

# Mladá veda

## Young Science



# Mladá veda

## Young Science

### MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 3, ročník 14., vydané v júni 2026

ISSN 1339-3189, EV 167/23/EPP

Kontakt: [info@mladaveda.sk](mailto:info@mladaveda.sk), tel.: +421 908 546 716, [www.mladaveda.sk](http://www.mladaveda.sk)

Fotografia na obálke: Ostrov Mull, Škótska vysočina. © Branislav A. Švorc, [foto.branisko.at](http://foto.branisko.at)

#### REDAKČNÁ RADA

*prof. Ing. Peter Adamišín, PhD.* (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

*doc. Dr. Pavel Chromý, PhD.* (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

*prof. Dr. Paul Robert Magocsi* (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

*Ing. Lucia Mikušová, PhD.* (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

*PhDr. Veronika Kmetóny Gazdová, PhD.* (Inštitút edukológie a sociálnej práce, Prešovská univerzita, Prešov)

*doc. Ing. Peter Skok, CSc.* (Ekomos s. r. o., Prešov)

*Mgr. Monika Šavelová, PhD.* (Katedra translitológie, Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra)

*prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D.* (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

*prof. PhDr. Peter Švorc, CSc.*, predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

*doc. Ing. Petr Tománek, CSc.* (Katedra verejnej ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

*doc. Mgr. Michal Garaj, PhD.* (Katedra politických vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda, Trnava)

#### REDAKCIA

*Mgr. Branislav A. Švorc, PhD.*, šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)

*Mgr. Martin Hajduk, PhD.* (Banícke múzeum, Rožňava)

*PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD.* (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

*RNDr. Richard Nikischer, Ph.D.* (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

*PhDr. Veronika Trstianska, PhD.* (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSS UKF, Nitra)

*Mgr. Veronika Zuskáčová* (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

#### VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.

[www.universum-eu.sk](http://www.universum-eu.sk)

Javorinská 26, 080 01 Prešov

Slovenská republika

© Mladá veda / Young Science. Akékoľvek šírenie a rozmnožovanie textu, fotografií, údajov a iných informácií je možné len s písomným povolením redakcie.

# RESPIRAČNÝ SVALOVÝ TRÉNING AKO DETERMINANT AERÓBNEJ KAPACITY MLADÝCH HOKEJISTOV

RESPIRATORY MUSCLE TRAINING AS A DETERMINANT OF AEROBIC CAPACITY  
OF YOUNG HOCKEY PLAYERS

Michal Fečík<sup>1</sup>

Autor pôsobí ako externý doktorand na Fakulte športu Prešovskej univerzity v Prešove. Vo svojej dizertačnej práci sa venuje vplyvu bráničného dýchania a respiračného svalového tréningu na aeróbnú kapacitu mladých hokejistov.

The author works as an external doctoral student at the Faculty of Sports of the University of Prešov in Prešov. In his dissertation, he focuses on the influence of diaphragmatic breathing and respiratory muscle training on the aerobic capacity of young hockey players.

## Abstract

During intense ice hockey training, metabolic demand often exceeds the capacity of the respiratory muscles. The benefits associated with respiratory muscle training stem from increased mechanical efficiency and resistance of the respiratory muscles to fatigue. The aim of the study was to assess whether a targeted respiratory intervention will affect the aerobic capacity of young U18 hockey players during the 2025/2026 competition season. The research group consisted of 25 players of the HC Košice U18 hockey club, who were diagnosed during the season and assigned to the experimental and control groups. The intervention factor in the experimental group was training programs aimed at modifying the breathing stereotype for a period of 16 weeks through diaphragmatic breathing and the application of respiratory muscle training. Diagnostic methods included measurement of anthropometric indicators, body composition analysis and lung function assessment through spirometry. Aerobic capacity was assessed by spiroergometry on a bicycle ergometer and the 30-15 intermittent skating test. The analysis of the results shows that during the monitored period there was no statistically significant improvement in aerobic capacity in the control and experimental groups. When evaluating spirometric indicators, no significant changes in lung function parameters were recorded. On the other hand, we recorded statistically significant changes in anthropometric parameters in both groups. The experimental group recorded a statistically significant increase in body weight and skeletal muscle mass along with a decrease in body fat. In the control group, a statistically significant increase in body weight, body height and skeletal muscle mass was

---

<sup>1</sup> Adresa pracoviska: MUDr. Michal Fečík, Katedra športovej kinantropológie, Fakulta športu, Prešovská univerzita v Prešove, Ul. 17. novembra 13, 080 01 Prešov  
E-mail: [michal.fecik@nke.agel.sk](mailto:michal.fecik@nke.agel.sk)

recorded. The results indicate that in the experimental group, the applied breathing intervention did not prove to be a clear determinant of the development of aerobic capacity in young hockey players. For a more precise assessment of the effect of respiratory muscle training, it is appropriate to supplement the measurement of maximum static respiratory pressures MIP and MEP in further research.

Keywords: diaphragmatic breathing, RMT, ice hockey, spiroergometry, spirometry

### **Abstrakt**

Počas intenzívneho zaťaženia v ľadovom hokeji prevyšuje často metabolický dopyt kapacitu dýchacích svalov. Výhody spojené s tréningom dýchacích svalov pramenia zo zvýšenej mechanickej účinnosti a odolnosti dýchacích svalov voči únave. Cieľom práce bolo posúdiť, či cieľená dychová intervencia ovplyvní aeróbnu kapacitu mladých hokejistov kategórie U18 v priebehu súťažného obdobia 2025/2026. Výskumný súbor tvorilo 25 hráčov hokejového klubu HC Košice U18, ktorí boli počas sezóny diagnostikovaní a zaradení do experimentálnej a kontrolnej skupiny. Intervenčným faktorom v experimentálnej skupine boli tréningové programy zamerané na úpravu dychového stereotypu v trvaní 16 týždňov prostredníctvom diafragmatického dýchania a aplikácie respiračného svalového tréningu. Diagnostické metódy zahŕňali meranie antropometrických ukazovateľov, analýzu telesného zloženia a funkčného hodnotenia pľúc prostredníctvom spirometrického vyšetrenia. Aeróbná kapacita bola hodnotená prostredníctvom spiroergometrie na bicyklovom ergometri a intermitentným korčuliarskym testom 30-15. Z analýzy výsledkov vyplýva, že počas sledovaného obdobia nedošlo v kontrolnej a experimentálnej skupine k štatisticky významnému zlepšeniu aeróbnej kapacity. Pri hodnotení spirometrických ukazovateľov neboli zaznamenané výrazné zmeny funkčných parametrov pľúc. Na druhej strane sme v oboch skupinách zaznamenali štatisticky významné zmeny antropometrických parametrov. Experimentálna skupina zaznamenala štatisticky významný nárast telesnej hmotnosti a množstva kostrového svalstva spolu s poklesom množstva telesného tuku. V kontrolnej skupine bol zaznamenaný štatisticky významný nárast telesnej hmotnosti, telesnej výšky a množstva kostrového svalstva. Výsledky naznačujú, že v experimentálnej skupine sa aplikovaná dychová intervencia nepreukázala ako jednoznačný determinant rozvoja aeróbnej kapacity mladých hokejistov. Pre presnejšie posúdenie účinku respiračného svalového tréningu je vhodné v ďalšom výskume doplniť meranie maximálnych statických respiračných tlakov MIP a MEP.

Kľúčové slová: bráničné dýchanie, RMT, ľadový hokej, spiroergometria, spirometria

### **Úvod**

Ľadový hokej je zaujímavý z hľadiska skúmania fyziológie zaťaženia. Od hráčov ľadového hokeja sa vyžaduje udržanie konštantnej športovej výkonnosti počas celej sezóny. Obdobie dorasteneckého a juniorského veku je vo výkonnostnom športe obdobím veľmi náročným po fyzickej a psychickej stránke. Práve v tomto období je kladený veľký dôraz na výkon a tréning je praktický rovnako náročný ako tréning dospelých. Pre dosiahnutie maximálneho výkonu už nestačí len krátkodobé zameranie tréningu, ale nevyhnutná je dlhodobá športová príprava, ktorá začína už v relatívne nízkom veku (Tóth et al. 2010a).

Zaťaženie v ľadovom hokeji predstavuje fyzicky náročný, intervalový a prerušovaný typ pohybovej činnosti. Je charakterizovaný krátkymi 30 až 80 sekundovými striedaniami, spojenými s intenzívnou anaeróbnou činnosťou. Počas zápasu dosahujú hráči vrchol nad 90 %, a priemer okolo 85 % z maximálnej srdcovej frekvencie. Štruktúra športového výkonu v ľadovom hokeji si preto vyžaduje približne zastúpenie 31 % aeróbného oxidatívneho a 69 % anaeróbného glykolytického systému. Tieto hodnoty sa líšia v závislosti od úrovne súťaže, intenzity zaťaženia, štýlu hry a pozície (Burr et al. 2008).

Tréning dýchacích svalov pomáha oddialiť alebo znížiť vplyv sympatikovým nervovým systémom sprostredkovaného respiračného metaboreflexu, pri ktorom dochádza k zvýšenej perfúzií a hromadeniu metabolitov v dýchacích svaloch. Následná vazokonstrikcia v kostrových svaloch zapojených do cvičenia vedie k zvýšenej lokálnej únave a redukcii výkonnosti (Turner et al., 2013).

Bránica je jedným z hlavných dýchacích svalov a zohráva dôležitú úlohu v systéme svalov zodpovedných za vnútornú (hlbokú) stabilizáciu chrbtice. Stabilná a silná oblasť telesného jadra je v ľadovom hokeji dôležitá z dôvodu realizácie synchronnej činnosti asynchronných pohybov. Platí lineárny vzťah, čím sú svaly telesného jadra silnejšie, tým umožňujú väčšiu produkciu sily zapojeným končatinám (Doležal a Jebavý, 2013).

Cieľom príspevku je prezentovať zistenia týkajúce sa vplyvu cielenej dychovej intervencie na aeróbnu výkonnosť hokejistov dorasteneckej kategórie v priebehu súťažného obdobia.

### **Metodika**

Výskumný súbor tvorilo 20 hráčov hokejového klubu HC Košice kategórie U18, ktorí boli diagnostikovaní v priebehu základnej časti súťaže v sezóne 2025/2026. Hráči boli trénerom náhodným výberom rozdelení do experimentálnej ( $n = 10$ ) a kontrolnej skupiny ( $n = 10$ ).

Experimentálnym činiteľom boli intervenčné tréningové programy zamerané na úpravu dychového stereotypu prostredníctvom diafragmatického dýchania a aplikácie respiračného svalového tréningu. Pozostávali z cvičení pôsobiacich na dychový stereotyp so správnym zapojením diafragmatického dýchania, pričom cvičenia boli realizované v polohe v sede s dôrazom na činnosť bránice (obrázok 1).



Obr. 1 - Realizácia diafragmatického dýchania v polohe v sede  
*zdroj: vlastné spracovanie*

Intervenčný tréningový program experimentálnej skupiny bol zostavený na základe konzultácie s lekárom so špecializáciou v odbore fyziatria a správnosť realizácie dychových cvičení bola kontrolovaná každé tri týždne fyzioterapeutom. Cvičenia boli realizované v polohe v sede s dôrazom na činnosť bránice. Jedno tréningové sedenie pozostávalo z 3 sérií po 10 dychových cykloch (nádyh a výdyh proti odporu) s dvojminútovou prestávkou medzi sériami. Trvanie nádychu a výdychu bolo približne tri sekundy.

Dychová intervencia bola probandami experimentálnej skupiny vykonávaná dvakrát denne, päťkrát týždenne, pričom dĺžka tréningového programu bola 16 týždňov. Odpor zariadenia slúžiaceho na respiračný svalový tréning bol počas intervencie zvyšovaný na základe zvládnutia techniky. Subjektívne vnímaná námaha bola udržiavaná na úrovni približne 80 % maximálneho úsilia.

Po ukončení výberu vhodných diagnostických prostriedkov boli probandi oboznámení s metodikou výskumu a absolvovali vstupnú telovýchovnolekársku prehliadku. V rámci získavania výskumných údajov boli sledované antropometrické, spirometrické, spiroergometrické a športovo špecifické ukazovatele. Z antropometrických parametrov boli hodnotené telesná výška (TV; cm), telesná hmotnosť (TH; kg), množstvo kostrového svalstva (Svaly; kg) a množstvo telesného tuku (Tuk; kg). Telesná výška bola meraná prostredníctvom výškomera BSM170B a analýza telesného zloženia bola realizovaná pomocou bioimpedančnej analýzy na prístroji InBody 370s.

Funkčné hodnotenie pľúc bolo realizované prostredníctvom spirometrického vyšetrenia prístrojom Cortex MetaControl 3000 s využitím analyzátora Cortex MetaLyzer 3B. Zo spirometrických ukazovateľov boli sledované usilovná vitálna kapacita pľúc (FVC – forced vital capacity; l) a objem usilovného výdychu za prvú sekundu (FEV<sub>1</sub> – forced expiratory

volume in one second; l).

Aeróbna kapacita bola hodnotená prostredníctvom spiroergometrického vyšetrenia na bicyklovom ergometri Ergoline Ergoselect 200, prostredníctvom ukazovateľov maximálnej spotreby kyslíka ( $VO_2\text{max}$ ;  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) a relatívneho výkonu prepočítaného na kilogram telesnej hmotnosti ( $W\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Zo športovo špecifických ukazovateľov bola sledovaná maximálna dosiahnutá korčuliarska rýchlosť ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) v rámci intermitentného korčuliarskeho testu 30–15.

Vstupné diagnostické merania boli realizované pred začiatkom intervenčného programu a výstupné merania po jeho ukončení, teda po 16 týždňoch. Pri výstupnom testovaní boli zachované rovnaké diagnostické postupy a podmienky merania ako pri vstupnej diagnostike.

Vzhľadom na malú početnosť výskumného súboru a nepotvrdenú normalitu rozloženia dát boli na štatistické spracovanie použité neparametrické testy. Zmeny medzi vstupným a výstupným meraním v rámci jednotlivých skupín boli analyzované pomocou Wilcoxonovho párového testu. Štatistická významnosť rozdielov bola posudzovaná na hladine  $p < 0,05$ . Na posúdenie vecnej významnosti bol použitý koeficient veľkosti účinku  $r$ , interpretovaný podľa Cohena (1988)  $r < 0,30$  – malý efekt;  $r = 0,30 - 0,49$  – stredný efekt;  $r \geq 0,50$  – veľký efekt.

## Výsledky

Zo súhrnného porovnania vstupných a výstupných meraní (tabuľka 1) vyplýva, že počas sledovaného obdobia boli štatisticky významné zmeny zaznamenané predovšetkým v antropometrických parametroch. V experimentálnej skupine sa štatisticky významne zvýšila telesná výška a množstvo kostrového svalstva, pričom súčasne došlo k štatisticky významnému poklesu množstva telesného tuku. V kontrolnej skupine bol zaznamenaný štatisticky významný nárast telesnej výšky, telesnej hmotnosti a množstva kostrového svalstva.

Pri spirometrických ukazovateľoch FVC a  $FEV_1$  neboli zaznamenané signifikantné zmeny, ktoré by poukazovali na jednoznačný efekt intervencie. Rovnako sa v spiroergometrických ukazovateľoch  $VO_2\text{max}$  a  $W\cdot\text{kg}^{-1}$  nepotvrdili štatisticky významné zmeny ani v experimentálnej, ani v kontrolnej skupine. Štatisticky významná zmena nebola zaznamenaná ani pri maximálnej dosiahnutej korčuliarskej rýchlosti.

Z hľadiska vecnej významnosti viaceré premenné vykazovali stredný až veľký efekt aj v prípadoch, keď nebola dosiahnutá štatistická významnosť. Týkalo sa to najmä  $VO_2\text{max}$ , relatívneho výkonu  $W\cdot\text{kg}^{-1}$  a maximálnej korčuliarskej rýchlosti v experimentálnej skupine. Tieto výsledky je však potrebné interpretovať opatrne vzhľadom na malý rozsah výskumného súboru.

Experimentálna skupina						Kontrolná skupina				
		Z	p<0,05	r	efekt		Z	p<0,05	r	efekt
Antropometria	TV	-2,19	<b>0,028</b>	0,7	veľký	TV	-2,251	<b>0,024</b>	0,71	veľký
	TH	-1,83	0,066	0,58	veľký	TH	-2,549	<b>0,011</b>	0,81	veľký
	Svaly	-2,19	<b>0,028</b>	0,69	veľký	Svaly	-2,521	<b>0,012</b>	0,8	veľký
	Tuk	-2,36	<b>0,018</b>	0,75	veľký	Tuk	-1,863	0,063	0,59	veľký
Spiroergometria	VO <sub>2</sub> max	-1,903	0,057	0,6	veľký	VO <sub>2</sub> max	-0,948	0,343	0,3	stredný
	W/kg	-1,357	0,175	0,43	stredný	W/kg	-1,49	0,136	0,47	stredný
Korčuliarska rýchlosť	km/h	-1,554	0,12	0,49	stredný	km/h	-0,368	0,713	0,12	malý

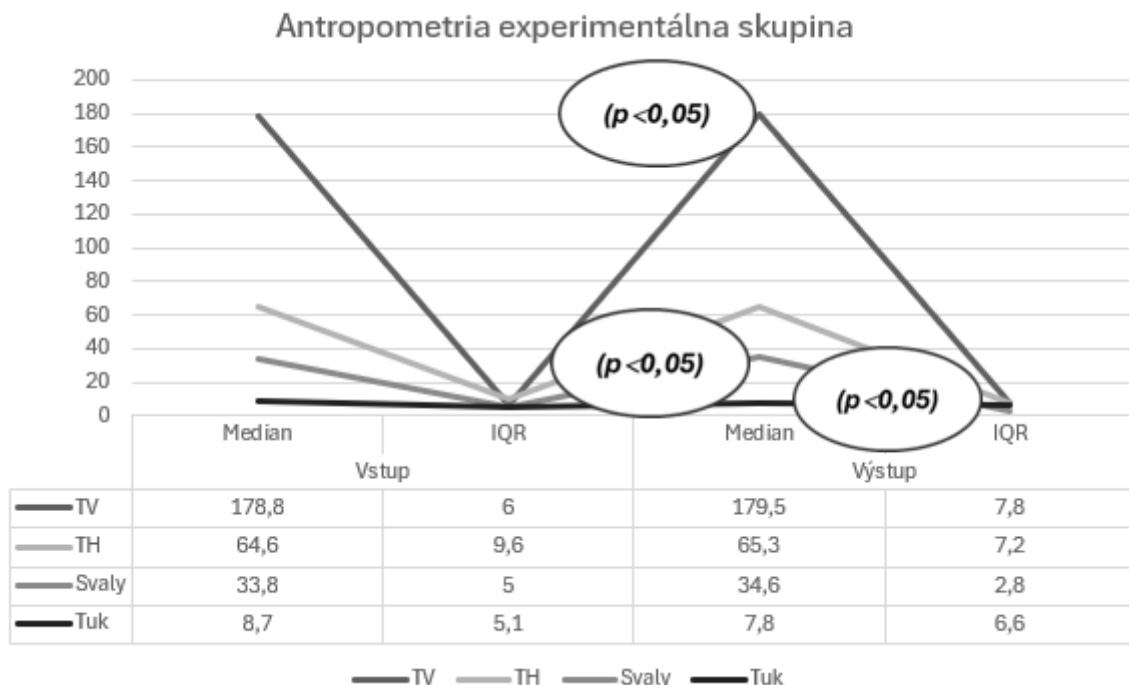
Tabuľka 1 - Porovnanie vstupných a výstupných meraní v experimentálnej a kontrolnej skupine

Zdroj: vlastné spracovanie

*Legenda:* TV – telesná výška (cm); TH – telesná hmotnosť (kg); Svaly – množstvo kostrového svalstva (kg); Tuk – množstvo telesného tuku (kg); VO<sub>2</sub>max – maximálna spotreba kyslíka (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>); W/kg – relatívny výkon prepočítaný na kilogram telesnej hmotnosti (W.kg<sup>-1</sup>); km/h – maximálna dosiahnutá korčuliarska rýchlosť; Z – hodnota testovacej štatistiky Wilcoxonovho párového testu; p – hladina štatistickej významnosti; r – veľkosť efektu.

V ďalšej časti sú výsledky interpretované podľa jednotlivých sledovaných oblastí, a to v poradí antropometrické parametre, spirometrické a spiroergometrické ukazovatele a maximálna dosiahnutá korčuliarska rýchlosť.

V oblasti antropometrických parametrov bol v experimentálnej skupine zaznamenaný štatisticky významný nárast telesnej výšky zo 178,8 cm na 179,5 cm a množstva kostrového svalstva z 33,8 kg na 34,6 kg. Súčasne došlo k štatisticky významnému poklesu množstva telesného tuku z 8,7 kg na 7,8 kg (obrázok 1).

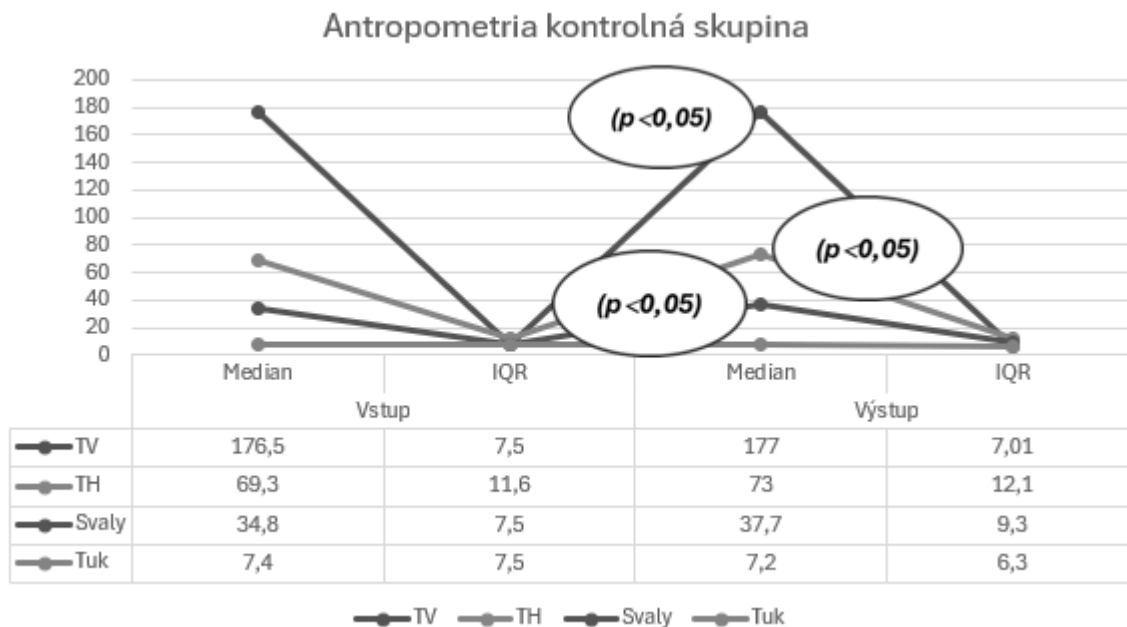


Obr. 1 - Zmeny antropometrických parametrov v experimentálnej skupine

Zdroj: vlastné spracovanie

*Legenda:* TV – telesná výška (cm); TH – telesná hmotnosť (kg); Svaly – množstvo kostrového svalstva (kg); Tuk – množstvo telesného tuku (kg).

V kontrolnej skupine bol počas sledovaného obdobia zaznamenaný štatisticky významný nárast telesnej výšky zo 176,5 cm na 177,0 cm, telesnej hmotnosti zo 69,3 kg na 73,0 kg a množstva kostrového svalstva z 34,8 kg na 37,7 kg. Množstvo telesného tuku sa mierne znížilo zo 7,4 kg na 7,2 kg, avšak táto zmena nedosiahla hladinu štatistickej významnosti (obrázok 2).

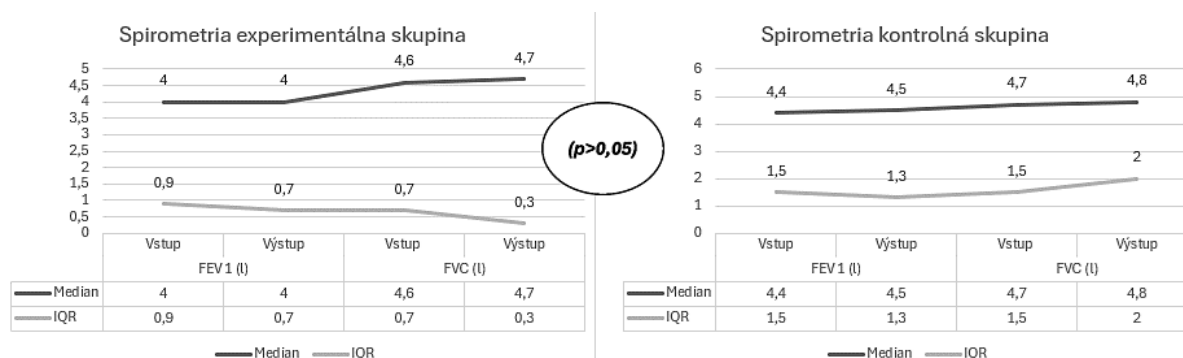


Obr. 2 - Zmeny antropometrických parametrov v kontrolnej skupine

Zdroj: vlastné spracovanie

Legenda: TV – telesná výška (cm); TH – telesná hmotnosť (kg); Svaly – množstvo kostrového svalstva (kg); Tuk – množstvo telesného tuku (kg).

Pri funkčnom hodnotení pľúc boli porovnávané vstupné hodnoty spirometrických ukazovateľov pred začiatkom intervenčného programu a výstupné hodnoty po jeho ukončení, teda po 16 týždňoch. V experimentálnej ani kontrolnej skupine neboli medzi vstupným a výstupným meraním zaznamenané štatisticky významné zmeny sledovaných spirometrických ukazovateľov FVC a FEV<sub>1</sub> (obrázok 3).



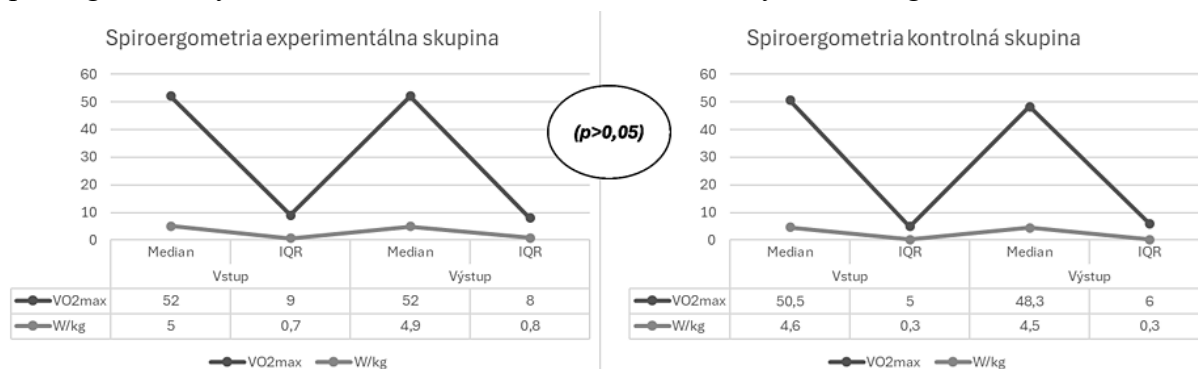
Obr. 3 - Zmeny spirometrických ukazovateľov v experimentálnej a kontrolnej skupine

Zdroj: vlastné spracovanie

Legenda: FVC – usilovná vitálna kapacita pľúc (forced vital capacity;l); FEV<sub>1</sub> - objem usilovného výdychu za prvú sekundu (forced expiratory volume in one second;l).

Vo vstupných a výstupných mediánových hodnotách spirometrických ukazovateľov bol v experimentálnej skupine zaznamenaný mierny nárast mediánu FVC zo 4,6 na 4,7 l, zatiaľ čo hodnota FEV<sub>1</sub> ostala prakticky nezmenená. V kontrolnej skupine bol zaznamenaný mierny nárast mediánu FVC zo 4,7 l na 4,8 l a FEV<sub>1</sub> zo 4,4 l na 4,5 l, pričom uvedené zmeny však nedosiahli hladinu štatistickej významnosti.

Pri hodnotení aeróbnej kapacity prostredníctvom spiroergometrického vyšetrenia boli porovnávané vstupné hodnoty pred začiatkom intervenčného programu a výstupné hodnoty po jeho ukončení, teda po 16 týždňoch. V experimentálnej ani kontrolnej skupine neboli medzi vstupným a výstupným meraním zaznamenané štatisticky významné zmeny sledovaných spiroergometrických ukazovateľov VO<sub>2</sub>max a relatívneho výkonu W·kg<sup>-1</sup> (obrázok 4).



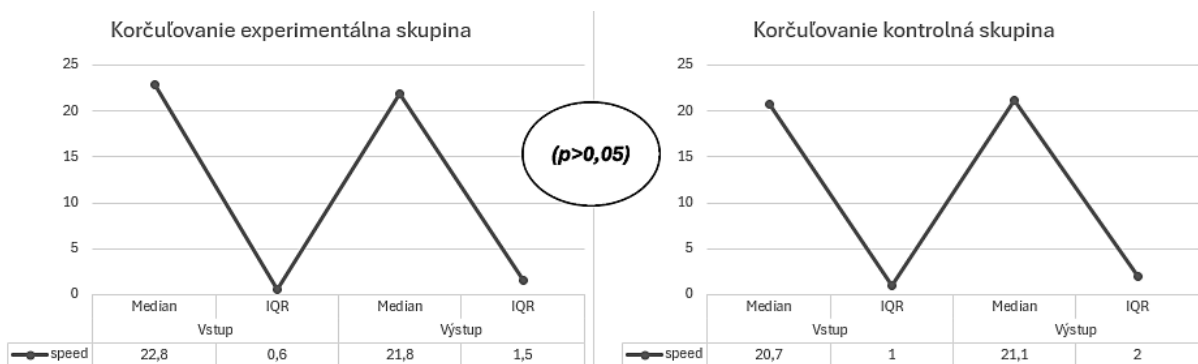
Obr. 4 - Zmeny v úrovni aeróbnej kapacity v experimentálnej a kontrolnej skupine

Zdroj: vlastné spracovanie

Legenda: VO<sub>2</sub>max – maximálna spotreba kyslíka (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>); W/kg – relatívny výkon prepočítaný na kilogram telesnej hmotnosti (W.kg<sup>-1</sup>).

Obrázok 4 prezentuje mediánové hodnoty VO<sub>2</sub>max a relatívneho výkonu W·kg<sup>-1</sup> pri vstupnom meraní pred intervenciou a pri výstupnom meraní po 16 týždňoch. V experimentálnej skupine ostal medián VO<sub>2</sub>max nezmenený na úrovni 52 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, zatiaľ čo medián relatívneho výkonu mierne poklesol z 5,0 W·kg<sup>-1</sup> na 4,9 W·kg<sup>-1</sup>. V kontrolnej skupine bol zaznamenaný pokles mediánu VO<sub>2</sub>max z 50,5 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> na 48,3 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, teda o 2,2 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, a súčasne mierny pokles relatívneho výkonu zo 4,6 W·kg<sup>-1</sup> na 4,5 W·kg<sup>-1</sup>. Uvedené zmeny však nedosiahli hladinu štatistickej významnosti.

Pri hodnotení korčuľarskej rýchlosti nebola v experimentálnej a kontrolnej skupine zaznamenaná štatisticky významná zmena (obrázok 5).



Obr. 5 - Zmeny v testoch korčuľarskej rýchlosti v experimentálnej a kontrolnej skupine

Zdroj: vlastné spracovanie

Legenda: speed – maximálna dosiahnutá korčuľarska rýchlosť v km/h.

V rámci sledovaných zmien vstupných a výstupných hodnôt maximálnej dosiahnutej korčuliarskej rýchlosti bol v experimentálnej skupine zaznamenaný pokles mediánu maximálnej rýchlosti z  $22,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  na  $21,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , avšak táto zmena nedosiahla hladinu štatistickej významnosti. V kontrolnej skupine došlo k miernemu nárastu mediánu maximálnej rýchlosti z  $20,7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  na  $21,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , taktiež bez štatistickej významnosti.

## Diskusia

Respiračný svalový tréning môže byť v športoch s intermitentným typom zaťaženia, kde patrí aj ľadový hokej, prospešný predovšetkým mechanizmom zlepšenia sily a odolnosti dýchacích svalov voči únave, tolerancie dyspnoe, efektivity ventilácie pri záťaži a oddialenia nástupu respiračného metaboreflexu (Lorca-Santiago et al. 2020). Pri respiračnom metaboreflexe dochádza k redistribúcii prietoku krvi smerom k dýchacím svalom na úkor pracujúcich končatín. Následná vazokonstrikcia v kostrových svaloch zapojených do cvičenia vedie k zvýšenej lokálnej únave a poklesu výkonnosti. Systematický prehľad z roku 2025 uvádza, že respiračný svalový tréning môže tento mechanizmus zmierniť a zvyšovať toleranciu záťaže, hoci dostupné štúdie sú metodicky heterogénne a zahŕňajú relatívne malé súbory (Wanderley e Lima et al. 2025). Ľadový hokej je síce šport s významným zastúpením aerobného oxidatívneho systému, ale samotný výkon v opakovaných vysokointenzívnych herných situáciách nemusí byť priamo determinovaný iba hodnotou  $\text{VO}_2\text{max}$ . Gabrys et al. (2026) pri skúmaní opakovaného vysokointenzívneho úsilia na ľade uvádzajú, že výkon v špecifickom hokejovom zaťažení súvisí s komplexnou interakciou aeróbného oxidatívneho, anaeróbného glykolytického a alaktátového ATP-CP systému, pričom opakovaný vysokointenzívny výkon v ľadovom hokeji je do značnej miery nezávislý od  $\text{VO}_2\text{max}$  a viac súvisí s individuálnou toleranciou voči akumulácii anaeróbných glykolytických metabolitov a schopnosťou pracovať na druhom ventilačnom prahu. Pri hodnotení maximálnej dosiahnutej korčuliarskej rýchlosti nebola zistená štatisticky významná zmena ani v experimentálnej, ani v kontrolnej skupine. V experimentálnej skupine bol zaznamenaný pokles mediánu maximálnej rýchlosti, zatiaľ čo v kontrolnej skupine mierny nárast, avšak bez štatistickej významnosti. Maximálna korčuliarska rýchlosť je komplexný športovo špecifický ukazovateľ, ktorý závisí od aeróbnej kapacity, ale aj od techniky korčuľovania, neuromuskulárnej koordinácie, sily dolných končatín, úrovne aktuálnej únavy a kvality tréningového procesu. Preto nemožno predpokladať, že samotný respiračný svalový tréning bude mať priamy a jednoznačný efekt na maximálnu korčuliarsku rýchlosť. Výsledky tejto práce sú v súlade s poznatkami zo štúdie realizovanej u elitných short-track rýchlokorčuliarov, kde rôzne formy respiračného svalového tréningu nevedli k štatisticky významným rozdielom vo výkone počas Wingate testu, kardiopulmonálneho záťažového testu ani špecifických testov na ľade (Kowalski et al., 2024). Z tohto pohľadu možno predpokladať, že prípadný účinok respiračného svalového tréningu by sa mohol prejaviť skôr v tolerancii dychovej námahy či rýchlosti zotavenia medzi striedaniami než v samotnej zmene maximálnej aeróbnej kapacity. Význam biologickej maturácie je potrebné zohľadniť aj pri interpretácii antropometrických zmien. V aktuálnej fáze výskumu neboli štatisticky vyhodnotené maximálne statické respiračné tlaky MIP a MEP. Z tohto dôvodu nie je možné jednoznačne posúdiť, či intervencia viedla k zlepšeniu sily inspiračných alebo expiračných svalov. To je podstatné najmä preto, že recentné meta-analýzy označujú MIP a MEP za kľúčové výstupné

premenné pri hodnotení efektu respiračného svalového tréningu u športovcov (Xavier et al. 2025).

### **Záver**

Na základe prezentovaných výsledkov možno konštatovať, že v experimentálnej skupine sa po 16 týždňoch intervencie správna aktivácia bráničného dýchania v kombinácii s aplikáciou respiračného svalového tréningu nepreukázala ako jednoznačný determinant rozvoja aeróbnej kapacity. V experimentálnej skupine nebol zaznamenaný štatisticky významný nárast  $VO_2\text{max}$  ani maximálnej dosiahnutej korčuliarskej rýchlosti.

Pri spirometrických ukazovateľoch boli zaznamenané len mierne zmeny FVC a FEV<sub>1</sub>, ktoré nemožno interpretovať ako jednoznačný dôkaz účinku respiračnej intervencie. Zistené výsledky je potrebné interpretovať opatrne vzhľadom na malý rozsah výskumného súboru, prebiehajúci tréningový proces počas súťažného obdobia a absenciu priameho merania sily dýchacích svalov. Pre presnejšie zhodnotenie účinku respiračného svalového tréningu by bolo vhodné doplniť merania o maximálne inspiračné a expiračné tlaky (MIP a MEP), ktoré predstavujú citlivejší ukazovateľ adaptácie dýchacích svalov ako spirometrické ukazovatele.

Počas sledovaného obdobia sa v experimentálnej skupine preukázali štatisticky významné zmeny najmä v antropometrických parametroch. Interpretácia signifikantných zmien antropometrických parametrov zaznamenaná v oboch skupinách musí zohľadňovať aj prirodzený rast, biologické dozrievanie a pravidelný tréningový proces počas súťažného obdobia.

Pre presnejšie posúdenie vzťahu medzi dychovým stereotypom, stabilizačnou funkciou trupu a športovým výkonom bude v ďalšej fáze výskumu diagnostika rozšírená o motorické testy zamerané na hodnotenie silových schopností svalov stredu tela v izometrických pozíciách a pri rotačných pohyboch. Súčasne bude diagnostický protokol doplnený o neinvazívne meranie maximálneho inspiračného tlaku (MIP) a maximálneho expiračného tlaku (MEP), ktoré umožní objektívnejšie posúdiť efekt dychovej intervencie na silu inspiračných a expiračných svalov. Meranie týchto parametrov pred začiatkom a po ukončení intervenčného programu môže prispieť k presnejšiemu vyhodnoteniu adaptačnej odpovede dýchacích svalov na respiračný svalový tréning.

*Tento článok odporúčala na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:  
doc. MUDr. Bibiana Vadašová, PhD.*

### **Použitá literatúra**

1. BURR, J. F. et al., 2008. Relationship of physical fitness test results and hockey playing potential in elite-level ice hockey players. In: *Journal of Strength and Conditioning Research*. Roč. 22, č. 5, s. 1535-1543. ISSN 1064-8011.
2. DOLEŽAL, M. a R. JEBAVÝ, 2013. *Přirozený funkční trénink*. Praha: Grada Publishing, a.s. ISBN 978-80-247-4438-4.
3. GABRYS, T. et al., 2026. Energy Structure of Repeated On-Ice Efforts and Its Dependence on the Aerobic Capacity of a Hockey Player. In: *Sports*. Roč. 14, č. 3. ISSN 2075-4663.

4. KOWALSKI, T. et al., 2024. Comparative Study of Different Respiratory Muscle Training Methods: Effects on Cardiopulmonary Indices and Athletic Performance in Elite Short-Track Speedskaters. In: *Life*. Roč. 14, č. 9. ISSN 2075-1729.
5. LORCA-SANTIAGO, J. et al., 2020. Inspiratory Muscle Training in Intermittent Sports Modalities: A Systematic Review. In: *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Roč. 17, č. 12. ISSN 1660-4601.
6. TÓTH, I. et al., 2010a. *Tréner ľadového hokeja. Vysokoškolská učebnica pre trénerov špecializácie v ľadovom hokeji*. Bratislava: TO-MI Ice Hockey Agency v spolupráci so SZLH a FTVŠ UK. ISBN 978-80-970545-1-9.
7. TURNER, L. A. et al., 2013. Inspiratory loading and limb locomotor and respiratory muscle deoxygenation during cycling exercise. In: *Respiratory Physiology & Neurobiology*. Roč. 185, č. 3, s. 506-514. ISSN 1878-1519.
8. WANDERLEY E LIMA, T. B. et al., 2025. The effect of inspiratory muscle training on the inspiratory muscle metaboreflex: A systematic review. In: *Canadian Journal of Respiratory Therapy*. Roč. 61, s. 51-59. ISSN 2368-6820.
9. XAVIER, D. M. et al., 2025. The effectiveness of respiratory muscular training in athletes: A systematic review and meta-analysis. In: *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. Roč. 42, s. 777-792. ISSN 1532-9283.

# **Mladá veda**

## **Young Science**

**ISSN 1339-3189**