

Mladá veda

Young Science



Mladá veda

Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 3, ročník 13., vydané v septembri 2025

ISSN 1339-3189, EV 167/23/EPP

Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk

Fotografia na obálke: Lom Skrabské. © Branislav A. Švorc, 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

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.

ZMENY V ZLOŽENÍ TELA TRIATLONISTOV POČAS OBDOBIA SILOVEJ PRÍPRAVY

CHANGES IN BODY COMPOSITION OF TRIATHLETES DURING A PERIOD OF
STRENGTH TRAINING

Kristián Bako¹, Michal Hlávek, Patrik Barčák, Martin Pupiš²

Kristián Bako pôsobil ako denný doktorand na Filozofickej fakulte na Katedre telesnej výchovy a športu na Univerzite Mateja Bela v Banskej Bystrici v študijnom odbore vedy o športe. Vo svojej dizertačnej práci sa venoval zvyšovaniu bežeckej výkonnosti triatlonistov. Michal Hlávek pôsobí ako denný doktorand na Fakulte telesnej výchovy, športu a zdravia na Univerzite Mateja Bela v Banskej Bystrici v študijnom odbore vedy o športe. Jeho výskumy smerujú pozornosť na hypoxiu a hyperoxiu v športe. Patrik Barčák pôsobí ako externý doktorand na Fakulte telesnej výchovy, športu a zdravia na Univerzite Mateja Bela v Banskej Bystrici v študijnom odbore vedy o športe. Jeho výskumy smerujú pozornosť na zvyšovanie výkonnosti a pohybových schopností v kolektívnych a individuálnych športoch. Martin Pupiš pôsobí ako profesor a dekan Fakulty telesnej výchovy, športu a zdravia na Univerzite Mateja Bela v Banskej Bystrici. Jeho vedecká činnosť sa zameriava na atletiku a pohybový výkon, tréningy v hypoxických podmienkach a v posledných rokoch na biologický pas športovca.

Kristián Bako worked as a full-time PhD. student at the Faculty of Arts, Department of Physical Education and Sport at Matej Bel University in Banská Bystrica, in the sports science field. In his dissertation, he focused on increasing the running performance of triathletes. Michal Hlávek works as a full-time PhD. student at the Faculty of Sports Science and Health at Matej Bel University in Banská Bystrica, in the sports science field. His research focuses on hypoxia and hyperoxia in sports. Patrik Barčák works as an external PhD. student at the Faculty of Sports Science and Health at Matej Bel University in Banská Bystrica in the sports science field. His research focuses on increasing performance and movement skills in team and individual sports. Martin Pupiš works as a professor and dean of

¹ Adresa predchádzajúceho pracoviska: Mgr. Kristián Bako, PhD., Katedra telesnej výchovy a športu, Filozofická fakulta, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Tajovského 40, 97409 Banská Bystrica, ORCID 0000-0001-9241-0549

E-mail: kristian.bako@umb.sk

² Adresa pracoviska: Mgr. Michal Hlávek, Mgr. Patrik Barčák, prof. PaedDr. Martin Pupiš, PhD., Fakulta telesnej výchovy, športu a zdravia, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Tajovského 40, 97409 Banská Bystrica, ORCID 0000-0002-1563-9531

E-mail: michal.hlavek@umb.sk, patrik.barcak1996@gmail.com, martin.pupis@umb.sk

the Faculty of Sports Science and Health at Matej Bel University in Banská Bystrica. His scientific work focuses on athletics and movement performance, training in hypoxic conditions and, in recent years, on the athlete's biological passport.

Abstract

The triathlete's effort of being faster, stronger and mostly more enduring requires to think about through their entire preparation in detail. To prepare their bodies for maximum performance, it is necessary to achieve certain changes in terms of body composition. Body composition diagnostics serve as feedback for the triathlete and the coach on their muscle mass and body fat percentage, so it is appropriate to include it in the training process. Based on this knowledge, this research investigates how strength-conditioning training affects changes in body composition in triathletes. The research included 8 high-performance triathletes from TRIAN ŠK UMB Banská Bystrica triathlon club whose age was 17.26 ± 0.59 years with a body height of 175.8 ± 7.4 cm and a body weight of 63.2 ± 5.8 kg. Tanita MC-780MA device was used to obtain the necessary data of the triathletes. This multi-frequency body composition analyser is at the level of 3 frequencies which ensures high accuracy on 100 g. These data were stored on the SD memory card and then, after pairing using a Bluetooth adapter, it was transferred to a computer with Windows 10 OS. Input and output measurements took place in the morning under the same conditions. The training program ran for 8 weeks in the preparatory period from 16. 01. 2024 to 07. 03. 2024 and was implemented twice a week. When comparing the input and output data, the experimental group recorded an average increase in muscle mass of 1.1 ± 1.36 kg and a decrease in body fat % of $-0.98 \pm 0.43\%$, while the control group recorded an average increase in muscle mass of 0.43 ± 0.47 kg and a decrease in body fat % of $-0.63 \pm 0.98\%$. The results suggest that a strength-endurance training program will have a greater effect on changing body composition in triathletes than a uniform training method. Given the smaller number of subjects, a broader investigation of the issue is recommended.

Key words: body composition, circuit training, preparation period, triathlon

Abstrakt

Snaha triatlonistov byť rýchlejší, silnejší a hlavne vytrvavejší si vyžaduje premyslieť celú svoju prípravu do detailov. Aby pripravili svoje telo na maximálny výkon, je potrebné dosiahnuť určité zmeny aj z hľadiska kompozície tela. Diagnostika kompozície tela slúži pre triatlonistu a trénera ako spätná väzba toho, aké majú zastúpenie svalovej hmoty a % telesného tuku, a tak je adekvátne ju zaradiť do tréningového procesu. Na základe týchto znalostí sme sa rozhodli preskúmať ako vplyva silovo-vytrvalostný tréning na zmeny kompozície tela u triatlonistov. Vo výskume bolo zahrnutých 8 výkonnostných triatlonistov z triatlonového klubu TRIAN ŠK UMB Banská Bystrica, ktorých vek bol $17,26 \pm 0,59$ rokov s telesnou výškou $175,8 \pm 7,4$ cm a telesnou hmotnosťou $63,2 \pm 5,8$ kg. Na získanie potrebných údajov o triatlonistoch sme použili prístroj Tanita MC-780MA. Tento multi-frekvenčný analyzátor telesného zloženia je na úrovni 3 frekvencií, ktorý zabezpečuje veľkú presnosť na 100 g. Tieto údaje boli uložené do pamäťovej SD karty a následne po spárovaní pomocou

adaptéru Bluetooth sme ich preniesli do počítača s OS Windows 10. Vstupné a výstupné meranie prebiehalo v ranných hodinách za tých istých podmienok. Tréningový program prebiehal 8 týždňov v prípravnom období od 16. 01. 2024 do 07. 03. 2024 a realizovali sme ho 2-krát v týždni. Pri komparácií vstupných a výstupných údajov zaznamenal experimentálny súbor priemerné zvýšenie svalovej hmoty o $1,1 \pm 1,36$ kg a zníženie % telesného tuku o $-0,98 \pm 0,43$ %, pričom kontrolný súbor zaregistroval priemerné zvýšenie svalovej hmoty o $0,43 \pm 0,47$ kg a zníženie % telesného tuku o $-0,63 \pm 0,98$ %. Z výsledkov vyplýva, že silovo-vytrvalostný tréningový program bude mať vyšší efekt na zmenu kompozície tela u triatlonistov ako metóda rovnomerného tréningu. Z hľadiska nižšieho počtu probandov, odporúčame širšie skúmanie danej problematiky.

Kľúčové slová: kompozícia tela, kruhový tréning, prípravné obdobie, triatlon

Úvod

Triatlon je vytrvalostný viacboj, ktorého cieľom bolo zistiť, ktorý športovec je ten najlepší vytrvalec (Knechtle et al., 2015). Tento vytrvalostný multišport spája 3 športové disciplíny (plávanie, cyklistika a beh), ktoré nasledujú bezprostredne po sebe a poradie sa nemôže meniť (O'Toole, Douglas & Hiller, 1989).

Vytrvalostné športy svojou náročnosťou kladú veľké požiadavky na svojich trénerov, ktorí musia aplikovať vhodné tréningové metódy, aby ich športovci maximalizovali svoje schopnosti (rýchlosť, silu a primárne vytrvalosť) a následne ich aplikovali v súťažnom období (Boyle, 2017). K maximalizovaniu jednotlivých aspektov je potrebné získať informácie o aktuálnom stave trénovanosti jednotlivých triatlonistov prostredníctvom diagnostiky (Suchý & Bunc, 2012). Diagnostika je v triatlone nevyhnutnou súčasťou tréningového procesu, pretože je pre triatlonistu a trénera spätnou väzbou toho, ako trénujú a na akej výkonnostnej úrovni sú (Formánek, 2003). Aby sme mohli začať riešiť a hodnotiť štruktúru športového výkonu vo vytrvalostnom športe, je nutné stanoviť si hlavné faktory, ktoré sú primárne zastúpené (v našom prípade v triatlone) na základe čoho ich rozvíjame v nasledujúcich tréningových obdobiach (Kampmiller et al., 2012).

Medzi faktory ako je $VO_2\max$, ekonomika behu a fyziologické faktory, od ktorých je vytrvalostný výkon závislý, môžeme zaradiť aj zloženie tela. Zisťovanie kompozície tela je jednou z mnohých predikcií pre lepší výkon v triatlone. Zloženie tela môže pomôcť k lepšiemu športovému výkonu, a to z hľadiska zastúpenia svalovej hmoty, % telesného tuku a telesnej hmotnosti. Tieto poznatky môžu pomôcť pri regulovaní nutričných programov športovca, čo v konečnom dôsledku môže napomôcť k lepšiemu výkonu v tréningovom procese (Puccinelli et al., 2020). Podľa Beckinsalea (2016) by pri vyššej telesnej hmotnosti triatlonistu v bežeckej časti dochádzalo k väčšiemu pôsobeniu síl do podložky, ktorú by musel vynaložiť pre svoj výkon, čo by preňho bolo v konečnom dôsledku z hľadiska energetického krytia neefektívne. Autori Boyle (2016), Verstegen a Williams (2015) hovoria o relatívnej sile k výkonu, v ktorom je hmotnosť športovca podstatná najmä v špecifických športoch ako to môže byť v prípade triatlonu.

Výkonnostní triatlonisti predstavujú tzv. „medzi typ“ medzi výkonnostnými plavcami, cyklistami a bežcami. Charakterizuje ich štíhla a pritom svalnatá postava s nízkym percentom

podkožného tuku, približne 3-5 % s hmotnosťou 70 až 80 kg u mužov a 6-10 % telesného tuku u žien s hmotnosťou 55 až 65 kg (Formánek, 2003).

Ukazuje sa, že existuje určitý prenos účinkov zo silovo-vytrvalostného tréningu, resp. kruhového tréningu na maximálnu spotrebu kyslíka ($\dot{V}O_{2max}$), zlepšenie vytrvalosti, telesnej kompozície a sily. Zásady kruhového tréningu majú zvyčajne väčší význam, najmä pre vysoko trénovaných športovcov (Tanaka, 1994). Zaradenie silovej prípravy môže pozitívne ovplyvniť celú prípravu triatlonistu z hľadiska zlepšenia ekonomiky behu, zníženiu rizika a množstva zranení a prispieť k navýšeniu športového výkonu (Brúnn et al., 2018; Collins et al., 1989; Beckinsale, 2016; Červený & Mihálik, 2023).

Na základe vyššie uvedených poznatkov, sme sa rozhodli stanoviť si za cieľ to, či vplyvom silovo-vytrvalostného tréningu dokážeme pozitívne ovplyvniť zmeny v kompozícii tela u triatlonistov. Prezentované výsledky tvoria časť výskumu, ktorý bol realizovaný a následne publikovaný v rámci úspešnej obhajoby dizertačnej práce (Bako, 2024).

Metodika

Náš výskumný súbor pozostával z 8 triatlonistov z triatlonového klubu TRIAN ŠK UMB so sídlom v Banskej Bystrici, ktorých vek bol $17,26 \pm 0,59$ rokov. Triatlonisti sú na výkonnostnej úrovni (2 reprezentanti, zvyšní sa umiestnili na MSR v triatlone, duatlone a akvatlone do 6. miesta v roku 2023), ktorí reprezentujú klub na národnej a medzinárodnej úrovni. Probandi boli rozdelení na 4-členný experimentálny a 4-členný kontrolný súbor, pričom podľa Shapiro-Wilkovho testu sa neporušila normalita rozdelenia. Všetci triatlonisti pred začiatkom výskumu dobrovoľne podpísali informovaný súhlas o konaní výskumu, ktorý bol spojený s dizertačnou prácou. Náš výskumný projekt bol posúdený z etického hľadiska Etickou komisiou Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, ktorá ho schválila a je evidovaný pod číslom 1079/2024.

Na získanie údajov sme využili vo výskume metódu merania, a to bioimpedančný analyzátor – Tanita MC-780MA. Vstupné merania absolvovali triatlonisti v ranných hodinách o 07:00 v dňoch od 10. 01. 2024 do 12. 01. 2024. Triatlonisti nevykonávali deň predtým žiadnu fyzickú aktivitu, ktorá by mohla ovplyvniť údaje. S cieľom zabezpečiť objektivitu testovania triatlonisti obdržali niekoľko ďalších podmienok, ktoré spolu s vynechaním pohybovej aktivity bolo potrebné dodržať:

- Deň, najlepšie 2 dni pred diagnostikou neabsolvovať aktivity náročného fyzického charakteru.
- Deň pred diagnostikou a v deň diagnostiky pred meraním nepiť alkoholické nápoje.
- Pred diagnostikou sa aspoň 2 hodiny nespřchovať (vplyv na reálnu hydratáciu).
- Počas diagnostiky nemať na sebe žiadne kovové predmety (prstene, retiazky, ...).
- Približne 2 hodiny pred diagnostikou nevypiť viac ako 2 dcl tekutín (vplyv na hydratáciu a skreslenie ostatných hodnôt).
- Ráno pred diagnostikou sa nekrémovať ani nedávať make up (možné skreslenie hodnôt telesného tuku).
- Diagnostiku absolvovať v kraťasoch a v tričku s krátkym rukávom.

Výstupné meranie kompozície tela prebiehalo po silovo-vytrvalostnom tréningovom programe v dňoch od 13. 03. 2024 do 15. 03. 2024 za tých istých podmienok.

Silovo-vytrvalostný tréningový program bol zaradený v prípravnom období od 16. 01. do 07. 03. 2024, čo predstavuje 8 týždňov. Úlohou silovo-vytrvalostného tréningového programu formou kruhového tréningu bolo verifikovať účinnosť tréningového programu v porovnaní s kontrolným tréningovým programom vykonávaným metódou rovnomerného tréningu a zistiť, ktorá metóda je prínosnejšia z hľadiska zmien v kompozícii tela a to svalovej hmoty a % telesného tuku. Daný podnet bol aplikovaný v tréningovom programe výskumného súboru 2-krát v týždni v utorok od 08:45 a štvrtok od 14:45, v ktorom tréningová jednotka experimentálneho súboru predstavovala približne 1 h a 5 min a pri kontrolnom súbore 1 h a 25 min. Kruhový tréning pozostával z 12-tich cvičení, ktoré boli rozdelené do dvoch tréningových jednotiek po 6 cvičení. Počas týchto cvičení probandi precvičovali celé telo. Medzi 12 cvičení, ktoré sme si zvolili patrí drep s činkou na chrbte alebo pohárový drep s kettlebellom, mŕtvy chrobák „dead-bug“, jednonožný rumunský mŕtvy ťah, príťahy na hrazde podhmatom, výpony v sede, jednoručný tlak nad hlavu v kľaku vo výpade, mŕtvy ťah, pallof press v stoj, jednonožný drep vo výpade s vyloženou nohou na vyvýšenej ploche (bulharský drep), tlaky na vodorovnej lavičke, výpony v stoj, jednoručný príťah v kľaku vo výpade. Každé cvičenie bolo vykonávané pri intervale 30 s zaťaženie a 30 s odpočinok. Doba zaťaženia sa každý týždeň navyšovala o 5 sekúnd, pričom v 4. týždni to predstavovalo 45 s zaťaženie a 30 s odpočinok. Nasledujúce 4 týždne sme celý cyklus zopakovali, ale pri vyššom odpore. Po celom okruhu cvičení nasledoval odpočinok 2 min. Daný kruhový tréning sme každú tréningovú jednotku zopakovali 3-krát. Intenzita a interval cvičení boli stanovené podľa Feč a Feč (2013) a Formánek (2003) a to na úrovni 45 až 55 % z 1 RM. Odpor cvičení bol stanovený na základe viacrazového maxima (6 RM), z ktorého môžeme vychádzať pri tvorbe tréningových programov pri cvičeniach ako mŕtvy ťah, drep, tlaky na vodorovnej lavičke a príťahy na hrazde podhmatom (Vanderka, 2016; Klion et al., 2015; Stoppani, 2008). Cvičenia v kruhovom tréningu boli zvolené na základe štúdií a poznatkov autorov Klion et al. (2015), Hung et al. (2019), Boyle (2016), Bohm et al. (2021), Current (2021), Feč a Feč (2013), Mullane, Turner a Bishop (2020), Stephens et al. (2021) a Stoppani (2008), ktorí hovoria o pozitívnom prínose a význame zaradenia cvičení do silovej prípravy, ktorá dokáže pozitívne ovplyvniť výkon v jednotlivých disciplínach triatlonu. Protokol, ktorý sme aplikovali vo výskume dizertačnej práci nebol predtým v tomto znení v žiadnej štúdií použitý, preto je tento podnet svojim vzorom originálny.

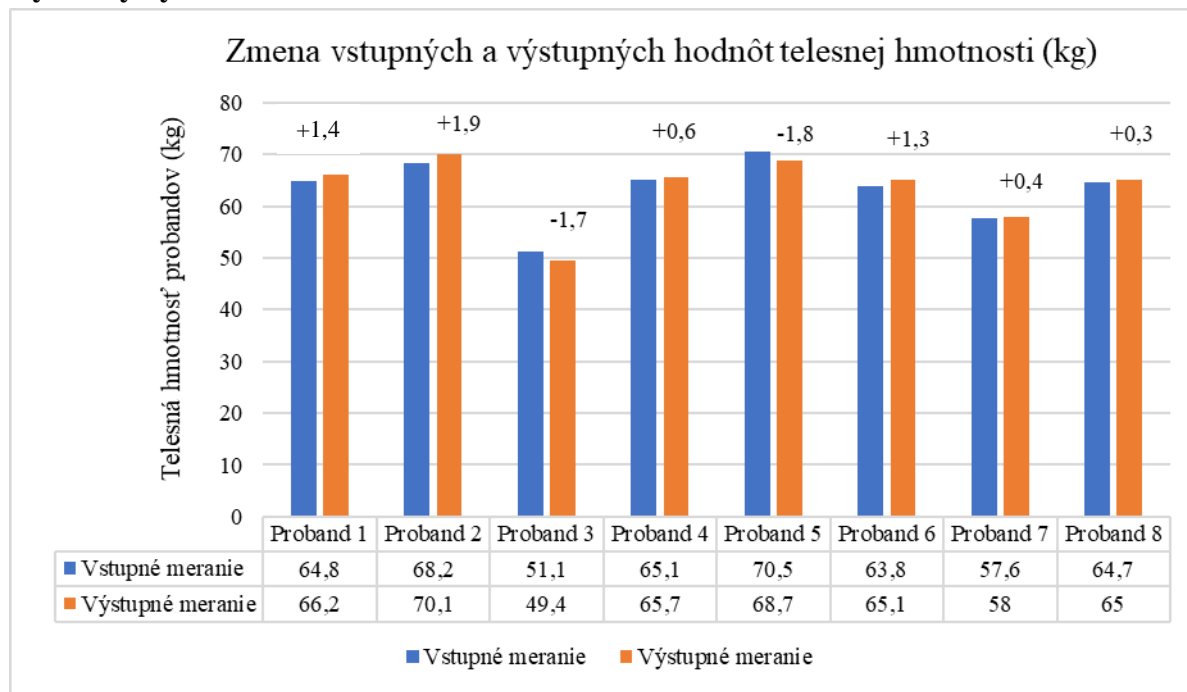
Kontrolný súbor využíval metódu rovnomerného tréningu v behu s dobou trvania 60 min, pričom intenzita behu bola pod úrovňou ANP, ktorá bola stanovená na základe laktátovej krivky.

Pred hlavnou časťou bola vykonávaná myofasciálna masáž celého tela, aktivácia stredu tela, aktivácia sedacích svalov a dynamický strečing na vrchnú a dolnú časť tela. Po hlavnej časti probandi vykonali výklus v dobe zaťaženia 10 min.

Pre interpretáciu výsledkov jednotlivých skupín sme počítali aj vecnú významnosť. Rozpätie hodnôt vecnej významnosti môžeme podľa Soukupa (2013) slovne označiť a to od

0,2 do 0,5 ako malý efekt, od 0,5 do 0,8 ako stredný efekt a od 0,8 a vyššie môžeme hovoriť o veľkom efekte.

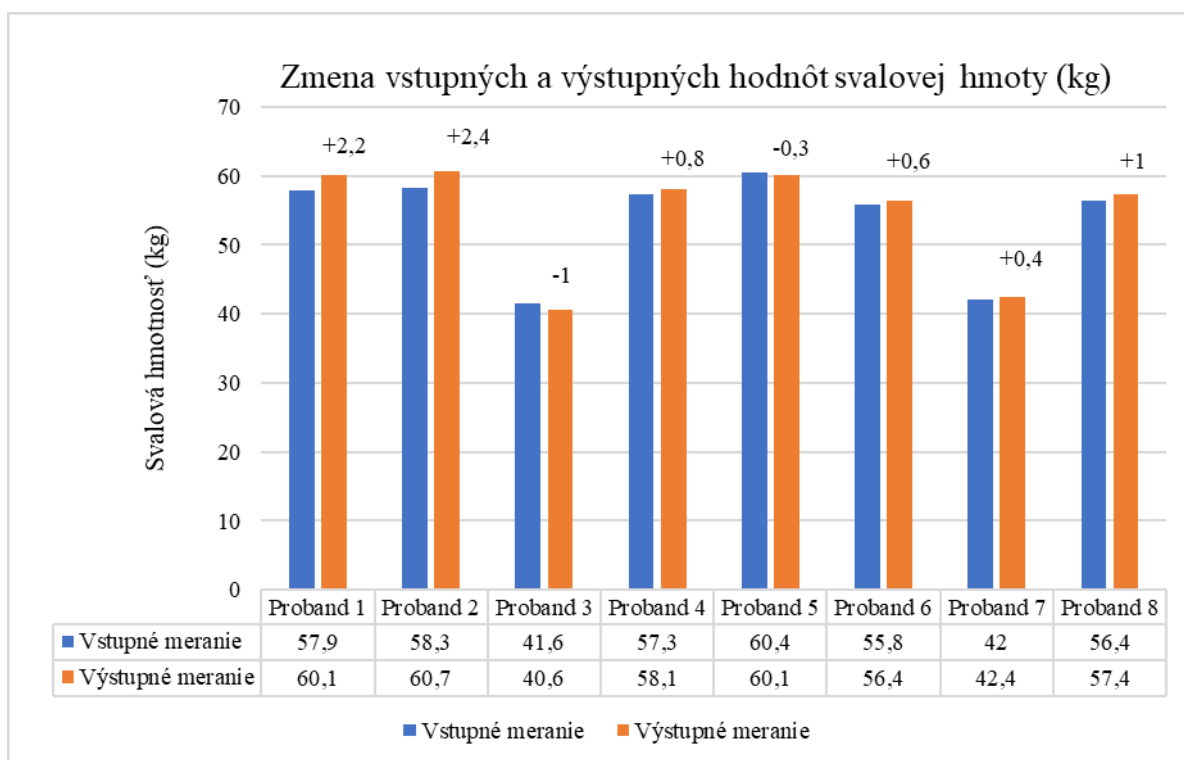
Výsledky výskumu



Obrázok 1 - Zmena vstupných a výstupných hodnôt telesnej hmotnosti probandov
Zdroj: autori

Na obrázku 1 sú zobrazené namerané zmeny hodnôt telesnej hmotnosti jednotlivých probandov. Probandi 1 až 4 boli zaradení do experimentálneho súboru a probandi 5 až 8 boli zaradení do kontrolného súboru. V rámci experimentálneho súboru môžeme sledovať nárast telesnej hmotnosti u 3 zo 4 probandov, pričom priemerná hodnota nárastu telesnej hmotnosti experimentálneho súboru je $0,55 \pm 1,38$ kg. Najvyšší nárast telesnej hmotnosti dosiahol proband 2 a to o 1,9 kg. Dôvod poklesu o -1,7 kg telesnej hmotnosti u probanda 3 sa nám nepodarilo zistiť. Proband sa zúčastnil všetkých tréningových jednotiek experimentálneho podnetu, pričom uviedol, že počas obdobia prebiehajúceho výskumu nepociťoval fyzickú alebo mentálnu slabosť či chorobu, rovnako nezmenil stravovacie návyky ani spánkový režim.

V kontrolnom súbore došlo k nárastu telesnej hmotnosti v priemere $0,05 \pm 1,14$ kg, pričom probandovi 5 sa neúmerne znížila telesná hmotnosť o -1,8 kg v porovnaní s ostatnými probandmi, ktorým sa telesná hmotnosť navýšila. Najvýraznejšie navýšenie zaznamenal v kontrolnom súbore proband 6 a to o 1,3 kg.



Obrázok 2 - Zmena vstupných a výstupných hodnôt svalovej hmoty probandov
Zdroj: autori

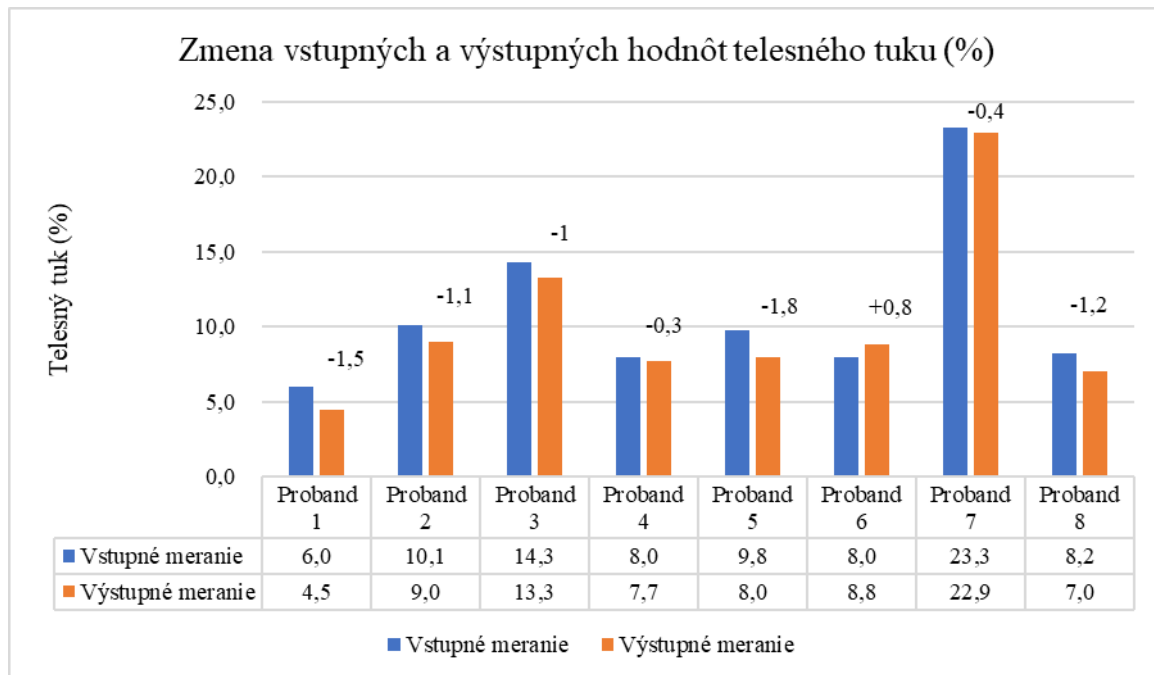
Na obrázku 2 sledujeme vývoj hodnôt svalovej hmoty u experimentálneho (proband 1 až 4) a kontrolného súboru (proband 5 až 8). U experimentálneho súboru bol aplikovaný silovo-vytrvalostný tréningový program formou kruhového tréningu, tu nastal priemerný nárast $1,1 \pm 1,36$ kg svalovej hmoty; zatiaľ čo u kontrolného súboru, v ktorom bola aplikovaná metóda rovnomerného tréningu, bol zistený priemerný nárast svalovej hmoty o $0,43 \pm 0,47$ kg.

Rovnako ako pri hodnotách telesnej hmotnosti nastal taktiež nárast svalovej hmoty u takmer všetkých probandov v experimentálnom súbore okrem probanda 3, u ktorého sa svalová hmotnosť znížila o -1 kg. Najvyššiu zmenu v experimentálnom súbore dosiahol proband 2 a to nárast o 2,4 kg svalovej hmoty.

U probandov kontrolného súboru bola najvyššia zmena zaznamenaná u probanda 8, ktorého nárast bol o 1 kg svalovej hmoty, pričom táto zmena je podobná až tretej najvyššej zmene u probanda 4 v experimentálnom súbore (0,8 kg). U probanda 5 bol zaznamenaný mierny pokles o -0,3 kg svalovej hmoty.

Probandi 3 a 5, u ktorých bola zaznamenaná znížená hodnota svalovej hmoty, absolvovali tréningový program v celej dĺžke trvania a nebola z ich strany zaznamenaná žiadna známka choroby či oslabenie akéhokoľvek pôvodu.

Napriek tomu, že oba súbory dosiahli nárast v parametri svalovej hmoty, z hľadiska vecnej významnosti nebol dosiahnutý v experimentálnom súbore ani malý efekt ($d = 0,14$) a v kontrolnom súbore bola úroveň vecnej významnosti ešte nižšia ($d = 0,06$).



Obrázok 3 - Zmena vstupných a výstupných hodnôt telesného tuku probandov

Zdroj: autori

Na obrázku 3 sú zobrazené zmeny vstupných a výstupných hodnôt telesného tuku experimentálneho a kontrolného súboru. V súbore, v ktorom bol aplikovaný experimentálny činiteľ, bol priemerný pokles hodnôt telesného tuku na úrovni $-0,98 \pm 0,43$ %. V experimentálnom súbore zaznamenali všetci probandi pokles s hľadiska % telesného tuku. Najvýraznejší pokles v experimentálnom súbore zaznamenal proband 1, a to pokles o $-1,5$ % a u probanda 4 sme mohli zaznamenať najmenší pokles, a to na úrovni $-0,3$ % telesného tuku. V kontrolnom súbore bola priemerná zmena telesného tuku na úrovni $-0,63 \pm 0,98$ %. Najvýraznejší pokles v kontrolnom súbore zaznamenal proband 5, a to o $-1,8$ % telesného tuku, pričom u probanda 6 nastal dokonca nárast, a to o $0,8$ % telesného tuku.

Pri komparácii poklesu hodnôt parametra telesného tuku bol v experimentálnom súbore z hľadiska vecnej významnosti dosiahnutý malý efekt ($d = 0,31$). V prípade kontrolného súboru nebola dosiahnutá ani hladina malého efektu a hodnota bola výrazne nižšia ($d = 0,1$)

Diskusia

Z nadobudnutých výsledkov môžeme zhodnotiť, že významné zmeny z hľadiska kompozície tela nastali u probandov v experimentálnom súbore, a tak metódu hodnotíme pozitívne.

Zistené výsledky poukazujú na mierne rozdiely vo vplyve dvoch odlišných tréningových prístupov – silovo-vytrvalostného tréningu a rovnomerného tréningu – na parametre telesného zloženia u výkonnostných triatlonistov. Hoci v oboch súboroch došlo k určitému posunu v sledovaných parametroch, efektové veľkosti naznačujú len veľmi nízku vecnú významnosť, čo je v súlade s nálezmi iných autorov, ktorí uvádzajú, že pri

krátkodobých zásahoch u trénovaných jedincov sú zmeny v telesnom zložení často minimálne (Reale et al., 2018; Silva et al., 2014).

Telesná hmotnosť

Priemerný nárast telesnej hmotnosti v experimentálnom súbore o $0,55 \pm 1,38$ kg môže byť dôsledkom hypertrofických adaptácií súvisiacich s vyššou intenzitou a rezistenciou aplikovaného tréningu. Tento efekt bol pozorovaný aj v štúdiu autorov Ahtiainen et al. (2016), ktorí zistili, že kombinácia silového a vytrvalostného tréningu môže viesť k zvýšeniu telesnej hmotnosti u športovcov bez súčasného nárastu tukovej zložky. Naopak, v kontrolnom súbore bol priemerný nárast minimálny, a to $0,05 \pm 1,14$ kg, čo je typické pre metódu rovnomerného tréningu, pri ktorom sa telesná hmotnosť často nemení alebo mierne klesá (Kenney et al., 2019). Odchýlky u jednotlivcov, konkrétne pokles telesnej hmotnosti u probanda 3 v experimentálnom súbore o $-1,7$ kg a probanda 5 v kontrolnom súbore o $-1,8$ kg telesnej hmotnosti, môžu byť spôsobené nezaznamenanými faktormi, ako sú rozdiely v kalorickom príjme, hydratácia, úroveň regenerácie, spánok či psychosociálny stres. Štúdie dokazujú, že energetická bilancia zohráva kľúčovú úlohu v zmenách telesnej hmotnosti aj pri rovnakom tréningovom zaťažení (Hall et al., 2012; Fudge et al., 2006).

Svalová hmota

Experimentálny súbor dosiahol v priemere vyšší nárast svalovej hmoty a to o $1,1 \pm 1,36$ kg v porovnaní s kontrolným súborom, ktorého hodnoty sa navýšili o $0,4 \pm 0,47$ kg, čo potvrdzuje účinnosť silovo-vytrvalostného tréningu v oblasti stimulácie svalovej hypertrofie (Wilson et al., 2012). Napriek tomu bola efektová veľkosť nedosahovala z hľadiska vecnej významnosti ani malý efekt ($d = 0,14$), čo opäť odráža vysokú individuálnu variabilitu odpovede na tréningový stimul u výkonnostných športovcov. Zníženie svalovej hmoty u probanda 3 v experimentálnom súbore je v rozpore s očakávanými adaptáciami. U trénovaných jedincov môže takýto jav nastať pri nedostatočnej regenerácii, zvýšenom katabolickom stave alebo neprimeranom príjme bielkovín (Tipton & Wolfe, 2004). Aj keď neboli zaznamenané známky choroby ani zníženie tréningovej záťaže, neobjasnené zložky – ako mikrotraumy, hormonálny stav alebo zvýšený objem aeróbnej aktivity mimo protokolu – by mohli zohrávať úlohu.

Telesný tuk

V parametri telesného tuku došlo k poklesu v oboch súboroch, pričom experimentálny súbor dosiahol v priemere výraznejší úbytok, a to $-0,98 \pm 0,43$ % v porovnaní s kontrolným súborom, ktorého telesný tuk sa znížil o $-0,63 \pm 0,98$ %. Výskumy naznačujú, že kruhový tréning s vyššou intenzitou a častejšími intervalmi odpočinku má výraznejší účinok na znižovanie % tukovej hmoty v porovnaní s rovnomerným tréningom (Paoli et al., 2012; Talanian et al., 2007). Práve strava zohráva kľúčovú úlohu v modulovaní telesného tuku a môže mať zásadný vplyv na konečné výsledky aj pri intenzívnom tréningu (Thomas et al., 2016). V prípade kontroly bol najvýraznejší pokles zaznamenaný u probanda 5, čo môže naznačovať vyššiu individuálnu citlivosť na aeróbny tréning alebo vyšší energetický výdaj

mimo zaznamenaných tréningov. Všetky odchýlky z trendu naprieč jednotlivými parametrami poukazujú na individualizovanú tréningovú odpoveď. Podľa Hubala et al. (2005) existujú značné rozdiely medzi jednotlivcami v adaptácii na ten istý tréningový program. Tieto odchýlky môžu byť geneticky podmienené (Bouchard et al., 2011), ale aj ovplyvnené externými faktormi ako spánok, stres, výživa alebo psychologické nastavenie športovca (Meeusen et al., 2013).

Praktický náhľad

Výsledky tejto štúdie poskytujú dôležité implikácie aj pre praktické uplatnenie v kontexte výkonnostného triatlonového tréningu, ktorý zahŕňa tri rozdielne, ale vzájomne prepojené disciplíny – plávanie, cyklistiku a beh. Každá z týchto disciplín kladie odlišné nároky na telesnú skladbu športovca, a preto je potrebné zmeny v telesnej hmotnosti, svalovej hmote a množstve telesného tuku hodnotiť aj z pohľadu ich funkčnej vhodnosti pre danú disciplínu. Zvýšenie svalovej hmoty, ako bolo zaznamenané v experimente po aplikácii silovo-vytrvalostného kruhového tréningu, môže mať pozitívny vplyv najmä na cyklistickú časť triatlonu. Štúdia Bentley et al. (2002) poukazuje na to, že vyššia svalová hmota v dolných končatinách môže zlepšiť silovú výkonnosť počas cyklistiky, najmä v úsekoch s prevýšením alebo pri vyššej intenzite. Avšak nadmerné zvýšenie telesnej hmotnosti v dôsledku svalovej hypertrofie môže byť menej výhodné v behu, kde každý kilogram telesnej hmotnosti navyše zvyšuje metabolický náklad (Saunders et al., 2004). Rovnako v plávaní môže pridať dodatočnú svalovú hmotu určitý odpor pri pohybe vo vode, najmä ak nie je efektívne využitá v prospech techniky (Pyne & Sharp, 2014).

Na druhej strane, zníženie telesného tuku, ktoré bolo pozorované v oboch súboroch, je vo všeobecnosti považované za výhodné pre všetky disciplíny triatlonu. Nižší podiel tukovej hmoty znižuje pasívnu hmotnosť tela a prispieva k lepšiemu pomeru sily k hmotnosti (Stellingwerff, 2018). Tento faktor je obzvlášť dôležitý pri behu, kde energetická efektivita a ekonomika pohybu úzko súvisí s telesnou kompozíciou (Barnes & Kilding, 2015). Zníženie tukovej hmoty bez súčasnej straty svalovej hmoty by preto malo byť cieľom v príprave triatlonistov, čo podporujú aj zistenia Petterssona et al. (2021), ktorí upozorňujú na to, že nízky podiel tuku u vytrvalostných atlétov koreluje so zvýšenou výkonnosťou najmä v behu a cyklistike.

Mierne zvýšenie celkovej telesnej hmotnosti v experimente – pokiaľ ide o nárast svalov a nie tuku – možno hodnotiť ako adaptáciu so zmiešaným efektom. Zatiaľ čo pre silovo náročnejšie segmenty ako cyklistika je takýto nárast potenciálne výhodný, pre beh a plávanie môže byť neutrálny až nevýhodný v prípade, že zvýšená hmotnosť nie je adekvátne kompenzovaná zlepšením silového výkonu alebo techniky. Navyše, ak sa zvýšenie hmotnosti objaví bez kontrolovanej energetickej bilancie, môže predstavovať aj riziko zníženia vytrvalostnej kapacity (Jeukendrup, 2011).

Z hľadiska štruktúrovania tréningového procesu pre výkonnostných triatlonistov sa preto javí ako najefektívnejšia taká modifikácia, ktorá podporuje mierny nárast svalovej hmoty v špecifických svalových skupinách (napr. kvadricepsy, hamstringy, lýtkové svaly – dôležité pri cyklistike a behu), súčasne však zachováva alebo redukuje telesný tuk. Výsledky

tejto štúdie naznačujú, že silovo-vytrvalostný tréning môže byť užitočným nástrojom pre ciele zlepšenie svalovej kapacity, no jeho využitie by malo byť starostlivo dávkované a doplnené o dôslednú nutričnú kontrolu, aby sa predišlo nežiaducej nadmernej telesnej hmotnosti a taktiež vhodne zakomponované do prípravy triatlonistu.

Limitom výskumu je početnosť probandov, a tak, pre zovšeobecnenie výsledkov, odporúčame širšie skúmanie danej problematiky.

Záver

Cieľom výskumu bolo overiť vplyv silovo-vytrvalostného tréningu na zmeny kompozície tela u triatlonistov. Výskum predstavoval kazuistiku 8 výkonnostných triatlonistov z klubu TRIAN ŠK UMB Banská Bystrica. Po 8-týždňovom intervenčnom programe zaznamenali triatlonisti v experimentálnom súbore priemerné zvýšenie svalovej hmoty o $1,1 \pm 1,36$ kg ($d = 0,14$), a zníženie % telesného tuku o $-0,98 \pm 0,43$ % ($d = 0,31$), pričom kontrolný súbor zaregistroval priemerné zvýšenie svalovej hmoty o $0,43 \pm 0,47$ kg ($d = 0,06$) a zníženie % telesného tuku o $-0,63 \pm 0,98$ % ($d = 0,1$).

V závere výskumu by sme sa chceli poďakovať celému klubu TRIAN ŠK UMB a Fakulte telesnej výchovy, športu a zdravia v Banskej Bystrici, pretože bez ich spolupráce by nebolo možné uskutočniť tento výskum, ktorý je súčasťou dizertačnej práce a taktiež by sme neboli schopní prispieť novými poznatkami v oblasti vied v športe.

*Tento článok odporúča na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:
Mgr. Vladimír Franek, PhD.*

Použitá literatúra

1. AHTIAINEN, J. P., et al., 2016. Individual responses to combined endurance and strength training in older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(5), 1000–1009.
2. BAKO, K., 2024. Vplyv silovo-vytrvalostného tréningu na bežecký výkon triatlonistov [Dizertačná práca, Univerzita Mateja Bela]. Centrum registra záverečných prác. <https://opac.crzp.sk/?fn=detailBiblioForm&sid=F0082B7A009D1614B0C01FB883AC>
3. BARNES, K. R., a KILDING, A. E., 2015. Running economy: measurement, norms, and determining factors. *Sports Medicine*, 45(1), 37–49.
4. BECKINSALE, J., 2016. *The Triathlon Training Book*. First American edition. New York, New York: DK Publishing.
5. BENTLEY, D. J., MILLET, G. P., VLECK, V. E., a MCNAUGHTON, L. R., 2002. Specific aspects of contemporary triathlon: implications for physiological analysis and performance. *Sports Medicine*, 32(6), 345–359.
6. BOHM, S., MERSMANN, F., SANTUZ, S., a ARAMPATZIS, A., 2021. Enthalpy Efficiency of the Soleus Muscle Contributes to Improvements in Running Economy. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 288(1943):20202784. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.2784>
7. BOUCHARD, C., et al., 2011. Genomic predictors of the maximal O₂ uptake response to standardized exercise training programs. *Journal of Applied Physiology*, 110(5), 1160–1170.
8. BOYLE, M., 2016. *New Functional Training for Sports*. Second edition. Champaign, IL: Human Kinetics.

9. BOYLE, M., 2017. Discover how to avoid the mistakes that 95 % of coaches make when conditioning their athletes and start developing programs that get results. Complete Sports conditioning. Cit (<http://completeconditioning.com>)
10. BRÜNN, D., SÝKORA, J., ŠVANTNER, R., PUPIŠ, M., a PUPIŠOVÁ, Z., 2018. The importance of strength training in triathlon. Slovak Journal of Sport Science. <https://ojs.umb.sk/index.php/sjss/article/view/124> [2022-12-12]
11. COLLINS, K., WAGNER, M., PETERSON, K., a STOREY., M., 1989. Overuse Injuries in Triathletes: A Study of the 1986 Seafair Triathlon. The American Journal of Sports Medicine 17(5):675–80. <https://doi.org/10.1177/036354658901700515>
12. CURRENT, A., 2021. Silový tréning z pohľadu anatomic: pochopte fungovanie tela pro lepší a účinnější cvičení. Vydání první. Praha: Euromedia Group.
13. ČERVENÝ, M., a MIHÁLIK, T., 2023. Pohyb je liek. Návod na život bez bolesti. Bratislava: N Press.
14. FEČ, R., a FEČ, K., 2013. Teória a didaktika športového tréningu. prvé. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach.
15. FORMÁNEK, J., 2003. Triatlon: historie, tréning, výsledky. 1. vyd. Praha: Olympia.
16. FUDGE, B. W., et al., 2006. Evidence of negative energy balance using doubly labeled water in elite endurance athletes. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 16(6), 574–585.
17. HALL, K. D., et al., 2012. Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. The Lancet, 378(9793), 826–837.
18. HUBAL, M. J., et al., 2005. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. Medicine & Science in Sports & Exercise, 37(6), 964–972.
19. HUNG, K., CHUNG, H., YU, C. C., LAI, H., a SUN, F., 2019. Effects of 8-week core training on core endurance and running economy. PLoS ONE, 14(3), e0213158. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213158>
20. JEUKENDRUP, A. E., 2011. Nutrition for endurance sports: marathon, triathlon, and road cycling. Journal of Sports Sciences, 29(sup1), S91–S99.
21. KAMP MILLER, T., VANDERKA, D., LACZO, E., a PERÁČEK, P., 2012. Teória športu a didaktika športového tréningu. Bratislava: ICM Agency.
22. KENNEY, W. L., et al., 2019. Physiology of Sport and Exercise (7th ed.). Human Kinetics.
23. KNECHTLE, B., ZINGG, M., STIEFEL, M., ROSEMANN, T., a RÜST, C., 2015. What predicts performance in ultra-triathlon races? – a comparison between Ironman distance triathlon and ultra-triathlon. Open Access Journal of Sports Medicine, 149. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s79273>
24. MEEUSEN, R., et al., 2013. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome. European Journal of Sport Science, 13(1), 1–24.
25. MULLANE, M., TURNER, A. N., a BISHOP, C., 2020. The Pallof Press. Strength and Conditioning Journal, 43(2), 121–128. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000596>
26. O'TOOLE, M. L., DOUGLAS, P. S., a HILLER, W. D. B., 1989. Applied physiology of a triathlon. Sports Medicine, 8(4), 201–225. <https://doi.org/10.2165/00007256-198908040-00002>
27. PAOLI, A., et al., 2012. High-intensity interval resistance training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non-dieting individuals. Journal of Translational Medicine, 10(1), 237.
28. PETTERSSON, S., BERG, C. M., a SUNDGOT-BORGEN, J., 2021. Body composition and performance in elite endurance athletes. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 31(1), 5–12.
29. PUCCINELLI, P. J., LIMA, G. H., PESQUERO, J. B., DE LIRA, C. A., VANCINI, R. L., NIKOLAIDS, P. T., KNECHTLE, B., a ANDRADE, M. S., 2020. Previous experience, aerobic capacity and body composition are the best predictors for Olympic distance triathlon performance. Physiology & Behavior, 225, 113110. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113110>
30. PYNE, D. B., a SHARP, R. L., 2014. Physical and energy requirements of competitive swimming events. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 24(4), 351–359.
31. REALE, R., et al., 2018. Body composition of elite Olympic combat sport athletes. European Journal of Sport Science, 18(6), 857–866.

32. SAUNDERS, P. U., PYNE, D. B., TELFORD, R. D., a HAWLEY, J. A., 2004. Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Medicine*, 34(7), 465–485.
33. SILVA, A. M., et al., 2014. Body composition and power changes in elite judo athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 417–421.
34. SOUKUP, P., 2013. Substantive significance and it's measures. *Data and Research – SDA Info*, 127(2), 125. <https://doi.org/10.13060/23362391.2013.127.2.41>
35. STELLINGWERFF, T., 2018. Body composition optimization in high-performance athletes: key considerations. *Current Sports Medicine Reports*, 17(6), 210–215.
36. STEPHENS, J., BACON, E., EVANS, C., LOCKE, S., a MCCULLOCH, R., 2021. Anti-rotational and rotational abdominal exercises and the concurrent muscle activation: a methodology study. *International Journal of Exercise Science: conference proceedings* 8(9). <https://digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol8/iss9/12>
37. STOPPANI, J., 2008. *Velká kniha posilování: tréninkové metody a plány : 255 posilovacích cviků*. 1. vyd. Praha: Grada.
38. SUCHÝ, J., a BUNC, V., 2012. *Skripta pro trenéry triatlonu III. třídy*. 3. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu : Česká triatlonová asociace.
39. TALANIAN, J. L., et al., 2007. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *Journal of Applied Physiology*, 102(4), 1439–1447.
40. TANAKA, H., 1994. Effects of Cross-Training. *Sports Medicine*, 18(5), 330–339. <https://doi.org/10.2165/00007256-199418050-00005>
41. THOMAS, D. T., et al., 2016. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501–528
42. TIPTON, K. D., a WOLFE, R. R., 2004. Protein and amino acids for athletes. *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 65–79.
43. VANDERKA, M., 2016. *Silový trénink pre výkon, druhé rozšířené vydanie*. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport.
44. VERSTEGEN, M., a WILLIAMS, P., 2015. *Every Day Is Game Day: Train like the Pros with a No-Holds-Barred Exercise and Nutrition Plan for Peak Performance*. New York: Avery.
45. WILSON, J. M., et al., 2012. Concurrent training: A meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2293–2307.

Mladá veda

Young Science

ISSN 1339-3189