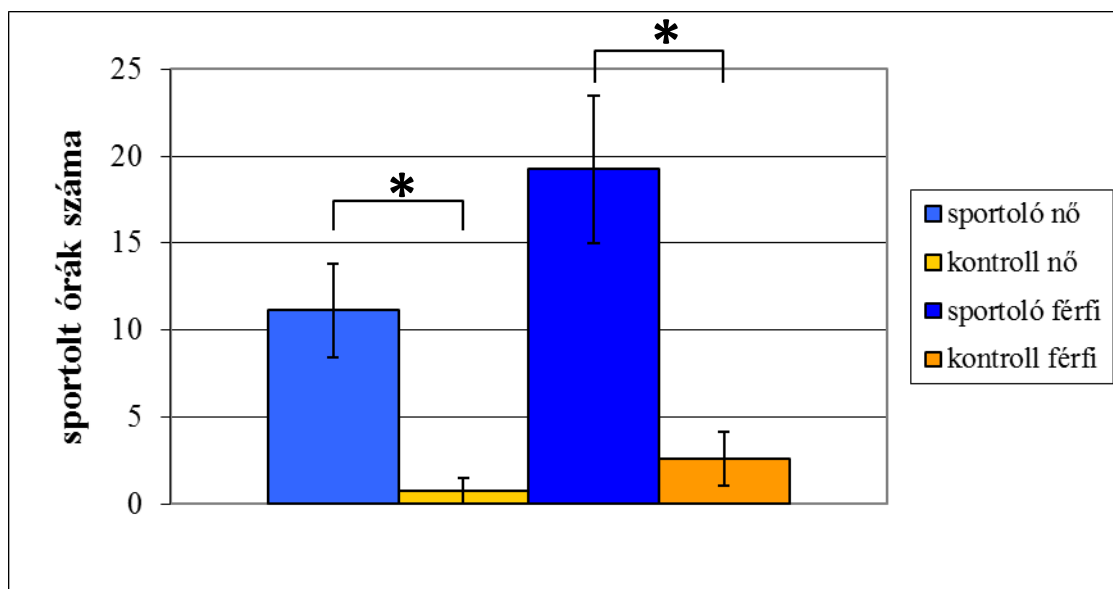
A vizsgálatban résztvevő alanyok testtömege (sportoló: $62,78 \pm 11,41$ kg; kontroll: $66,98 \pm 98$ kg) és testmagassága (sportoló: $1,75 \pm 0,11$ m; kontroll: $1,74 \pm 0,07$ m) nagyon hasonló a két vizsgálati csoportban, így azt mondhatjuk, hogy a két csoport homogén volt.

A két csoport között jelentős különbséget találtunk a testzsírszázalékban ($p=0,041$). A kontroll alanyoknál ez a paraméter ($19,31 \pm 11,28$ %) több mint kétszerese volt a sportolókéhoz ($9,36 \pm 5,45$ %) képest (3. ábra).



3. ábra: Kimutatható szignifikáns különbségek a testzsírszázalékokban a sportoló és kontroll férfiakkal és nőkkel

Továbbá szignifikáns különbség van a két vizsgálati csoport között a zsírtömegben (sportoló: $5,58 \pm 2,87$ kg; kontroll: $13,53 \pm 7,71$ kg; $p=0,033$), a sportolt órák számában ($p=0,000$) (4. ábra) és a terhelés időtartamában ($p=0,000$) is. A két csoport közötti szignifikáns különbségek azzal magyarázhatók, hogy a sportolók rendszeresen edzenek, míg a kontroll személyek nem.



4. ábra: Kimutatható szignifikáns különbségek a sportolt órák számában sportoló és kontroll férfiaknál és nőknél

A zsírmentes tömegek közt nincs jelentős különbség a sportolók ($57,49 \pm 12,76$ kg) és a kontroll személyek ($53,88 \pm 7,77$ kg) között (3. táblázat).

A kontroll alanyoknál a nemek közti eltérések, amelyek a zsírtömegben (nő: $19,18 \pm 7,71$ kg; férfi $7,88 \pm 6,95$ kg), a testmagasságban (nő: $1,69 \pm 0,06$ m; férfi: $1,79 \pm 0,02$ m) és a csonttömegben (nő: $2,40 \pm 0,16$ kg; férfi: $3,00 \pm 0,27$ kg) jelentkeznek, a nemi dimorfizmussal lehet magyarázni. Egy nő teste normál, egészséges esetben is jóval több zsírt tartalmaz, mint egy férfié. Referencia nő zsírtömege a test tömegének (57 kg) 15%-a, míg férfiak esetében a testtömegük (70 kg) 12%-a. A férfiak magasabbak és nagyobb a csonttömegük is, mint a nőknek (nő: testmagasság 1,64 m; csonttömeg 12%, férfi: testmagasság 1,74 m; csonttömeg 15%). A sportoló nők és férfiak zsírtömegében is megvan ez a különbség, csak kisebb mértékben (nő: $7,70 \pm 1,84$ kg; férfi: $3,45 \pm 1,94$ kg), mivel folyamatosan edzenek. A referencia adatokhoz képest az általunk vizsgált kontroll és sportoló csoport a testmagasságban, csonttömegben és zsírtömegben eltértek (FARKAS és mtsai., 2008).

A sportoló és kontroll csoportban az átlag BMI a normál, egészséges kategóriába esik, igaz a kontroll csoportnál nagyobb szórás mutatkozik (sportoló: $20,34 \pm 1,77$, kontroll: $22,32 \pm 4,19$) a nemi dimorfizmus miatt (3. táblázat).

	Sportoló		Kontroll	
	Nő	Férfi	Nő	Férfi
Életkor (év)	$25,18 \pm 2,92$	$20,68 \pm 3,53$	$22,07 \pm 2,32$	$23,35 \pm 3,14$
Testtömeg (kg)	$54,30 \pm 1,81$	$71,25 \pm 4,98$	$66,63 \pm 5,28$	$67,33 \pm 5,91$
Bőrredők (triceps, subscapula) (mm)	$4,25 \pm 2,63$; $11,50 \pm 1,91$	$6,50 \pm 1,73$; $10,75 \pm 2,22$	$3,50 \pm 1,00$; $19,00 \pm 4,55$	$7,75 \pm 2,50$; $12,50 \pm 7,14$
Testmagasság (m)	$1,65 \pm 0,02$	$1,85 \pm 0,03$	$1,69 \pm 0,06$	$1,79 \pm 0,02$
Testzsír (%)	$14,03 \pm 1,26$	$4,70 \pm 1,12$	$27,98 \pm 3,15$	$10,65 \pm 3,78$
Zsírmentes tömeg (kg)	$46,85 \pm 0,98$	$68,13 \pm 4,32$	$47,68 \pm 1,57$	$60,08 \pm 2,67$
BMI (kg/m²)	$19,95 \pm 0,66$	$20,73 \pm 1,14$	$23,57 \pm 2,34$	$21,07 \pm 1,93$
Edzés (óra/hét)	$11,13 \pm 2,68$	$19,25 \pm 4,23$	$0,75 \pm 0,75$	$2,63 \pm 1,55$

3. táblázat: Az antropometriai mérések adatai

A légzésfunkciós adatok (4. táblázat) jól tükrözik, az edzés hatásait a tüdő kapacitására. Minden paraméter esetében a sportolók adatai magasan felülmúlják a kontroll csoportot. Még a spirométer által adott átlag populációra vonatkoztatott referencia adatokat is felülmúlták. Kivétel a kilégzési csúcsáramlás (PEF) értékében, mivel sportolók szabályozott légzést végeznek. Azt is megállapíthatjuk, hogy a sportoló személyek légzésfunkciói kisebb mértékű szórást mutatnak, mint a kontroll személyeké. A referencia értékhez való viszonyítás adatai alapján azt mondhatjuk, hogy a két csoport tüdeje az egészséges kategóriába sorolható.

A sportoló és kontroll alanyok értékeinek összehasonlításakor szignifikáns különbséget találtunk a FEV1% ($p=0,008$), a 2575 ($p=0,018$) és a 2575 (%) ($p=0,009$) referencia értékeiben. Ugyanúgy a két nem közti vizsgálat során is kimutathatók voltak a szignifikáns különbségek az FVC ($p=0,001$), a FEV1 ($p=0,002$) és a PEF ($p=0,046$) értékei között (4. táblázat).

A légzésfunkciós paraméterek esetében a férfiak jobb eredményei a nagyobb testméretekkel magyarázhatóak. A sportoló és kontroll személyek közt a heti edzés mennyisége a befolyásoló tényező, mivel aki rendszeresen sportol, annak a légzőizmai

erősödnek, így a tüdőkapacitása is megnő és jobban teljesít egy átlag személyhez képest. A sportolók szórás értékei jóval kisebbek, mint a kontroll személyek esetében (ATLASZ és mtsai., 2012).

	Sportoló	Kontroll
FVC	4,75±0,97	4,13±0,48
FVC(%)	100,25±8,03	89,50±12,87
FEV1	4,34±0,90	3,66±0,39
FEV1(%)	106,38±5,26	92,00±12,15
FEV1%	91,41±5,66	88,69±5,75
FEV1% (%)	108,75±7,13	105,50±6,93
PEF	8,23±1,93	7,47±2,15
PEF (%)	93,25±16,15	85,50±22,55
2575	5,10±1,18	3,83±0,65
2575 (%)	106,25±16,68	81,38±16,17
FET	1,78±0,49	2,10±0,41

4. táblázat: A csoportok légzésfunkciós adatainak átlagai és szórásai

4.2 A vér és a nyál tejsavszintjeinek elemzése

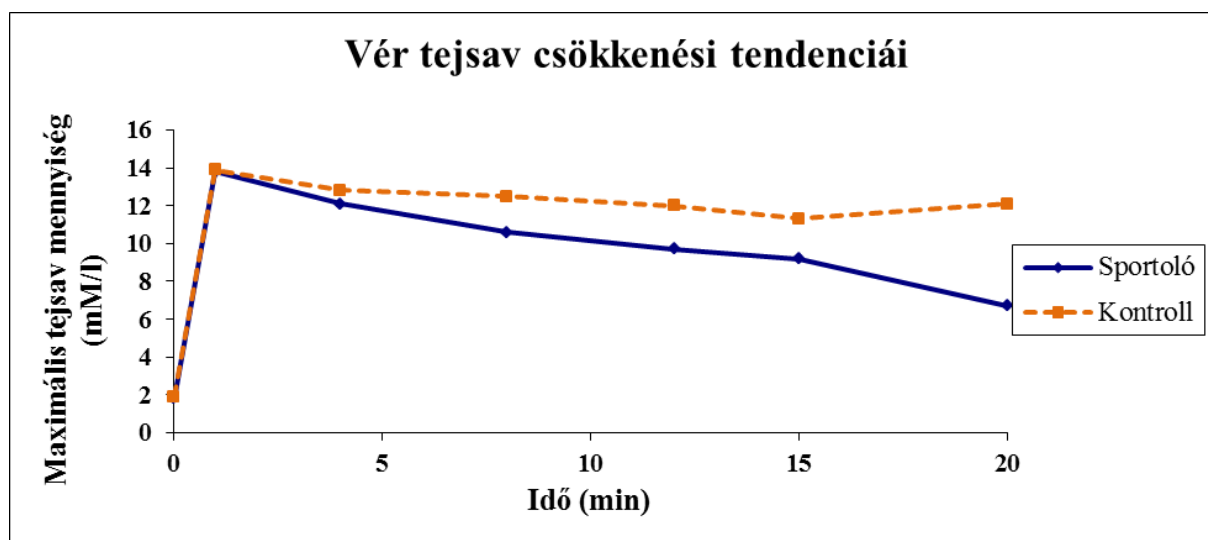
A 5. táblázatban foglaltuk össze a vér és a nyál tejsav koncentrációit a különböző mérési időpontokban. A nyugalmi laktát koncentrációkban nincs különbség a két csoport között sem a vér (sportoló: 1,41±0,08 mM/l; kontroll: 1,34±0,13 mM/l), sem a nyál (sportoló: 0,09±0,01 mM/l; kontroll: 0,11±0,02 mM/l) mintákban.

		0. perc	Terhelés után					
			1. perc	4. perc	8. perc	12. perc	15. perc	20. perc
1	Vér tejsav tartalma (mM/l)	1,41±0,08	10,2±0,08	8,86±0,96	6,86±0,86	6,11±0,77	5,16±0,74	4,7±0,52
	Nyál tejsav tartalma (mM/l)	0,09±0,01	0,27±0,11	0,19±0,07	0,13±0,05	0,15±0,05	0,14±0,05	0,13±0,05
2	Vér tejsav tartalma (mM/l)	1,34±0,13	11,2±0,63	10,81±0,53	10,03±0,75	9,31±0,92	7,98±0,84	7,3±0,95
	Nyál tejsav tartalma (mM/l)	0,11±0,02	0,34±0,08	0,33±0,04	0,29±0,06	0,32±0,07	0,27±0,06	0,26±0,06

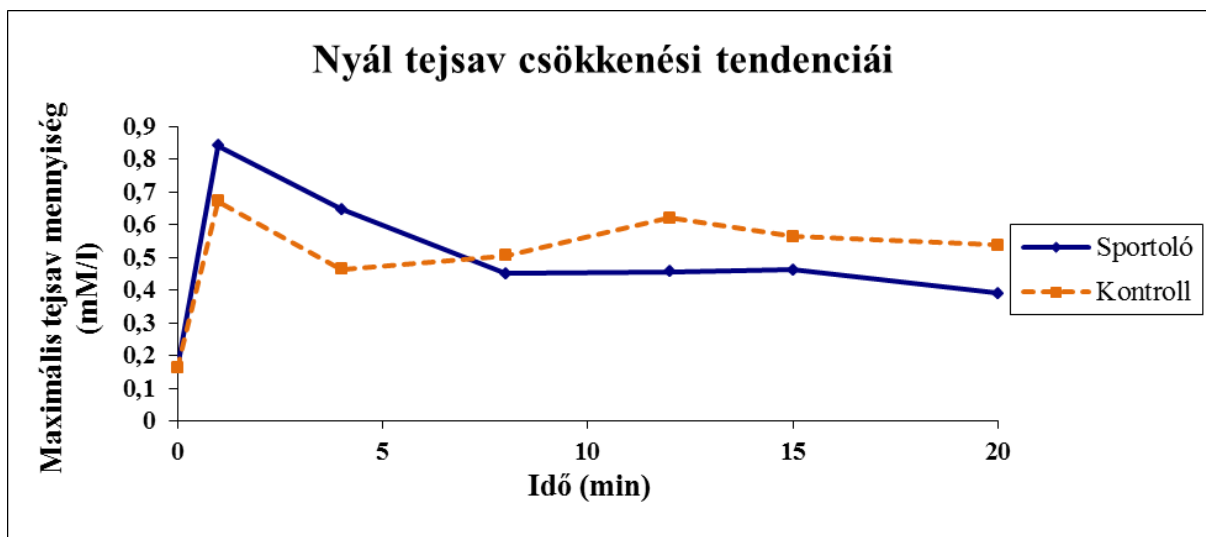
5. táblázat: Vér és nyál tejsav koncentrációja a terhelés előtt és után a két csoportban (1: sportoló csoport, 2: kontroll csoport)

A két testfolyadék különböző időpillanatokban mért laktát maximumának összehasonlításával látható a tejsavsztint csökkenések tendenciája a sportoló és kontroll csoportban.

A terhelés utáni első percben, mindkét vizsgálati csoport tejsav koncentrációja ugrásszerűen megemelkedett mindkét médiumban. Fokozatosan a mérés végéig csökkent a tejsav koncentráció, de a kontroll személyek esetében csak kis mértékben. A sportolók esetében a 20. percben mért tejsav koncentráció jobban közelíti a nyugalmi tejsav mennyiséget, mint a kontroll csoportnál (5. és 6. ábra).

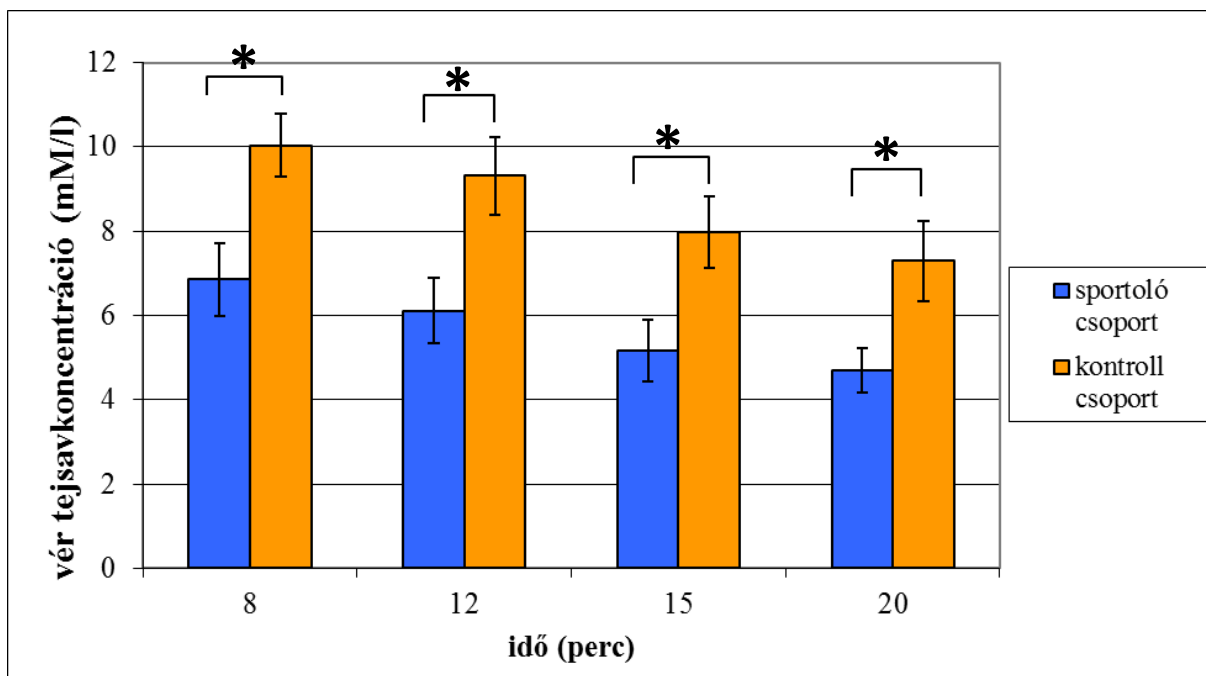


5. ábra: A két csoport vér tejsavsztintjének tendenciája a mérési időpontokban kapott maximális adatok alapján



6. ábra: A két csoport nyál tejsavszintjének tendenciája a mérési időpontokban kapott maximális adatok alapján

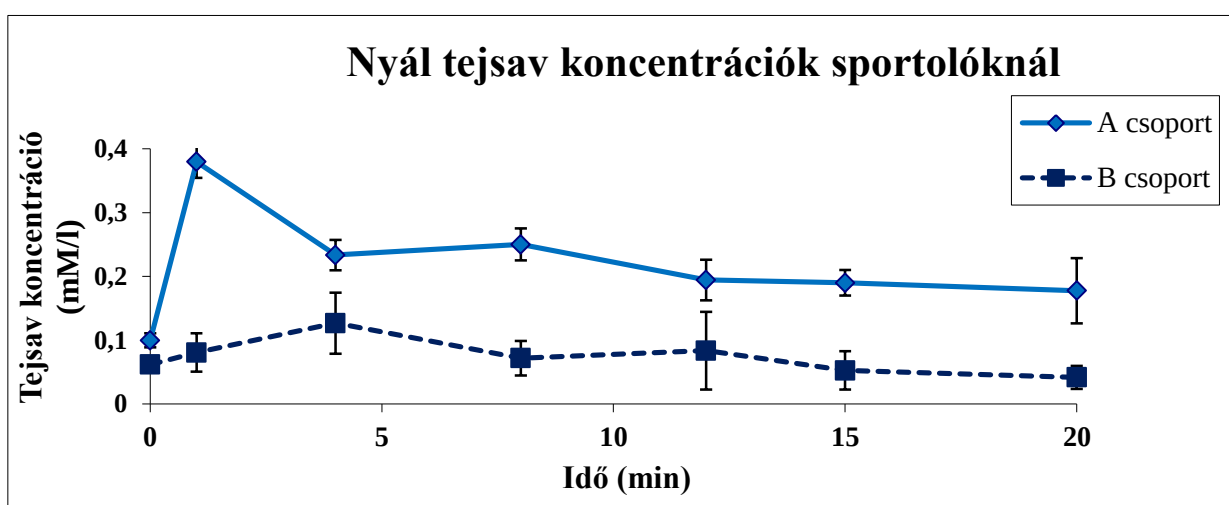
A vér terhelés utáni tejsav értékeiben a két csoport között szignifikáns különbséget kaptunk a 8. ($p=0,015$), 12. ($p=0,018$), 15. ($p=0,025$) és a 20. percben ($p=0,032$) mért laktát koncentrációk között (7. ábra).



7. ábra: Szignifikáns különbségek a vér tejsav koncentrációi között a két vizsgált csoportban

Az élsportolók esetében a nyál tejsav szintjének időbeli összefüggéseit személyenként elemezve szinte kivétel nélkül két laktát csúcsot kaptunk. A lefutási görbék alapján

kettéosztottuk a csoportot („A” és „B” csoport). Az „A” csoport esetében a nyál laktát tartalma a terhelés utáni 1. percben érte el a maximumát, de utána a 8. percben is megjelent egy csúcs, ami már kisebb mértékű emelkedést mutatott. A „B” csoportban a 4. percben volt megfigyelhető a maximum, majd a második emelkedés a 12. percben. Ennek oka feltehetően az, hogy a „B” sportoló csoportnál terhelés hatására egy fokozottabb szimpatikus tónus volt mérhető, így a nyálban később jelenik meg a laktát emelkedés (8. ábra). Hasonlóan ezen eredményünkkel REER és munkatársai (2009) kimutatták, hogy a nyál tejsav szintjének emelkedése időben késleltetve jelenik meg a véréhez képest.



8. ábra: A nyál tejsavszintjeinek lefutása az idő függvényében a sportoló csoportokban

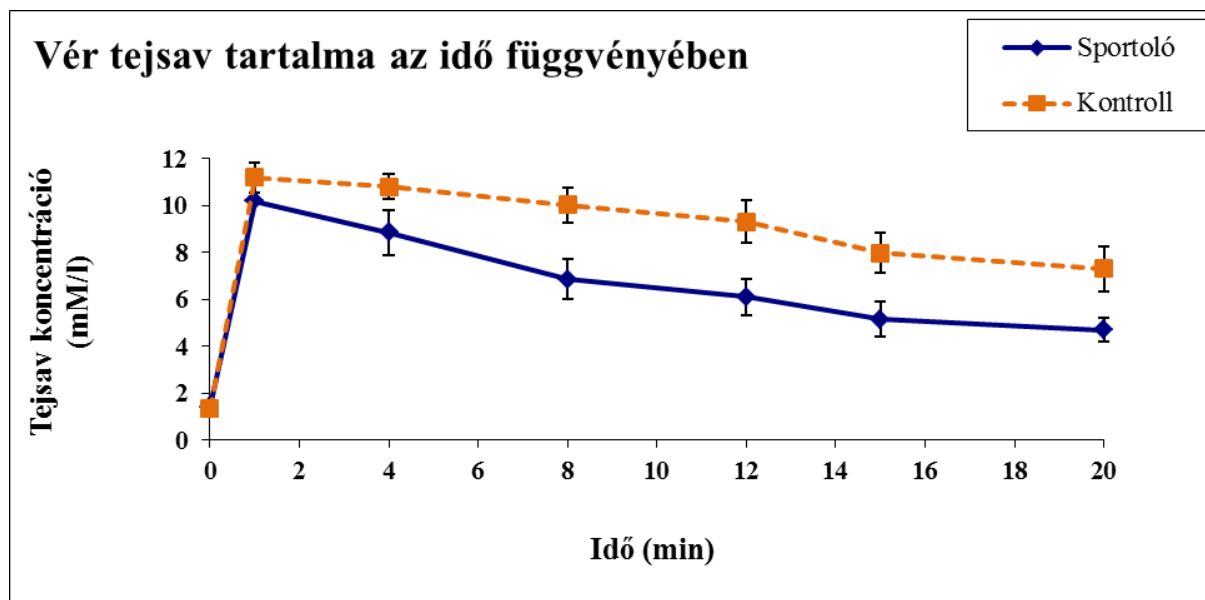
A terhelés utáni vér és nyál tejsav koncentráció gyorsabban csökken az edzett személyeknél, mivel a folyamatos edzések következtében az izomsejt anyagcseréje is hatékonyabb, a tejsav gyorsabban kerül a keringésbe, onnan a májba, ahol visszaalakul glükózzá. A keringő vérben lévő tejsav egy részét a szívizomsejtek felhasználják, ami szintén gyorsítja a tejsavszint csökkenés ütemét.

A rendszeresen nem sportoló alanyok közt nem tudtunk szabályos mintázatot megállapítani a nyál tejsav szintjének lefutásában, egyénenként nagyon nagy különbségeket mutattak.

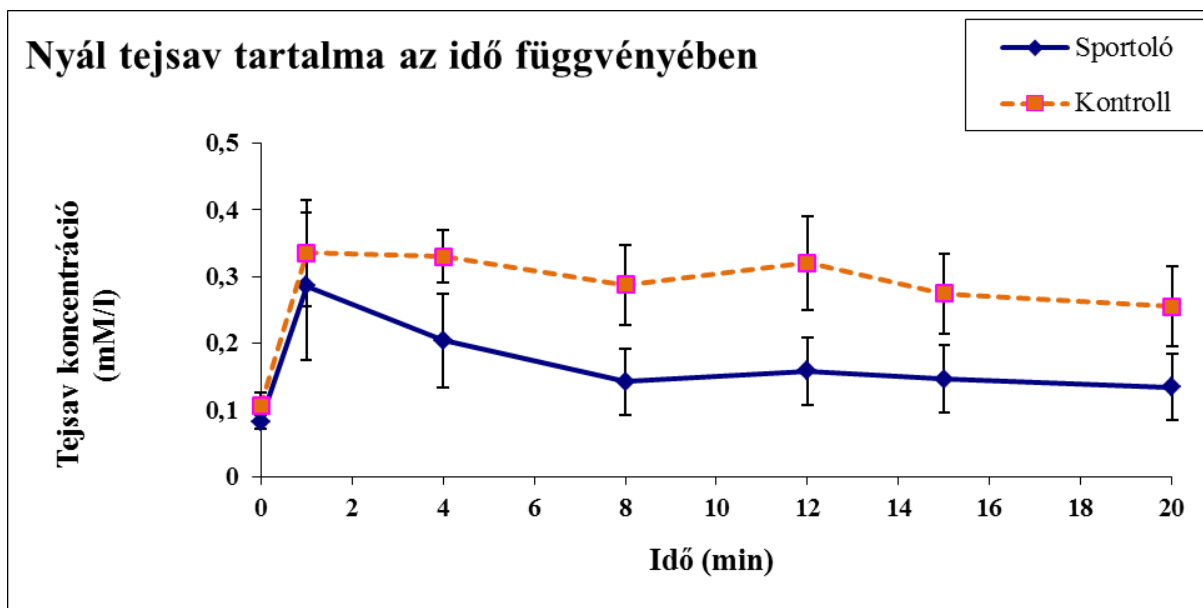
Férfiak és nők tejsav szintjeinek összevetésekor egyetlenegy szignifikáns különbség jelent meg a nyál nyugalmi tejsav szintjei között ($p=0,033$). Ez további kutatásokra ad okot. Felmerül a kérdés, hogy mi okozza azt, hogy a nyálban nemenként a nyugalmi laktát értékek közt jelentős a különbség.

A 9. és a 10. ábrát összevetve, a vér tejsavszint görbék profilja a két csoportban csak annyiban tér el, hogy a terhelés utáni első percben a kontroll személyek tejsav koncentrációja magasabbra emelkedett (kontroll: $11,2 \pm 0,6310$ mM/l, sportoló: $2 \pm 0,08$ mM/l) és annak időbeni csökkenése lassabban zajlott le, mint a sportolók esetében. Míg a nyál minták tejsavszintjének átlagait ábrázolva az idő függvényében, az mondható el, hogy a két csoportra jellemző görbék kevésbé hasonlítanak egymásra.

A sportolók vér és nyál tejsav görbéjének profilja nagyon hasonló, míg a kontroll csoportban a két görbe lefutása kevésbé hasonlít. A nyál esetében a tejsav koncentráció csökkenése lassabb és feltételezésünk szerint a nyugalmi tejsavszint eléréséhez szükséges idő is jóval hosszabb.



9. ábra: A vér tejsav tartalma a két csoportban



10. ábra: A nyál tejsav tartalma a két csoportban

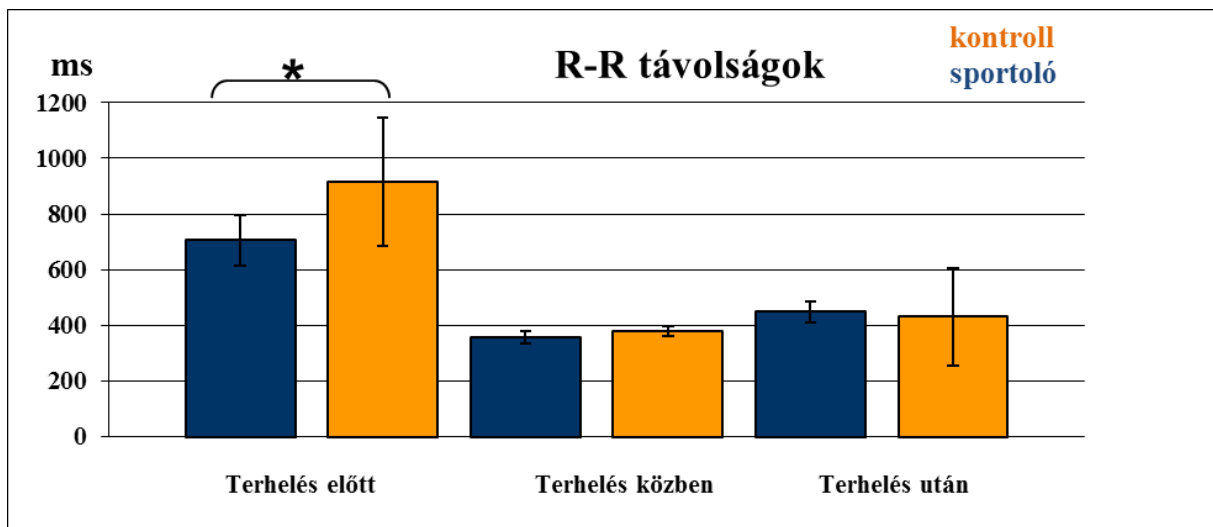
4.3 R-R variabilitás eredményeinek elemzése

Az Polar óra (Polar RS800, Polar Electro, Kempele, Finnország) segítségével rögzítettük az átlagos R-R intervallumokat (Average R-R interval), a szívverések számát (Number of Heart Beats), a nagyon alacsony frekvenciákat (VLF, <0,04 Hz), az alacsony frekvenciákat (LF, 0,04-0,15 Hz), a magas frekvenciákat (HF, 0,15-0,40 Hz) és az LF/HF arányt. Az adatokat a Polar ProTrainer 5 programmal dolgoztuk fel.

Az óra által szolgáltatott adatokat három szakaszban elemeztük. Az első szakasz a mérés előtti 5 perc, a második a mérés ideje alatti, a harmadik pedig a terhelést követő 5 perc. Ha vizsgáljuk az R-R intervallumokat, megállapítható, hogy a terhelés előtt van szignifikáns különbség ($p=0,042$) a sportolók és a nem sportolók csoportja között. A sportolók átlagos R-R intervalluma $913,50 \pm 245,98$ ms, míg a kontroll alanyoké jóval rövidebb ($706,50 \pm 90,75$ ms). Ez egyértelmű bizonyítéka a rendszeres sportolás hatására kialakuló paraszimpatikus tónusfokozódásnak. A szív méretének és az összehúzódások hatékonyságának növekedésével ugyanaz a percérték kisebb pulzusszám mellett is biztosítható.

A terhelést követően a szívverések számában szignifikáns különbséget észleltünk a terhelés előtt ($p=0,033$), terhelés közben ($p=0,000$) és terhelés után ($p=0,023$) a két vizsgált csoport között.

A terhelést megelőzően szignifikáns különbség van a két vizsgálati csoport között az R-R távolságokban (11. ábra).

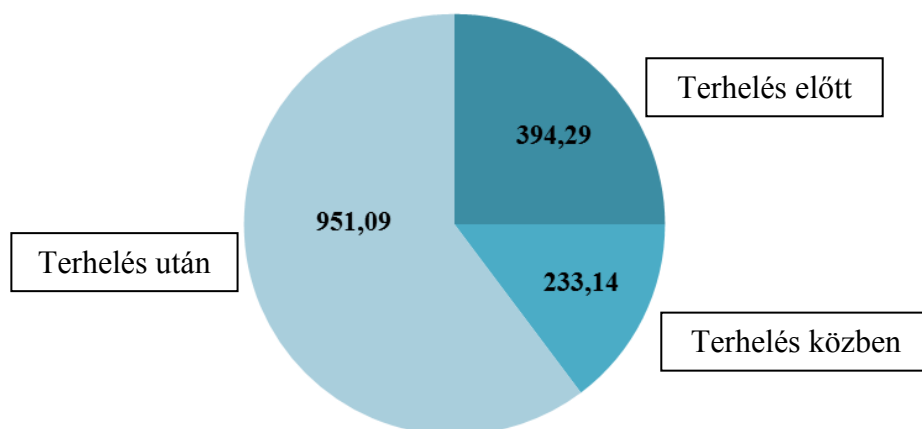


11. ábra: R-R távolságok a vizsgálat 3 szakaszában

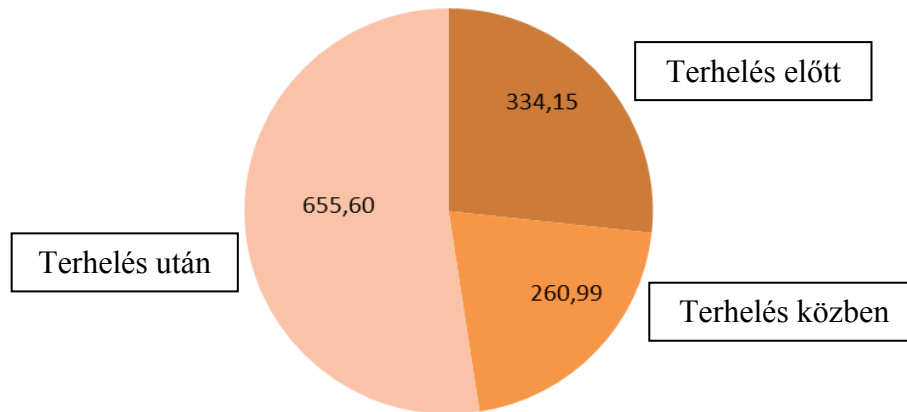
Erős izommunka esetén gyorsul a légzés és a szívverések száma is (átlagos értéke nyugalomban 72/bpm). A nyugalmi belégzés alatt emelkedik a szívfrekvencia, kilégzéskor pedig csökken, így hatással van az R-R periódusokra is. Kilégzés esetén a paraszimpatikus idegrendszeri hatás érvényesül, míg belégzéskor a szimpatikus hatás dominál. Ahogy terhelés hatására nő a vérnyomás, az előidézi az R-R intervallumok növekedését (FONYÓ, 2004).

Ha nemek szerint elemezzük az adatokat, akkor nem kapunk egyik R-R intervallumhoz kötődő paraméterre sem szignifikáns különbséget.

A szimpatikus és a paraszimpatikus idegrendszeri tevékenység arányát az LF/HF arány mutatja a vizsgálat előtt, közben és után mindkét csoportban (12., 13. ábra).



12. ábra LF/HF arány a sportoló csoportban



13. ábra LF/HF arány a kontroll csoportban

Minél nagyobb ez az arány, annál intenzívebb a szimpatikus nyáleválasztás. Minden csoportban a terhelés hatására fokozódott a szimpatikus hatás, míg a paraszimpatikus hatás csökkent (IELLAMO és mtsai., 2002). Az idegrendszer paraszimpatikus dominanciája miatt nagyobb mennyiségű, folyékonyabb nyál szekretálódott (PROCTOR és mtsai., 2007).

4.4 Tejsav értékeket befolyásoló paraméterek

A vizsgálatban mért összes adat között kapcsolatok felderítésére Pearson-tesztet alkalmaztunk. A legfontosabb eredményünk az volt, hogy statisztikai elemzéssel bizonyítani tudtuk, hogy a vér tejsavszintje befolyásolja a nyál tejsav szintjét. A sportolók esetében sokkal erősebben korrelál ($r=514$, $p=0,000$) a két médium tejsav tartalma, mint a kontroll ($r=384$, $p=004$) csoportban.

Az volt a célunk, hogy megállapítsuk, mely antropometriai vagy élettani paraméterek befolyásolják jelentősen a tejsavszintek változását. A nyál és a vér tejsav értékei a különböző időpillanatokban hatással vannak a többi időpillanatban mért tejsav értékekre, pozitív korrelációt mutatnak minden esetben. Az egy héten sportolt órák száma negatív korrelációban van a nyál és a vér tejsavszintekkel és a test zsírmasszával ($p=0,031$, $r=-0,540$) és szinte minden légzésfunkciós paramétert pozitívan befolyásol.

A vér tejsavszintje és számos vizsgált paraméter között kapcsolatot tudtunk kimutatni. befolyásolta a terhelés időtartama, a sportolt órák száma, a légzésfunkciós paraméterek közül a FEV1, a PEF és a 2575, a testzsírszázalék, a zsírtömeg. A terhelés közbeni és utáni szívverések száma, a terhelés utáni R-R intervallumok. A nyál esetében a tejsav szintjét befolyásoló tényezők a következők: a testmagasság, BMI és a subscapula bőrredő.

Kimutattuk továbbá, hogy ha növekszik a sportolt órák száma, akkor az alany csonttömege is nagyobb ($p=0,038$, $r=0,523$). A szisztolés és diasztolés vérnyomás adatok is korrelálnak ($p=0,033$, $r=0,534$) egymással. A test felépítésére vonatkozó paraméterek (BMI, testtömeg, testmagasság, testzsír százalék, zsírtömeg, zsírmentes tömeg, csonttömeg, triceps- és subscapula bőrredő) befolyásolják egymás értékeit. A szívverések száma a terhelés előtt, közben és után is korrelál a terhelés időtartamával. A terhelés előtt negatívan ($p=0,017$, $r=-0,586$), a terhelés alatt pozitívan ($p=0,000$, $r=0,991$), a terhelés után pedig ismét negatívan ($p=0,020$, $r=-0,573$) korrelálnak.

5. Összefoglalás

Vizsgálatunkban a terhelést követő vér és nyál tejsavszintek kapcsolatát vizsgáltuk és ezen értékeket feltehetőleg befolyásoló élettani tényezők meghatározására törekedtünk. A vizsgálatban résztvevő személyek homogén csoportot alkottak.

A terhelést követően a vérben a laktát maximum az első percben jelent meg mind a sportolók esetében, mind a kontroll személyek esetében. Ez a maximum érték utána már csak csökkent minden alanynál. A két vizsgálati csoportban szignifikáns különbség jelentkezett a terhelést követően mért tejsav értékek között.

A nyál minták vizsgálatakor a homogén sportoló csoportban kétféle tejsav mintázatot és a vértől eltérően két laktát csúcsot figyeltünk meg. Ezt a kontroll személyeknél már nem láttuk. A sportolók esetében a vizsgálati idő (20. perc) végére már a nyugalmi laktát értéket megközelítő eredményeket kaptunk, de volt olyan kontroll alany, akinek csak elhanyagolható mennyiségben csökkent a tejsav koncentrációja. Törvényszerűségeket nem tudtunk kimondani mivel a mintaszám nagyon alacsony volt.

Statisztikai elemzéssel tudtuk bizonyítani, hogy a vérben jelenlévő tejsav mennyisége szorosan összefügg a nyálban lévő mennyiséggel. Számos laktát szintre hatással lévő élettani és antropometriai tényezőt találtunk. A két sportoló csoport elkülönítése a laktátszintek alapján azért fontos, mert a terhelés hatására kialakuló szimpatikus túlsúly csökkenésének ütemére is következtethetünk a terhelést követő nyál-tejsav szintjének alakulásából.

Mára számos tanulmány bizonyítja a nyál fontosságát a kutatásokban. Egyre több módszerrel tudják vizsgálni, így egyre több és több lehetőséget biztosít arra, hogy a nyálat, mint fontos biokémiai markerek forrását vizsgálják. A kapott eredményeink alapján elmondható, hogy a nyál tejsavszintjének vizsgálata gyors és hatékony módszert biztosíthat a későbbiekben a fittség meghatározására.

6. Irodalmi hivatkozás

- AGUIRRE A., TESTA-WEINTRAUB L. A., BANDERAS J. A., HARASZTHY G. G., REDDY M. S., LEVINE M. J. (1993): Sialochemistry: a diagnostic tool? *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine* 3: 343-350.
- ASTRAND P. O., RYHMING I. (1954): A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rates during submaximal work. *Journal of Applied Physiology* 7: 218-22.
- ATLASZ T. és mtsai (2012): Készülő jegyzet, PTE TTK Testnevelés és Sporttudományi Intézet, Pécs
- BALDINI C., GIUSTI L., BAZZICHI L., LUCACCHINI A., BOMBARDIERI S. (2008): Proteomic analysis of the saliva: A clue for understanding primary from secondary Sjögren's syndrome? *Autoimmunity Reviews* 7: 185-191.
- BARDON A., CEDOR O., KOLLBERG H. (1983): Cystic fibrosis-like changes in saliva of healthy persons subjected to anaerobic exercise. *Clinica Chimica Acta* 133: 311-6.
- BARTUAL J. (1980): Fisiología y fisiopatología parotídea. In: Clemente M. (editor): *Patología de la parótida*. Fundación García Muñoz, Valencia, pp.: 27-40.
- BATTINO M., FERREIRO M. S., GALLARDO I., NEWMAN H. N., BULLON P. (2002): The antioxidant capacity of saliva. *Journal of Clinical Periodontology* 29: 189–94.
- BAYNARD T., PITETTI K.H., GUERRA M., FERNHALL BO. (2004): Heart Rate Variability at Rest and During Exercise in Persons With Down Syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 85: 1285-90.
- BEN-ARYEH H., ROLL N., LAHAV M., DLIN R., HANNE-PAPARON R., SZARGEL SHEIN-ORR C., LAUFER D. (1989): Effect of Exercise on Salivary Composition and Cortisol in Serum and Saliva in Man. *Journal of Dental Research*. 68: 1495-1497.
- BILLAT L. V. (1996): Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. *Sports Medicine* 22: 157-175.
- BISHOP P., MARTINO M. (1993): Blood lactate measurement in recovery as an adjunct to training. *Sports Medicine* 16: 5-13.
- BOROSS L., SAJGÓ M. (2003): *Biokémia alapjai*. Mezőgazda Kiadó Kft., Budapest, 512 pp.
- BRACKENBURY J. H., VINCENT R., MITCHELL M. A. (1987): Plasma glucagons and energy substrate response of domestic fowl to treadmill exercise. *Comparative Biochemistry and Physiology A* 86: 209-212.

- BRICOUT V. A., DECHENAUD S., FAVRE-JUVIN A. (2010): Analyses of heart rate variability in young soccer players: The effects of sport activity. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical* 154: 112–116.
- CHICHARRO J. L., LUCIA A., PEREZ M., VAQUERO A. F., UREÑA R. (1998): Saliva composition and exercise. *Sports Medicine* 26: 17-27.
- CHICHARRO J. L., SERRANO V., UREÑA R., GUTIERREZ A. M., CARVAJAL A., FERNÁNDEZ-HERNANDO P., LUCÍA A. (1999): Trace elements and electrolytes in human resting mixed saliva after exercise. *British Journal of Sports Medicine* 33: 204–207.
- CHRISTENSEN C. M., NAVAZESH M. (1984): Anticipatory salivary flow to the sight of different foods. *Appetite* 5:307.
- CLAKSON K., KIEFFER J. D., CURRIE S. (2005): Exhaustive exercise and the cellular stress response in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Comparative Biochemistry and Physiology A* 140: 225-232.
- CSABAI Z. (2006): Biostatisztika. Oktatási segédanyag Biológia és Környezettan BSc hallgatók számára. PTE Természettudományi Kar, Pécs
- DAWES C. (1972): Circadian rhythms in human salivary flow rate and composition. *The Journal of Physiology* 220: 529–45.
- EDGAR W. M. (1990): Saliva and dental health. *British Dental Journal* 169: 96–8.
- EDGAR M., DAWES C., O'MULLANE D. (2004): Saliva and oral health. BDJ Books, London, 146 pp.
- EVANS D. L., PRIDDLE T. L., DAVIS A. J. (2002): Plasma lactate and uric acid responses to racing in pacing Standardbreds and relationships with performance. *Equine Veterinary Journal* 34: 131-134 (Suppl.).
- FARKAS L. GY., GYENIS GY., KOCSIS S. G., MARCSIK A. (2008): Fejezetek a biológiai antropometriából. JATEPress, Szeged, 265 pp.
- FERGUSON D. B. (1987): Current diagnostic uses of saliva. *Journal of Dental Research* 66: 420-424.
- FERGUSON D. B., FORT A., ELLIOTT A. L., POTTS A. J. (1973): Circadian rhythms in human parotid saliva flow rate and composition. *Archives of Oral Biology* 18: 1155-73.
- FONYÓ A. (2004): Az orvosi élettan tankönyve. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 1148 pp.
- GLEESON M., BISHOP N. C., STERNE V. L., HAWKINS A. J. (2001): Diurnal variation in saliva immunoglobulin A concentration and the effect of a previous day of heavy exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 33: S54.

- GOBATTO C. A., DE MELLO M. A., SIBUYA C. Y., DE AZEVEDO J. R., DOS SANTOS L. A., KOKUBUN E. (2001): Maximal lactate steady state in rats submitted to swimming exercise. *Comparative Biochemistry and Physiology A* 130: 21-27.
- GUO T., RUDNICK P.A., WANG W., LEE C. S., DEVOE D. L., BALGLEY B. M. (2006): Characterization of the human salivary proteome by capillary isoelectric focusing/nanoreversed-phase liquid chromatography coupled with ESI-tandem MS. *Journal of Proteome Research* 5: 1469–78.
- GUYTON A. C. (1996): Secretory functions of the alimentary tract. In: Guyton A. C. (editor): *Textbook of medical physiology*. WB Saunders Company, Philadelphia; pp.: 709-25.
- HAECKEL R., HANECKE P. (1993): Application of saliva, sweat and tear fluid for diagnostic purposes. *Annales de Biologie Clinique* 51: 903-10.
- HUANG C-M. (2004): Comparative proteomic analysis of human whole saliva. *Archives of Oral Biology* 49: 951-62.
- HUMPHREY S. P., WILLIAMSON R. T. (2001): A review of saliva: normal composition, flow, and function. *Journal of Prosthetic Dentistry* 85: 162–9.
- IELLAMO F., LEGRAMANTE J. M., PIGOZZI F., SPATARO A., NORBIATO G., LUCINI D., PAGANI M. (2002): Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes. *Circulation* 105: 2719-2724.
- KAUSZ M. (2002): Az emésztőrendszer nagy mirigyei. In: RÖHLICH P. (szerk.): *Szövettan*. Semmelweis Egyetem Képzéskutató, Oktatástechnológiai és Dokumentációs Központ, Budapest, pp.: 277-298.
- KEREPESI I. (2002): *Biokémiai gyakorlatok*. PTE Terméstudományi Kar, Pécs
- KOJIMA T., ANDERSEN E., SANCHEZ J. C., WILKINS M. R., HOCHSTRASSER D. F., PROLONG W. F. (2000): Human gingival crevicular fluid contains mrp8 (s100a8) and mrp 14 (s100a9), two calcium-binding proteins of the s100 family. *Journal of Dental Research* 79: 740-7.
- MACARTHUR D. J., JACQUES N. A. (2003): Proteome analysis of oral pathogens. *Journal of Dental Research* 82: 870–6.
- MACKINNON L. T., HOOPER S. (1994): Mucosal (secretory) immune system responses to exercise of varying intensity and during overtraining. *International Journal of Sports Medicine* 15: S179–S183.
- MACKINNON L. T., JENKINS D. G. (1993): Decreased salivary immunoglobulins after intense interval exercise before and after training. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 25: 678–683.

- MACKINNON L. T., GINN E., SEYMOUR G. J. (1993): Decreased salivary immunoglobulin A secretion rate after intense interval exercise in elite kayakers. *European Journal of Applied Physiology* 67: 180–184.
- MANDEL I.D. (1990): The diagnostic uses of saliva. *Journal of Oral Pathology & Medicine* 19: 119-125.
- MANDEL I. D. (1993): A contemporary view of salivary research. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*. 4: 599.
- MÁNDI B. (2002): *Anatómia- Élettan. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest*, 269 pp.
- MCLELLAN T. M., CHEUNG K. S. Y., JACOBS I. (1991): Incremental test protocol, recovery mode and the individual anaerobic threshold. *Int. J. Sports Medicine* 12: 190-195.
- MENDEZ J., FRANKLIN B., KOLLIAS J. (1976): Relationship of blood and saliva lactate and pyruvate concentrations. *Biomedicine* 25: 313-314.
- MINETTO M., RAINOLDI A., GAZZONI M., TERZOLO M., BORRIONE P., TERMINE A., SABA L., DOVIO A., ANGELI A., PACCOTTI P. (2005): Differential responses of serum and salivary interleukin-6 to acute strenuous exercise. *European Journal of Applied Physiology* 93: 679–686.
- NAUNTOFTE, B., TENEVUO, J. O., LAGERLÖF, F. (2003): Secretion and composition of saliva. In: FEJERSKOV O., KIDD E., (eds.): *Dental Caries. The disease and its clinical management*. Blackwell Munksgard, Oxford, pp.: 7-29.
- OHKUWA T., ITOH H., YAMAZAKI Y., et al. (1995): Salivary and blood lactate after supramaximal exercise in sprinters and long-distance runners. *Scandinavian Journal of Medicine & Science Sports* 5: 285-90.
- OLÁH I. (2002): Vércsővet és Vércépzés. In: RÖHLICH P. (szerk.): *Szövettan. Semmelweis Egyetem Képzéskutató, Oktatástechnológiai és Dokumentációs Központ, Budapest*, pp.: 181-196.
- OYONO-ENGUELLE S., GARTNER M., MARBACH J., HEITZ A., OTT C., FREUND H. (1989): Comparison of arterial and venous blood lactate kinetics after short exercise. *International Journal of Sports Medicine* 10: 16- 24.
- PAVLOV I. P. (1910): *The Work of the Digestive Glands*. 2nd English ed. London: Griffin.
- PROCTOR G. B., CARPENTER G. H. (2007): Regulation of salivary gland function by autonomic nerves. *Autonomic Neuroscience-basic Clinical* 133: 3-18.
- REER R., SEMERAK P., ZIEGLER M., SCHMIDT T., LOPPOW D., VON DUVILLARD S. P., BRAUMANN K. M. (2009): Comparison of blood vs. saliva lactate measurements

- resulting from lactate minimum vs. constant load tests. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 41: 258.
- RUJNER J., SOCHA J., BARRA E., GREGOREK H., MADALINSKI K., WOZNIEWICZ B. (1996): Serum and salvia antigliadin antibodies and serum IgA anti-endomysium antibodies as a screening test for celiac disease. *Acta Paediatrica* 85: 814-7.
- SEGURA R., JAVIERRE C., VENTURA J. L. L., et al. (1996): A new approach to the assessment of anaerobic metabolism: measurement of lactate in saliva. *British Journal of Sports Medicine* 30: 305-9.
- SHANNON I. L., SUDDICK R. P., DOWD JR F. J. (1974): Saliva: composition and secretion. *Monographs in Oral Science* 2: 1.
- SHIP J. A, FISCHER D. J. (1997): The relationship between dehydration and parotid salivary gland function in young and older healthy adults. *Journal of Applied. Gerontology* 52: 310-319.
- SILVERS A. R., SOM P. M. (1998): Salivary glands. *Radiologic Clinics of North America* 36: 941.
- SJÖDIN B., JACOBS I., SVEDENHAG J. (1982): Changes in the onset of blood lactate accumulation (OBLA) and muscle enzymes after trasining at OBLA. *European Journal of Applied Physiology* 49: 45-57.
- SLOMIANY B. L., AONO M., MURTY V. L., SLOMIANY A., LEVINE M. J., TABAKA L. A. (1982): Lipid composition of submandibular salvia from normal and cystic fibrosis individuals. *Journal of Dental Research* 61: 1163-6.
- STAINSBY W. N., BROOKS G. A. (1990): Control of lactic acid metabolism in contracting muscle and during exercise. In: Pandoff K.B., Holloszy J.O. (Eds.): *Exercise in Sports Science Review*. Williams & Wilkins, Baltimore, pp.: 29-63.
- STRECKFUS C., BIGLER L., TUCCI M., THIPGEN J. T. (2000): A preliminary study of CA15-3, c-erb β -2, epidermal growth factor receptor, cathepsin-D, and p53 in salvia among women with breast carcinoma. *Cancer Investigation* 18: 101-9.
- TEKUS E., KAJ M., FODROCZY E., KEREPESEI I., WILHELM M. (2011): Comparison of blood and lactate level after exercise. *Acta Physiologica* 202: 118-119.
- URHANSEN A., COEN B., WEILER B., KINDERMANN W. (1993): Individual anaerobic threshold and maximum lactate steady state. *Int. J. Sports Medicine* 14: 134-139.
- VEERMAN E. C. I., VAN DEN KEIJBUS P. A. M., VISSINK A., VAN NIEUW AMERONGEN A. (1996): Human glandular salivas: their separate collection and analysis. *European Journal of Oral Sciences* 104: 346–52.

- VOLTARELLI F. A., GOBATTO C. A., DE MELLO M. A. (2002): Determination of anaerobic threshold in rats using the lactate minimum test. *Brazilian Journal of Medical and Biology Research* 35: 1389-1394.
- WAKSHLAG J. J., SNEDDEN K., REYNOLDS A. J. (2004): Biochemical and metabolic changes due to exercise in sprint-racing sled dogs: implications for postexercise carbohydrate supplements and hydration management. *Veterinary Therapeutics* 5: 52-59.
- WELLS R. M., BALDWIN J. (2006): Plasma lactate and glucose flushes following burst swimming in silver trevally (*Pseudocaranx dentex*: Carangidae) support the „releaser” hypothesis. *Comparative Biochemistry and Physiology A* 143: 347-352.
- ZHANG P., TOKURA H. (1999): Thermoregulatory responses in humans during exercise after exposure to two different light intensities. *European Journal of Applied Physiology* 76: 285–289.

Világháló oldalak:

1. Weboldal. Sportorvos

<http://www.sportorvos.hu/sportorvos/20090904/tejsav/>
2012.április 24. (18:19)

2. Weboldal. Wikipédia. A szabad enciklopédia

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Sz%C3%ADvfrekvencia-variabilit%C3%A1s>
2012. április 11. (16:25)

7. Köszönetnyilvánítás

Hálásak vagyunk témavezetőinknek, dr. Wilhelm Mártának és Tékus Évának, konzulensünknek, dr. Gábiel Róbertnek, hogy elvállalták és támogatták munkánkat.

Köszönettel tartozunk a TTK Testnevelés- és Sporttudományi Intézetben dolgozó PhD hallgatónak, Kaj Mónikának, aki sokat segített a vizsgálatok lebonyolításában. Továbbá Dr. Kerepesi Ildikónak, aki a nyálminták analízisében nyújtott sok segítséget.

Végül fontos kiemelnünk azokat a vizsgálati személyeket, akik idejüket és erejüket nem sajnálva részt vettek vizsgálatunkban, így lehetségessé tették, hogy ezt a dolgozatot megírjuk.

8. Nyilatkozat a pályázó egyéni hozzájárulásáról a pályaműben leírt eredményekhez

Alulírott Szabó Edina Ivett és Szénási Nikolett Lilla a dolgozatban leírt munkafolyamatok közül a:

- vizsgált minta beválasztását
- mérések lebonyolítását
- adatok feldolgozása és kiértékelését

végeztük el.

A dolgozatot önállóan állítottuk össze.

.....

Szabó Edina Ivett

sk.

.....

Szénási Nikolett Lilla

sk.

Pécs, 2013. január 9.