

# **A légzésfrekvencia hatása az inkrementális gyorsúszásteszt alatt mért terheléselettani mutatókra**

## **Bevezetés**

Az úszók sikerességét nem csupán fizikai adottságaik és technikai tudásuk határozza meg, az eredményes felkészüléshez elengedhetetlen egyes élettani paraméterek folyamatos nyomon követése. Az egyéni vér laktát szint, a hozzá rendelt pulzustartományok és a laktát tűrőképesség a legfontosabb vizsgált élettani értékek, amelyek visszajelzést adnak az edzőnek sportolója állóképességéről, aktuális edzettségi állapotáról. Az úszósportban az 1970-90-es évektől kezdve egyre nagyobb hangsúlyt kapott a különböző energiatermelést igénylő intenzitási zónákban történő sorozatterhelések alkalmazása (1). A modern edzésben ez a fajta megközelítés lehetővé tette a nagyfokú variációkat az edzések kialakításában és az egyénre szabott felkészülésben.

Úszás során versenytávtól függően az aerob és anaerob energiaszolgáltató folyamatok eltérő mértékben járulnak hozzá az eredményességhez. Míg 50 méteren az anaerob metabolikus rendszer dominál, addig 100 méteren közel egyenlő arányban vesznek részt az aerob és anaerob folyamatok. Ugyanakkor 400 méteres távon már az aerob lebontó folyamatoknak lesz nagyobb szerepe. 50-400 m-es távig 37-63% közé tehető a glikolízis részvételi aránya, mely szignifikáns összefüggést mutat a vér laktát koncentrációjával (2).

Vescovi és mtsi. (3) versenykörülmények között eltérő távokon mérték a vér laktát szintjét. 100 és 200 m-es távokon kapták a legmagasabb értékeket a vizsgált úszásnemtől függetlenül. Számos tanulmány támasztotta alá az úszott táv hosszának, a metabolikus folyamatok részvételi arányának, ezen keresztül a vér laktát koncentrációjának összefüggéseit. (4,5).

Az úszók energiahatékonyságához, az energiaszolgáltató rendszerek igénybeviteléhez nagy mértékben hozzájárul a technikai kivitelezés (6). A gyorsúszás egy keresztezett ciklikus mozgás. A ki-és belégzés a törzs elfordításával és a karmunkával összehangoltan megy végbe (7). A levegővétel meghatározott kartempószámra történik. Ez történhet egy, illetve mindkét oldalra történő elfordulással. Edzéseken elsősorban hármas, négyes, ötös légvételi technikát alkalmaznak az úszók (8).

A légvételi technika megfelelő kivitelezése kihatással lehet az optimalizált úszótechnikára és ezen keresztül az úszó teljesítményére. Pedersen és mtsi (9) vizsgálatukban kiszámították,

hogy a vizsgált távon a légvétel nélkül és az egy légvétellel történő gyorsulás között, 10 m-es távolságra levetítve 0,03 mp különbség volt, mely az úszóversenyek tekintetében jelentős hátrányt okozhat. Nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a légvétel Pedersenék tanulmánya alapján hatással volt az úszó sebességére, így annak technikai kivitelezése befolyásolhatja az úszók sebességét is. Versenyző úszók körében végzett vizsgálat (10) során megfigyelték, hogy az optimális áramvonalas testhelyzet fenntartásához az úszók alacsonyabb légvételi frekvenciát alkalmaztak. Ezen tanulmányok alapján fokozott figyelmet érdemes fordítani a légvételi technika optimalizálására, szabályozására.

Az, hogy az egyes légvételi technikák hogyan befolyásolják az úszók anaerob paraméterekre gyakorolt hatását számos tanulmány született (11, 12). Ezek alapján az alacsonyabb légzésszám 100 m-es távig nem okozott szignifikáns eltérést az élettani paraméterek változásában a magasabb légzésszámhoz képest. Ez nem meglepő, hiszen ilyen rövid távon elsősorban az anaerob alaktacid és laktacid energianyerési folyamatok dominálnak. A légzés célja az oxigénellátás maximalizálása a szénhidrátok tökéletes elégetéséhez, érdekes, hogy mindezidáig a kutatók nem vizsgálták a légzésfrekvencia hatását olyan távokon, ahol az aerob energianyerés jelentős.

### *Célkitűzés és hipotézis*

A rendelkezésre álló szakirodalom alapján és az energianyerési folyamatok élettani törvényszerűségeit figyelembe véve kutatásunk célja az volt, hogy egy korábban is alkalmazott 7x200 m-es gyorsúszásteszt során megvizsgáljuk a 3-as, illetve 5-ös kartempósámszámra vett légvételi frekvenciák szívfrekvenciára és laktát szintre gyakorolt hatását. A korábbi sprinttávokat alkalmazó tanulmányoktól eltérően azt feltételeztük, hogy az inkrementális teszt során, az 5-ös légvétel magasabb értéket fog eredményezni a fent említett terhelési mutatókban, mint 3-as légvétel esetén. Mivel a légvétel hidrodinamikai okok miatt jelentős sebességvesztést eredményez, ezért hipotézisünk megválaszolása fontos információt szolgáltat az élvonalbeli úszók teljesítménymenedzsmentjében.

## **Anyagok és módszerek**

### *Vizsgálati személyek*

A vizsgálatban nyolc utánpótláskorú versenyúszó vett részt, akik a régióban található úszóklubból kerültek kiválasztásra. A vizsgálati személyek deskriptív adatait az 1. táblázat mutatja be. A résztvevő versenyzők mindegyike legkésőbb 5 éves korában kezdte el az úszást,

minimum hat éve versenyszerűen úszik. A korosztályos ranglista első 10 helyezettje között szerepelnek választott úszásnemükben, emellett rendszeresen versenyeznek gyorsúszásban. Az úszók a vizsgálat során nem változtattak étrendjükön, edzésmódszerükön. Átlagosan heti 20 órában végeztek edzésmunkát, melyből 5 alkalom szárazföldi és 9 alkalom vízi edzés volt.

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| Életkor (év)      | 15±2      |
| Testtömeg (kg)    | 65.3±11.8 |
| Testmagasság (cm) | 177.5±9.6 |

**1.táblázat:** A vizsgált személyek deskriptív adatai

### *Vizsgálati protokoll*

A mérés Pyne és mtsi. (13) által megalkotott protokollt követte, mely egy validált, több tanulmányban is felhasznált és igazolt inkrementális gyorsúszás teszt. A vizsgálat során az úszók gyorsúszásban teljesítettek 7x200 m-t meghatározott célidőkkel (2. táblázat). A célidők az adott évben úszott egyéni legjobb 200 m-es gyorsúszás eredményekhez viszonyítva kerültek meghatározásra (3. táblázat).

| Sorozat | Egyéni legjobb eredmény + (sec.) | Intenzitás (%) |
|---------|----------------------------------|----------------|
| 1       | 30                               | 70             |
| 2       | 25                               | 75             |
| 3       | 20                               | 80             |
| 4       | 15                               | 85             |
| 5       | 10                               | 90             |
| 6       | 5                                | 95             |
| 7       | Egyéni csúcs                     | 100            |

**2. táblázat:** Sorozatonkénti célidők meghatározása Pyne és mtsai (13) alapján.

| Vizsgált személy | 200 m-es gyorsúszás egyéni csúcs (s) |
|------------------|--------------------------------------|
| 1                | 130                                  |
| 2                | 132                                  |
| 3                | 123                                  |
| 4                | 130                                  |
| 5                | 127                                  |
| 6                | 131                                  |
| 7                | 114                                  |
| 8                | 123                                  |

**3. táblázat:** A vizsgált személyek egyéni legjobb eredményei 200 m-es gyorsúszásban.

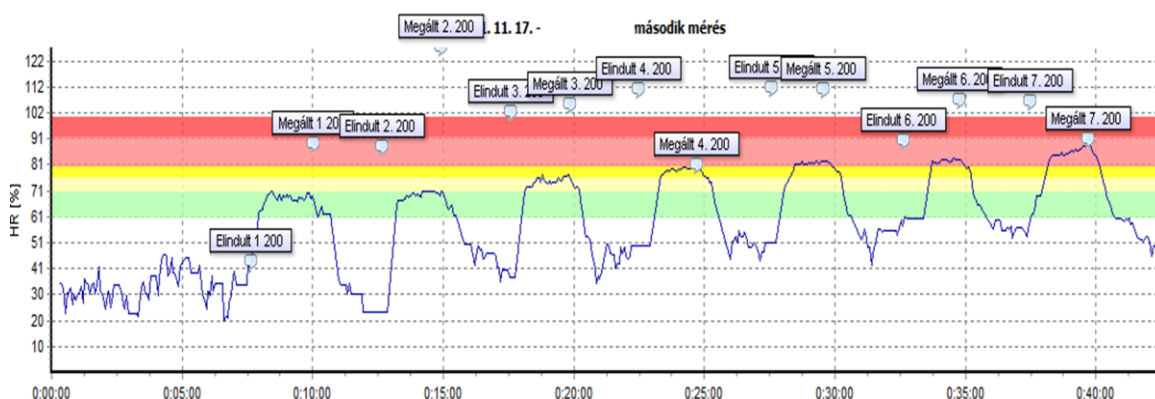
A mérést 14 napos különbséggel két alkalommal végeztük el. A sorozatokat az első alkalommal 3 kartempóra vett légvétellel, míg a második alkalommal 5 kartempóra vett levegővétellel kellett leúszniuk az úszóknak. Egy adott mérési időpontban randomizált módon 4 fő hármas, 4 fő ötös légvételi technikával úszott. A tesztet mindkét esetben reggel 8 és 10 óra között hajtottuk végre, 25 m-es medencében.

A teszt során manuálisan, stopperóra segítségével mértük a beérkezési időt 200 m-en, illetve 25 méterenként mértük a hosszidőket. Indokolt esetben figyelmeztettük az úszót a célidő tartásához. 25 méterenként karcsapásszámot számoltunk.

### *Szívfrekvencia és laktát szint mérés*

A vizsgálat nyugalmi laktát szint méréssel kezdődött. Ezt egy 200 m-es bemelegítő úszás, majd 10 perc pihenő követte. Az inkrementális teszt során 5 perces ciklusokban indultak el az úszók, vagyis 5 percenkénti indulást határoztunk meg. A beérkezést követően 1 perccel laktát szint került meghatározásra. (Lactate Scout, EKF Diagnostics, Cardiff, UK). Az utolsó 200 m leúszását követően 3 perc elteltével megnyugvási laktát szintet is mértünk.

A vizsgálat ideje alatt az úszókra erősített WiFi alapú berendezés (Hosand aqua, Hosand Technologies Srl, Verbania (VB), Italy) segítségével számítógépen monitoroztuk a szívfrekvencia (HR) értékeket, mely a vizsgálati folyamat teljes időtartama alatt mérte a HR értéket (1.ábra). A mért értékek közül a beérkezések és a pihenőidők végén mért adatok kerültek rögzítésre.



**1.ábra:** A regisztrátum egy fő példáján mutatja a 7x200 m gyorsúszás alatt detektált szívfrekvencia értékeket.

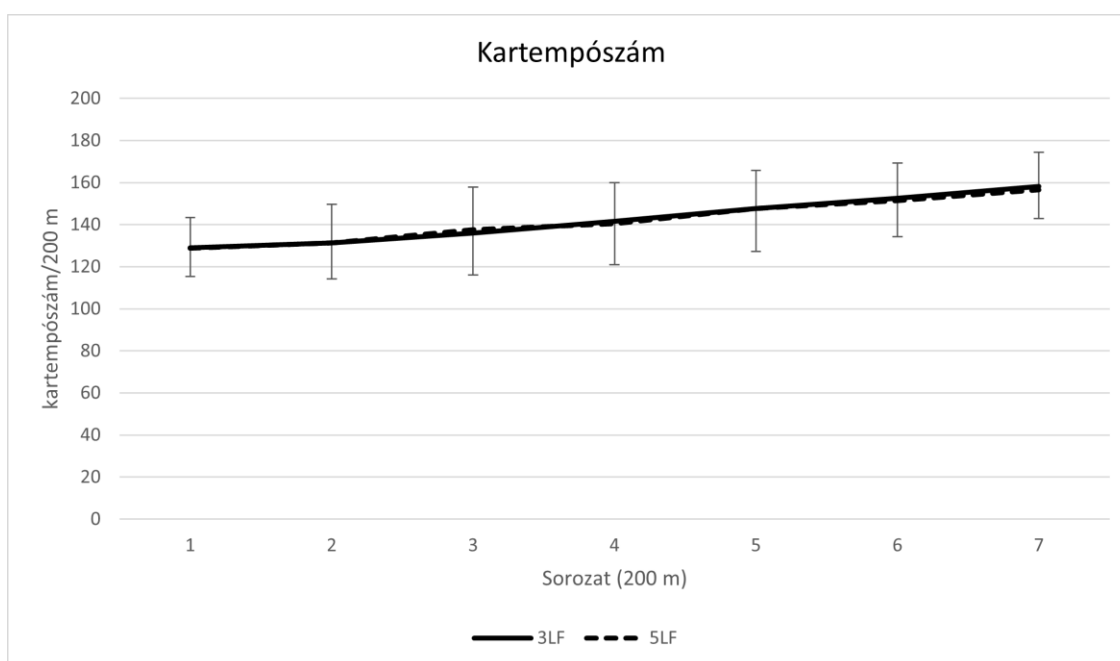
A mérés végeztével mindkét alkalommal az úszók Borg-skálán (1-10) értékelték a sorozat nehézségét.

## Statisztikai értékelés

Valamennyi mért és számolt adat kiértékelése 2-faktoros (idő és légzésfrekvencia) varianciaanalízissel (ANOVA) történt, Greenhouse-Geisser korrekcióval. A statisztikai értékelést SPSS statisztikai program segítségével hajtottuk végre. (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA).

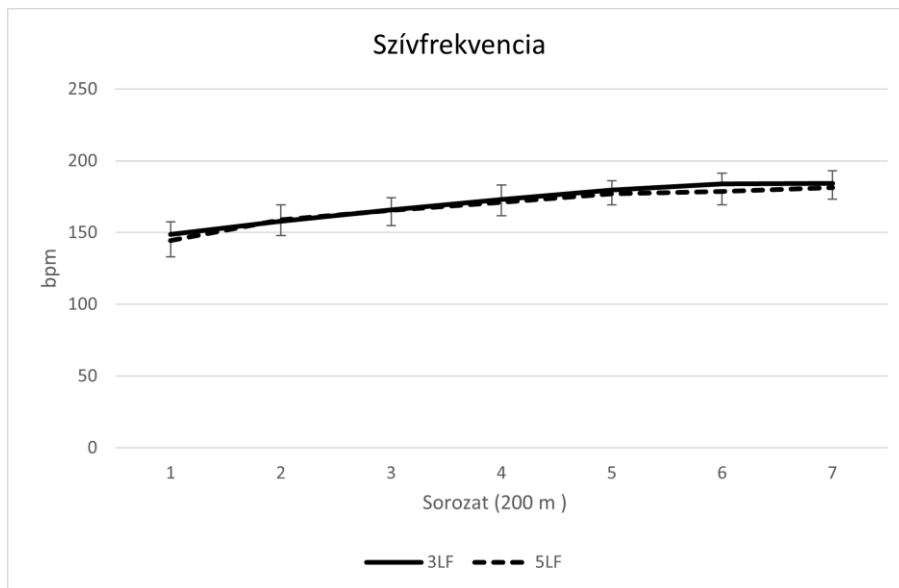
## Eredmények

A kétféle légzésfrekvencia között a kartempószámok tekintetében nem mutatható ki szignifikáns különbség ( $p=0.701$ ) (2.ábra).



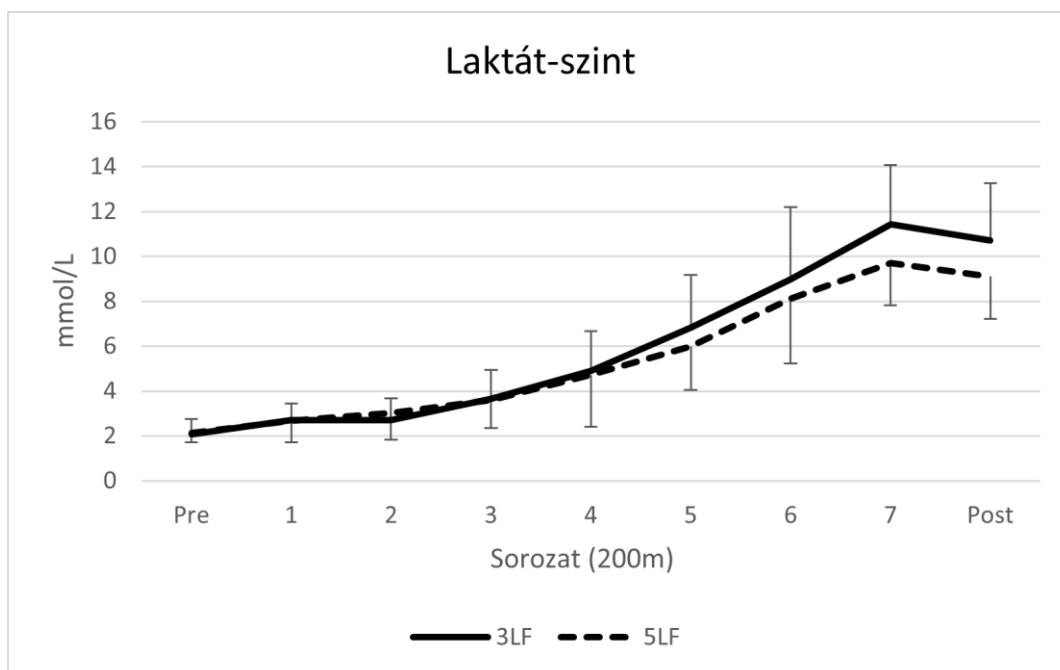
**2.ábra:** 25 méterenként számolt kartempószámok sorozatonkénti összehasonlítása. 3LF =3-as légvételi frekvencia 5LF =5-ös légvételi frekvencia.

A 3LF és 5LF során detektált HR értékek összehasonlításakor nem mutatkozott szignifikáns különbség ( $p=0.262$ ) (3.ábra).



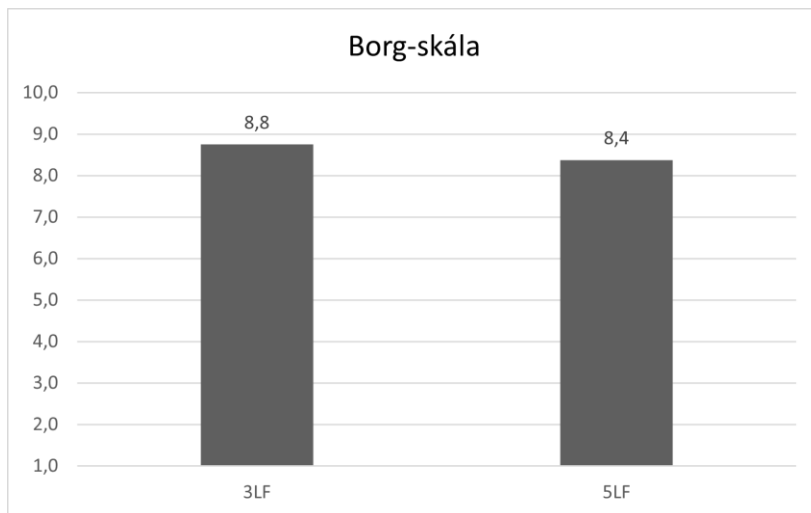
**3.ábra:** Sorozatonként mért HR értékek. 3LF =3-as légvételi frekvencia 5LF =5-ös légvételi frekvencia.

A mért laktátértékek esetében ugyan megfigyelhető a 4. sorozatot követően eltérés a 3LF és 5LF összehasonlításában, azonban a statisztikai értékelést figyelembe véve ebben az esetben sem mutattunk ki szignifikáns különbséget ( $p=0.098$ ) (4.ábra).



**4.ábra:** Laktátértékek összehasonlítása sorozatonként. Az összehasonlításakor figyelembe vettük a nyugalmi és megnyugvási laktátértékeket. 3LF =3-as légvételi frekvencia 5LF =5-ös légvételi frekvencia.

A Borg-skálán kapott értékekben a két légzésfrekvencia alkalmazása nem okozott szignifikáns különbséget ( $p=0.402$ ) (5.ábra).



**5.ábra:** 3LF és 5LF sorozatok értékelése 1-10-es Borg-skálán. Az értékelés a teljes sorozat leúszását követően került rögzítésre. 3LF =3-as légvételi frekvencia 5LF =5-ös légvételi frekvencia.

### Megbeszélés

Vizsgálatunkban arra az eredményre jutottunk, hogy a hármas és ötös légzésfrekvencia nem okozott jelentős különbséget sem a terhelési szívfrekvenciában sem a vér laktát szintjének emelkedésében a 7x200 m-es inkrementális teszt során, ezért hipotézisünket mindkét élettani paraméter esetében elvethetjük.

Jelen vizsgálatban alkalmazott protokoll megfelelő volt arra, hogy a két kondícióban az úszók ugyanakkora mechanikai munkát végezzenek. A kartempószámok eredménye tekinthető tesztünk önkontrolljának is. Mivel sem a kartempó számok sem az egyes 200 m-ek teljesítésének ideje nem különbözött a két kondícióban, ezért az 5-ös kartempóra vett levegővételi sorozat (5LF) esetén a két légvétel között eltelt idő valóban hosszabb volt, mint 3-as légvételi technika (3LF) esetén. A vizsgálat során nem következett be, hogy a vizsgálati személy lerövidítette volna kartempójának hosszát, az időben előbb történő levegőhöz jutás reményében. Ez ugyanis a kartempószám emelkedésével járt volna.

Annak ellenére, hogy a fokozott intenzitású úszássorozat és az alkalmazott táv hossza miatt eltérő eredményt feltételeztünk, a 3LF és 5LF során detektált HR értékek összehasonlításakor nem mutatkozott szignifikáns különbség. Ez megegyezett korábban végzett kutatások eredményeivel. Town és mtsi. (11) kettő, négy, hat és nyolc kartempóra vett légvételi vizsgálata során sem tapasztaltak szignifikáns különbséget a HR értékek tekintetében. Szintén nem mutatkozott szignifikancia szabadon választott légvételi technika és a meghatározott légvételi frekvenciákkal történő úszások összehasonlításában. (12). Ezzel ellentétes

eredményről is beszámoltak (14), ahol átlagosan 10 ütés/perccel volt kevesebb a mért HR érték előre megszabott légzési technika esetén 100 m-es gyorsúszás során. Az eredmények különbözőségének egyik oka lehet az eltérő úszási protokollok használata.

A várttól eltérően szintén nem tapasztaltunk különbséget a mért laktát értékekben. Key és mtsi. (14) 2 és 3 kartempószámra vett légvételi technikákat hasonlítottak össze 100 m-es távon, míg West és mtsi. (15) 8 kartempóra vett légvételt és szabadon választott légzésritmust hasonlítottak össze 3 perces úszássorozatok során. Mindkét tanulmányban elmaradt a laktát szint szignifikáns eltérése a vizsgált légvételi frekvenciák esetében. Figyelembe kell vennünk azonban, hogy a témában készült tanulmányok ugyan nagyobb variációt mutattak a légzés ritmusok megszabásában, nem alkalmaztak inkrementális sorozatot az általunk alkalmazott hosszúságú távon.

A laktát értékek emelkedésének elmaradását, különféle megközelítésből magyarázhatjuk. Az elmaradás egyik oka az esetleges szén-dioxid vérben történő felhalmozódása lehetett (14,16). Mivel vizsgálatunk ezen érték mérésére nem terjedt ki, így ezt sem megerősíteni sem cáfolni nem tudjuk.

Befolyásolhatta a kapott értékeinket a mintavétel időpontja. Elképzelhető, hogy az 1 percre mért laktát szint mérés túl korai volt, a vérben felhalmozódott laktát ennyi idő alatt nem diffundált át a véráramba. Ezen meglátást azonban cáfolja, egy a témában készült vizsgálat, ahol 3 és 5 perccel az úszást követően vettek vérmintát a laktát érték meghatározásához (14). Ebben az esetben sem találtak szignifikáns eltérést az értékek között.

## **Összefoglalás**

Inkrementális úszásteszt alkalmazása során vizsgáltuk a 3LF és 5LF élettani paraméterekre gyakorolt hatását gyorsúszás úszásnemben ifjúsági fiú sportolók körében. Eredményeink alapján elmondható, hogy nincs különbség a két légvételi frekvencia hatásában a vizsgált paraméterekre nézve, a kiindulási hipotézisünket elvetjük. Gyakorlati megközelítésből nem tekinthető a 5LF megszabása intenzitásnövelő tényezőnek a vizsgált távon, gyorsúszás esetén. Habár a vizsgált távon és úszásnemben nem mutatkozott meg szignifikáns különbség a 3LF és 5LF hatása között, felmerül a kérdés, hogy milyen távon eredményez változást a légvétel megkötése az élettani paraméterekben, és hogy mely úszásnemek esetében lesz jelentősége a levegővétel megkötésének. Az eredmények alapján arra is következtethetünk, hogy az előre

haladási sebességet gátló 3LF alkalmazása helyett az 5LF alkalmazható hosszabb távokon, anélkül, hogy különösebb élettani deficit keletkezne.

## Irodalomjegyzék

1. Sós Cs. Az úszósport fejlődési tendenciái a világversenyek alapján. *Testnevelési Egyetem*. 2020;24-26.
2. Wells G, Selvadurai H, Tein I. Bioenergetic provision of energy for muscular activity. *Paediatr Respir Rev*. 2009;10(3):83-90
3. Vescovi J, Falenchuk O, Wells G. Blood lactate concentration and clearance in elite swimmers during competition. *Int J Sports Physiol Perform*. 2011;6(1):106–17.
4. Zacca R, Lopez A, Teixeira B, da Silva L, de Matos C, de Souza Castro F. Lactate peak in youth swimmers : Quantity and time interval for measurement after 50-1500 maximal efforts in front crawl. 2014;(July):536–41.
5. Campos E, Kalva-Filho C, Gobbi R, Barbieri R, Almeida N, Papoti M. Anaerobic contribution determined in swimming distances: Relation with performance. *Front Physiol*. 2017;8(OCT):1–6.
6. Chatard J, Collomp C, Maglischo E, Maglischo C. Swimming skill and stroking characteristics of front crawl swimmers. *Int J Sports Med*. 1990;11(2):156–61.
7. Štrumbelj B, Kapus J, Ušaj A, Kapus V. Breathing Frequency Patterns During Submaximal and Maximal Front Crawl Swim With and Without a Respiratory Valve. / Obrasci Frekvencije Disanja Tijekom Submaksimalnog I Maksimalnog Plivanja Kraulom S Ventilom Za Disanje I Bez Njega. *Kinesiology*. 2007;39:165–70.
8. Sós Cs, Tóth Á, Egressy J, Szájer P, Nagy N, Magó G, Kovács helyi F. Úszás technika jegyzet. *Magyar Úszó Szövetség*. 2020;32-34.
9. Pedersen T, Kjendlie P-L. The effect of the breathing action on velocity in front crawl sprinting. *Biomech Med Swim X*. 2006;(November):75–7.
10. Cardelli C. Analysis of Breathing in the Crawl As a Function of Skill and Stroke Characteristics. *Percept Mot Skills*. 2000;90(3):979.
11. Town G, Vanness J. Metabolic responses to controlled frequency breathing in competitive swimmers. *Med Sci Sports Exerc*. 1990;22(1):112–6.
12. Dicker S, Lofthus G, Thornton N, Brooks G. Respiratory and heart rate responses to tethered controlled frequency breathing swimming. *Med Sci Sports Exerc*. 1980;12(1):20–3
13. Pyne D, Lee H, Swanwick K. Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;29:1–7.
14. Key M. Assessment of the Effects of Controlled Frequency Breathing on Lactate Levels in Swimming [Internet]. *J Athl Enhanc*. 2014;03(05) available from: [http://www.scitechnol.com/assessment-of-the-effects-of-controlled-frequency-breathing-on-lactate-levels-in-swimming-6XDp.php?article\\_id=2255](http://www.scitechnol.com/assessment-of-the-effects-of-controlled-frequency-breathing-on-lactate-levels-in-swimming-6XDp.php?article_id=2255). doi:10.4172/2324-9080.1000164.
15. West S, Drummond M, VanNess J, Ciccolella M. Blood Lactate and Metabolic Responses to Controlled Frequency Breathing During Graded Swimming. *J Strength Cond Res*. 2005;19(4):772.
16. Holmer I, Gullstrand L. Physiological responses to swimming with a controlled frequency of breathing. *Scand J Sport Sci*. 1980;2(1):1–6.

### **Köszönetnyilvánítás**

Köszönöm, mindazon oktatók és hallgató társaim munkáját, akik a mérésben részt vettek, a PSN Zrt. és a Mohácsi Torna Egylet Úszó Szakosztály versenyzőinek és edzőinek a vizsgálatban való részvételt.