POROVNANIE VPLYVU INHALÁCIE KYSLÍKOVÉHO KONCENTRÁTU U RÔZNYCH SKUPÍN ŠPORTOVCOV

COMPARE THE EFFECT OF INHALATION OF OXYGEN CONCENTRATES ON VARIOUS GROUPS OF ATHLETES

Z. Pupišová & M. Pupiš

Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Filozofická fakulta, Katedra telesnej výchovy a športu

ABSTRACT

The aim of the present study was to analyze and compare the impact of inhalation of oxygen to concentrate power in swimming underwater in recreational athletes who were students of the Department of Physical Education and Sports in Banská Bystrica and top and professional athletes who were swimmers from VSC Dukla Banská Bystrica. The test set consisted of recreational athletes T1 $n = 17$ students and elite athletes T2 consisted of $n = 12$ swimmers. Both sets of test conducted tests on two consecutive days, where their task was after 5 minute warm-up and warm up the joint 500 meters inhale oxygen concentrate / placebo for 2 minutes. Subsequently, the role of a test batch of the maximum distance to cut through the water with one touch of a current reflection from the edge of the pool. To determine the significance of differences between the distance swimming under water after application of the inhalation of oxygen concentrate and the distance after application of a placebo was used the Paired-Samples T test ($t, \alpha = 0.05$). For the calculation of effect size was used Cohenov coefficient "d". Statistical analysis was realized with the software IBM® SPSS® Statistics V19. The test results showed on average the individual differences between oxygen and placebo in the research file T1 of 6.89 % and in the research file T2 of 7.24 %. The statistical analysis showed that the difference between the distance after inhaling the oxygen of the concentrate and after application of placebo was significant ($t(16) = -10.101, p < 0.05, d = 2.45$ – large effect) in both groups. The statistical analysis showed that the difference between the distance after inhaling the oxygen of the concentrate and after application of placebo was significant ($t(16) = -10.101, p < 0.05, d = 2.45$ – large effect) in both groups.

Keywords: testing; students; top and professional swimmers; swimming under water; inhalation of oxygen

SÚHRN

Cieľom predloženej štúdie bolo analyzovať a porovnať vplyv inhalácie kyslíkového koncentrátu na výkon v plávaní pod vodou u rekreačných športovcov, ktorými boli študenti Katedry telesnej výchovy a športu v Banskej Bystrici a výkonnostnými a vrcholovými športovcami, ktorými boli plavci z VŠC Dukla Banská Bystrica. Testovaný súbor T1 tvorilo $n = 17$ študentov a testovaný súbor T2 tvorilo $n = 12$ plavcov. Oba testované súbory realizovali testovanie v dvoch po sebe nasledujúcich dňoch, kde ich úlohou bolo po 5 minútovom spoločnom rozcvičení a rozplávaní 500 metrov inhalovať kyslíkový koncentrát/placebo po dobu 2 minút. Následne bolo úlohou testovaného súboru preplávať maximálnu vzdialenosť pod vodou s jedným nádychom a súčasným odrazom od okraja bazéna. Na zistenie významnosti rozdielov medzi vzdialenosťou preplávanej pod vodou po aplikácii inhalácie kyslíkového koncentrátu a vzdialenosťou po aplikácii placebo bol použitý Paired-Samples T test ($t, \alpha = 0,05$). Pre výpočet effect size bol použitý Cohenov koeficient „d“. Štatistickú analýzu sme realizovali prostredníctvom softvéru IBM® SPSS® Statistics V19. Výsledky testovania poukázali na priemerné individuálne rozdiely medzi kyslíkom a placebom vo výskumnom súbore T1 o 6,89 % a vo výskumnom súbore T2 o 7,24 %. Štatistická analýza ukázala, že rozdiel medzi vzdialenosťou po inhalácii kyslíkového kon-

centrátu a po aplikácii placebo bol významný ($t(16) = -10,101$, $p < 0,05$, $d = 2,45$ – vysoký efekt) u oboch skupín.

Kľúčové slová: testovanie; študenti; výkonnostný a vrcholový plavci; plávanie pod vodou; inhalácia kyslíka

Úvod

Výskumy zaoberajúcich sa vplyvom hypoxie na organizmus a na športový výkon môžeme v súčasnosti nájsť pomerne veľa. Autori ako napr. Morris et al., 2000; Harms, 2000; Peltonen, 2001; Wilber, 2004, 2003; Kay et al., 2008; Suchý et al., 2007, 2008, 2010; Pupiš et al., 2009, 2010, 2012 a iní sa zamerali na potvrdenie pozitívneho vplyvu hyperoxie na organizmus športovcov. Nachádzame však aj autorov ako napr. Yamyji & Shephard (1985); Murphy (1986) či napr. Robbins et al. (1992), ktorí nezaznamenali pozitívny vplyv inhalácie kyslíka na organizmus športovcov pokiaľ išlo o strednodobé a dlhotrvajúce zaťaženie a o úseky krátkodobého submaximálneho alebo maximálneho zaťaženia.

Aj napriek viacerým publikáciám z tejto problematiky pretrvávajú stále polemiky o účinnosti inhalácie kyslíkových koncentrátov na športový výkon. Výskumy Pupiš et al. (2013a), Suchý et al. (2014) potvrdili pozitívny vplyv hyperoxie na zotavenie v športe. Podobný trend bol zaznamenaný aj pri opakovaných anaeróbných výkonoch, kde boli zaznamenané lepšie časy a rýchlejšie zotavenie pri bežekom zaťažení 5×200 m (Pupiš et al., 2013b).

Z pohľadu plávania pod vodu vyznievajú pozoruhodne tvrdenia Hollemanna a Hettinga (1990), ktorí uvádzajú, že pri inhalácii hyperoxických zmesí (90 – 100% koncentrácia kyslíka) je možné aktuálny príjem kyslíka zvýšiť asi o 10 %. Samozrejme, ako uvádza Nummela et al. (2002) jednorázová, alebo krátkodobá aplikácia kyslíka má prechodný účinok a saturácia tkanív kyslíkom je len krátkodobý jav.

Plávanie pod vodou je špecifické zaťaženie charakteristické tým, že plavec sa snaží pred plávaním nasaturovať organizmus maximálnym množstvom kyslíka a vďaka „predzásobeniu“ sa kyslíkom sa snaží prekonať čo najväčšiu vzdialenosť na jeden nádych pod vodou. Kyslíkový koncentrát by tak mohol vytvárať lepšie predpoklady pre zvýšenú saturáciu organizmu kyslíkom pri plávaní pod vodou.

V rámci grantovej úlohy VEGA 1/0414/15 a VEGA 1/0788/16 sme sa zamerali na analýzu vplyvu inhalácie kyslíkového koncentráту na výkon v plávaní pod vodou u vybraných pravidelne športujúcich študentov Katedry telesnej výchovy a športu na Filozofickej fakulte Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici.

Aktuálne poznatky ukazujú, že inhalácia kyslíkových koncentrátov neodporuje ani antidopingovým pravidlám. Svetová antidopingová agentúra World Anti-Doping Agency (od 1. 1. 2009) považuje za doping, ktorý môže mať súvislosť so zvyšovaním prenosu kyslíka nasledujúce procedúry alebo substancie:

- krvný doping vrátane použitia autológnej, hemológnej a heterológnej krvi alebo červených krviniek a im podobných produktov akéhokoľvek pôvodu

- umelé zvyšovanie spotreby, prenosu alebo dodávky kyslíka, zahŕňajúce modifikované hemoglobínové produkty, perfluorochemikálie a efaproxirál (RSR 13), ale nie s obmedzením len na ne (www.antidoping.cz).

V zozname zakázaných látok sa teda nenachádza suplementácia kyslíkového koncentrátu. Naopak medzi zakázané látky bol zaradený plyn xenón a argón (www.antidoping.sk).

Metodika

Testovaný súbor T1 tvorilo 17 študentov KTVŠ FF, kde 9 mužov bolo vo študentov bolo v priemernom veku $= 21,14 \pm 1,78$ roka, priemerná telesná výška bola $= 176,4 \pm 6,3$ cm, priemerná telesná hmotnosť $= 66,2 \pm 8,7$ kg a 8 žien v priemernom veku $= 20,98 \pm 1,54$ roka, priemerná telesná výška $= 169,2 \pm 4,2$ cm, priemerná telesná hmotnosť $= 60,6 \pm 4,5$ kg). Testovaný súbor zaraďujeme ako skupiny športujúcej populácie – rekreační športovci, nakoľko každý jeden proband vykonáva podľa svojich slov športové a pohybové činnosti min 7 hod./týždenne na rekreačnej úrovni. Testovaný súbor výkonnostných a vrcholových športovcov T2 tvorilo $n = 12$ plavcov (7 mužov: vek $= 23,45 \pm 2,23$ roka, telesná výška $= 182,7 \pm 5,6$ cm, telesná hmotnosť $= 74,5 \pm 5,9$ kg; a 5 žien: vek $= 21,76 \pm 2,62$ roka, telesná výška $= 172,7 \pm 6,2$ cm, telesná hmotnosť $= 61,2 \pm 3,7$ kg). Testovaný súbor T2

absolvuje v priemere týždenne 9 – 11 tréningových jednotiek vo vode a 4 – 6 tréningových jednotiek na suchu (posilňovňa, telocvičňa, atletický štadión atď).

Testovanie sme realizovali po dobu 2 po sebe nasledujúcich dní. Testovanie prebiehalo v priestoroch bazéna Katedry telesnej výchovy a športu, Filozofickej fakulty, Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici. Bazén má 25 metrov, šírku 12,5 m a hĺbku na štartovej strane 2,10 m a na obrátkovej strane 1,20 m. Teplota vody bola v čase testovania 28 °C. Výskum prebiehal v dopoludňajších hodinách, v čase od 8.00 – 10.00 hod. Uvedený časový interval uvádza Jančoková (2000) ako prvý denný výkonnostný vrchol. Je tiež nutné spomenúť fakt, že muži a ženy sledovaného súboru pred absolvovaním samotného výskumu neabsolvovali žiadnu špeciálnu prípravu zameranú na danú problematiku a ani neboli oboznámení s informáciou, kedy bolo aplikované placebo a kedy kyslíkový koncentrát.

Testovaný súbor realizoval testovanie v dvoch po sebe nasledujúcich dňoch, kde ich úlohou bolo po 5 minútovom spoločnom rozcvičení a rozplávaní 500 metrov inhalovať kyslíkový koncentrát/placebo po dobu 2 minút. Následne bolo úlohou testovaného súboru preplávať maximálnu vzdialenosť pod vodou s jedným nádychom a súčasným odrazom od okraja bazéna. Dňa 12. 11. 2015 probandi realizovali testovanie s placebo a dňa 13. 11. 2015 testovanie s kyslíkovým koncentrátom. Inhaláciu kyslíkového koncentrátu resp. placebo sme realizovali pomocou prístroja New Life Intensity 2× 10 l (ktorý podľa výrobcu pri prietoku 10 l·min⁻¹ produkuje kyslíkový koncentrát 90 % ± 3 %), pričom sme dodržiavali pokyny výrobcu.

Tabuľka 1./ Table 1.

Výsledky testovania sledovaného súboru T1./ The results of the group T1.

Proband T1	Placebo (m)	Kyslíkový koncentrát (m)	Rozdiel medzi placebo a kyslíkovým koncentrátom (%)
1	47,0	52,0	10,64
2	43,0	45,5	5,81
3	43,0	45,0	4,65
4	42,5	45,0	5,88
5	37,0	40,0	8,11
6	35,0	38,5	10,00
7	34,0	36,0	5,88
8	34,0	35,5	4,41
9	34,0	35,0	2,94
10	30,5	33,0	8,20
11	29,5	31,0	5,08
12	27,5	30,0	9,09
13	27,5	29,5	7,27
14	27,0	28,5	5,56
15	26,5	28,5	7,55
16	25,0	27,5	10,00
17	25,0	26,5	6,00
x	33,41	35,71	6,89
SD	6,82	7,35	2,14
Min	25,0	26,5	2,94
Max	47,0	52,0	10,64

Legenda. x – priemerná hodnota (Average); SD – smerodajná odchýlka (standart deviation); min – min hodnota (minimum); max – maximálna hodnota (maximum); rozdiel medzi placebo a kyslíkovým koncentrátom (The difference between placebo and the oxygen concentrate).

Vo výskume sme vybrali nasledovné opisné štatistické charakteristiky – pre meranie centrálnej tendencie sme použili aritmetický priemer (x) a pre opatrenie variability smerodajnú odchýlku (SD). Použili sme tiež minimálnu (Min) a maximálnu hodnotu (Max) parametrov. Párový T-test sme použili pre stanovenie významnosti rozdielov medzi vzdialenosťou preplávanou pod vodou po inhalácii

kyslíkového koncentrátu resp. po aplikácii placebo. Normálnosť distribúcie každého indikátora bola stanovená na základe testu Shapiro-Wilk. Vo všetkých štatistických analýzach bola miera chybnosti typu I (alfa) stanovená na úrovni 0,05. Veľkosť účinku prostriedkov každého indikátora bola stanovená Cohenovým koeficientom d , vypočítaná nasledovne: $d = |M| / SD$, kde M je stredná hodnota rozdielov a SD je štandardná odchýlka rozdielov (Yatani, 2014). Koeficient d bol interpretovaný nasledujúcim spôsobom: $d = 0,20$ – malý efekt, $d = 0,50$ – stredný efekt, $d = 0,80$ – veľký efekt (Cohen, 1988). Štatistická analýza bola vykonaná pomocou štatistického softvéru IBM © SPSS © Statistics V19 (štatistického balíka v oblasti spoločenských vied).

Výsledky

V predloženej štúdii sme sa zamerali na analýzu vplyvu kyslíkového koncentrátu, ktorý sme aplikovali po dobu 2 minút pred zaťažením. Testovanie prebiehalo počas dvoch po sebe nasledujúcich dní. Výsledky výskumu uvádzame v tabuľke 1, pričom jednotlivé výsledky sú zoradené od najdlhšie preplávanej vzdialenosti pod vodou až po najkratšiu.

Tabuľka 1 obsahuje údaje zistené v našom výskume. Ako môžeme vidieť, najvýraznejší individuálny rozdiel sme zaznamenali u probanda 1, ktorého údaj z merania dĺžky preplávanej vzdialenosti pod vodou s použitím placebo bol 47 metrov a pri použití kyslíkového koncentrátu dokázal proband zaplávať 52 metrov, čo u neho znamenalo zlepšenie o 10,64 %. Najmenší rozdiel sme zaznamenali u probanda 9, ktorý pri použití placebo preplával pod vodou vzdialenosť 34 metrov a pri použití kyslíkového koncentrátu 35 metrov, čo predstavuje rozdiel na úrovni o 1 meter a teda v percentuálnom vyjadrení hodnotu 2,94 %.

Obrázok 1./ Figure 1.

Výsledky testovaní výskumného súboru T1./ The results of the group T1.

V súbore testovaných probandov sme zaznamenali priemerný rozdiel na úrovni 2,3 metra a priemerné individuálny percentuálny rozdiel medzi placebo a kyslíkovým koncentrátom na úrovni 6,89 %. Hodnota smerodajnej odchýlky bola pri placebe 6,82 a pri kyslíkovom koncentráte 7,35. Min zistená hodnota preplávanej vzdialenosti bola pri placebe na úrovni 25,0 metra a pri kyslíkovom koncentráte na úrovni 26,5 metra. Max zistená hodnota preplávanej vzdialenosti bola pri placebe na úrovni 47,0 metra a pri kyslíkovom koncentráte na úrovni 52,0 metra.

Môžeme konštatovať, že po inhalácii kyslíkového koncentrátu došlo k pozitívnemu nárastu preplávanej vzdialenosti u všetkých probandov výskumného súboru T1, pričom výsledky potvrdzujú tvrdenia Hollemanna a Hettinga (1990), podľa ktorých je možné príjem kyslíka zvýšiť asi o 10 % (keďže sme zaznamenali rozdiel na úrovni od 2,94 do 10,64 %). Limitom výskumu je nízky počet probandov (mužov $n = 9$ a žien $n = 8$), kde by bolo potrebné realizovať testovania na vyššom počte probandov, aby bolo možné výsledky potvrdiť a zovšeobecniť.

Tabuľka 2./ Table 2.

Výsledky testovania sledovaného súboru T2./ The results of the group T2.

Proband T1	Placebo (m)	Kyslíkový koncentrát (m)	Rozdiel medzi placebom a kyslíkovým koncentrátom (%)
1	50,0	54,0	8,00
2	50,0	53,5	7,00
3	45,0	48,0	6,67
4	44,5	46,0	3,37
5	42,0	46,0	9,52
6	41,0	43,5	6,10
7	41,0	42,0	2,44
8	40,0	44,5	11,25
9	40,0	41,5	3,75
10	35,5	38,0	7,04
11	35,0	40,0	14,29
12	33,5	36,0	7,46
x	41,46	44,42	7,24
SD	5,11	5,31	3,21
Min	33,5	36,0	2,44
Max	50,0	54,0	14,29

Legenda. x – priemerná hodnota (Average); SD – smerodajná odchýlka (standart deviation); min – min hodnota (minimum); max – maximálna hodnota (maximum); rozdiel medzi placebom a kyslíkovým koncentrátom (The difference between placebo and the oxygen concentrate).

Obrázok 1./ Figure 1.

Výsledky testovaní výskumného súboru T2./ The results of the group T2.

V tabuľke 2 môžeme vidieť výsledky testovania výskumného súboru T2, ktorý bol zložený z výkonnostných a vrcholových plavcov, čo je možné vidieť aj na hodnotách preplávanej vzdialenosti, kde rozdiel medzi max hodnotou pri použití placeba medzi výskumnými súbormi T1 a T2 bol na úrovni 3,0 m a v min hodnotách na úrovni až 8,5 m. Pri použití kyslíkového koncentráту sme zaznamenali rozdiel medzi súbormi v max hodnotách na úrovni 2,0 m a v min hodnotách na úrovni až 9,5 m. V súbore T2 sme zaznamenali najvýraznejšie individuálny rozdiel medzi použitím placeba a kyslíkového koncentráту na úrovni 14,29 % a najmenej výrazné na úrovni 2,44 %. V priemere sme zaznamenali

rozdiel na úrovni 7,24 % v hodnotách individuálnych % rozdieloch, v hodnotách min na úrovni 2,5 m a v hodnotách max na úrovni 4,0 m. Hodnoty SD mali v prípade použitia placebo na úrovni 5,11 a v prípade kyslíkového koncentrátu na úrovni 5,31.

Môžeme konštatovať, že po inhalácii kyslíkového koncentrátu došlo k pozitívnemu nárastu preplávanej vzdialenosti aj u všetkých probandov výskumného súboru T2, (zaznamenali sme rozdiely na úrovni od 2,44 % do 14,29 %). Limitom výskumu je nízky počet probandov (mužov $n = 7$ a žien $n = 5$), kde by bolo potrebné realizovať testovania na vyššom počte probandov, aby bolo možné výsledky potvrdiť a zovšeobecniť. Napriek tomu porovnanie našich skupín považujeme za adekvátne a dostačujúce pre výskum na tejto úrovni.

Na zistenie významnosti rozdielov medzi vzdialenosťou preplávanou pod vodou po aplikácii inhalácie kyslíkového koncentrátu a vzdialenosťou po aplikácii placebo bol použitý Paired-Samples T test (t , $\alpha = 0,05$). Pre výpočet effect size bol použitý Cohenov koeficient „d“. Výsledky testovania poukázali na priemerné individuálne rozdiely medzi kyslíkovým koncentrátom a placebo u výskumného súboru T1 na úrovni 6,89 % a u výskumného súboru T2 na úrovni 7,24 %. Štatistická analýza ukázala, že rozdiel medzi vzdialenosťou po inhalácii kyslíkového koncentrátu a po aplikácii placebo bol významný ($t(16) = -10,101$, $p < 0,05$, $d = 2,45$ – vysoký efekt).

Diskusia

Vplyv inhalácie kyslíkového koncentrátu bol potvrdený viacerými výskumami, ku ktorým môžeme s konštatovaním našich výsledkov priradiť aj našu štúdiu. Cieľom našej štúdie bolo analyzovať vplyv inhalácie kyslíkového koncentrátu v porovnaní s inhaláciou placebo na výkon v plávaní pod vodou u študentov KTVŠ FF UMB v Banskej Bystrici a u výkonnostných a vrcholových plavcov. Našej štúdie zameranej na zistenie vplyvu inhalácie kyslíkového koncentrátu na výkon v plávaní pod vodou sa zúčastnilo 9 mužov a 8 žien (študenti KTVŠ FF UMB v Banskej Bystrici) a 7 mužov a 5 žien (výkonnostných a vrcholových plavcov).

Testovaním preplávanej vzdialenosti pod vodou po 2 – minútovej inhalácii kyslíkového koncentrátu sme dospeli k zisteniam, že došlo v výskumného súboru k rozdielom medzi placebo a kyslíkovým koncentrátom v priemere na úrovni 2,3 metra a % hodnotách na úrovni 6,89 %. Minimálny individuálny rozdiel bol zistený na úrovni 2,94 % a maximálny na úrovni 10,64 %. Vo výskumnom súbore T2 sme zaznamenali priemerný individuálny rozdiel na úrovni 7,24 %, v priemerných hodnotách min na úrovni 2,44 % a v max hodnotách na úrovni 14,29 %.

Na základe výsledkov teda môžeme konštatovať, že u oboch skupinách došlo k štatisticky významným rozdielom, pričom môžeme potvrdiť výsledky Hollemanna a Hettinga (1990), podľa ktorých je možné príjem kyslíka zvýšiť až o 10 %. Zistili sme zároveň aj rozdiely medzi nami zvolenými skupinami, kde na základe priemerných hodnôt došlo k výraznejšiemu rozdielom medzi aplikáciou placebo a kyslíkového koncentrátu v súbore výkonnostných a vrcholových plavcov, čo bolo pre nás prekvapením. Dôvodom môže byť rozdielny vplyv psychologických faktorov, ktoré samotný výkon ovplyvňujú. Nestretli sme sa však so žiadnymi výskumami zameranými na rovnakú problematiku a teda výsledky nie je možné kvantifikovať. Nenašli sme ani informácie o tom, prečo sme zistili výraznejšie rozdiely v súbore T2 ako v súbore T1. Na základe toho by sme odporúčali realizovať ďalšie výskumy zamerané na sledovanú problematiku aj v spojitosti so štruktúrou športového výkonu a súčasne po konzultáciách so psychológom, ktorý by podľa nášho názoru mohol odhaliť dôvody rozdielov medzi skupinami na odbornej úrovni.

Literatúra

- Harms, C., Mcclaran, S., Nিকেle, G., Pegelow, D., Nelson, W., & Dempsey, J. (2000). Effect of exercise - induced arterial O₂ desaturation on VO₂max in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise.*, 32, 1101-1108.
- Jančoková, Ľ. (2000). *Biorytmy v športe (S úvodom do chronobiológie)*. Banská Bystrica: FHV UMB.
- Kay, B., Stannard, S. R., & Morton, H. (2008). Hyperoxia during recovery improve speak power during repeated Wingate cycle performance. *Brasil Biomot.*, 2, 92-100.
- Morris, D. M., Kearney, J. T., & Burke, E. R. (2000). The effects of breathing supplement aloxygen medicine altitude training on cycling performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3(2), 165-175.

- Peltonen, J., Tikkanen, H., & Rusko, H. (2001). Cardio respiratory responses to exercise in acute hypoxia, hyperoxia, and normoxia. *European Journal of Applied Physiology*, 85, 82-88.
- Pupiš, M., Štihec, J., & Broďáni, J. (2009). Vplyv inhalácie 99,5 % kyslíka na organizmus basketbalistov pri anaeróbnom zaťažení. *Exercitatio corporis – motus – salus. Slovak journal of sports sciences: slovenský časopis o vedách a športe*.
- Pupiš, M., Raković, A., Savanović, V., Stanković, S., Kocić, M., & Berić, D. (2010). Hyperoxy as a form of anaerobic workload reduction on the elite basketball players. *Acta Kinesiologica*, 4, 45-48.
- Suchý, J. et al. (2007). Vliv přepřavku oxyfit na výkon sportovcu při opakovaném krátkodobém anaeróbním zatížení - závěrečná zpráva z původního výzkumu.
- Suchý, J., Heller, J., Vodička, P. & Pecha, J. (2008). Vliv inhalace 99,5% kyslíku na opakovaný krátkodobý výkon maximální intenzity. *Česká kinantropologie*, 12(2).
- Wilber, R. L. (2003). Effect of FIO₂ on physiological responses and cycling performance at moderate altitude. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(7), 1153-1159.
- Wilber, R. L. (2004). Effect of FIO₂ on oxidative stress during interval training at moderate altitude. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(11), 1888-1894.

PaedDr. Zuzana Pupišová, Ph.D.

Tajovského 40

Banská Bystrica 974 01

Slovenská republika

zuzana.pupisova@umb.sk