

Mikrobiom és testösszetétel vonatkozásai vízilabdázók körében: szakirodalmi áttekintés

Microbiome and body composition aspects among water polo players: review



ÖSSZEFOGLALÁS:

Az emberi szervezettel együtt élő mikrobiális ökoszisztéma kutatása az ezredforduló óta rohamosan fejlődő tudományterület. A vízilabda teljesítménytulajdonságok szerint az erő-állóképességi sportágak közé tartozik.

Mivel a magas és alacsony intenzitású aciklikus mozgásforma egyaránt megjelenik, ezért nagyon fontos a megfelelő szénhidrátbevitel, melyből a versenyző az energia egy részét nyeri. Fehérje- és zsírbetevelt az ajánlásoknak megfelelően kell beállítani (Santos et al., 2014). A sportolók táplálkozási tudásának és a táplálkozási tudás érzékelését befolyásoló hatásának pontos felmérése érdekében további, módszertanilag megfelelő kutatásokra van szükség (Kiss Anna et al., 2018).

A mikróbbapopuláció természeteshez közeli formában történő rendszeres pótlásával azon élettani folyamatok is kedvezően alakulnak, melyek hozzájárulhatnak a magas fizikai teljesítmény és koncentrációképesség fenntartásához, az élsportolók magas anyagcseréjének hatékonyá tételéhez és ezeken keresztül a kiemelkedő sportteljesítményhez és a háttérben azonosítható és mérhető biológiai és kémiai paraméterek stabilizálódásához.

Kulcsszavak: mikrobiom, testösszetétel, vízilabda, étrend.



ABSTRACT:

Research on the microbial ecosystem living with the human body has been a rapidly evolving field of science since the turn of the millennium. Water polo is one of the strength-endurance sports in terms of performance characteristics.

Since both high- and low-intensity acyclic forms of movement appear, proper carbohydrate intake is very important, of which the competitor gains a portion of the energy. Protein and fat intake should be adjusted according to recommendations (Santos et al., 2014). In order to accurately assess the nutritional knowledge of athletes and the impact of nutritional knowledge on eating, further methodologically appropriate research is needed (Kiss Anna et al., 2018).

By regularly replenishing the microbial population in a near-natural form, physiological processes that can contribute to maintaining high physical performance and concentration, making high metabolism of elite athletes efficient and through them outstanding sports performance and stabilizing biological and chemical parameters identifiable and measurable in the background are also beneficial.

Key words: microbiome, body composition, water polo, diet.



Szerző:
DR. FRITZ RÉKA
Klinikai szakorvos,
egyetemi tanársegéd
Semmelweis Egyetem,
Fül-Orr-Gégészeti és
Fej-Nyaksebészeti Klinika, Budapest
Kutatási területei: fül-orr-gégészeti
kórképek és beavatkozások
táplálkozási vonatkozásai
drandoreka@gmail.com



Szerző:
DR. OLÁH CSILLA
biológus
Essen-Duisburgi Egyetem,
Urológiai Klinika, Essen
olahcsilla5@gmail.com
Főbb kutatási terület:
urológiai daganatok molekuláris
biológiai vizsgálata



Szerző, rovatvezető:
DR. HABIL. FRITZ PÉTER
egyetemi docens
Ferencvárosi Torna Club,
Miskolci Egyetem
pfriz@hotmail.hu
Tudományos tevékenysége:
doktori iskolában témavezető
Főbb kutatási terület:
sporttáplálkozás, rekreáció

Az emberi szervezettel együtt élő mikrobiális ökoszisztéma kutatása az ezredforduló óta rohamosan fejlődő tudományterület. A témát érintő tudományos publikációk száma ezres nagyságrendű, hetente tízesével nő.

Köszönhetően a téma aktualitásának és a rohamosan növekvő tanulmányok számának egy újonnan publikált összefoglaló tanulmány szisztematikus és átfogó keresést végzett elektronikus adatbázisokban, ideértve a Web of Science (*WOS*, *Scielo*), a Pub-Med-MEDLINE, a Biblioteca virtual de la Salud (*LILACS*, *IBECs*), az EBSCO (*az Academic Search Complete CINAHL*; *SPORTDiscus*) és a Cochrane könyvtárat. Ezen tanulmány során a probiotikumokra, prebiotikumokra és/vagy szinbiotikumokra fókuszáltak, továbbá azok működésére és az emberi egészségre gyakorolt hatására. A keresési folyamat a következő kulcsszavak alapján történt: „probiotikumok”, „pre-

biotikumok”, „szinbiotikumok”, „sportolók” és „egészség”. Utólagosan kizárták az állatokon végzett kísérletek eredményeit, így összesen 31 tanulmány felelt meg a keresési kritériumoknak és került be a további felülvizsgálatba. A tanulmányok túlnyomó többsége a probiotikumokkal és azok egészségügyi hatásaival foglalkozott ($n=28$), míg csak kevés publikáció mutatta be a prebiotikumok és/vagy szinbiotikumok ($n=3$) fogyasztásának eredményeit sportolóknak és aktív egyéneknél. Az alábbi következtetést vonták le a szerzők a kutatási eredményeikből: „Noha a legtöbb tanulmány pozitív egészségügyi hatásokat jelentett a sportolóknak és az aktív személyeknek, még mindig nincs olyan tudományos bizonyíték, amely azt sugallná, hogy a probiotikumok, prebiotikumok és szinbiotikumok fontos szerepet játszanak az élsportolók teljesítményének javításában. Ezeknek a tanulmányoknak a

száma és minősége jelenleg korlátozott, ezért javítani kell a funkcionális biomarkerek kiválasztását és a módszertani megközelítéseket, valamint meg kell határozni a konkrét étrend-kiegészítőket és az edzésmennyiségeket” (*Calero et al., 2020*).

Mint minden teljesítménysportban, így a vízilabdázásban is a teljesítőképeség és a teljesítőképeség színvonalának harmóniája határozza meg az edzettségi állapotot. A teljesítőképeségen belül többek között a motoros képességek koordinációs és kondicionális összetevőinek edzésére kell különös figyelmet fordítani. A koordinációs képességek fejlesztése a technikai képzettségre, míg a kondicionális képességek az erő, állóképesség és gyorsaság a kondíció színvonalára van hatással.

Vízilabdázásban elsősorban olyan kevert kondicionális képességekre van szükség, mint az erő-állóképesség és a gyorsasági állóképesség.

Mivel ebben a sportágban adott technikába ágyazva magas és alacsony intenzitású ciklikus, illetve aciklikus mozgásforma egyaránt megjelenik, ezért nagyon fontos a megfelelő szénhidrát-bevitel, melyből a versenyző az energia egy részét nyeri.

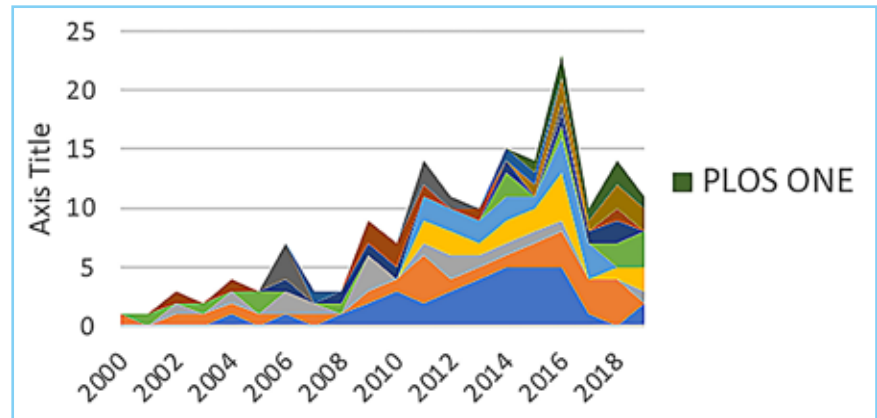
Fehérjebevitel szempontjából jellemzően 1,2-1,7g/ttkg az ajánlott. A zsírbevitelt az ajánlásoknak megfelelően kell beállítani (Santos *et al.*, 2014).

Habár egyre több irodalom érhető el vízilabdával kapcsolatban is, még mindig sokkal kevesebb tanulmány íródik más sportágakkal összehasonlítva.

A Web of Science alapján a „water polo” kifejezés a publikációk címében, kulcsszavaiban vagy absztraktjaiban 463 alkalommal fordult elő. Mély betekintést ezek még nem nyújtanak, de indikatíván néhány trendet illetően (*pl. exponenciális növekedés a megjelenést illetően, orvosi területek magas reprezentációja, legfontosabb kulcsszavak dinamikája*). (1. ábra)

A szakirodalomban vízilabdával kapcsolatosan (25% orvosi cikk a Web of Science-en) elsősorban vállóvi sérülések traumatológiai vonatkozásában találunk cikkeket. Találhatóak még a testösszetételt, szervezeten belüli folyadékteret vizsgáló tanulmányok, illetve különböző gyógyszerek és anyagok hatását vizsgáló közlemények, azonban kifejezetten mikrobiomkutatással kapcsolatban mind- eddig még nem születtek publikációk vízilabdázókkal kapcsolatosan. (2. ábra)

Az 5 leggyakrabban használt kulcsszó: team sport, performance, body composition, shoulder, heart rate. A következőkben azon tanulmányok eredményeiről szeretnénk rövid összefoglalást nyújtani, melyek jelenleg a legnépszerűbb kutatási témák a vízilabdával kapcsolatosan, mindemellett a teljesítményképet elemzik, sok esetben a táplálkozás, testösszetétel szempont-



2. ábra: A TOP szaklapokban történő megjelenések alakulása 2000 és 2019 között

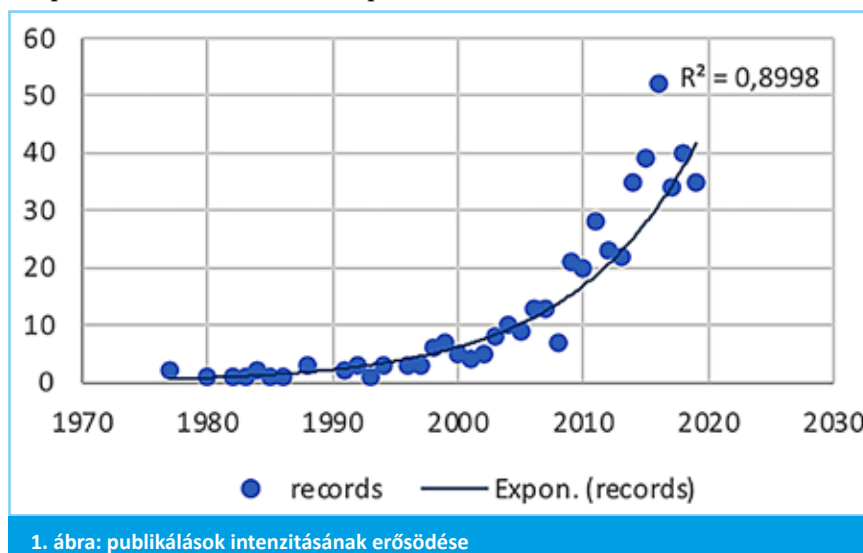
jából, azonban a mikrobiom állapotát és annak jelentőségét a szervezet anyagcseréjére még nem, vagy csak kevésbé vizsgálják. Mindazonáltal ezen eredmények szintén jó támpontot adhatnak a mikrobiomkutatáshoz, ugyanis azon paraméterek, melyeket megvizsgáltak, összefüggésben állnak a sportolók mikrobiom-összetételével és azok jelentőségével a szervezet metabolizmusára.

A rendszeres testedzés a szervezetben egy sor akut és krónikus válaszreakciót indít be, melynek végeredménye az adaptáció és egy performáns fizikai státusz elérése. A teljesítményképet sok negatív befolyásoló tényező ismert már napjainkban, ezek közül az egyik a dehidráció, melyhez az elégtelen folyadékbevitel és/vagy a fokozott izzadás vezethet.

Az első, általunk kiválasztott tanulmányban a spanyol női vízilabda-válogatott tagjainak (18 fő, 18 és 31 év közötti, 59 és 108 kg testtömeg közötti, illetve magasságot tekintve 162 és 178 cm közötti) testösszetételét, illetve annak kapcsán a víztartamát (*extra és intracelluláris víz is*) tervezték vizsgálni. Az adatgyűjtés 2015 májusában zajlott Madridban.

A mérést bioimpedancia működésé elvén alapuló Inbody 720-szal végezték, külön elemezve a szervezet ösz-víztartamát, az extra- és intracelluláris víz mennyiségét, illetve a résztvevőkkel kitöltötték egy folyadékfogyasztási kérdőívet. Eredményként minden atlétánál optimális hidratációs szint igazolódott a testösszetétel-elemzés során, a normál értékeket figyelembe véve. A kitöltött kérdőív alapján a folyadékbevitelük is kielégítő volt (Peña *et al.*, 2015).

A következő, a Maastrichti egyetem által publikált tanulmányban a nitrátban gazdag cékla ergogén hatásának vizsgálatát tűzte ki célul női vízilabdázók körében. A vizsgált csoport a holland vízipólo-válogatott volt (14 fő), akiket 2 hatnapos „töltési” időszaknak vetettek alá, 140 ml/nap nitrárgazdag (BR: ~800 mg/nap nitrát), illetve nitrátot hozzáadott (depletált, PLA) célkelt ittak (így alakult ki 2 vizsgált csoport). A hatodik napot követően a sportolónok lélegzetvétel nélküli sprintúzásokat hajtottak végre, nézve, mennyi távot tudnak megtenni egy lélegzetvétellel (*apnoe-teszt*), ezt követően a sprintteljesítményt tesztelték (16 db, 15 méteres, 4x4-es blokkokban, 30 másodperces pihenővel közte). Az apnoe teszt során összességében a megtett távolság a 2 csoport közt érdemben nem tért el BR (49.5±7.8 m) és PLA (46.9±9.1 m, P=0.178), viszont, ha a két 6 napos ciklust hasonlítjuk össze, a második 6 nap végére a BR csoport eredménye szignifikánsan jobb lett a PLA csoporténál. A sprintteljesítmény tekintetében nem mutatkozott különbség a 2 vizsgált csoport között. Következtetésként: céklalé étrendi kiegészítés a sprintteljesítményen nem javított, de lehetséges, hogy pozitív ergogén hatást gyakorol az apnoera nézve (Kristin *et al.*, 2017). Az előző két tanulmány is mutatja, hogy egyre nagyobb az érdeklődés a táplálkozás, a megfelelő folyadékbevitel és a teljesítmény közötti kapcsolat feltárására, azonban számtalan olyan



1. ábra: publikálások intenzitásának erősödése

kérdés maradt, amit vízilabdával kapcsolatban eddig még nem vizsgáltak. Így a következőkben olyan tanulmányok eredményeit is összefoglaljuk, melyek a teljesítmény és a megfelelő táplálkozás kapcsolatát vizsgálták, azonban más sportágak esetében.

Ebben a 2018-as cikkben a vizsgálat célja a szabadidő-sportolók táplálkozási tudásának felmérése, valamint az egyéni táplálkozási tanácsadás hatására bekövetkező tudás változásának monitorozása volt Budapesten. A vizsgálati csoportban legalább hetente három alkalommal 45 percet sportolók ($n=25$), kontrollcsoportunkban rendszeresen sportot nem űzők ($n=25$) szerepeltek. Egy 12 hetes intervenció (*rendszeres egyéni táplálkozási tanácsadás*) megkezdése előtt és a végén a General Nutrition Knowledge Questionnaire táplálkozási tudás-felmérő kérdőívet töltötték ki a vizsgálatban részt vevők 2017-ben. A felmérés kezdetén a GNKQ ételmiszer-választásra vonatkozó részében a résztvevők 49,3%-a válaszolt helyesen a kérdésekre. A kérdőív ételmiszerek tápanyagtartalmára vonatkozó részében a sportolók 57,6%-a tudta a jó választ, a hazai táplálkozási ajánlásokat pedig 61,2%-uk ismerte helyesen. A 12 héten át tartó intervenció végén a szabadidő-sportolók szignifikánsan jobb eredményeket értek el a kontrollcsoporthoz képest, a GNKQ során elért összpontszám és a nem, a kor és a sport típusa között volt kimutatható összefüggés. A kérdőív és az egyes szakaszok belső megbízhatósága (*Cronbach alfa = 0,75-0,86*) megfelelő. Tehát a GNKQ megbízható módszer a táplálkozási tudás felmérésére, így feltételezzük, hogy vízilabda-játékosok körében is alkalmazható lenne a kutatás. A sportolók táplálkozási tudásának és a táplálkozási tudás étképzést befolyásoló hatásának pontos felmérése érdekében további, módszertanilag megfelelő kutatásokra van szükség (*Kiss Anna et al., 2018*).

Az „Állóképességi sportolók táplálkozásának és testösszetételének változása 12 hetes táplálkozási intervenció során” című publikáció az előző kutatás része volt. A vizsgálat célja a szabadidő-sportolók táplálkozási szokásai, a testösszetétel és a fogásérősség közötti kapcsolat feltérképezése, valamint az egyéni táplálkozási tanácsadás hatására a táplálkozás és a testösszetétel paramétereiben bekövetkező változások monitorozása volt. A vizsgálati csoport az előző cikkben leírtakkal megegyező volt. A 12 héten tartó intervenció (*rendszeres egyéni táplálkozási tanácsadás*) végén táplálkozási naplóval és InBody 770-es testösszetétel-analizátorral vizsgálták. A mért értékek elemzésére leírt statisztikai módszert, az energiabevitel

és a testösszetétel közötti összefüggések kimutatására kétmintás T-próbát alkalmaztak. Az állóképességi sportolók körében tartósan alacsony energiabevitel figyelhető meg (*energiabevitel <30 kcal/kg LBM/nap*). Azoknál a sportolóknál, akiknek energiabevitel kisebb volt, mint 30 kcal/kg LBM/nap, szignifikáns különbséget igazoltunk a testösszetétel paramétereire (*zsírmentes testtömeg, testtömegindex, teljes testvíz, zsírmentes testtömeg index, a test aktív sejtömege*) és az energiabevitel között. A fehérjebevitel és a testösszetétel között is szoros korreláció volt kimutatható, azoknak a sportolóknak, akiknek nagyobb volt a fehérjebevitelük, kisebb volt a testszírszázalékuk. A 12 héten át tartó intervenció végén az állóképességi sportolók táplálkozásának minősége nagymértékben javult a kontrollcsoporthoz képest, az energia- és tápanyagbevitel tekintetében a fehérje-, a szénhidrát-, a rostbevitelnél volt kimutatható szignifikáns differencia az egyéni táplálkozási tanácsadás hatására. Nem csupán az energia- és tápanyagbevitelben, hanem a testösszetétel paramétereiben is statisztikailag bizonyítható változás történt a két csoport között és a csoporton belül is. A tartósan kicsi energiabevitel az állóképességi sportolók körében is megfigyelhető, és összefüggésben áll a testösszetétel paramétereivel. A negatív energiamérleg hatására a szervezet kompenzálja az energiahányt, aminek következtében a vázizom tömege és a zsírmentes testtömeg csökken. Az egyénre szabott táplálkozási tanácsadás és a testösszetétel meghatározása, valamint rendszeres nyomon követése a sportteljesítmény optimalizálásának fontos elemei, lehetővé teszik a különböző edzés módszerek adaptálását és egyénre szabott edzésterv kidolgozását (*Kiss Anna et al., 2018b*).

Kiss és munkatársai kutatásának célja az aktuális és releváns szakirodalmak áttekintését követően, valamint saját kutatási eredményük alapján azoknak a validált biomarkereknek az összegyűjtése volt, amelyek a sportolók tápláltsági állapotának meghatározására és táplálkozási felmérésére használt hagyományos módszerek (*pl. testösszetétel-mérés, táplálkozási napló, FFQ*) kiegészítésére szolgálhatnak, továbbá az élettani paraméterekben bekövetkezett változások monitorozására alkalmasnak, megbízhatónak bizonyulnak. A kutatás az egészség, a sportteljesítmény és a regeneráció szempontjából vizsgálta a makro- és mikrotápanyag-ellátottság, valamint a hidratációs státusz biomarkereit ötven sportoló bevonásával, Budapesten. A vizsgálatban egészséges, 18. életévüket betöltő, rendszeresen

(*min. heti 3 alkalommal*) sportoló személyek vettek részt. Függő változók: a tápláltsági állapot, testösszetétel, vérkép, táplálkozás (*energia-, makro- és mikrotápanyag-bevitel*), sportolás és az életminőség, független változók: a nem, a kor és a szocio-demográfiai tényezők. A tápláltsági állapot meghatározásában többek között a nitrogénegyensúly markerei és az albumin játszik fontos szerepet. A tápláltsági állapot mérése elengedhetetlen a teljesítmény optimalizálásához, mert befolyásolja az egészséget, a testösszetételt és a regenerációs időt. Egyes aminosavak fontos információt nyújtanak a fehérjeszintézisről és az egyén táplálkozásáról. Az elágazó láncú aminosavak (*BCAA*) például növelik a fehérje szintézisének és a lebomlásnak mértékét az izomban nyugalmi állapotban. Ezen túl a makrotápanyagok metabolizmusát tekintve fontos biomarkerek tekinthetők a glükóz, a HbA1C, vagy a szabad zsírsavak. A mikrotápanyagok közül a D-vitamin- és vashiány különösen gyakori a sportolók körében, ezen túl a folsav-, a B12-vitamin- és a magnéziumhiány is a teljesítmény romlását okozhatja, és az izomfunkció csökkenéséhez vezethet. A hidratációs státusz meghatározó biomarkereihez tartozik a szérum- és a könny ozmolaritása, vagy a plazma AVP szint és a copeptin. A fehérjék, elektrolitok és anyagcseretermékek biomarkerként információkat nyújthatnak a sportolók egyéni egészségi állapotáról. A biomarkerek objektív módon mérhető eredményekkel támogatják a saját bevalláson alapuló kérdőíves felméréseket a torzító tényezők kiküszöbölésével, valamint segítséget nyújtanak a szakemberek számára egy olyan, komplex program kidolgozására, amely maximális teljesítménynövekedést eredményez, miközben minimalizálja a túlterhelést és a sérülések kialakulásának kockázatát (*Kiss et al., 2017*).

Az előző három cikk rávilágított, hogy milyen fontos és egyben eredményes is a sportolók testösszetételének nyomonkövetése, a tápláltsági állapotuk felmérése, valamint táplálkozási tudásuk felmérése és fejlesztése. A vizsgálati módszerek eredményeit a laborvizsgálati eredmények objektív módon mérhető eredményekkel támogatják.

Lee és munkatársainak problémafelvetése az volt, hogy kevés javaslat van a biomarker panelekre a rendszeres edzést folytató sportolók változásainak nyomon követésére. Irodalomlemezést végeztek 152 tanulmány feldolgozásával. A cikk egy átfogó képet nyújt a sportban legnagyobb hatékonysággal alkalmazható biomarkerek szerepéről, és a legfrissebb kutatási eredmények alapján írja le a paramétereiket és az össze-

tett hatásait. Sportolóknál elsődleges energiaforrásként a glükóz funkcionál, a megfelelő szénhidrátbevitel képes csökkenteni a testmozgás indukált hypoglikémia előfordulását. Az izomglikogén kiürülése a terhelés időtartamától és intenzitásától függ, a glikogénraktárak optimális feltöltéséhez naponta 8-10 g/ttkg szénhidrát bevitelle ajánlott. Általában a sportolóknak naponta 1,3–2,0 gramm/ testtömeg-kg fehérjebevitel szükséges, hogy támogassák az izomfehérje-szintézist, megkönnyítsék az edzéshez való alkalmazkodást, és megakadályozzák a sovány izomtömeg-vesztést. Mivel sok validált biomarker referenciartomány inkább az általános populációkban, mint a sportolóknak megfelelő, az ismételt mérések lehetővé teszik az egyes szakértőknek, edzőknek, hogy személyre szabott referenciartományokat hozzanak létre, amelyek napról napra vagy hétről hétre ingadozhatnak, sérülést, túledzést vagy csökkent teljesítményt okozva. A biomarker egyetlen mérése nem teszi lehetővé az egyén egészségi állapotának pontos meghatározását (Shaw et al., 2014). Ezen markerek lemérése, egy nagyszámú vízilabdával profi szinten foglalkozó játékosokat tartalmazó kohorszban, nagymértékben járulhatna hozzá a játékosok teljesítménynöveléséhez, egyénre szabott edzésterv és táplálkozási ajánlások keresztl.

A kiegyensúlyozott és változatos étrend mellett kulcsfontosságú szerepe van az egyes makrotápanyagok összehangolt arányának. A vízi sportolóknak a nagy edzésintenzitás és a gyakori edzések miatt a felkészülési időszakban különösen fontos a megfelelő, egyénre szabott energiabevitel a regeneráció és az edzésadaptáció támogatásához. Az edzés előtti alacsony izomglikogén például csökkenti a nagy intenzitáson nyújtott teljesítményt, ezért a felkészülési időszak során hangsúlyozni kell a napi szénhidrátfelvétel mennyiségét. Tudományos bizonyítékok vannak arra vonatkozóan, hogy a fehérjebevitel időzítése, a fehérje típusa és mennyisége befolyásolja az edzés és a verseny utáni regenerációt és az adaptációt (Stellingwerff, Maughan & Burke, 2011).

Az elágazó láncú aminosavak (BCAA) transzamináz-aktivitása egyidejűleg történik az edzés által kiváltott izomglikogén-redukcióval, ami arra utal, hogy a BCAA kiegészítése energetikai szerepet játszhat ebben az állapotban. Gualano és munkatársainak az volt a célja a kutatásukkal, hogy a BCAA kiegészítése fokozza-e a gyakorlatok hatékonyságát és a lipid-oxidációt a kiürült glikokénraktárral rendelkező sportolók esetében? Alkalmazott módszerük: kettős-vak

vizsgálatot alkalmaztak önkéntesek körében (N=7) a São Pauló-i Egyetem. Véletlenszerűen osztották el a BCAA-t (300 mg/ttkg kg/nap) vagy a placebo-ra (maltodextrine) 3 napra. A második napon az alanyokat testmozgással kiváltott glikogénkimerülési protokollnak vetették alá. Ezután a harmadik napon kimerítő edzést végeztek, amelyet követően a kimerültség meghatározta a légzescserét (RER), a plazmaglükózt, a szabad zsírsavakat (FFA), a vérketonokat és a laktátot. A BCAA kiegészítése nagyobb fokú ellenállást váltott ki a placebohoz képest (+ 17,2%). Ezenkívül a BCAA-val kiegészített alanyok csökkentett RER-értéket és magasabb plazmaglükózsintet mutattak a kimerítő testgyakorlás során. Gualano és munkatársai arra a következtetésre jutottak, hogy a BCAA kiegészítése növeli a fáradtsággal szembeni ellenálló képességet és fokozza a lipidoxidációt edzés közben glikogénnel kimerült alanyokban (Gualano et al., 2011).

A megfelelő testösszetétel elengedhetetlen az optimális teljesítmény eléréséhez, így az erre vonatkozó referenciaértékek kidolgozása segítheti a sportolók, edzők, szakemberek munkáját.

A következő tanulmányban 21 sportág 798 sportolójának vizsgálatával referenciaértékeket dolgoztak ki a sportolók testösszetételére és antropometriks mérésére. A testtömeget és a magasságot 898 sportolón (264 nő, 634 férfi), antropometriks változókat 798 sportolónál (240 nő és 558 férfi), 481 sportolónál (142 nő és 339 férfi) kettős energiájú röntgenfelvételen mérték Portugáliában, abszorpciós módszerrel (DXA) 2014-ben.. Mivel a minták mérete egy sportágon belül néhány eredménynél nagyon alacsony volt, a százalékokat egy paraméteres, empirikus bayesi keretrendszer segítségével becsülték meg, amely lehetővé tette az információk megosztását a sportágak között. Eredmények: a következő DXA-eredményekhez nemi és sportspecifikus referencia-százalékokat kaptak: teljes (az egész test letapogatása) és a regionális (részösszeg, törzs és függelék) csont ásványianyag-tartalma, csont ásványi sűrűsége, abszolút és százalékos zsírtartalma, zsírtalan tömeg és sovány lágy szövetek. Ezenkívül referenciaszázalékot kaptak a magasság-normalizált indexekre vonatkozóan a zsíros tömeg, zsírtalan tömeg és az appendikáris sovány lágy szövetek eloszlásával a magasság négyzetével. Következtetések: ezek a referenciaszázalékok hasznos eszközként szolgálnak a sportszakemberek számára mind a klinikai, mind az edzőkörülmények között a sportolók testösszetételének értékeléséhez. Sajnos a vízilabda

nem került bele a vizsgált sportágak körébe (Santos et al. 2014). Mindazonáltal, ha viszonylag kevés publikáció is, de már vannak olyan tanulmányok, melyek junior vagy felnőttkorú vízilabda-játékosok testösszetételét vizsgálták. Ezen eredmények rámutatnak arra is, hogy a vízilabdában megjelennek poszt-specifikus testösszetétel jellemzők is, melyek támpontként szolgálhatnak a szakemberek, edzők számára egyéni és poszt-specifikus edzéstervek, illetve akár táplálkozási ajánlások összeállítására is (Lozovina et al. 2009, Ferragut et al. 2011, Kondric et al. 2012).

A testi adottságok szoros kapcsolatban vannak a sportolási szinttel (amatőr vagy élsport stb.), és nagyban függenek a táplálkozás minőségétől. A következő kutatásban 4 csoportot vizsgáltak: 12 súlyemelő, 15 labdarúgó, 12 asztaliteniszező és 12 testnevelés szakos egyetemi hallgató került beválasztásra az egyes csoportokba. Minden alany esetén rögzítették az életkort és fizikai adottságokat, illetve felmérték a napi energiabevitelt, folyadékmennyiséget, szénhidrát-, fehérjebevitelt táplálkozási napló segítségével. Eredmények: míg a fizikai változók érdemi különbséget nem mutattak a különböző csoportok között, a post hoc tesztek eredményei alapján szignifikáns különbségek igazolódtak egyes csoportok között a kort, BMI-t, zsírtömeg, zsírtömeg, testtömeg, a vízfogyasztás, illetve a protein- és szénhidrát-fogyasztás között. Szignifikáns összefüggés mutatkozott a fizikai változók és a vízbevitel között minden csoportban, a proteinbevitel tekintetében a testnevelési hallgatók csoportjában, illetve a teljes zsírbévitel tekintetében a súlyemelő csoportjában. Végkövetkeztetésként megállapították, hogy a vizsgált nők abnormálisan hypoenergiás étrendet követnek túlzottan kevés szénhidrátbevitellel. Emiatt táplálkozási szaktanácsadás lenne indokolt (Pilis Ket al., 2019).

A következő tanulmány célja az volt, hogy regisztrálja a test változásait egy 12 hetes időintervallumban egy úszóedzéseket végző csoportnál. A kontrollcsoport egy szedatarista egyéneket tartalmazó csoport volt. Hetente 3 db 60 perces úszófoglalkozáson vett részt a kutatásba beválasztott 34 főiskolai hallgató. Testtömeg, magasság, csípőkörfogat és has-csípőkörfogati arány szerepelt a vizsgált paraméterek között, a bioimpedanciával meghatározott adatok mellett (extra és intracelluláris víz, testzsír-százalék, izomszázalék). Eredmények: a 12 hetes vizsgálati időszak végére a csípőkörméret csökkent, illetve derék-csípő arány tekintetében az úszó csoportnál növekedés volt regisztrálható, a testössz-

szetelési paraméterek viszont érdemben nem változtak az úszás hatására, csupán az intracelluláris víz mennyisége növekedett valamelyest (Charmas – Gromisz, 2019).

Régi új igazság, hogy a fizikai aktivitás egészséges, amit évezredek tapasztalatai és modern kutatások bizonyítanak. Ez azért aktuális hazánkban, mert a magyar lakosságra jellemző, hogy keveset mozog, és ez az egyik oka, hogy magas az elhízottak és túlsúlyosak aránya.

A következő kutatás célja volt egyrészt vizsgálni a szenior versenyzás, mint fizikai aktivitás hatását a testösszetételre és életminőségre, másrészt a táplálkozási szokások felmérése. A kutatás 2017-ben történt Budapesten. A kutatásnak alapvetően két része volt, az egyik része egy kérdőív felmérés, a másik pedig egy eszközös testösszetétel-mérés. A kérdőív része volt az SF-36 egészséggel összefüggő életminőséget mérő kérdőív, melyet a RAND Health Corporation fejlesztett, magyarra fordított és validált, a magyar lakosság átlagértékei rendelkezésre állnak. A felmérésben részt vett szenior versenyzők ($n = 93$) testzsír-százaléka és vázizomtömeg-értékei jobbák voltak a referenciaértékekhez képest. A felmért csoport életminősége is kedvező értékeket mutatott a magyar lakosság átlagértékeihez képest minden korcsoportban. A táplálkozásuk nagyobb arányban felelt meg az ajánlottaknak, ám emellett is sok hiányosság volt kimutatható. Ez azt mutatja, hogy a szenior versenyzás pozitív hatással lehet a testösszetételre, különösen, ha azt nézzük, hogy milyen a magyar lakosság körében jelen lévő trend elhízás és túlsúly terén. A felmért csoport életminőség-értékei jobbák voltak a magyar lakosság átlagértékeinél, ez különösen az idősebb korosztályokban látszódt. Következtetésképpen a szakirodalmi adatok és a felmérés alapján elmondható, hogy a

szenior versenyzás pozitív hatással lehet a testösszetételre és életminőségre (Tompa et al., 2018).

Az eddig leírtakat összefoglalva a megfelelően összeállított edzéstervek, étrend-kiegészítők, makro- és mikro-nutriensek hatásán túl értelemszerűen ki kell terjedni azokra a sportolói teljesítményt indirektíven befolyásoló hatásokra is, mint a terhelést követő rehabilitáció módja és mikéntje. Ebből a szempontból a szervezet legtermészetesebb önműködő regeneratív folyamata az alvás. A megfelelő minőségű és időtartamú alvás a sportolók nemcsak alapvető immunválaszaira, agyi aktivitásaira, de közvetve a glükóz anyagcseréjére, kortizolszintjére is befolyással van, amely alapvetően határozza meg az alvást követő nap teljesítményét az élsportban. Az alvásmegvonás vagy rossz minőségű alvás (amely a versenyzők zömét érinti közvetlenül a megmérést megelőző éjszaka) negatívan befolyásolja, glükóz-anyagcserét (lassabb glükogénraktározás az izmokban és a májban). A rosszul feltöltött glükogénraktárak eredményeképp sokkal gyorsabban jelentkeznek a nem kívánatos izomkifáradások, amelyek alulteljesítéshez vezetnek. A kialvatlanság a motoros funkciók lassulásával természetesen a reakcióidőt is negatívan befolyásolja (<https://blog.bridgethletic.com/recovery-between-water-polo-games-to-improve-athletic-performance>).

Az adott területen megjelent számos publikáció közül a jelen tanulmány célját tekintve kiemeljük Smith és mtsai (2019) „Gut microbiome diversity is associated with sleep physiology in humans” címmel megjelentetett közleményét. A kutatók a mikrobiom-összetétel és nyálból ELISA tesztek segítségével kimutatható főbb gyulladási faktorok, mint a citokinek közé tartozó interleukin-6, interleukin 1 β , továbbá a korti-

zolszint alakulása és az alvásminőség alakulása között egyértelmű összefüggéseket találtak. A nyálmarker molekulák mellett a kísérletben részt vevők kísérleti periódus alatti folyamatos motoros aktivitását, alvási ciklusait (Actigraphy Motion Biosensors), kognitív teljesítőképességét (<https://admin.jogglerearch.com/>), neurológiai funkcióit a NIH Toolbox program segítségével (<http://www.nihtoolbox.org>) mérték iPad-re fejlesztett speciális, szabadon hozzáférhető applikációk alkalmazásával. A bemutatott kutatás arra hívja fel a figyelmet, hogy egyes gyulladási faktorok (IL-6, IL-1 β), a kortizol, mint stresszhormon, és a cirkadián ritmusért felelős melatonin (ELISA teszttel nyálból történő kimutatás) szintén indikátora lehet a mikrobiom és sportolói teljesítmény közötti összefüggés megállapításának.

Ezen eredmények tükrében jó okunk van feltételezni, hogy a mikrobapopuláció természeteshez közeli formában történő rendszeres pótlásával azon élet-tani folyamatok is kedvezően alakulnak, melyek hozzájárulhatnak a magas fizikai teljesítmény és koncentrációképesség fenntartásához, az élsportolók magas anyagcseréjének hatékonyá tételéhez, és ezeken keresztül a kiemelkedő sportteljesítményhez és a háttérben azonosítható és mérhető biológiai és kémiai paraméterek stabilizálódásához.

A mikrobiom mellett az alvás, a hidratáció, a megfelelő táplálkozás, étrend-kiegészítők használata mind-mind befolyásolhatja a sportteljesítményt profi vagy akár szabadidős sportolóknál egyaránt. Így a közeljövőben a témával kapcsolatos publikációk számának további emelkedése várható. Remélhetőleg a vízilabdához köthető teljesítmény-optimizálással kapcsolatban is több hiányzó adatra, kérdésre választ kaphatunk a jövőben.

Irodalomjegyzék:

Calero, Q. C. D., Rincón, O. E., & Margueta, M. P. (2020): Probiotics, prebiotics and synbiotics: useful for athletes and active individuals? *Beneficial Microbes*, 11(2), 1–16. <https://doi.org/10.3920/BM2019.0076>

Santos, D.A., Dawson, J.A., Matias, C.N., Rocha, P. M., Minderico, C.S., Allison, D.B. et al. (2014): Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes. *PLOS ONE*, 9(5), e97846. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097846>

Peña, M.N., Moret, J.A., Tazón, S.S., Moreno, J.N., Villamil, C.E., & Palacios, G.D.A.N. (2015): Assessment of the body water content in the Spanish Women's National Waterpolo Team. *Nutrition hospitalaria*, 32(2), 10329. doi: 10.3305/nh.2015.32.sup2.10329

Kiss, A., Lakner Z., Ignits D., Katona, S., Mészáros, N. & Fritz, P. (2018): A táplálkozási tudás és a táplálkozási tudás változásának mérése szabadidő-sportolók körében a General Nutrition Knowledge Questionnaire segítségével. In: Magyar Sporttudományi Szemle, 9(75), 53.

Kristin L. J., Jan-Willem V. D., Joan M.G. S., Luc J.C.V.L., & Lex B. V. (2017): The Effect of Beetroot Juice Supplementation on Dynamic Apnea and Intermittent Sprint Performance in Elite Female Water Polo Players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(5), 468–473. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0293>

Kiss, A., Lakner Z., Ignits D., Katona, S., Mészáros, N. & Fritz, P. (2017): A biomarkerek szerepe a sportolók tápláltsági állapot meghatározásában és táplálkozási felmérésében. In: Magyar Sporttudományi Szemle. 2017 18(4), 61

Shaw, G., Boyd, K. T., Burke, L. M., & Koivisto, A. (2014): Nutrition for swimming. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(4), 360–372. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2014-0015>

Stellingwerff, T., Maughan, R. J., & Burke, L. M. (2011): Nutrition for power sports: middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming. *Journal of sports sciences*, 29(1), 79–89.

Gualano, A.B., Bozza, T., Campos, L.D.P., Roschel, H., Costa, A.D.S., Marquezzi, L.M., Benatti, F., Herbert, L.J.A.

(2011): Branched-chain amino acids supplementation enhances exercise capacity and lipid oxidation during endurance exercise after muscle glycogen depletion. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2011(51), 82–88.

Santos, D.A., Dawson, J.A., Matias, C.N., Rocha, P.M., Minderico, C.S. & Allison, D.B. (2014): Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes. *PLOS ONE*, 9(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097846>

Pilis, K., Stec, K., Pilis, A., Mroczek, A., Michalski, C., Pilis W. (2019): Body composition and nutrition of female athletes. *Europe PMC*, 70(3), 243–251. DOI: 10.32394/rpzh.2019.0074

Charmas, M., & Gromisz, W. (2019): Effect of 12-Week Swimming Training on Body Composition in Young Women: *Int J Environ Res Public Health*, 16(3), pii: E346. doi: 10.3390/ijerph16030346.

Tompa, O., Biró, L., Mák, E. (2018): Szenior versenyzők antropometriai értékeinek, életminőségének és táplálkozásának felmérése. *Recreation*, 8(2), doi: 10.21486/recreation.2018.2.4