

Élsportolók neurotranszmitter és vazokonstriktor
peptid válasza futószalagon végzett terheléses
vizsgálatra

Doktori tézisek

Protzner Anna Gabriella

Testnevelési Egyetem

Sporttudományok Doktori Iskola



Témavezető: Dr. Tóth Miklós, egyetemi tanár, az MTA doktora

Hivatalos bírálók: Dr. Boros Szilvia, egyetemi adjunktus, PhD

Dr. Mihucz Viktor Gábor, egyetemi docens, PhD

Szigorlati bizottság elnöke:

Dr. Tihanyi József, professor emeritus, az MTA doktora

Szigorlati bizottság tagjai:

Dr. Szabó Tamás, intézetigazgató, PhD

Dr. Vásárhelyi Barna, egyetemi tanár, az MTA doktora

Budapest

2016

Bevezetés

A versenysport kezdeteitől ismeretes, hogy a teljesítmény befolyásolása csak kitartó edzőmunkával lehetséges. A sportolókon és az edzőkön kívül a kutatókat is mindig is foglalkoztatták az emberi teljesítőképesség határai. A sporttudomány mint interdiszciplináris terület egyedisége többek között abban is rejlik, hogy legtöbbször mégsem betegségekkel kapcsolatban vizsgálódik, noha felhasználja az orvostudomány ismereteit. Különböző részei közül a sportéletten tárgykörébe tartozik a sportteljesítményt meghatározó morfológiai és funkcionális jellemzők megismerése, és az edzésadaptáció folyamatának, valamint a teljesítményt limitáló faktoroknak a meghatározása. A mai élsport állandó készenlétet, az egyén képességeinek maximális kihasználását, folyamatos teljesítést követel. A pontosabb élettani kép kialakításán túl egyre inkább nő az igény egyéb kiegészítő vizsgálatokra, többek között a sportolók genetikai háttérének feltérképezésére.

A versenysportban fontos, hogy a kiválasztásnál az egyénnek leginkább megfelelő sportág mellett döntsünk. A modern biológiai kutatások eredményei azt mutatják, hogy a korábbi *egy hormon - egy funkció* elképzelés nem felel meg a valóságnak. Ma már jól ismert, hogy egy bizonyos sejtfunkciót egyidejűleg számos különböző (pl. humorális, hormonális, ideg és környezeti) behatás is befolyásol. Egy adott hormon emellett a különböző sejtekre más-más hatást fejthet ki. A hormonhatások láncolatszerűen kapcsolódnak össze, bárholnan indulnak is el. A hormonok az egész szervezetet

behálózó és állandó változásban, hullámmásban levő rendszert alkotnak. Hatásuk a homeosztázis fenntartására és stabilizálásra irányul. A sportolókat vizsgáló laboratóriumok versenyképességét nagyban javítja, ha az edző a tudomány jelenlegi állása szerint a legkiterjedtebb képet kapja versenyzőjéről. Ahhoz, hogy megközelítsük a fizikai teljesítőképesség maximumát, futószalagos ergométer alkalmazása ajánlott. A fentiekben leírtaknak megfelelően kiemelten fontos, hogy összetett vizsgálatokat végezzünk az élsportolóknál például stressz hatására bekövetkező élettani és biokémiai válaszok regisztrálására és értelmezésére.

Célkitűzések

A közleményekben a sportolói stresszválaszokra vonatkozó eredmények ellentmondásosak. Ennek háttérében az állhat, hogy kevés a hormonválaszra irányuló összetett mérés. Továbbá kevés a különböző sportágakat űző elitsportolók azonos protokollal végzett összetett vizsgálata is. Így PhD-munkám célja az volt, hogy egyidejűleg lehetőleg minél több neuroendokrin és vazokonstriktor peptidkoncentráció változását határozzunk meg maximális terhelés hatására egyéni és csapat sportolók, jelen esetben ciklikus sportágat űzők és labdajátékosok körében végzett azonos terhelésélettani vizsgálati eljárással. Ennek értelmében adrenalin (*A*), kortizol (*C*), dopamin (*DA*), noradrenalin (*NA*), nagy endotelin-1 (*nagy ET-1*), angiotenzinogén (*AGT*) vegyületeket választottuk ki vizsgálat céljából a spiroergometriás akut terhelésnek alávetett kajakozó,

triatlonozó, valamint kézilabdázó és labdarúgó élsportolóktól származó vérmintákban terhelés előtt és után. A vizsgált élsportolók kardio-respiratorikus és antropometriai adataikat is meghatároztuk az eredmények értelmezése céljából. Feltételezésünk szerint az akut, futószalagos *vita maxima*-terhelés alkalmas a különböző sportot űzők fizikai teljesítőképességének és a terhelés által kiváltott élettani folyamatok összefüggéseinek meghatározására.

Célunk volt vizsgálni, hogy az említett neurotranszmitter és vazokonstriktor peptidek közül melyek alkalmasak a kiválasztott sportágak differenciálására. Eddigi szakirodalmi ismereteink alapján hipotézisünk az, hogy a katekolaminok akut terhelés által kiváltott koncentrációsintjének változásával - ezen belül is az *NA*-éval - jellemezhető a leginkább sportolók szervezetének válaszreakciót a felborult homeosztázisra. A *C* edzésben betöltött szerepe szakirodalmi kutatások szerint meghatározó. Azonban mivel a sportolókban terhelés hatására mért *C*-szintekről szóló beszámolók ellentmondásosak, további célunk volt tisztázni a katekolaminok és a *C* közötti kapcsolatot, mivel feltételeztük, hogy szoros összefüggésben lehetnek egymással. Ennek érdekében terveztük képezni a katekolaminok koncentrációjának a *C*-szinthez viszonyított hányadosát terhelés előtt és után a vizsgált csoportok között.

Anyagok és módszerek

A vizsgálatban résztvevők kiválasztása

Negyvennégy nemdohányzó, egészséges, kaukázusi élsportoló férfi vett részt a vizsgálatban. Két csapatsportot (labdarúgás, $n = 8$ és kézilabda, $n = 12$) és két egyéni sportágat (triatlón, $n = 9$ és kajak, $n = 9$) választottunk. Az első csoportot a labdajátékosok ($n = 20$) képezték, a másodikat a ciklikus fizikai aktivitást ($n = 18$) végzők. A kajakozókat és triatlónozókat a ciklikus sporttevékenységet végzők csoportjába soroltuk. Az élsportolók önkéntes alapon vettek részt a vizsgálatban, a kontrollcsoport a Budapesti Semmelweis Orvostudományi Egyetem orvostanhallgatóiból ($n = 6$) állt. A vizsgált sportolók a versenydőszak alapozási szakaszában voltak.

Antropometriai vizsgálatok

Jelen vizsgálatban az antropometriai méréseket a Nemzetközi Biológiai Program által megfogalmazott ajánlásoknak megfelelően végeztük. A hitelesített mérőeszközök a nemzetközi standardokkal összhangban vannak. A felhasznált eszközök: antropométer, digitális személymérleg, tapintókörmű, condylus-mérő, acél mérőszalag, kaliper.

Az antropometriai mérésekhez 24 testméretet használtunk: testtömeg (TT), testmagasság, hét bőrredőt (bicepsz-, tricepsz-, lapocka-, csípő-, has-, comb-, lábszárredő), öt testrész szélessége

(váll-, könyök-, mellkas-, csípőtővis- és térdszélesség), mellkasmélység, és végül kilenc testrész kerülete (mellkas-, felkar-, feszített felkar-, alkar-, csukló-, kéz-, comb-, alszár-, bokakerület).

A felmért adatok alapján becsülhetővé válik a kg/m^2 -ben kifejezett tápláltsági állapot (testömegindex, BMI), és a testösszetétel is, valamint jellemezhető a testalkat. A négykomponensű testösszetétel becsléséhez Drinkwater és Ross (1980) javaslatait használtuk, míg a kétkomponensű testösszetétel leírásához Pařížková (1961) ajánlásait alkalmaztuk.

Terheléses protokoll

A terheléses protokoll megvalósításához Cardiovit AT-104 EKG-mérővel felszerelt, Ergosana ERG 911-es típusú futószalagot alkalmaztunk. Ehhez még O_2 és CO_2 gázanalizátort csatlakoztattunk. A résztvevők maximális terheléses vizsgálatot teljesítettek, hogy meghatározzuk a maximális oxigénfelvétel ($\text{VO}_{2\text{max}}$)-értékeket és a maximális teljesítményt. Az önkéntesek kardio-respiratorikus megfigyelését a mellkasukra helyezett elektrokardiogram (EKG) segítségével végeztük, amit a teljes nyugalmi állapot elérése után távolítottunk el. A HR mérését pulzusmérő óra alkalmazásával értük el.

A terheléses vizsgálat akkor fejeződött be, amikor a résztvevők elérték a $\text{VO}_{2\text{max}}$ -ot a fent említett kritériumok alapján, valamint szubjektív fáradtságérzet következett be. Módosított Bruce-protokollt használtunk a maximális teljesítmény megmérésére a fent

említett spiroergometriai futószalagos méréseinkhez. A módosított Bruce-protokollt 0%-os meredekségen indítottuk minden résztvevő számára. A sportolók 9 km/h kezdő sebességről 12 km/h maximális sebességgel futottak, majd a futószalag meredekségét 1,5%-kal percenként növeltük. A kontroll személyek 6 km/h sebességről 9 km/h-ig gyorsultak fel, és a futószalag meredekségét azonos módon változtattuk, mint a megfigyelt sportolóknál.

A tejsav mennyiségi meghatározása

A tejsav (*LAC*) koncentrációját vércseppből állapítottuk meg minden jelentkező fülcimpájából vett mintával a Nova Biomedical által kifejlesztett mérőeszköz segítségével. A gyűjtött vércseppet egyszer használatos analizátor csíkra cseppentettük. A *LAC* meghatározási tartománya a készülékben 0,3 mmol/dm³ és 25 mmol/dm³ között van. Mintát a vizsgálat kezdete előtt, illetve a maximális teljesítmény elérése után vettünk.

A vizsgált hormonok mintavételi protokollja és mennyiségi meghatározása

Minden résztvevőtől 12 cm³ vért vettünk terhelés előtt és után K3 EDTA-val bevont Vacuette csövekbe. A mintákat 3000 g-vel 4 °C-on 10 percen keresztül centrifugáltuk, majd 2 cm³-es részletekre osztottuk az *A*, *NA*, a *DA*, az *AGT*, a nagy *ET-1* és a *C*

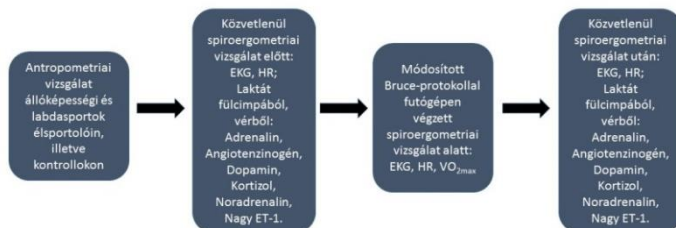
mennyiségi meghatározásához. Az *A*, *NA* és a *DA* esetében a centrifugálás előtt 200 μ l aprotinint adtunk a mintákhoz.

A centrifugálást követően a felülúszót összegyűjtöttük, és azonnal folyékony nitrogénben fagyasztottuk le. Az *A*, az *NA*, a *DA*, az *AGT*, a *nagy ET-1* és a *C*-koncentrációértékeket vérplazmából enzimhez kötött immunszorbens módszer alkalmazásával határoztuk meg.

Statisztikai módszerek

Meghatároztuk minden adat sportágankénti és sportág csoportonkénti átlagát és szórását, illetve néhány esetben az átlag hibáját. Shapiro-Wilks-tesztet alkalmaztunk a normalitás vizsgálatára a relatív kis elemszám miatt. Minden adat normálisnak bizonyult, ezért paraméteres statisztikai módszert használtunk a további elemzések során. A terhelés előtti és utáni mérési adatok különbségeinek összehasonlítására Student-féle (egymintás) páros *t*-tesztet használtunk a függő minták változóinál. Az alcsoportok összehasonlítását ANOVA-módszerrel végeztük. *Post hoc* tesztnek Tukey *honest* szignifikáns különbség módszert használtunk a különböző méretű minták esetében szokásos eljárásként (Statistica 11.0 szoftver, StatSoft, Tulsa, Oklahoma, USA). A szignifikancia szintet $p < 0,05$, erősebb korreláció esetén $p < 0,01$ –nál állapítottuk meg minden változó esetében.

Összefoglalásképpen a vizsgálatunk során elemzett paramétereket az 1. ábrán foglaltam össze.



1. ábra. A vizsgálatainkban mért paraméterek összefoglalása
(saját ábra)

Rövidítések: EKG = elektrokardiogram; HR = pulzus; nagy ET-1 = nagy endotelin-1; VO_{2max} = maximális oxigénfelvétel.

Eredmények

Munkánk során összehasonlítottuk a labdajátékot ciklikus sportágakat végző élsportolók komplex hormonális válaszát folyamatosan emelkedő, futószalagon végzett terheléses teszt hatására, mivel az eddigi kutatásokban alkalmazott eljárások nem tették lehetővé a különböző eredmények sportágakat úzők összehasonlíthatóságát.

Az antropometriai és a teljesítmény-élettani mérések eredményei

Nem találtunk szignifikáns eltérést a résztvevők testösszetételére vonatkozóan. Kivételt képezett a testzsír-százalék a kézilabdázók és a labdarúgók ($p = 0,0124$), valamint a labdarúgók és a kontrollcsoport ($p = 0,0326$) esetében.

A vizsgálatba bevont önkéntesek terheléses protokollal regisztrált maximális (*vita maxima*) teljesítmény értékei között nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget, még akkor sem, ha TT-re, illetve sovány tömegre vonatkoztattuk. Ugyanakkor, ha az önkéntesek a terheléses vizsgálat alatt regisztrált teljesítmény értékeit percről percre összeadtuk, megkaptuk az ún., kumulatív teljesítményt. Ez utóbbi teljesítmény értékeket a sovány TT-re vonatkoztatva, különbségeket észleltünk a kontroll- és a többi csoport teljesítménye között. A kézilabdázók ($p = 0,0249$) és a triatlonozók ($p = 0,000194$) kumulatív teljesítménye szignifikánsan magasabb volt a kontroll csoporthoz képest. A triatlonozóknak a labdarúgókhoz ($p = 0,00572$) és a kajakozókhoz ($p = 0,0183$) képest szignifikánsan nagyobb volt a kumulatív teljesítménye.

A VO_{2max} szignifikánsan magasabb volt a kézilabdázóknál ($p = 0,00874$) és a triatlonozóknál ($p = 0,0496$) a kontrollcsoporthoz képest. A relatív aerob kapacitás ($VO_{2max} \times TT^{-1}$) értékei szignifikánsan nagyobbak bizonyultak a triatlonozóknál, a kontroll- ($p = 0,00249$) és a kézilabdázó ($p = 0,00628$) csoportokhoz képest. Az átlag VO_{2max} és kumulatív teljesítmény szignifikánsan

nagyobbnak bizonyult a triatlonos csoportnál a kontroll csoporthoz, a labdarúgókhoz, és kajakozókhoz képest.

Csoporton belüli hormonszint-változás

A csoporton belüli hormonszintek változása az *A* átlagkoncentráció értékeit tekintve szignifikánsan különbözött a kontroll csoportnál ($p = 0,0261$), a labdajátékosoknál: kézilabda ($p = 0,0015$) és labdarúgás ($p = 0,0148$) esetén.

Az *NA*-koncentráció terhelés előtti és utáni átlagait nézve minden vizsgált csoportnál szignifikáns különbség volt megfigyelhető ($p = 0,0074$ a kontroll csoportnál, $p = 0,0001$ a kézilabdázóknál, $p = 0,0001$ a labdarúgóknál és $p = 0,0062$ a kajakozóknál). Kivételt képeztek a triatlonozók, ahol a terhelés utáni *NA* koncentráció nem bizonyult statisztikailag alátámaszthatóan nagyobbnak a terhelés előtti értéknél ($p = 0,0523$).

A nagy *ET-I*-koncentrációszintekben szignifikáns különbség volt megfigyelhető a kiindulási és a maximális értékek között a kontroll csoportnál ($p = 0,0291$) és a labdajátékosoknál ($p = 0,0277$ a kézilabdázóknál és $p = 0,0001$ a labdarúgóknál).

A terheléses vizsgálat előtti és utáni értékek összevetésénél megállapítottuk, hogy a *DA*-, a *C*- és az *AGT*-koncentráció-értékekben kismértékű szignifikáns eltérés mutatkozott. A *DA* koncentráció-értékek a labdarúgók ($p = 0,0414$) és triatlonozók ($p = 0,0075$) csoportjánál emelkedtek meg terhelés után szignifikánsan. A *C* esetében a kézilabdázó ($p = 0,0308$) és

triatlonos ($p = 0,0044$) csoport értékei változtak szignifikánsan. Az *AGT* esetében a labdarúgók értékei emelkedtek meg terhelés után szignifikánsan ($p = 0,0040$).

Minden egyes csoportnál *A* és *NA* koncentrációarányokat is képeztünk a terhelés előtt. Az így képzett arányok mindig nagyobbak voltak 1-nél. A *LAC*-koncentrációarányok a maximális teljesítmény elérésénél és a kiindulási szinten a legnagyobbak a kontrollcsoport esetében, legkisebbek pedig a triatlonozóknál voltak. Az *A*- és *LAC*-koncentrációarányok a maximális teljesítmény elérését követően a hasonlóan alakultak a kontrollcsoportnál, a kajakozóknál és a triatlonozóknál. A labdajátékosoknál nagyobbak voltak ezek az értékek, a labdarúgóknál 4,7-es, míg a kézilabdázóknál 2,5-ös szorzóval.

A noradrenalin és kortizol koncentrációarány a vizsgált csoportok között terhelés előtt és után

Az akut terhelés előtti, illetve utáni katekolamin-szinteket elosztottuk a megfelelő *C*-szintekkel minden vizsgált csoport esetén. Szignifikáns különbségeket azonban csak az *NA/C* koncentrációhányadosok esetén tapasztaltunk.

A csoporton belüli *NA/C*-arányok terhelés előtt és után csak a kontroll, a kézilabda és a labdarúgás esetén volt szignifikánsan nagyobbak.

A vizsgált csoportokat összehasonlítva az *NA/C*-arányok a kajakhoz és a triatlonhoz képest főleg az akut terhelés után

különböztek szignifikánsan kontrolltól, a kézilabdától és labdarúgástól.

Az összes számolt arányra nézve szignifikáns különbségek ($p < 0,05$) az esetek valamivel több mint 60% -ban jelentkeztek. Ennél erősebb statisztikailag alátámasztott ($p < 0,01$) különbséget a vizsgált esetek egyharmadában volt tapasztalható.

Az NA/C -hányados a labdajátékokat űzőknél volt a legnagyobb. Ez azzal hozható összefüggésbe, hogy edzésükre rövid, intenzív, gyors terhelés jellemző. A kontroll csoportnál a nagyobb NA/C -hányados valószínűleg a stressz következménye, mert ezen önkéntesek nincsenek az akut terheléshez hozzászokva.

Hormonszint-változás teljesítmény-élettani maximum hatására

Terhelés hatására az A koncentrációra számolt vonatkoztatott átlagok 2,9-szer voltak nagyobbak a vizsgált labdarúgóknál, mint a kajakozóknál terhelés hatására. Ugyanarra a hormonra ez az érték 3,9-szer volt nagyobb a labdarúgóknál, mint a triatlonozóknál. Az NA esetében még az előzőnél is erősebb, csaknem háromszoros szignifikáns különbség volt megfigyelhető a labdajátékokat és a ciklikus sportágakat űzők összehasonlításánál.

A testmozgással kapcsolatos A - és NA -koncentrációváltozások a vérplazmában jelentősebbnek bizonyultak, mint a DA koncentrációszint-változás. E paraméterek segítségével lehetőség nyílt ciklikus sportágak és a labdajátékok, valamint a kontroll csoport elkülönítésére.

Vizsgálatainkkal megállapítottuk, hogy szisztematikus összehasonlítás szükséges a stresszhormonok (*A*, *NA*, *C*), neurotranszmitter (*DA*) és a vazokonstriktor peptidek (*AGT* és *nagy ET-1*) vizsgálatára ciklikus és labdajátékot űző egyéni és csapatjátékosok között Bruce-protokollal végzett terheléssel. A terhelés utáni és előtti koncentrációszintek VO_{2max} -értékkel való normalizálása jobban tükrözte a terhelésnél bekövetkező változást több vegyület például az *A*, *NA*, a *DA* és a *C* esetében. Kutatásunk során az *NA*-koncentrációszintekben bekövetkező változások alapján megbízhatóan tudtuk megkülönböztetni a labdajátékot a ciklikus sportoktól. Az *NA*-ra kapott eredményeink azt mutatják, hogy egyértelműen a labdajátékosok reagáltak legerőteljesebben a terheléses vizsgálattal kiváltott akut stresszre, ezt követően a kontrollcsoport. Labdarúgók esetén ez a jelenség esetleg összefüggésbe hozható a hirtelen szívhalállal. A ciklikus sportágat űzők reakciója volt a legkisebb mértékű. Ez a tendencia felfedi a különböző sportágakhoz tartozó edzésadaptáció kérdéskörét. Nagyobb mértékű *NA* kiválasztási képesség előnyösebb a labdajátékot űzők edzéshez való alkalmazkodásához, míg ennek az ellenkezőjét lehet állítani a ciklikus sportokat végzők esetében.

Az egyéni maximális teljesítményre vonatkoztatott terhelés előtti és utáni hormonális és neurotranszmitter és vazokonstriktor peptidkoncentráció-különbségeket normalizálva a terhelés előtti értékekkel és százalékosan fejeztük ki minden egyes résztvevő esetében. A katekolaminok esetében nagyobb változás volt megfigyelhető a labdajátékos vizsgált személyeknél a ciklikus

sportágat folytatókhöz képest. Mindegyik vizsgált sporttevékenység esetén több sportolónál legalább három vizsgált vegyület értéke nagyobb volt, mint a csoportra kapott átlagérték. Ezen felül négy vagy annál több az átlagértékhez képest nagyobb vazokonstriktorpeptid- és neurotranszmitter-válasz a sportolók kb. 35%-ánál volt megfigyelhető. A legmagasabb átlagéletkorral rendelkező kézilabdacsoport esetén a fenti két állítás az önkéntesek közel kétharmadát érintette. A kajakozók és a triatlonozók esetén egyenként egyharmaduknál tapasztaltunk az átlagnál nagyobb vazokonstriktorpeptid- és neurotranszmitter koncentráció-értékeket legalább három komponens esetén. Ugyanakkor ez utóbbi sportágak esetén a résztvevők átlagéletkora nem haladta meg a 21 évet. Noha nem tekinthető reprezentatívnak a külön sportágakra lebontott önkéntesek száma, az eredményeink azt sugallják, hogy az életkor előrehaladtával, a sportolóknál vizsgált hormon, neurotranszmitter és vazokonstriktorpeptid válaszaik stressz esetén nagyobb valószínűséggel haladják meg az átlagértékeket. A csapatban betöltött pozíciót tekintve, egyértelmű trendet nem sikerült definiálni.

Vizsgálataink korlátozó tényezőit figyelembe véve megállapítható, hogy a pontosabb következtetések levonása tekintetében további vizsgálatok szükségesek az edzés hatására bekövetkező katekolamin koncentrációsint vizsgálatához a különböző sportágaknál.

Következtetések

1. Kutatásaink során elsőként határoztunk meg különböző sportágak sportolójánál terheléses vizsgálatnál kiváltott stresszválaszok regisztrálására több neuroendokrin (adrenalin, noradrenalin, kortizol és dopamin) és vazokonstriktor peptid (angiotenzinogén és endotelin) egyidejű koncentráció változását.
2. Hasonló életkorú, sportolói múltú és edzési fázisban lévő, azonos nemű, ciklikus (kajak és triatlon), illetve labdajátékokat (kézilabda és labdarúgás) művelő élsportolókat összehangoltan, egyszerre, kontrollált laboratóriumi körülmények között végzett terheléses vizsgálatnak vetettük alá élettani maximumig tartó módosított Bruce-protokollt alkalmazva.
3. A vizsgálatok összehasonlíthatósága céljából a teljesítményt terhelési szintenként összegzett, úgynevezett kumulatív értékét használtuk, amivel jobban nyomon követhetők a teljesítménybeli különbségek.
4. Az összes vizsgált vegyület közül az *NA* bizonyult a legmegbízhatóbb paraméternek a ciklikus sportot és labdajátékot űző sportolók között. Az *NA* esetében sokkal erősebb különbség volt megfigyelhető a labdajátékosok és a ciklikus sportokat űzők között, nagyjából háromszoros faktoral. A kézilabdázók és kajakozók között $p = 0,0000587$ és a kézilabdázók és triatlonozók között $p = 0,0000567$ volt a szignifikancia-szint. A labdarúgók és kajakozók között $p = 0,0028$ és a labdarúgók és triatlonozók között $p = 0,0024$ volt a különbség. A maximális oxigénfelvétel értékeivel

vonatkoztatott eredmények erősítették a csoportok közötti változásokat a vizsgált vegyületek tekintetében, mivel statisztikai számolásokkal is alátámasztható erősebb összefüggéseket találtunk az *A*-, *NA*-, *DA*- és a *C*-koncentrációsintjében. Ez az eredmény a *DA* és a *C* tekintetében újdonság, különböző típusú mozgásformákat végző sportolók esetén, hiszen e tekintetben kevés információ állt eddig a rendelkezésünkre.

5. Minden egyes neuroendokrin és vazokonstriktor peptid válaszreakciókülönbséget vizsgálati egyénenként a kiindulási koncentrációszinthez viszonyítva megállapítottuk, hogy négy sportág kb. 40 képviselőjéből kb. 20-nál legalább három hormonválasz meghaladta az átlagot. Ezek a válaszok indokolhatnak részletesebb kardiológiai kivizsgálást.

Saját publikációk jegyzéke

A disszertációhoz kapcsolódó közlemények:

Szmodis M, Bosnyák E, **Protzner A**, Szóts G, Trájer E, Tóth M. (2016) Bone characteristics, anthropometry and lifestyle in late adolescents. *Antr Anz.* 73: 23-32.

Protzner A, Szmodis M, Udvardy A, Bosnyák E, Trájer E, Komka Zs, Györe I, Tóth M. (2015) Hormonal Neuroendocrine and Vasoconstrictor Peptide Responses of Ball Game and Cyclic Sport Elite Athletes by Treadmill Test. *PLOS ONE* 10: e0144691.

A disszertációtól független közlemények:

Bosnyák E, Trájer E, **Protzner A**, Komka Zs, Györe I, Szmodis M, Tóth M. (2016) Osteocalcin gene polymorphism and bone density in Hungarian athletes. *Anthr Anz.* doi: 10.1127/anthranz/2016/0594.

Bosnyák E, Trájer E, Udvardy A, Komka Zs, **Protzner A**, Kováts T, Györe I, Tóth M, Pucsok J, Szmodis M. (2015) ACE and ACTN3 genes polymorphisms among female Hungarian athletes in the aspect of sport disciplines. *Acta Physiol Hung.* 4: 451–458.

Trájer E, Bosnyák E, Komka Zs, Kováts T, **Protzner A**, Szmodis M, Tóth Sz, Udvardy A, Tóth M. (2015) Retrospective Study of the Hungarian National Transplant Team's Cardiorespiratory Capacity. *Transplant Proc.* 47: 1600-1604.