

A nyálban lévő szteroid hormonok segíthetnek-e a felső légúti infekciók előrejelzésében futóknál?

Bevezetés

A sportolás jótékony hatásai széles körben ismertek, legtöbbször a sport pozitív fizikai, társadalmi, pszichológiai fejlődésre gyakorolt hatásai kerülnek előtérbe. Ritkábban esik szó a megterhelő edzésekről, sérülésekről vagy a mentális fáradtságról. A sport világa folyamatosan változik, napjainkban a népszerűség és nézhetőség szerepe felértékelődött, ami a nevezési szabályok módosulását is okozta. Ez a változás csökkenti a nevezhető sportolói létszámokat, éles versenyt generálva a helyekért. A sportolókra nehezedő nyomás arra ösztönzi őket, hogy folyamatosan feszegetsék határaikat, egyre jobbak legyenek, akár a következmények figyelembe vétele nélkül is (Szabó, 2019). De meddig terhelhető az emberi szervezet, hol vannak a teljesítőképesség határai?

Régóta tudjuk, hogy a nem megfelelő edzésterhelés növeli a krónikus betegségek kockázatát (Fomin, 2013). Fizikai túlterhelés következtében számos elváltozás alakulhat ki, köztük íngyulladás, ínhüvelygyulladás, csonthártyagyulladás és akár fáradásos törések is keletkezhetnek (Veres-Balajti et al., 2015). Utalva arra, hogy a sportolók, akik a tökéletességre törekednek, sokszor súlyos egészségügyi következményekkel néznek szembe. A túlterhelés gyakori az állóképességi sportolók körében, előfordulási aránya 5%-tól 60%-ig terjedhet (Koutedakis et al., 1995; Matos et al., 2011; Morgan et al., 1987).

A versenysportolók edzési programjukban a túlterhelést a teljesítmény növelése érdekében használják. Az intenzívebb terhelések teljesítménycsökkenést okoznak, azonban az edzés és regeneráció közti egyensúly biztosításával, szuperkompenzációs hatás léphet fel. A sportoló ekkor a kiindulási állapothoz képest nagyobb teljesítményt mutat. Ezt a pozitív adaptációt okozó túlterhelést nevezzük funkcionális túlterhelésnek (FOR) (Halson & Jeukendrup, 2004; Kreider et al., 1998). A FOR-t követően a legtöbb szakirodalom az edzés intenzitásának csökkentését javasolja két héten keresztül, hogy a sportoló elkerülhesse a nem funkcionális túlterhelés, vagy súlyosabb esetben a túledzettségi szindróma kialakulását (Halson & Jeukendrup, 2004; Kreider et al., 1998; Meeusen et al., 2006; Steinacker et al., 2000).

Amikor a sportolók jelentős javulást érnek el kondíciójukban, hajlamosak figyelmen kívül hagyni a regeneráció fontosságát. Egy sportoló, legyen az amatőr, vagy akár profi, edzései során gyakran nem optimális túlterhelésnek van kitéve. Ebben az esetben a terhelés nem éri el a fejlődéshez szükséges szintet, így nem funkcionális túlterhelésről (NFOR) beszélhetünk. A

túlterhelés tehát egy olyan állapot, amelyben az edzés és/vagy nem edzés jellegű stressz felhalmozódik, rövid távú teljesítménycsökkenést okozva, fiziológiai és pszichológiai jelekkel együtt vagy anélkül. A helyreállítás több naptól hetekig is terjedhet. A túledzettségi szindróma (OTS) a túlterhelt állapot másik, súlyosabb klinikai formája, ahol a sportolók szintén fáradtságtól és teljesítménycsökkenéstől szenvedhetnek. A helyreállítás ebben az esetben jóval hosszabb időt vehet igénybe, akár hónapokig vagy évekig is eltarthat. A két állapot közötti különbség nehezen meghatározható, mivel a sportolók gyakran hasonló klinikai és hormonális tüneteket mutatnak (Meeusen et al., 2006). Ennek érdekében az Európai Sporttudományi Társaság (European College of Sport Science) és az Amerikai Sportorvos Társaság (American College of Sports Medicine) egyezményesen kidolgoztak egy kérdőívet a túledzettségi szindróma diagnosztizálására sportolóknál.

A túlterheléses állapot kialakulhat a korábbiakban említett kevés regenerációs idő miatt, vagy a családi, munkahelyi, fizikai és egészségügyi stressz következtében, de szerepet játszhat benne a nem megfelelő táplálkozás is (Meeusen et al., 2006). A nem funkcionális túlterhelésben és/vagy túledzettségi szindrómában szenvedő sportolók rendkívül egyéni jeleket, tüneteket mutathatnak, ezért nehéz felismerni a problémát. A leggyakoribb klinikai tünetek a következők: ingerlékenység, motiváció hiánya, elhúzódó teljesítménycsökkenés. Mindezek mellett jellemző, hogy a sportolók nagyobb gyakorisággal szenvednek el sérüléseket és kapnak el felső légúti infekciót (Upper Respiratory Tract Infection: URTI) (Armstrong et al., 2022; Hausswirth et al., 2014).

A túlterhelés és túledzettség kimutatására jelenleg nincs egyértelmű biomarker, ami megkülönböztetné a funkcionális túlterhelést a nem funkcionális túlterheléstől és túledzettségi szindrómától. A legtöbb szakirodalomban a kutatók a test megterhelő edzésre adott válaszreakciójára összpontosítottak, így keresve a legpontosabb markereket az előbbi állapotok kimutatására (Kreher & Schwartz, 2012; Meeusen et al., 2013; Urhausen & Kindermann, 2002).

Több nyálban is ismert biomarker molekulát (Chicharro et al., 1998; Nunes & Macedo, 2013) alkalmaztak eddig a sportteljesítmény vizsgálatára. Ezek közül a legfontosabbak lehetnek: szteroid hormonok, immunoglobulinok, antimikrobiális fehérjék és enzimek (például: lizozim, laktoferrin) (Papacosta & Nassis, 2011). A nyál egy neminvazív alternatívát jelent a vér szérum helyett, hiszen gyorsan és stresszmentesen gyűjthető. Számos kutatás bizonyította, hogy a nyálkortizol- koncentráció korrelál a szérum nem kötött kortizol koncentrációjával (Aardal & Holm, 1995; Dorn et al., 2007; Vining et al., 1983). A nyálban lévő immunglobulinok (IgA) vizsgálatát régóta alkalmazzák, hogy előre jelezzék az URTI-t, ezzel közvetve a túlterhelést és túledzettséget is (Tiernan et al., 2020). Az edzés terjedelmének,

intenzitásának növelése negatívan hat az IgA szintre. Az IgA szint csökkenése pedig növeli a felső légúti infekciók kialakulásának kockázatát (Gleeson & Pyne, 2000; Tiernan et al., 2020). Az immunglobulinok mellett az interleukinok (IL) szintjében bekövetkező változásokat is megfigyelhetjük az URTI előre jelzésére. Az URTI-ra hajlamos sportolók IL-8, IL-10 és IL-1a szintje alacsonyabb, míg IL-6 szintje magasabb (Cox et al., 2007). Azonban mindkét módszer költségigényesnek tekinthető, a molekulák nyálban lévő alacsony koncentrációja miatt nagy érzékenységgű molekuláris módszerek alkalmazását teszi szükségessé.

A nem funkcionális túlterhelés és a túledzettség tünetei hasonlítanak a súlyos depresszióval küzdő betegek jeleire. Súlyos depresszió esetén a HPA tengely diszfunkciója figyelhető meg, amely a sportolóknál is jelen van, akik OTS-t vagy NFOR-t mutatnak (Barron et al., 1985; Urhausen & Kindermann, 2002). Ezzel párhuzamosan az endokrin rendszer is aktiválódik, hogy ellensúlyozza ezt az állapotot. Ebben az állapotban elsődlegesen az adrenalin és noradrenalin, valamint a kortizol hormon készíti fel a szervezetet az anyagcsere folyamatok szabályozásán keresztül. A tesztoszteron/kortizol arány, a kortizol szintet a fizikai stressz indexeként is alkalmazzák (Tsunekawa et al., 2023). Az intenzív edzési időszakban a fizikai stresszhez való alkalmazkodás során a kortizol hormon szintje jellemzően megemelkedik. Ezt több nemzetközi szakirodalom is alátámasztja.

Steinacker és munkatársai (2000) a Felépülés-Stressz (Recovery-Stress) kérdőívvel mérték fel evezős sportolóikat. Kutatásukban azt tapasztalták, hogy a kérdőív alapján mért legintenzívebb fizikai stressz időszakában fokozottan megemelkedik a kortizol szintje. Míg mikor az edzés okozta stressz csökkenni látszott, a kortizol szint is idővel csökkenő tendenciát mutatott (Steinacker et al., 2000). Bouget és munkatársai (2006) női kerékpárosok között mérték, hogy az edzés intenzitásának fokozott emelése, milyen hatással van a szervezet hormonális válaszára és a stressz állapotra. Ők is alkalmazták a Felépülés-Stressz kérdőívet. Eredményeik alapján elmondható, hogy a stressz szomatikus összetevőinek (fáradtság, érzelmi és szociális stressz) pontszámai emelkedtek, mellyel párhuzamosan változott a nyál nyugalmi kortizol szintje is (Bouget et al., 2006).

A túlterhelés kimutatása érdekében, a felső légúti fertőzések előre jelzését többen vizsgálták már olyan sportolói csoportokban, ahol gyakori előfordulásuk jellemző. Jelenleg a sportolói gyakorlatba is adaptált módszer nem létezik, főleg azok költség- és időigénye miatt. Jelen kutatás fontosnak tartja potenciális, az URTI előre jelzését célzó módszer kidolgozását.

Probléma megközelítése

A hazai kutatások a túledzettség epidemiológiájáról szórványosak (Kreher és mtsai., 2012). Nemzetközi adatok szerint az amatőr futók körében a túledzettségi szindróma előfordulása akár 33%, míg elit futóknál 60% is lehet (Morgan és mtsai., 1987). A sportolók esetében a túledzettség rövid távon csökkenti a teljesítményt, hosszú távon pedig az egészségi állapotot is negatívan befolyásolhatja. Elmondható, hogy az URTI-k és a túledzettség kapcsolata napjainkra már ismert. Korábbi kutatások alapján az állóképességi sportolók fokozottan ki vannak téve a túlterhelésnek (Matos et al., 2011; Nieman, 1997). Nagyterjedelmű állóképességi edzések hatására csökken a szervezet kórokozókkal szembeni ellenállása, ami növeli a fertőzések és betegségek kockázatát (Schwellnus et al., 2016; Walsh és mtsai, 2011). Timpka és munkatársai leírták, hogy állóképességi sportolók tízszer nagyobb eséllyel szenvednek el URTI-t egy világbajnokság alatt, mint erősportoló társaik (Timpka és mtsai, 2017).

A sportszakemberek gyakran több sportoló edzését és pályafutását segítik, ami megnehezíti az egyéni fejlesztések megvalósítását. Hasznos lenne olyan objektív, nem invazív biomarkerek azonosítása, például nyálban, amelyek alkalmasak a nem funkcionális túlterhelés és a felső légúti infekciók korai felismerésére. Ez segítene megelőzni a sportolók fizikai teljesítményének csökkenését és a potenciális nem funkcionális túlterhelés kialakulását.

Célkitűzés

Kutatásunk során a sportolók körében kialakuló felső légúti infekciók többszemponútú vizsgálatát végeztük, melynek során célkitűzésünk volt amatőr futók körében vizsgálni a nyál szteroidhormon szinteket egy két hónapos időszakban, illetve azok összefüggéseit a kialakuló felső légúti infekciókkal, alkalmazhatóságukat a felső légúti fertőzések előre jelzésében sportolóknál.

Anyag és módszer

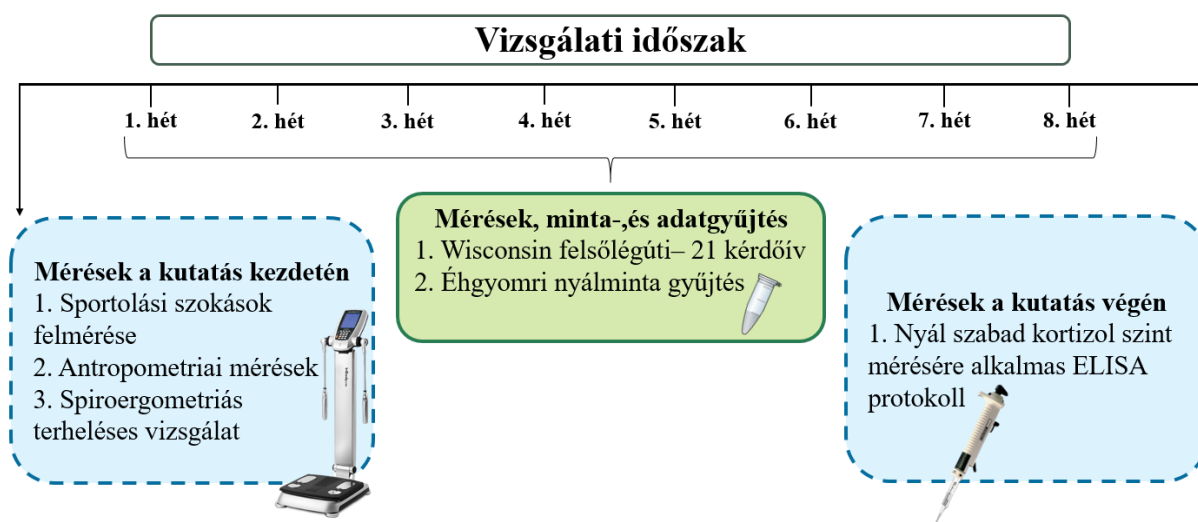
Vizsgálati személyek

Kutatásunkban 23 fő vett részt (átlag életkor=39,16±7,89 év). Vizsgálati személyeink középkorú futók voltak, akik rendszeres résztvevői közép- és hosszútávú amatőr futóversenyeknek. Beválasztási kritériumok közé tartozott, hogy legalább heti háromszor futó edzést végezzenek, az egyéb sporttevékenység nem volt kizáró ok. Továbbá kizártuk azokat,

akik ismert krónikus betegséggel rendelkeztek. Elsődlegesen az egyetemi hallgatók, illetve környező sport klubok sportolói közül történt a vizsgálati személyek toborzása, önkéntes alapon. A jelentkező sportolókat mindig tájékoztattuk a vizsgálati protokollról és írásban hozzájárultak a vizsgálatokban való részvételhez.

Protokoll

A vizsgálati protokollt az 1. ábra szemlélteti. Egy két hónapos időszakban vizsgáltuk a sportolókat, heti rendszerességgel. A kutatás kezdetén sportolóink részt vettek egy testösszetétel mérésen, majd ezt követően egy maximális futópados terhelést végeztünk, Lourenco protokoll alkalmazásával. Minden héten az adat- és mintagyűjtés része volt a 21 kérdésből álló Wisconsin felső légúti kérdőív kitöltése, valamint az éhgyomri nyálminta gyűjtés. A nyál szabad hormon koncentrációit (kortizol, tesztoszteron, ösztadiol) ELISA teszt segítségével mértük. Pilot kutatásunkban ugyanezt a protokollt alkalmazva határoztuk meg az URTI és a nyál hormonjai közötti összefüggéseket.



1. ábra: Protokoll (Forrás: saját szerkesztés)

Testösszetétel mérés

Az antropometriai méréseket az Inbody 270-es eszközzel (InBody Co., Ltd., Korea) végeztük el a vizsgálati időszak legelső napján. Az Inbody 270 egy testösszetétel analizáló készülék, mely képes zsír-izom mennyiségét megbecsülni, így információt kaphatunk a vázizomtömegről és testzsír százalékról is. Az alanyokat a reggeli órákban mértük, éhgyomri állapotban, minimális öltözetben (Yaqub, 2024).

Maxima futópados terhelés

A spiroergometriás vizsgálatunk célja volt a relatív maximális oxigénfelvevő képesség ($VO_2\text{max}$) meghatározása. A vizsgálati személyek kényelmes, edzésre alkalmas felszerelésbe öltöztek a tesztet megelőzően. A Lourenco protokoll alapján (Lourenço et al., 2011) végeztük a futópados terhelést. A vizsgálatban történő mérések előtt egy héttel a sportolók kipróbálták a protokollt, hogy az idegen környezet hatása ne befolyásolja a későbbi eredményeket. Az említett futópados teszt 2 perc séta után, egy 3 perces bemelegítéssel kezdődött, ahol 8-8,5 km/h-val futottak a sportolók. Ezt követően 9 km/h-val és 1%-os dőlésszöggel folytatódott a protokoll. Ez a kezdeti futási sebesség minden 25. másodpercben 0,3 km/h-val növekedett egészen a sportoló kimerüléséig. A mérések toleranciaszintig történtek. A kimerülést követően egy 5 perces regenerációs időszak következett, ahol a sportolók adatait tovább regisztráltuk. Ez azt jelenti, hogy az elért maximális sebességet folyamatosan csökkentettük, annak a 60, 55, 50, 45 és 40%-ára, végül lassú sétára (Lourenço et al., 2011).

A spiroergometriás futópados terhelési protokollal meghatároztuk több más paraméter mellett, a relatív $VO_2\text{max}$ értéket. A $VO_2\text{max}$ a maximális oxigénfelvevő képességet jelenti, vagyis a sportoló maximális kapacitása az aerob munka elvégzésére. Részletesebben azt jelenti, hogy maximálisan hány milliliter oxigént tud szállítani és a leghatékonyabban hasznosítani a test 1 kilogrammja percenként (Smirmaul et al., 2013; Ranković et al., 2010).

Wisconsin felső légúti tünet kérdőív

A Wisconsin kérdőív Barrett és munkatársai (2009) által kidolgozott standard kérdőív, a felső légúti infekciók súlyosságának és tüneteinek a felmérésére szolgál, mely 21 kérdést tartalmaz. A kérdések megválaszolásakor a vizsgálati személyeknek egy nyolcfokozatú Likert-skálán kellett értékelniük a megadott szempontokat. A skálán a nulla azt jelenti, hogy az adott sportolónak nincsenek tünete, vagy ha vannak is, azok nem befolyásolják a mindennapi tevékenységeit. A 7-es fokozat a tünetek legsúlyosabb állapotát jelenti, amikor azok már jelentős zavarokat okoznak az egyén cselekedeteiben. Az első kérdés az alany általános állapotát méri fel, ezt követően pedig a megfázás tüneteinek súlyosságára összpontosít a kitöltést megelőző 24 órában. Ilyen tünetek például az orrfolyás, köhögés, torokfájás, fáradtságérzet. A további kérdések a „funkcionális károsodást” mérik fel, vagyis azt, hogy az infekció adott tünete mennyiben befolyásolták az adott személyt különböző hétköznapi tevékenységek során, mint például a jó alvás, könnyű légzés, lépcsőzés, másokkal való kapcsolattartás, munka (Barrett et al., 2009). A Likert-skála alapján adott pontok összeadva

adták meg számunkra a felső légúti megbetegedés súlyosságának állapotát. Ha a pontok összegezve alacsony számot adtak, akkor a sportolók enyhe tüneteket mutattak. Minél nagyobb számot kaptunk az egyes kérdőívek eredményiben, annál súlyosabb felső légúti infekcióban szenvedett az adott vizsgálati személy.

Nyálminta gyűjtés és hormonszintek mérése

A nyálminta gyűjtést hetente egyszer, a hétnek mindig azonos napján kora reggeli időpontban hajtottuk végre. A vizsgálati személyeknek készítettünk egy beosztást, így mindig ugyanabban az időpontban tudtuk összegyűjteni a nyálmintákat mindenkitől, hogy kontrollálni tudjuk a napszakos ingadozást (Hansen et al., 2008). A nyálmintákat steril Eppendorf csövekbe gyűjtöttük, minden alkalommal hármat az összes vizsgálati személytől. A sportolók a mintavétel előtt legalább 2 órával nem fogyasztottak ételt az éhgyomri mintavétel érdekében (Granger et al., 1994; Hansen et al., 2008). Továbbá a mintavétel előtti 24 órában kerülni kellett az alkoholfogyasztást is (Martin & Pangborn, 1971). Megkértük a vizsgálati személyeket arra is, hogy a nyálminta adás könnyítése érdekében fogyasszanak előtte 1 órával fél liter vizet és arra is, hogy ne dohányozzanak vagy rágózzanak előtte. A nyálmintáknak teljesen színtelennek kellett lenniük. A legkisebb vörös szín is vérszennyeződésre utalt, ami téves hormon koncentrációt eredményezhet, így az ilyen mintákat nem használtuk fel a kutatás során (Papacosta & Nassis, 2011). A nyálmintákat hűtőben tároltuk addig, amíg el nem kezdtük az ELISA tesztet. A nyál akár egy évig is eltárolható -20 °C-on, de laboratóriumi fagyasztoóban -80 °C-on több év múlva is felhasználható. Ügyeltünk rá, hogy a nyálmintákat mihamarabb lefagyasszuk, hiszen szobahőmérsékleten legfeljebb 6 órát állhatnak (Hansen et al., 2008).

A nyálban lévő szabad hormonok mennyiségi mérését a Cortisol free in Saliva ELISA Kit (Ref. member: DES6611; Demeditec Diagnostics GmbH) protokollja alapján mértük a gyártó utasításainak megfelelően, ami egy szilárd fázisú, enzimhez kötött immunszorbiens teszt, amely a kompetitív kötődés elvén alapul. PTE Gyógyszerésztudományi Kar Gyógyszerészi Biotechnológia Intézet laborjában végeztük el a nyálminták analízisét.

A reagensek pipettázását a lehető leggyorsabban kellett véghez vinnünk, ügyelve a lépések sorrendjének pontos betartására. A bontatlan reagenseket 2-8 °C-on tároltuk, a lejáratí időig így stabilak. Az első felbontás után 30 napig voltak stabilak az anyagok szintén az imént említett hőmérsékleten. A reagensek esetében fontos volt, hogy elérjék a szobahőmérsékletet (18-25 °C) még a pipettázás előtt, hiszen a hőmérséklet képes befolyásolni az abszorbancia

értékeket. Fontos volt a kesztyű használata is annak érdekében, hogy az anyagok ne érintkezzenek a bőrünkkel.

Az eljárás lépései röviden összefoglalva:

1. 50 μ L-t a standardból, kontrollból, mintából a mintatartóba pipettáztunk
2. Hozzáadtunk 50 μ L enzimkonjugátumot (óvatosan felráztuk)
3. Inkubáltuk 60 percig (szobahőmérsékleten)
4. Ezt követte a mosás 4-szer hígított mosóoldattal (300 μ L/mélyedés)
5. Hozzáadtunk 200 μ L Tetrametilbenzidin (TMB) szubsztrátoldatot
6. Inkubáltuk 30 percig (szobahőmérsékleten)
7. 50 μ L Stop Solution-t hozzáadtuk és óvatosan felráztuk
8. 15 percen belül meghatároztuk az abszorbanciát fotométerrel 450 ± 10 nm-en
9. A kapott abszorbancia értékek ismeretében a szabad nyál hormon koncentrációit megtudtuk.

A méréseket követően a reagenseket és vegyi anyagokat veszélyes hulladékként kezeltük és annak megfelelően jártunk el, amikor eltávolítottuk azokat.

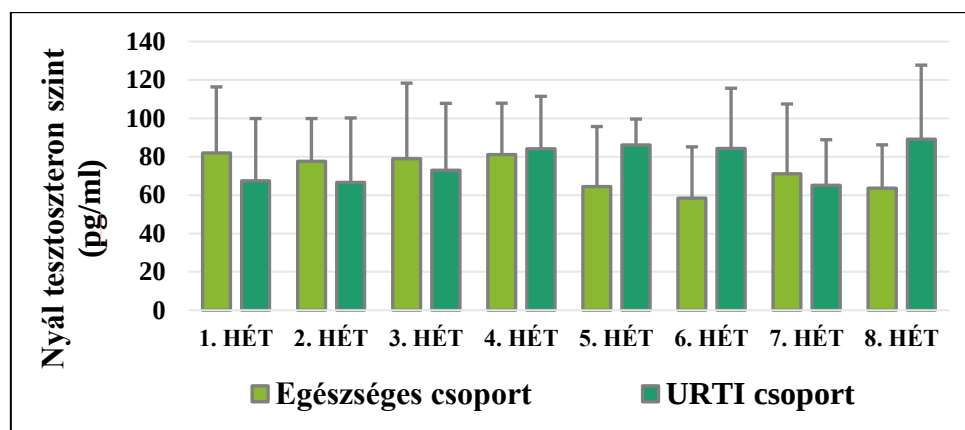
Statisztikai vizsgálat

SPSS Statistics 26 verziójának használatával végeztük a statisztikai analízist. Az adatok kiértékelése érdekében a statisztikai elemzés során leíró statisztikát végeztünk. Az adatok normalitásának vizsgálata érdekében Kolmogorov-Smirnov tesztet futtattunk. Mivel az adatok normál eloszlást mutattak, egyszempontos varianciaanalízist végeztünk, mely több független változó középértékének összehasonlítására szolgált. Ismételt mérések ANOVA-t akkor használtunk, amikor ugyanazokat a személyeket teszteltük három vagy több kondícióban (Mayer, 2021; Field & Hole, 2003). Szignifikánsnak fogadtuk el azt az eredményt, ahol igaz volt $p < 0,05$. A statisztikai számítások során meghatároztuk a szenzitivitás és specificitás értékét is. A szenzitivitás azt fejezi ki, hogy mekkora a valószínűsége annak, hogy a teszt pozitív lesz, ha kialakul a betegség, vagyis százalékosan milyen arányban jelzi pontosan a betegség megjelenését. A specificitás azt mutatja meg százalékosan, hogy a teszt mennyire pontosan mutatja ki, hogy ki nem lesz beteg, mikor pozitív a teszt (Bene, 2024).

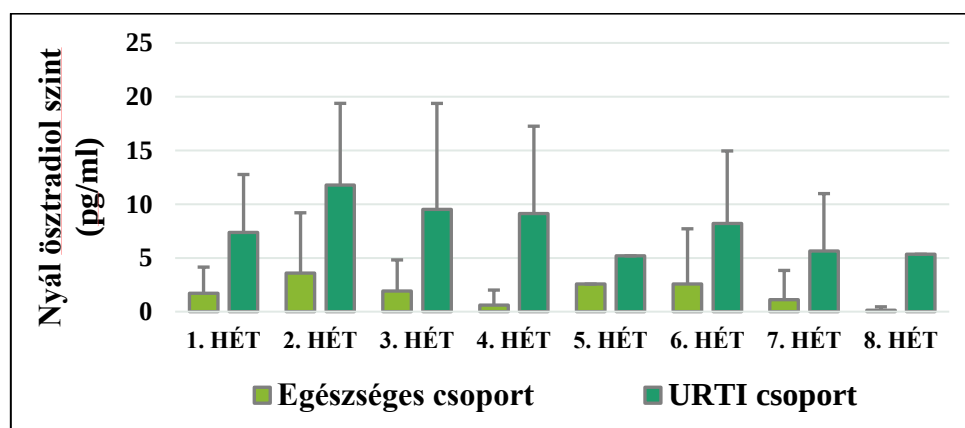
Eredmények és megbeszélésük

Pilot eredmények

Egy korábbi kutatásunkban 10 amatőr középkorú futó vett részt egy két hónapos vizsgálatban. Esetükben is meghatároztuk a nyál szabad hormon koncentrációját a korábbiakban ismertetett ELISA teszt segítségével. Ebben a kutatásban a nyálban lévő tesztoszteron, ösztadiol és szabad kortizol hormonok szintjének változását vizsgáltuk. A tesztoszteron és az ösztadiol esetében nem találtunk szignifikáns különbséget az egészséges és a felső légúti fertőzésen átesett csoportok (URTI csoport) között a 8 hét során. A második ábrán a nyál tesztoszteron koncentrációjának változása látható, a következő ábra (3.) az ösztadiol koncentráció változását mutatja be.



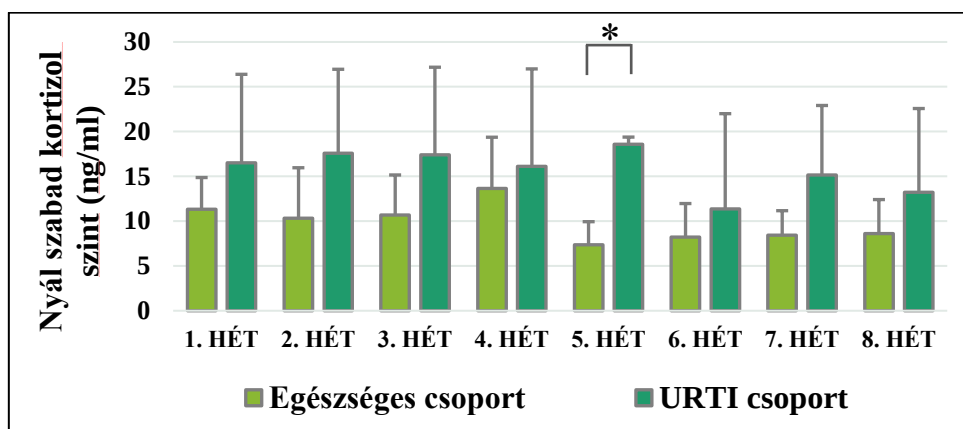
2. ábra: A nyál tesztoszteron koncentrációjának változás a 8 hét során (Forrás: saját szerkesztés)



3. ábra: A nyál ösztadiol koncentrációjának változás a 8 hét során (Forrás: saját szerkesztés)

Csak a kortizol esetében volt szignifikáns különbség a hetek között a vizsgált csoportok tekintetében (4. ábra). Szignifikáns különbséget csak az ötödik héten tapasztaltunk. Illetve már ekkor látható volt, hogy a kortizol koncentrációjában bekövetkező változás összefüggést mutat

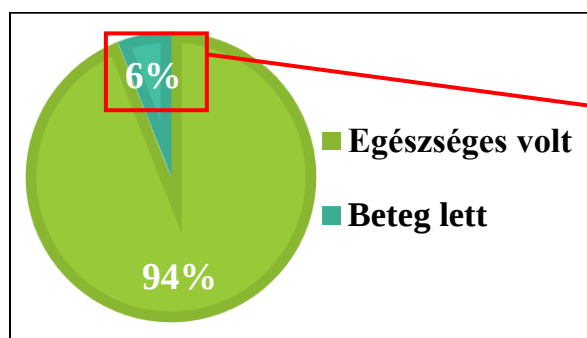
a felső légúti infekció megjelenésével amatőr sportolóknál. Ezért a későbbiekben a három hormon közül már csak a kortizol szint változására fókuszáltunk, így az elemszám növelése mellett döntöttünk.



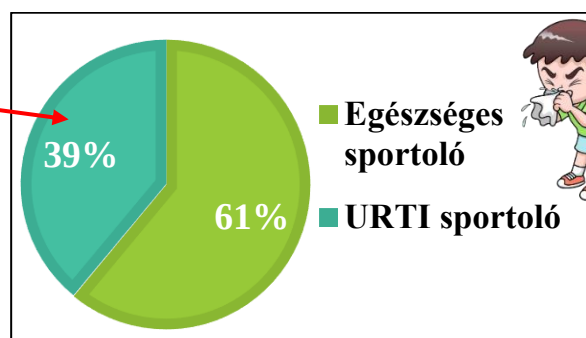
4. ábra: A nyál szabad kortizol koncentrációjának változás a 8 hét során (Forrás: saját szerkesztés)

Felső légúti infekció gyakorisága (Wisconsin kérdőív)

A vizsgált 180 alkalom 6%-ban tapasztaltunk lázzal járó felső légúti infekciót, ami az edzések kimaradását eredményezte. Ez az alanyaink közel 40%-ánál jelent meg.



5. ábra: A vizsgált 180 alkalom során az URTI gyakorisága (Forrás: saját szerkesztés)



6. ábra: A vizsgált személyeknél (N=23) az URTI gyakorisága (Forrás: saját szerkesztés)

Nagyterjedelmű állóképességi edzés hatására csökken a kórokozókkal szembeni ellenállás, ami nem csak az élsportolókat érinti, hanem az amatőr sportban is komoly kockázati tényező lehet (Schwellnus et al., 2016; Walsh et al., 2011). Részben ezért választottunk futókat a vizsgálatunkba. Ezt a megállapítást bizonyítja Hausswirth és munkatársainak (2014) kutatása, ahol 27 triatlonistát vontak be egy túlterheléssel kapcsolatos kutatásba, ahol a 6 hetes vizsgálati időszakban a felső légúti infekciók előfordulási gyakorisága 67% volt (Hausswirth et al., 2014). Heath és munkatársai (1991) viszont hozzánk hasonlóan amatőr futókat mértek fel kérdőívvel és edzésnaplók kitöltésével. Az 530 alany 12 hónapos felmérése során egyértelműen

megmutatkozott, hogy az edzés során fokozódó terhelés, jelentős kockázati tényezője a felső légúti infekciók kialakulásának (Heath et al., 1991).

Az akut betegségek is jelentős terhet róhatnak a sportolók szervezetére. Egy-egy akut megbetegedés csökkentheti a sportoló teljesítményét, arra kényszerítheti, hogy szakítsa félbe edzéstervét, ami élsportolók számára nagy veszteséget jelenthet. Az akut fertőző betegségek a motoros koordináció csökkenését eredményezhetik, továbbá a maximális oxigénfelvétel és az állóképesség is csökkenhet. Egy-egy akut fertőzés a súlyosabb szövődmények kialakulását és akár a hirtelen halál kockázatát is növelheti megterhelő fizikai aktivitás során (Purcell, 2007; Raysmith & Drew, 2016; Weidner & Sevier, 1996).

A felső légúti infekció alapján sportolóinkat két csoportba soroltuk: egészséges csoport, illetve a beteg csoport (röviden URTI, akik a vizsgálat során betegek lettek). A továbbiakban ezt a két csoportot hasonlítottuk össze az antropometriai felmérések eredményeiben.

Antropometriai adatok és sportolási szokások

Az antropometriai felmérést követően kapott eredményeket az alábbi táblázatban (1. táblázat) foglaltuk össze. Összehasonlítva az egészséges csoport és a beteg (URTI) csoport adatait elmondható, hogy nincs szignifikáns különbség köztük a sportolási szokásaikban, vagyis a sportolás gyakorisága, időtartama és terjedelme tekintetében. Tehát a kiindulási értékek kapcsán nincs eltérés a két csoport sportolói között. A sportolás időtartamában kisebb különbség látszik a két csoport között, ahogyan a terjedelem esetében is, viszont statisztikailag nem tudtunk kimutatni szignifikáns különbséget. Ugyancsak nem volt szignifikáns különbség az egészséges és URTI csoport között az antropometriai adatokban (életkor, testtömeg, BMI, testzsír százalék) és a $VO_2\text{max}$ értékében sem.

Az eredmények alapján azonban elmondható, hogy a vizsgálati személyek értékei megfelelnek az egészséges felnőtt kritériumoknak. Férfiaknál az egészséges tartomány körülbelül 18-24% közötti érték, míg nők esetében 25-31%. Ezek a tartományok olyan egyensúlyt tükröznek, amely támogatja a teljesítményt, miközben minimalizálja az egészségügyi kockázatokat. Míg az elit férfi futók testzsírja akár 5-10% is lehet, és az elit női futóké 10-15% körül, az amatőröknek valamivel magasabb százalékos arányokra kell törekedniük a megfelelő energiatartalékok és az általános egészség biztosítása érdekében (Satrazemis, 2021).

Az antropometriai adatok mellett a relatív $VO_2\text{max}$ értékét is szemléltettük a táblázatban a spiroergometriás futópados mérés eredményeként. Minél magasabb a $VO_2\text{max}$ értéke egy

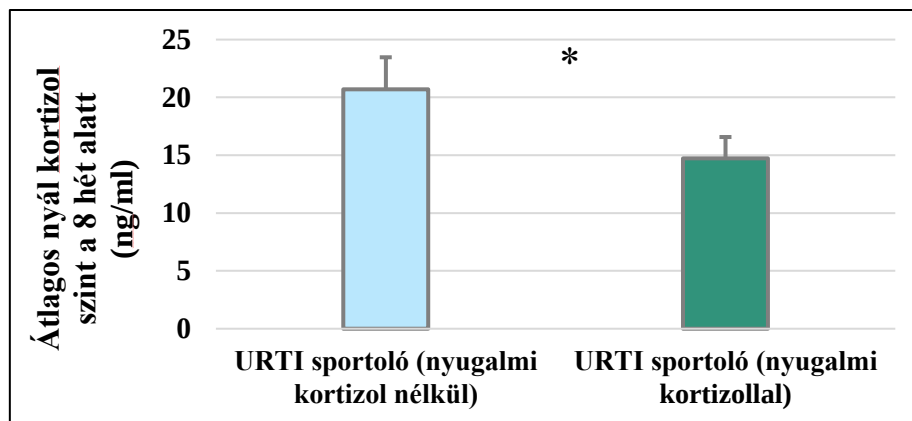
sportolónál, annál hosszabb ideig tudja fenntartani a magas intenzitást az edzéseik során. Ennek ismerete lehetővé teszi az edzők, trénerek számára, hogy egyénre szabottan alakítsák ki a sportolók edzésprogramját. A férfiak körében jó értéknek számít a 47 ml/kg/perc 30-39 éves korosztályban, míg a nőknél a 41 ml/kg/perc jó érték ugyanebben a korosztályban. A vizsgálati személyeink értékei, az átlagos életkort figyelembe véve jónak számítanak (Begum, 2024; Ranković et al., 2010; Smirmaul et al., 2013; Writer, 2024).

1. táblázat: Antropometriai mérések eredményei (Forrás: saját szerkesztés)

Vizsgálati személyek		
	<i>Egészséges csoport</i>	<i>URTI csoport</i>
Sportolás gyakorisága (alkalom/hét)	5,38±2,72	5,88±1,75
Sportolás időtartama (óra/hét)	5,92±2,76	8,0±2,84
Sportolás terjedelme (km/hét)	52,35±31,40	66,88±18,70
Decimális életkor (év)	38,99±8,93	39,42±6,36
Testtömeg (kg)	75,85±15,15	67,42±8,70
BMI (kg/m ²)	24,05±3,94	23,07±2,50
Testzsír százalék (%)	18,33±5,43	21,50±5,31
VO ₂ max (ml/kg/perc)	47,62±5,81	46,33±5,06

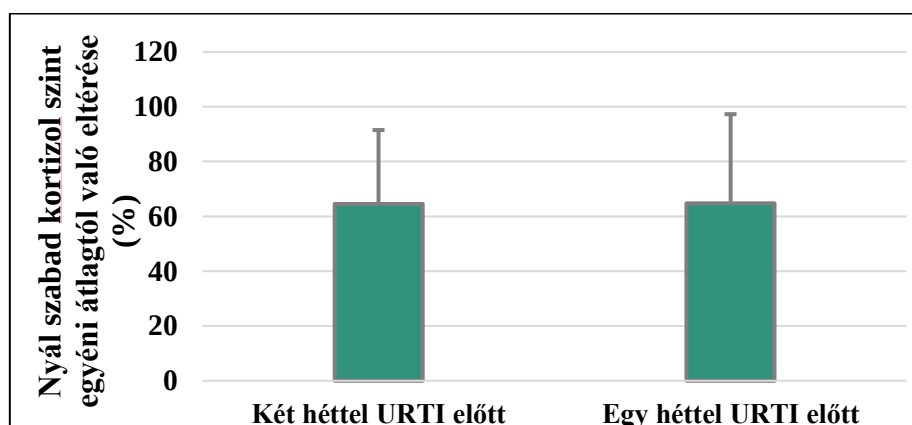
A nyál kortizol szintjének változása

A pilot mérések során a szabad hormon szintek közül a nyál kortizol szintjében találtunk szignifikáns különbséget, így a későbbi vizsgálataink során ezen hormon szintjét vizsgáltuk részletesebben. A következőkben a nyál kortizol szintjének változását szeretném bemutatni azoknál a sportolóknál, akik átestek olyan lázzal járó felső légúti megbetegedésen, amely gátolta őket az edzésük végrehajtásában. Megfigyelve az URTI sportolók nyugalmi nyál kortizol szintjét elmondható, hogy egészséges személy nyugalmi kortizol szintje nem haladja meg a 9,2 ng/ml-es értéket. Azok az URTI sportolók, akik folyamatosan tüneteket mutattak a Wisconsin kérdőív alapján, az ő kortizol szintjük szignifikánsan magasabb volt alacsony Wisconsin kérdőív pontszámot elért társaikénál (7. ábra). Kortizol szintjük a vizsgálati időszak alatt végig magas volt, és a 8 hét alatt végig valamilyen tüneteket mutattak. Ez a csoport így nem volt alkalmas az URTI előre jelzésének vizsgálatára.



7. ábra: A nyál szabad átlagos kortizol szintje a 8 hét során (Forrás: saját szerkesztés)

A továbbiakban azokat a sportolókat vizsgáltuk, akiknek volt nyugalmi kortizol szintje a nyolchetes vizsgálat során. Azoknál a sportolóknál, akiknél sikerült meghatározni a nyugalmi kortizol szintet, de betegek lettek a vizsgálati időszak során, náluk megfigyelhető volt, hogy ha 2 hétig legalább 50%-os kortizol szint változás volt az egyéni nyál kortizol szinthez képest, akkor nagy gyakorisággal URTI alakult ki (8. ábra).



8. ábra: Nyál szabad kortizol szint egyéni átlagtól való eltérése egy és két héttel URTI előtt (Forrás: saját szerkesztés)

Akiknél megvolt ez a feltétel azoknak az alanyoknak a 75%-a lett beteg. A nyál kortizol teszt specificitása 94,8% volt. A betegséget követően nagyok voltak még a kortizol szint ingadozások még két hétig is akár. Feltételezhetően, a sportolók még nem optimális edzésállapotban kezdtek el újra futni. Ebből kifolyólag az URTI után két hétig még nem alkalmas a kortizol a szűrésre, hiszen az eredmények alapján a sportolók még nem voltak tünetmentesek, annak ellenére, hogy visszatértek edzéseikhez. Egészséges embereknél kimutatták, hogy a kortizol szint összefügg az URTI kimenetelével. Janicki-Deverts és munkatársai (2016) 608 egészséges felnőttet vizsgálva megállapították, hogy azoknál, akik magasabb kortizol

szinttel rendelkeztek, nagyobb volt a fertőzés kockázata. A kortizol szint összefüggést mutatott a fertőzés időtartamával is. Magasabb kortizol koncentrációval több napos, hosszabb ideig elnyúló megbetegedést jeleztek előre (Janicki-Deverts et al., 2016).

Eredményeink a nemzetközi szakirodalmakkal részben megegyeznek, miszerint a nem megfelelően kivitelezett edzésterv okozta fizikai és pszichológia stressz változást idéz elő a nyál nyugalmi kortizol szintjéhez képest. Azonban újszerű eredmény, hogy a nyugalmi nyálban lévő szabad kortizol szint alkalmas lehet a felső légúti infekciók előre jelzésére. Az intenzív edzés időszakaiban a szervezet stresszhez való alkalmazkodásának részeként a kortizol szint jellemzően megemelkedik. Ez a növekedés előnyös, ha elősegíti a teljesítmény pozitív adaptációját. Ha azonban az edzésintenzitás megfelelő regenerálódás nélkül túl magas, a kortizol válasz potenciális túlterhelést vagy OTS-t jelezhet. Tehát a kortizol hormon folyamatos nyomon követése segíthet az edzőknek, trénereknek abban, hogy személyre szabottan igazítsák az edzések folyamatát, odafigyelve a terhelés és regeneráció megfelelő egyensúlyára.

A túlterhelt időszakban bekövetkező tartósan emelkedett szintű kortizol számos következménnyel is járhat. A kortizol segíti a fehérjék lebontását, így hosszabb távon az izomvesztés kockázatával is szembe kellhet néznie az adott sportolónak. Krónikusan magas kortizol károsíthatja az immunitást, megzavarhatja a glükózz szabályozást, mely az edzés okozta izomkárosodásból való felépülést is késleltetheti. A kortizol hormon szintjét azonban számos más tényező is befolyásolhatja, például a táplálkozás vagy az alvás is. Ezekre a további tényezőkre odafigyelve és az edzéssel kapcsolatos stresszorok helyes kezelése, segíthet a kortizol szint normál tartományon belüli megtartásában és az izmok regenerálódásában (Aguiar et al., 2021; Cohn-Kleinberg, 2022; Daly et al., 2004; Sivapalan, 2019; Torres et al., 2021).

A nem funkcionális túlterhelés és a túledzettség során, a depressziós állapotokhoz hasonlóan, a hipotalamusz-hipofízis-mellékvese (HPA) tengely diszregulációja jellemző. Ez maga után vonja a kortizol koncentrációjának megváltozását (Kalin & Dawson, 1986). Egy áttekintő cikk megállapította, hogy az OTS-ben szenvedő sportolók gyakran mutatnak tompított hormonválaszt, például kortizol választ különösen maximális terhelés mellett. Ez azt sugallja, hogy bár a nyugalmi kortizol szintek nem feltétlenül tesznek különbséget az egészséges és az OTS-ben szenvedő sportolók között, a szervezet stresszhatásokra való megfelelő válaszára való képtelensége az OTS kialakulásának kockázatát jelezheti (Cadegiani & Kater, 2017).

Az endokrinológiai markerek vizsgálatát bonyolíthatja, zavarhatja a gyűjtés napszakja, az évszaka, a menstruációs ciklus fázisa és a tápláltsági állapot is. Számos kritériumnak kell megfelelnie egy megbízható markernek az OTS kialakulásának felismeréséhez. Elsődlegesen a markernek érzékenynek kell lennie az edzésterhelésre, miközben ideális esetben más tényezők

nem befolyásolják. Könnyen mérhetőnek kell lennie és könnyen elérhetőnek kell lennie. Fontos, hogy ne legyen invazív, ne legyen túl drága és ne zavarja a sportoló teljesítményét az edzései során (Kellmann, 2010).

A szakirodalom és a saját eredményeink alapján elmondható, hogy a nyál szabad kortizol szintjének meghatározása egy jó lehetőségnek tűnik a felső légúti infekciók előre jelzésére, közvetve a NFOR és az OTS vizsgálatára, hiszen nem invazív a mintagyűjtés és a sportoló edzésprogramját sem zavarja.

Összefoglalás

Epidemiológiai adatok arra utalnak, hogy az állóképességi sportolók fokozottan ki vannak téve a felső légúti fertőzések kockázatának intenzív edzésidőszakok alatt (Nieman, 1997). Azonban nem ismert jelenleg olyan módszer, amely alkalmas az URTI előre jelzésére sportolóknál. Kutatásunk célja volt, vizsgálni amatőr futók nyál szteroidhormon szintjeinek változását egy két hónapos időszakban, valamint ezek összefüggéseit a felső légúti infekciókkal, továbbá alkalmazhatóságukat a sportolók felső légúti fertőzéseinek előre jelzésében.

Kutatásunkban állóképességi sportolókat vizsgáltunk, azon belül is amatőr hosszútávfutókat. A vizsgálati időszak kezdetén alanyaink részt vettek egy testösszetétel mérésen, majd egy maximális futópados terhelésen is. Minden héten kitöltötték a Wisconsin felső légúti kérdőívet, valamint éhgyomri nyálminta gyűjtést is végeztünk. A nyál szabad hormon koncentrációit ELISA teszt segítségével mértük. Pilot kutatásunkban a nyálban lévő tesztoszteron, ösztradiol és kortizol hormonok közül, csak a kortizol esetében volt szignifikáns különbség a nyolchetes vizsgálat során az egészséges és URTI-n átesett sportolók között. Jelenlegi kutatásunkban már csak a kortizol hormon szintjében bekövetkező változásokat vizsgáltuk részletesebben.

A nyolchetes vizsgálati időszakban a sportolók közel 40%-a esett át legalább egyszer lázzal járó felső légúti megbetegedésen. Egyes sportolók esetében a folyamatosan fennálló felsőlégúti tünetek és ehhez kapcsolódó magasabb nyál kortizol szint volt jellemző, mely összefüggésbe hozható a túlterheléssel. Az URTI sportolók közül azok, akiknél sikerült a nyugalmi kortizol szintet azonosítani, náluk ha a szint 50%-kal változott két hétig, akkor az URTI esélye jelentősen növekedett. A nyál kortizol teszt szenzitivitása 75% volt. Szenzitivitás az alacsony betegszám miatt további vizsgálatokat tesz szükségessé, melyek folyamatban vannak. A nyál kortizol teszt specificitása 94,8% volt.

Összefoglalva tehát állóképességi sportolóknál a nyál kortizol szint folyamatos nyomon követése egyik potenciális eszköze lehet a felső légúti infekciók megelőzésének, megakadályozva így a nem funkcionális túlterhelés és túledzettségi szindróma kialakulását.

Irodalomjegyzék

- Aardal, E., & Holm, A.-C. (1995). Cortisol in Saliva - Reference Ranges and Relation to Cortisol in Serum. *Cclm*, 33(12), 927–932. <https://doi.org/10.1515/cclm.1995.33.12.927>
- Aguiar, R. S., Lopes, G. C., Pinto de Castro, J. B., Prince, V. A., Mazini Filho, M. L., Nogueira da Gama, D. R., Moreira, R. A., Praxerdes, J. P., & Vale, R. G. (2021). Effects of high-intense resistance training on salivary cortisol in trained individuals: a systematic review (Efectos del entrenamiento de resistencia de alta intensidad sobre el cortisol salival en individuos entrenados: una revisión sistemática). *Retos*, 41, 265–271. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i41.82770>
- Armstrong, L. E., Bergeron, M. F., Lee, E. C., Mershon, J. E., & Armstrong, E. M. (2022). Overtraining Syndrome as a Complex Systems Phenomenon. *Frontiers in Network Physiology*, 1. <https://doi.org/10.3389/fnetp.2021.794392>
- Barrett, B., Brown, R. L., Mundt, M. P., Thomas, G. R., Barlow, S. K., Highstrom, A. D., & Bahrainian, M. (2009). Validation of a short form Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey (WURSS-21). *Health and Quality of Life Outcomes*, 7(1), 76. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-7-76>
- Barron, J. L., Noakes, T. D., Levy, W., Smith, C., & Millar, R. P. (1985). Hypothalamic Dysfunction in Overtrained Athletes*. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 60(4), 803–806. <https://doi.org/10.1210/jcem-60-4-803>
- Begum, J. (2024, March 07). *VO2 Max Testing: How Do You Measure and Improve Your Results?* WebMD. <https://www.webmd.com/fitness-exercise/what-to-know-about-vo2-max>
- Bene, M. (2024). Specificitás és Szenzitivitás – mennyit érnek a funkcionális tesztjeink? BeneGerincakadémia. <https://benegerincakademia.hu/specificitas-szenzitivitas-a-funkcionalis-tesztjeink-ertelmezese/>
- Bouget, M., Rouveix, M., Michaux, O., Pequignot, J.-M., & Filaire, E. (2006). Relationships among training stress, mood and dehydroepiandrosterone sulphate/cortisol ratio in female cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 24(12), 1297–1302. <https://doi.org/10.1080/02640410500497790>
- Cadegiani, F. A., & Kater, C. E. (2017). Hormonal aspects of overtraining syndrome: a systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 9(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s13102-017-0079-8>

- Chicharro, J. L., Lucía, A., Pérez, M., Vaquero, A. F., & Ureña, R. (1998). Saliva Composition and Exercise. *Sports Medicine*, 26(1), 17–27. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826010-00002>
- Cohn-Kleinberg, J. (2022, November 19). *Improve Athletic Performance by Measuring Your Cortisol*. pardigm. <https://www.pardigm.com/articles/improve-athletic-performance-by-measuring-your-cortisol>
- Cox, A. J., Pyne, D. B., Saunders, P. U., Cllister, R., & Gleeson, M. (2007). Cytokine Responses to Treadmill Running in Healthy and Illness-Prone Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(11), 1918–1926. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318149f2aa>
- Daly, W., Seegers, C., Timmerman, S., & Hackney, A. C. (2004). Peak cortisol response to exhausting exercise: effect of blood sampling schedule. *Medicina Sportiva (Krakow, Poland : English Ed.)*, 8(1), 17–20. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34720701>
- Dorn, L. D., Lucke, J. F., Loucks, T. L., & Berga, S. L. (2007). Salivary cortisol reflects serum cortisol: analysis of circadian profiles. *Annals of Clinical Biochemistry: International Journal of Laboratory Medicine*, 44(3), 281–284. <https://doi.org/10.1258/000456307780480954>
- Field, A., & Hole, G. (2003). *How to Design and Report Experiments*. Sage.
- Fomin, R. (2013). *Overreaching & Overtraining: What they are & How to avoid them*. Omegawave. <https://www.omegawave.com/2013/02/06/overreaching-and-overtraining-what-are-they-how-to-avoid-them/>
- Gleeson, M., & Pyne, D. B. (2000). Exercise effects on mucosal immunity. *Immunology & Cell Biology*, 78(5), 536–544. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1711.2000.t01-8-.x>
- Granger, D. A., Weisz, J. R., McCracken, J. T., Kauneckis, D., & Ikeda, S. (1994). Testosterone and conduct problems. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 33(6), 908. <https://doi.org/10.1097/00004583-199407000-00020>
- Halson, S. L., & Jeukendrup, A. E. (2004). Does Overtraining Exist? *Sports Medicine*, 34(14), 967–981. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434140-00003>
- Hansen, Å. M., Garde, A. H., & Persson, R. (2008). Sources of biological and methodological variation in salivary cortisol and their impact on measurement among healthy adults: A review. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 68(6), 448–458. <https://doi.org/10.1080/00365510701819127>
- Hauswirth, C., Louis, J., Aubry, A. A., Bonnet, G., Duffield, R., & Le Meur, Y. (2014). Evidence of Disturbed Sleep and Increased Illness in Overreached Endurance Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(5), 1036–1045. <https://doi.org/10.1249/MSS.00000000000000177>
- Heath, G. W., Ford, E. S., Craven, T. E., Macera, C. A., Jackson, K. L., & Pate, R. R. (1991). Exercise and the incidence of upper respiratory tract infections. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(2), 152–157. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2017010>

- Janicki-Deverts, D., Cohen, S., Turner, R. B., & Doyle, W. J. (2016). Basal salivary cortisol secretion and susceptibility to upper respiratory infection. *Brain, Behavior, and Immunity*, 53, 255–261. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2016.01.013>
- Kalin, N. H., & Dawson, G. (1986). Neuroendocrine dysfunction in depression: hypothalamic-anterior pituitary systems. *Trends in Neurosciences*, 9, 261–266. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(86\)90075-5](https://doi.org/10.1016/0166-2236(86)90075-5)
- Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(s2), 95–102. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01192.x>
- Kreher, J. B., & Schwartz, J. B. (2012). Overtraining Syndrome. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 4(2), 128–138. <https://doi.org/10.1177/1941738111434406>
- Kreider, R. B., O'Toole, M. L., Fry, A. C., Kibler, W. B., Nieman, D. C., Whelan, J. P., & Lehmann, M. (1998). Overtraining in sport. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(Supplement), 225. <https://doi.org/10.1097/00005768-199805001-01277>
- Lourenço, T. F., Martins, L. E. B., Tessutti, L. S., Brenzikofer, R., & Macedo, D. V. (2011). Reproducibility of an Incremental Treadmill $\dot{V}O_{2\max}$ Test with Gas Exchange Analysis for Runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(7), 1994–1999. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e501d6>
- Martin, S., & Pangborn, R. M. (1971). Human Parotid Secretion in Response to Ethyl Alcohol. *Journal of Dental Research*, 50(2), 485–490. <https://doi.org/10.1177/00220345710500026201>
- Matos, N. F., Winsley, R. J., & Williams, C. A. (2011). Prevalence of Nonfunctional Overreaching/Overtraining in Young English Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1287–1294. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318207f87b>
- Mayer, A. (2021). *Leíró statisztika, az adatelemzés alapfoka*. SPSSABC. <https://spssabc.hu/>
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J., & Urhausen, A. (2013). Prevention, Diagnosis, and Treatment of the Overtraining Syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(1), 186–205. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318279a10a>
- Meeusen, R., Duclos, M., Gleeson, M., Rietjens, G., Steinacker, J., & Urhausen, A. (2006). Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome. *European Journal of Sport Science*, 6(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/17461390600617717>
- Morgan, W., O'Connor, P., Sparling, P., & Pate, R. (1987). Psychological Characterization of the Elite Female Distance Runner*. *International Journal of Sports Medicine*, 08(S 2), S124–S131. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1025717>
- Nieman, D. C. (1997). Immune response to heavy exertion. *Journal of Applied Physiology*, 82(5), 1385–1394. <https://doi.org/10.1152/jappl.1997.82.5.1385>

- Nieman, D. C. (2009). Immune Function Responses to Ultramarathon Race Competition. *Medicina Sportiva*, 13(4), 189–196. <https://doi.org/10.2478/v10036-009-0031-4>
- Nunes, L. A. S., & Macedo, D. V. de. (2013). Saliva as a diagnostic fluid in sports medicine: potential and limitations. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 49(4), 247–255. <https://doi.org/10.1590/S1676-24442013000400003>
- Papacosta, E., & Nassis, G. P. (2011). Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(5), 424–434. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.03.004>
- Purcell, L. (2007). Exercise and febrile illnesses. *Paediatrics & Child Health*, 12(10), 885–887. <https://doi.org/10.1093/pch/12.10.885>
- Ranković, G., Mutavdžić, V., Toskić, D., Preljević, A., Kocić, M., Nedin-Ranković, G., & Damjanović, N. (2010). Aerobic Capacity as An Indicator in Different Kinds of Sports. *Bosnian Journal of Basic Medical Sciences*, 10(1), 44–48. <https://doi.org/10.17305/bjbms.2010.2734>
- Ray-Smith, B. P., & Drew, M. K. (2016). Performance success or failure is influenced by weeks lost to injury and illness in elite Australian track and field athletes: A 5-year prospective study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(10), 778–783. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.12.515>
- Satrachem, E. (2021, March 23.) *What is Body Composition? 5 Ways to Measure Body Fat*. TRIFECTA. <https://www.trifectanutrition.com/blog/what-is-body-composition-and-how-to-measure-it>
- Schwellnus, M., Soligard, T., Alonso, J.-M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T. J., Gleeson, M., Häggglund, M., Hutchinson, M. R., Janse Van Rensburg, C., Meeusen, R., Orchard, J. W., Pluim, B. M., Raftery, M., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1043–1052. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096572>
- Sivapalan, H. (2019, May 14). *Optimizing cortisol for exercise and recovery*. Fitness Genes. <https://www.fitnessgenes.com/blog/optimizing-cortisol-for-exercise-and-recovery>
- Smirmaul, B. P. C., Bertucci, D. R., & Teixeira, I. P. (2013). Is the VO₂max that we measure really maximal? *Frontiers in Physiology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00203>
- Steinacker, J. M., Lormes, W., Kellmann, M., Liu, Y., Reissnecker, S., Opitz-Gress, A., Baller, B., Günther, K., Petersen, K. G., Kallus, K. W., Lehmann, M., & Altenburg, D. (2000). Training of junior rowers before world championships. Effects on performance, mood state and selected hormonal and metabolic responses. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(4), 327–335. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11297003>
- Szabó, T. (2019). Az élsport során elszenvedett hosszú-távú egészségkárosodás bemutatása és megelőzése a Sportjog és az Egészségügyi jog tükrében [Doktori értekezés]. Testnevelési Egyetem Sporttudományok Doktori Iskola. <https://doi.org/10.17624/TF.2020.1>

- Tiernan, C., Lyons, M., Comyns, T., Nevill, A. M., & Warrington, G. (2020). Salivary IgA as a Predictor of Upper Respiratory Tract Infections and Relationship to Training Load in Elite Rugby Union Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 782–790. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003019>
- Timpka, T., Jacobsson, J., Bargoria, V., Périard, J. D., Racinais, S., Ronsen, O., Halje, K., Andersson, C., Dahlström, Ö., Spreco, A., Edouard, P., & Alonso, J.-M. (2017). Preparticipation predictors for championship injury and illness: cohort study at the Beijing 2015 International Association of Athletics Federations World Championships. *British Journal of Sports Medicine*, 51(4), 271–276. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096580>
- Torres, R., Koutakis, P., & Forsse, J. (2021). The Effects of Different Exercise Intensities and Modalities on Cortisol Production in Healthy Individuals: A Review. *Journal of Exercise and Nutrition*, 4(4). <https://doi.org/10.53520/jen2021.103108>
- Tsunekawa, K., Shoho, Y., Ushiki, K., Yanagawa, Y., Matsumoto, R., Shimoda, N., Aoki, T., Yoshida, A., Nakajima, K., Kimura, T., & Murakami, M. (2023). Assessment of exercise-induced stress via automated measurement of salivary cortisol concentrations and the testosterone-to-cortisol ratio: a preliminary study. *Scientific Reports*, 13(1), 14532. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41620-5>
- Urhausen, A., & Kindermann, W. (2002). Diagnosis of Overtraining. *Sports Medicine*, 32(2), 95–102. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232020-00002>
- Veres-Balajti, I., Takács, D., & Tisljár, R. (2015). *Sportrehabilitáció* (I. Veres-Balajti (ed.)). Campus Kiadó.
- Walsh, N. P., Gleeson, M., Shephard, R. J., Gleeson, M., Woods, J. A., Bishop, N. C., Fleshner, M., Green, C., Pedersen, B. K., Hoffman-Goetz, L., Rogers, C. J., Northoff, H., Abbasi, A., & Simon, P. (2011). Position statement. Part one: Immune function and exercise. *Exercise Immunology Review*, 17, 6–63. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21446352>
- Weidner, T. G., & Sevier, T. L. (1996). Sport, exercise, and the common cold. *Journal of Athletic Training*, 31(2), 154–159. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16558389>
- Writer, S. (2024, June 13). *Beyond Athletic Potential: Why VO2max Matters for Your Healthspan*. InsideTracker. <https://www.insidetracker.com/a/articles/why-vo2max-matters-for-your-healthspan>
- Yaqub, K. (2024). *Inbody 270 Scan (Body Composition Analysis)*. KEY MD Lifestyle Medicine. <https://www.keymdlifestyle.com/inbody-270-scan-lifestyle-medicine-newport-beach-ca/>

Lezárás dátuma: 2024. 10. 06.