

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre
Pedagogická fakulta
Katedra telesnej výchovy a športu
a
Slovenský atletický zväz



ATLETIKA 2025



Zborník vedeckých prác

Nitra 2025

ATLETIKA 2025

Zborník vedeckých prác

Zostavovateľ zborníka:

doc. PaedDr. Jaroslav BROŽÁNI, PhD.

Mgr. Matúš KRČMÁR, PhD.

Recenzenti:

doc. PaedDr. Vladimír ŠUTKA, CSc.

PaedDr. Peter KRŠKA, PhD. univerzitný docent

Príspevky prešli recenziou.

Za odbornú úroveň a pôvodnosť zodpovedajú autori.

Vydavateľ: KTVŠ PF UKF a SAZ

Miesto vydania: Nitra

Rok vydania: 2025

Náklad: 70 kusov

Počet strán: 213

Formát: A5

ISBN 978-80-558-2327-0

EAN 9788055823270

PRÍHOVOR

Vážené dámy, vážení páni, vážení priatelia atletiky, srdečne vás všetkých vítam na medzinárodnej vedeckej konferencii Atletika 2025, ktorú dnes, 13. novembra 2025, organizuje Katedra telesnej výchovy a športu Pedagogickej fakulty Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre.

Je mi potešením privítať vás na podujatí, ktoré už tradične spája teoretické poznanie s praktickou aplikáciou v oblasti atletiky. Naša konferencia sa zameriava na kľúčové témy súčasnej atletiky – od športového výkonu a tréningových procesov, cez vyučovanie atletiky v školách, až po kondičnú prípravu a rekreačný šport.

Svetová atletika zaznamenala v uplynulom olympijskom cykle pozoruhodný progres. Výkony v mužských i ženských disciplínach sa neustále posúvajú vpred a konkurencia dosahuje mimoriadnu úroveň. Za týmito úspechmi nestoja len talentovaní športovci a skúsení tréneri, ale aj rodiny, realizačné tímy a v neposlednom rade aj vy – vedci a výskumníci, ktorých práca prináša inovatívne poznatky a nové riešenia.

Stretnutia atletických odborníkov z Česka, Slovenska, Poľska, sa stali krásnou tradíciou. Táto „atletická štafeta konferencií“ už precestovala Prahu, Brno, Bratislavu, Nitru i Banskú Bystricu a dnes pokračuje opäť v Nitre, pod záštitou Slovenského atletického zväzu.

Verím, že dnešné stretnutie bude priestorom na inšpiratívnu výmenu skúseností, na prezentáciu nových výskumných výsledkov a na posilnenie prepojenia medzi teóriou a praxou. Želám vám všetkým plodné diskusie, cenné kontakty a množstvo podnetov pre vašu ďalšiu prácu.

Ďakujem za vašu účasť a prajem nám všetkým úspešnú konferenciu.

Športu zdar a atletike zvlášť!

PaedDr. Peter KORČOK, PhD.
prezident Slovenského atletického zväzu

OBSAH

	Str.
VEDA A PRAX LADENIA ŠPORTOVEJ FORMY - OPTIMALIZÁCIA LADENIA ŠPORTOVEJ FORMY NA ZÁKLADE SVALOVEJ TYPOLÓGIE Marián VANDERKA	5-20
VLIV BĚŽECKÉHO TRÉNINKU NA VYBRANÉ RESPIRAČNÍ A FYZIOLOGICKÉ PARAMETRY MLADÝCH BĚŽCŮ Petr BAHENSKÝ	21-29
VPLYV UNILATERÁLNEHO A BILATERÁLNEHO TRÉNINGU NA ÚROVEŇ VÝBUŠNEJ SILY MLADÝCH ATLÉTŮV Igor GALLAY, Ivan ČILLÍK	30-38
CAREER TRAJECTORIES AND DIFFERENCES IN MOTOR PREPARATION AMONG WORLD-CLASS 400 M HURDLERS. Jacek CHOCHOROWSKI, Janusz ISKRA, Marek PRZYBYŁOWSKI	39-46
VYUŽITÍ MĚŘICÍCH ZAŘÍZENÍ K ANALÝZE SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ ATLETŮ Ondřej LAMPA, Šárka CENKOVÁ, Roman VALA, Lukáš CHMELÍŘ, Lukáš SOUČEK, Václav ŠIMČÍK, Lukáš HAVRÁNEK, Marie VALOVÁ	47-56
VPLYV HYPOVENTILAČNÉHO TRÉNINGU NA ZMENY V CHEMOSENZITIVITE NA CO₂ František LÖRINCZI, Drahomíra LÖRINCZIOVÁ, Miroslav VAVÁK	57-64
THE START POLICY OF THE WORLD'S TOP 400M HURDLERS Marek PRZYBYŁOWSKI, Janusz ISKRA, Jacek CHOCHOROWSKI	65-72
MENŠTRUÁCIA A HEMATOLOGICKÉ ZMENY ŠPORTOVÝŇ Martin PUPIŠ, Hana BURZALOVÁ, Zuzana PUPIŠOVÁ	73-79
HODNOCENÍ TĚLESNÉ ZDATNOSTI ŽÁKŮ MLADŠÍHO A STARŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU Aleš KAPLAN, Anna Kateřina HOROVÁ	80-88
VZŤAH SLEDOVANÝCH KINEMATICKÝCH PARAMETROV A VÝKONU V SKOKU O ŽRDI Adam ANTALÉC, Ivan ČILLÍK	89-93
ROČNÝ TRÉNINGOVÝ CYKLUS V DETSKEJ ATLETIKE Ivan ČILLÍK	94-101
ÚROVEŇ POHYBOVÝCH SCHOPNOSTÍ DETÍ NAVŠTEVUJÚCICH KRÚŽOK DETSKÁ ATLETIKA Jaroslav BROŽÁNI, Sofia LIPOVSKÁ	102-109
ÚROVEŇ VERTIKÁLNEHO VÝSKOKU DETÍ PRIMÁRNEHO VZDELÁVANIA Daniela FALAT LEÜTTEROVÁ, Tamara NOVOTNÁ, Laura KRÁLOVÁ, Miroslav LIGDAY, Jaroslav SUČKA	110-121

POHYBOVÁ AKTIVIA MESTSKÝCH A VIDIECKÝCH ADOLESCENTOV Erika CHOVANOVÁ	122-129
INTENZITA POHYBOVÝCH AKTIVÍT ADOLESCENTOV V ORGANIZOVANÝCH A NEORGANIZOVANÝCH FORMÁCH POHYBOVÝCH AKTIVÍT Erika CHOVANOVÁ	130-137
KOREKCIA POHYBOVÝCH STEREOTYPOV VYSOKOŠKOLÁKOV ŠPORTOVÉHO ZAMERANIA Iveta BORŽÍKOVÁ	138-147
ROZVOJ HRUBEJ MOTORIKY 2-3 ROČNÝCH DETÍ AKO ZÁKLAD POHYBOVEJ GRAMOTNOSTI A ŠPORTOVEJ ORIENTÁCIE Mária KALINKOVÁ, Michaela MESIARIKOVÁ	148-155
ZMENY VŠEOBECNEJ POHYBOVEJ VÝKONNOSTI U HRÁČOV ĽADOVÉHO HOKEJA V KATEGÓRII SENIOR Lukáš OPÁTH, Marek LALÍK	156-166
VPLYV PERIODIZOVANÉHO KONDIČNÉHO PROGRAMU NA VYBRANÉ MOTORICKÉ SCHOPNOSTI A HERNÝ VÝKON U VRCHOLOVÝCH VOLEJBALISTIEK Bianka BODNÁROVÁ, Pavol HORIČKA	167-178
PERIODIZÁCIA ROČNÉHO TRÉNINGOVÉHO CYKLU U CHODCA NA 35 KM: PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA Matej SPIŠIAK, Jaroslav BRODÁNI	179-192
PLÁNOVANIE OBJEMU A INTENZITY ZAŤAŽENIA V PLÁVANÍ Matúš GUZMAN, Jaroslav BRODÁNI	193-203
MONITOROVANIE ZAKRIVENIA CHRBTICE ŽIAKOV ATLETICKÝCH TRIED Simon Miloš FUKAS, Janka KANÁSOVÁ	204-212

VEDA A PRAX LADENIA ŠPORTOVEJ FORMY

OPTIMALIZÁCIA LADENIA ŠPORTOVEJ FORMY NA ZÁKLADE SVALOVEJ TYPOLOGIE

Marián VANDERKA

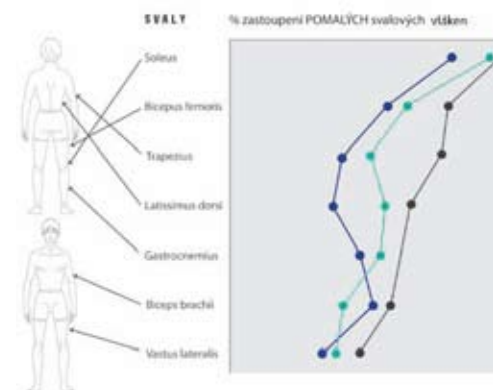
FSPS MUNI Brno

ABSTRAKT

Príspevok je zdrojom informácií pre športovcov a trénerov, ktorí chcú pochopiť optimalizáciu časových charakteristík vyladovania športovej formy, zotavných procesov, regenerácie pre adaptáciu tréningových programov najmä z hľadiska kondičnej zložky výkonu podľa dominantnej svalovej typológie odlišných myotypov. Druhá časť pojednáva o optimalizácii prevencie preťaženia a pretrénovania, zníženie rizika poranenia a voľbu vhodnej vyladovacej stratégie podľa dominantnej svalovej typológie.

Kľúčové slová: svalová typológia, ladenie športovej formy, nekontaktné zranenia

Prvým cieľom tohto príspevku je prispieť k tvorbe **individualizovaných taperingových a peakingových stratégií** s ohľadom na **dominanciu určitého typu svalových vlákien u hlavných generátorov výkonu (obr. 1)**. Limitáciou našej štúdie je oblasť stanovenia typológie z hľadiska najviac využívaných svalových skupín pri športovom výkone (nateraz iba vastus lateralis a gastrocnemius).

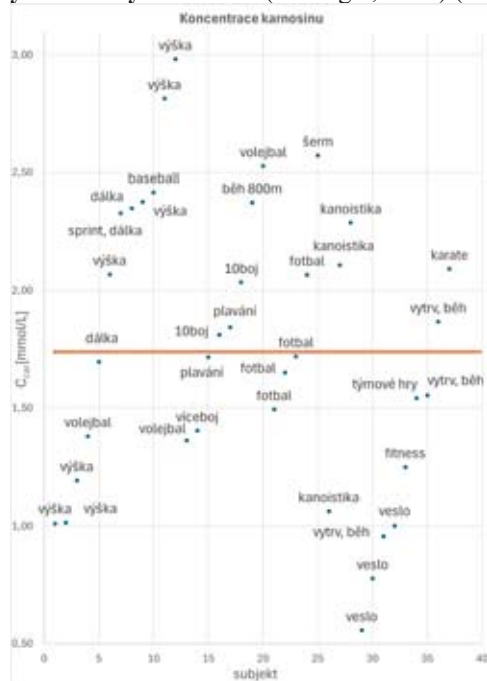


Obr. 1 Percentuálne zastúpenie vlákien typu I (pomalé) vo vybraných svalových skupinách (upravené podľa Lievens, 2021)

Svalová typológia (predtým štruktúra svalových vlákien) je jedným z dôležitých faktorov, ktoré teoreticky ovplyvňujú odborný prístup k tréningu. Pre vrcholový šport je typológia dôležitá z hľadiska stratégie periodizácie a plánovania a taktickej prípravy.

Diagnostika svalovej typológie sa na športové účely prakticky nevykonáva s ohľadom na nutnosť využitia opakovaných invazívnych zásahov/metód – svalových biopsií. V posledných cca 10 rokoch je v literatúre popísaná a niektorými laboratóriami **ponúkaná možnosť neinvazívneho vyšetrenia pomocou magnetickej rezonančnej spektroskopie (1H - MRS)**, ktorá túto limitáciu teoreticky obchádza (Baguet, 2011).

Existujú dôkazy (Lievens, 2021) o existencii a možnom pôvode dimorfizmu v koncentráciách metabolitov kostrového svalstva (karnozínu, kreatínu a karnitínu), ktoré súvisia s dodávaním energie. Uvedené metabolity môžu byť neinvazívne monitorované protónovou magneticou rezonančnou spektroskopiou. Vzhľadom na to, že **karnozín (svalový pH pufor) je významne zastúpený v rýchlych svalových vláknach, atléti s vysokými koncentraciami karnozínu majú podľa odhadov typológiu zodpovedajúcu dominancii rýchlych svalových vlákien** (Bellinger, 2021) (obr. 2).



Obr. 2 Príklady koncentrácie karnozínu u vybraných jedincov nášho výskumu

Meranie karnozínu

Karnozín môže byť kvantifikovaný z dvoch detekovateľných signálov emitovaných uhlíkom štyri (C4-H) a uhlíkom dva (C2-H) imidazolového kruhu, ktoré rezonujú pri siedmich a ôsmich ppm referenčnej čiary vody. 1H-MRS vykazuje vynikajúcu linearitu detekcie karnozínu v rozmedzí fyziologických koncentrácií.

Je však nutné mať na pamäti niektoré metodologické aspekty, ktoré je potrebné minimalizovať pri zbere dát a zároveň vziať do úvahy pri interpretácii hodnôt svalového karnozínu získaných in vivo pomocou 1H-MRS. Produkovaný signál má pomerne malú amplitúdu, spektrálna čiara je širšia, v porovnaní so signálom in vitro a vykazuje aj vyšší základný šum. Ďalej sa môže prejaviť vplyv tukových i kostných tkanív a tiež veľký počet zlúčenín s magnetickými jadrami prítomnými v ľudskom svalu, alebo spin-spin coupling, kedy magnetické pole generované každým protónom interferuje s druhým. Spin-spin interakcia je výraznejšia u C4-H skupiny, vplyvom blízkosti ostatných protónov v imidazolovom kruhu.

U jedincov s nízkym obsahom svalového karnozínu možno očakávať zvýšenú chybu, vplyvom nízkemu pomeru SNR. Výrazný vplyv tiež môže hrať aj variabilita korekcie nehomogenity B0 medzi subjektmi. Na druhú stranu **variabilita koncentrácie karnozínu v rámci jedného svalu je pomerne nízka, takže presná lokalizácia VOI nie je až taká zásadná** (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7078313/>).

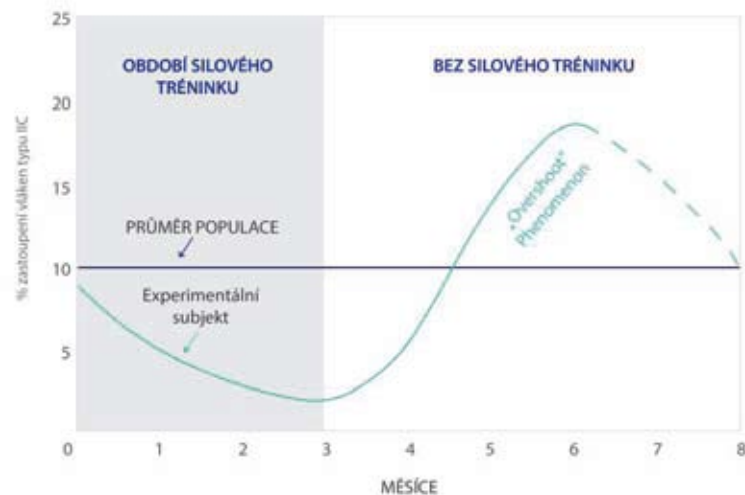
Niektoré z uvedených vplyvov je možné eliminovať, iné evidovať a korigovať pri analýze dát, napr. vyššia váha pre C2=H skupinu, použitím priloženého kalibrovaného fantómu, korekciou nameraných koncentrácií karnozínu pomocou fyziologických a biochemických parametrov vyšetřovaného subjektu.

Cieľom projektu financovaného ČOV bolo vytvorenie internej metodiky vyšetřenia svalovej typológie pomocou MRS a nastavenia vnútorných štandardov pre diagnostiku dospelých vrcholových športovcov v CEITEC MU, Brno pod vedením Prof. PharmDr. Petra Babulu, Ph.D.

Z literatúry vyplýva, že jedinci s vyšším podielom vlákien II. typu vykazujú po zhodnom pohybovom zaťažení pomalšiu regeneráciu ako jedinci s vyšším podielom pomalých svalových vlákien (Lievens et al., 2020; Hamada, et al., 2003). U jedincov s vyšším podielom rýchlych svalových vlákien tiež významnejšie hrozí preťaženie organizmu (Bellinger, et al., 2021). Uvedené diferencie medzi jedincami s dominanciou určitého typu by mali viesť k odlišným stratégiám v plánovaní veľkosti zaťaženia, doby a kvality regenerácie a pod.

Perspektívne pre praktické využitie je zaujímavé do budúcnosti sledovať zmeny plasticity svalových vlákien napríklad z IIa vlákien na IIx v priebehu ročného cyklu, kde je známy teoretický model tzv. Oveshooting

fenoménu (obr. 3). Individualizácia vzhľadom na odlišnosti vo svalovej typológii môže priniesť efektívnejšie riadenie športovej prípravy najmä v období ladenia športovej formy.



Obr. 3 Premena Ila vláken na IIX v období bez silového tréningu tzv. „OVERSHOOT“ fenomén, upravené podľa Andersen, Schjerling a Saltin, (2000)

Význam taperingu - vylad'ovania športovej formy - čo sú a ako fungujú peakingové stratégie?

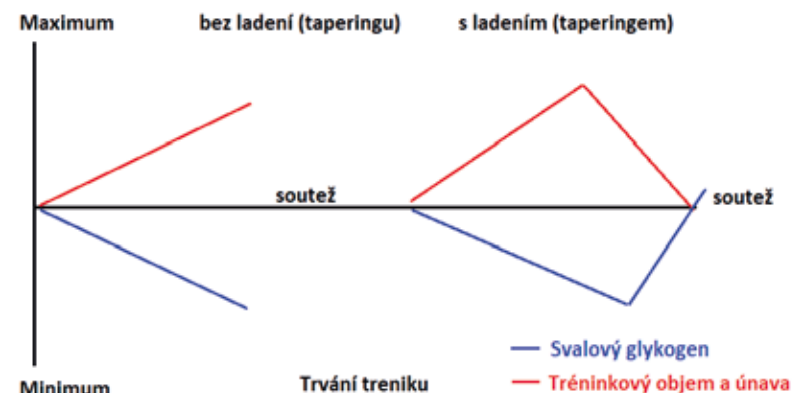
Taperingové stratégie alebo aj **ladenie športovej formy** možno definovať ako štruktúrované zníženie objemu tréningu (v porovnaní s „hrubým objemovým:“ tréningovým zaťažením), a to po určitú dobu pred dôležitou súťažou ako prostriedok na zvýšenie výkonu. V jednoduchšom poňatí ide o formalizovaný regeneračný tréning, ku ktorému dochádza po ťažkom tréningovom bloku.

Obvyklá mylná predstava medzi športovcami a trénermi je, že menej tréningu vždy znamená stratu výkonnosti. V súčasnej vedeckej literatúre je málo alebo žiadne dôkazy ukazujúce, že správne vedená taperingová stratégia nezlepšuje výkonnostné indexy.

Väčšina doterajších štúdií skúmala zmeny výkonu po dobe trvania ladenia športovej formy 4 – 28 dní. Pri stanovení stratégie ladenia športovej formy záleží na štruktúre športového výkonu a harmonogramu súťaženia. Obvykle sa tieto stratégie líšia a sú iné pri individuálnych a kolektívnych športoch.

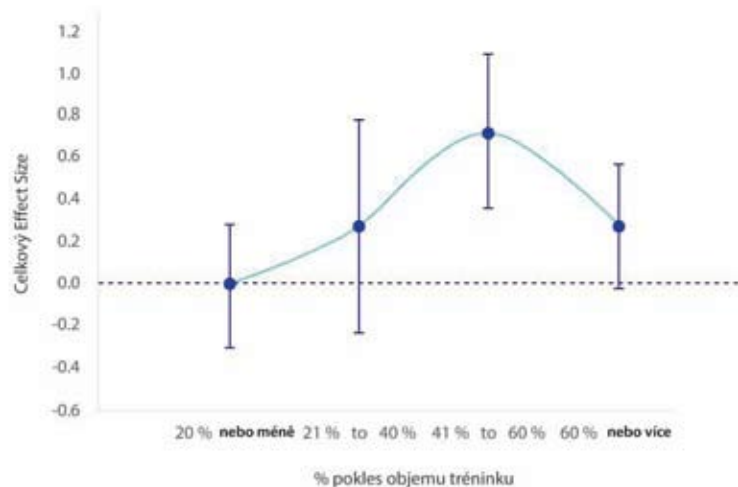
Ladenie formy nie je novým konceptom. Dôležitosť doby zotavenia počas tréningu bol známy už na starovekých olympijských hrách. Optimalizácia výkonu bola v posledných 60 rokoch viac propagovaná konceptom periodizácie (Issurin, 2010). Pričom existuje mnoho štúdií, ktoré skúmali rôzne taperingové stratégie a ich výsledky takmer vo všetkých prípadoch **poukazujú na zvýšenie výkonnosti (obr. 4).**

Z hľadiska doby trvania, literatúra naznačuje, že efektívne taperingové stratégie by mohlo byť aj kratšie ako štyri dni (Neary, 1992) a zahŕňajú zníženie tréningového objemu až o 90 % (Shepley, 1992). Zvyšovanie tréningového objemu namiesto „ladení formy“ neprináša výhody a môže brániť zlepšovaniu výkonu (Costil, 1988). Nevhodne vedený tapering, kde objem vytrvalostného zaťaženia bol znížený iba o 25 % a tréning s vysokou intenzitou bol súbežne zvýšený, nepriniesli priaznivé výsledky (Harber, 2004).



Obr. 4 Ilustrácia tréningového objemu, nahromadenej únavy a glykogenu svalstva v reakcii na tréning s a bez ladenia (za predpokladu správnej stravy). Odvozené od Halson (2002).

Efektívne taperingové stratégie pre väčšinu športových disciplín trvajú dva až tri týždne a vyznačujúce sa 40% - 70% znížením objemu oproti predchádzajúcemu tréningu a intenzita je udržiavaná alebo aj zvyšovaná (obr. 5). Takéto stratégie môžu priniesť významné zvýšenie výkonnosti aj pri rôznych spôsoboch a typoch týchto stratégií. V súlade s mnohými subjektívnymi názormi trénerov, rôzne metódy a trvanie ladenie športové formy môžu byť rovnaké efektívne pri zvyšovaní športovej výkonnosti.



Obr. 5 Percentuálne zníženie tréningového objemu počas ladenia športovej formy a celkový efekt na športový výkon. Veľkosť účinku bola považovaná buď za malú ($<0,2$), strednú ($[0,2 - 0,5]$) alebo veľkú ($\geq 0,5$). Hodnoty sú priemery a 95 % intervaly spoľahlivosti. Upravené z Bosquet (2007)

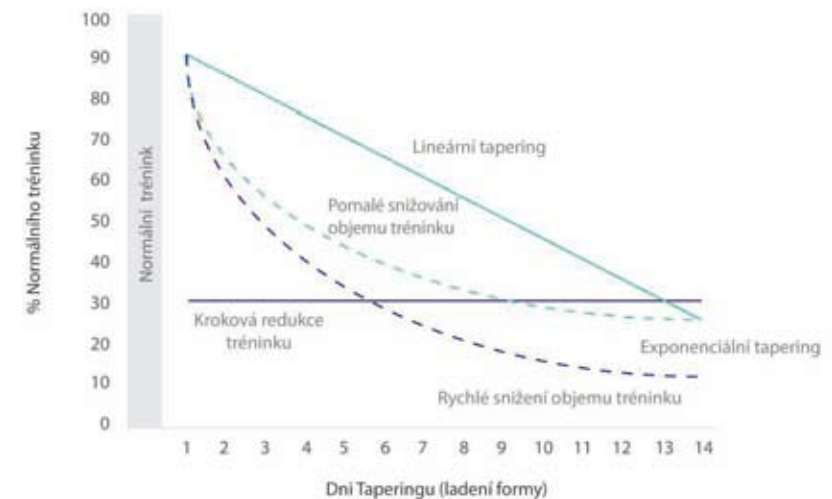
Úplnosť fyziologických účinkov ladenia športovej formy je veľmi rozsiahla problematika a presahuje rámec a rozsah tohto príspevku (podrobné prehľady pozri Mujika (2003) a Pritchard (2015)). Avšak, najdôležitejšie body z literatúry sú:

- 1) Kondícia sa nestráca tréningom so zníženým objemom v krátkych obdobiach ladenia športovej formy (tapering).
- 2) Ladenie je účinné pre zlepšenie výkonu. Športovci s rýchlym mytotypom potrebujú dlhšie obdobie ladenia, potrebujú väčšie zníženie objemu tréningu, menej tréningov v týždni, dlhšie intervaly odpočinku.
- 3) Takmer každá doteraz dobre kontrolovaná štúdia na tému ladenia športovej formy ukázala určitý stupeň zvýšenia výkonu, pokiaľ je dostatočne znížený objem a intenzita tréningu je minimálne zachovaná. Ladenie znížením intenzity sa ukazuje ako menej účinné.
- 4) Psychologický výskum ladenia odhalil, že taperingové stratégie zlepšujú náladu a znižujú vnímanie námahy v spojení so zlepšeným výkonom.
- 5) Problém väčšiny športovcov nie je nedostatok tréningového zaťaženia v príprave, ale v udržaní si disciplíny a v prípade potreby v „zvoľnení“ tréningu.

6) Ladenie športovej formy je teda adekvátne popísané príslovím „menej je viac“, pretože udržiavaná intenzita s menším objemom prináša významné výkonnostné výhody.

Ladenie športovej formy alebo tapering býva najkritickejšou fázou prípravy športovcov na súťaž. Je ťažké vedecky objektívne skúmať túto problematiku, čo je spôsobené komplexnou interakciou mnohých premenných, s ktorými je možné manipulovať, vrátane tréningového objemu, frekvencie, intenzity a doby trvania vyladovania, štruktúry športového výkonu a jej faktorov, regeneračných procedúr, stravovacích návykov a podobné.

Záleží tiež na štruktúre športového výkonu, ale aj na harmonograme športovej prípravy v zmysle systému súťaženia, ktoré sa šport od športu líši. Príklady a možnosti ladenia sú uvedené na obr. 6.

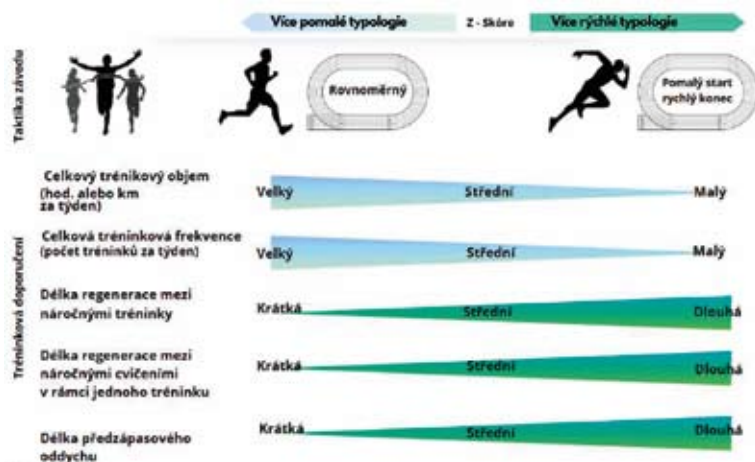


Obr. 6 Schematické znázornenie rôznych typov ladenia športovej formy (tapering): lineárne, exponenciálne, pomalé alebo rýchle časové konštanty úbytku tréningového zaťaženia a krokové ladenie (označované ako redukcia tréningu). Upravené z Mujika a Padilla (2003)

Tapering, peaking, čiže ladenie športovej formy je štruktúrované zníženie objemu tréningu (v porovnaní s „hrubým objemovým“ tréningovým zaťažením), a to po určitú dobu pred dôležitou súťažou ako prostriedok na zvýšenie výkonu (obr. 7).

- Menej tréningu vždy neznamená stratu výkonnosti.

- Trvanie ladenia športovej formy je najčastejšie 4 – 28 dní.
- Stratégie sa líšia a sú iné pri individuálnych a kolektívnych športoch, kde sa používajú kratšie intervaly ladenia.
- Rýchle svalové vlákna vyžadujú dlhšie trvanie ladenia športovej formy.
- Pre väčšinu športových disciplín trvajú taperingové stratégie dva až tri týždne a vyznačujúce sa 40% - 70% znížením objemu oproti predchádzajúcemu tréningu a intenzita je udržiavaná alebo aj zvyšovaná.



Obr. 7 Schematické znázornenie tréningového zaťaženia podľa svalovej typológie (Bellinger, 2020)

Druhým cieľom príspevku je podpora prevencie nekontaktných zranení podľa svalovej typológie.

Podstata prevencie je podľa väčšiny autorov v štyroch nasledujúcich krokoch:

1. **analýza počtu a výskytu zranení**, z hľadiska počtu, frekvencie ich lokalizácie, závažnosti, nákladov na liečbu a dĺžku rekonvalescencie či už v tréningu a zápase aj z hľadiska postihnutej časti tela športovcov – každého intraindividuálne! V podstate ide o **individuálne štatistiky a vyhodnotenie zranení detailne podobne** ako pri vyhodnotení tréningového zaťaženia.

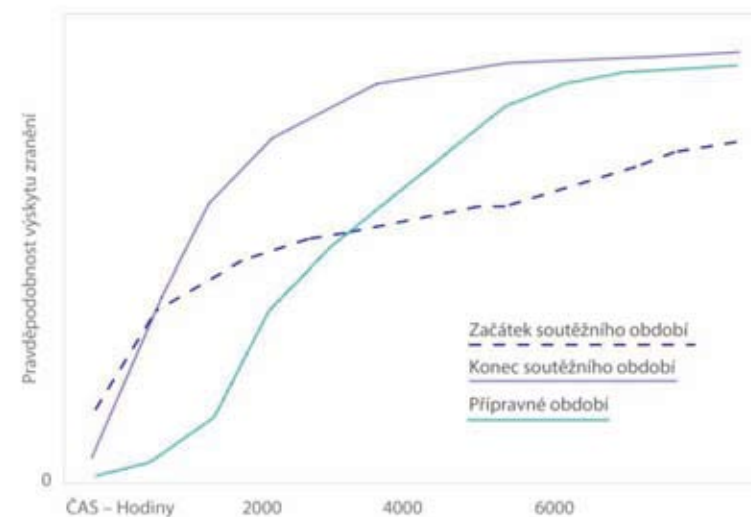
2. **monitoring mechanizmov zapríčiňujúcich zranenie** (najčastejšie sú to neočakávané zmeny smeru). V tomto kroku je dôležité stanoviť si kategórie faktorov ovplyvňujúcich zranenia a rozdeliť ich na vonkajšie (podľa druhu športu, dĺžky trvania zaťaženia, úrovne výkonnosti; objemu, frekvencie a intenzity tréningov; druhu povrchu, počasia, časti sezóny, vzťahov v tíme a kvality súpera; predchádzajúce stavy, mobility kĺbov, funkčné poruchy –

skratenie a oslabenie, nestabilita väzov, anatomicke abnormality; z psychologického hľadiska tu dôležitú úlohu zohráva aj motivácia, akumulácia stresu a akceptovanie).

3. Na **základe podrobnej analýzy problému** a teoretických východísk z fyziológie a adaptácie na pohybové zaťaženie **stanoviť individuálny cvičebný program** (väčšinou zostavený z cvičenia silového a proprioceptívneho tréningu).

4. **Metodologicky dôsledne riadené posúdenie efektívnosti aplikovaného programu opakovanou aplikáciou kroku 1**, čiže ide o určitú formu reprodukčného cyklu poznania, ktorý je používaný aj vo vedách o športe.

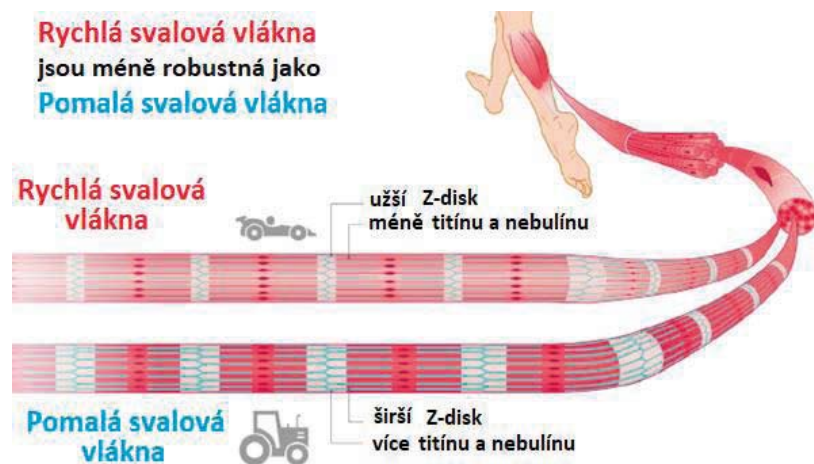
Významnú úlohu v prevencii zranení v športe zohráva opakovaná moderná diagnostika zaťaženia a zranenia. Tie by mali slúžiť ako **východiská k okamžitým korekciám tréningového a súťažného zaťažovania**. Pri formulovaní odporúčaní (take-home message) sa všetci odborníci zhodujú na nevyhnutnosti silového tréningu aj na jeho cielej aplikácii počas celej sezóny, nakoľko výskyt zranení počas sezóny nie je rovnaký (obr. 8)



Obr. 8 Vplyv veľkosti tréningového a zápasového zaťaženia na riziko zranení v rôznych obdobiach RTC podľa Gabbett (2009)

Z pohľadu svalovej typológie je možné konštatovať, že **jedinci s prevládajúcou rýchlu typológiu majú významne vyššie riziko nekontaktných akútnych poranení**.

Existuje viac vysvetlení tohto v praxi známeho a aj vedecky prevereného faktu, jedným z nich je **menšia robustnosť rýchlych svalových vlákien (obr. 9)** a tým menšia odolnosť voči mechanickému namáhaniu najmä v excentrickej kontrakcii.



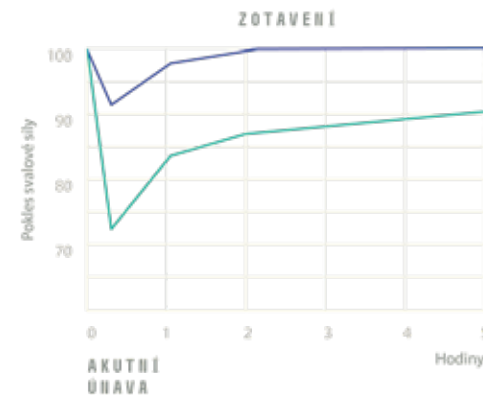
Obr. 9 Rýchle svalové vlákna majú menej robustnú štruktúru ako ST vlákna, majú napríklad užšie Z-disky a menšie a menej elastické izoformy titínu a nebulínu, upravené podľa Lievens (2021).

Jedným z ďalších vysvetlení vyššieho rizika zranenia pri rýchlej typológii je **pomalšie akútne zotavovanie (obr. 10)**. Pri načasovaní zotavenia bolo zistené, že skupina s **pomalou typológiou obnovila svoje energetické zásoby a pripravenosť na výkon po 20 minútach**, zatiaľ čo skupina rýchla typologická skupina nebola po 5 hodinách ešte obnovená (obr. 11).

Je dôležité poznamenať, že aj keď sa zistilo, že typológia svalových vlákien je dôležitým rizikovým faktorom pre zranenie, tento faktor by mal byť ďalej skúmaný v multifaktorovom dizajne, pretože **bude zaujímavé sledovať, ako sa svalová typológia vlákien vzťahuje k ďalším zavedeným rizikovým faktorom, ako je vek, predchádzajúce poranenia, nižšia excentrická sila.**

Potenciálne mechanizmy vzniku zranení (štrukturálne odlišnosti ST a FT a/alebo únava) môžu tiež fungovať synergicky. Na rozdiel od štrukturálnej odlišností však vyššia únavnosť môže byť čiastočne modifikovateľná **individualizáciou tréningových a regeneračných cyklov čo je v praxi vždy žiaduce zohľadniť.**

AKUTNÍ ÚNAVA / RYCHLOST ZOTAVENÍ



Obr. 10 Únava (pokles svalovej sily) počas jednorazového vysoko intenzívneho zaťaženia (Wingate test) u jedincov s prevažujúcou rýchlou a pomalou svalovou typológiou, upravené podľa Lievens (2021)

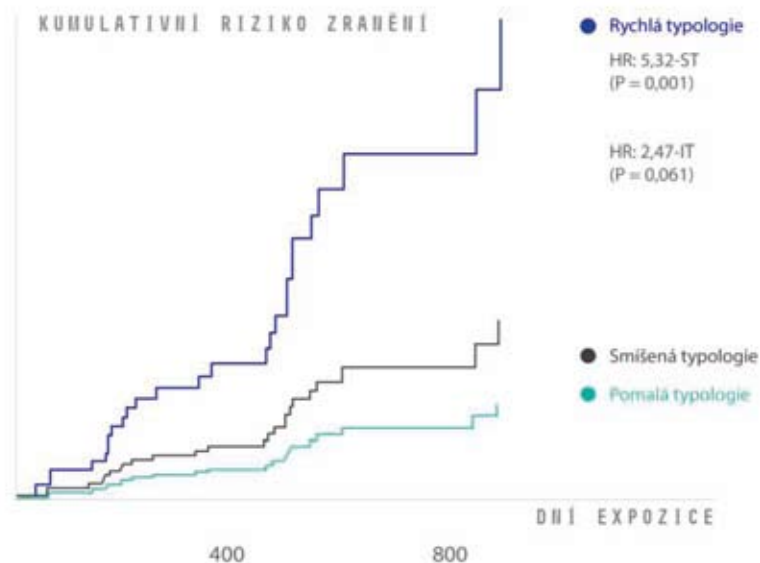
KUMULOVANÁ ÚNAVA / RYCHLOST ZOTAVENÍ



Obr. 11 Únava (pokles svalovej sily) počas opakovaného vysoko intenzívneho zaťaženia (3 krát Wingate test so 4 min. odpočinkom) u jedincov s prevažujúcou rýchlou a pomalou svalovou typológiou, upravené podľa Lievens (2021)

Avšak mnoho tréningových charakteristík nie je stále vo vzťahu k riziku zranenia a svalovej typológii dostatočne preskúmaných. Nie je napríklad jasné, či je vhodný vysoko intenzívny tréning preferovať pre športovcov s rýchlou typológiou. Tréning s nízkou záťažou (odporom) do vyčerpania spôsobuje rovnako pozitívne výsledky ako tréning s vysokou záťažou no únava pri rýchlej typológii zotrváva dlhšie (Schoenfeld, 2020), čím sa zvyšuje riziko následného poranenia.

Z pohľadu svalovej typológie je možné konštatovať, že **jedinci s prevládajúcou rýchlou typológiou majú významne (až 5x) vyššie riziko nekontaktných akútnych poranení, majú menšiu robustnosť svalových vlákien a tým menšiu odolnosť voči mechanickému namáhaniu najmä v excentrickej kontrakcii (obr. 12).**



Obr. 12 Kumulatívne riziko zranenia v závislosti od počtu hodín zaťaženia a svalovej typológii (upravené podľa Lievens 2021)

Pri rýchlej typológii je únava počas vysoko intenzívneho zaťaženia vyššia, ale aj zotavenie trvá dlhšie, vyššia únavnosť môže byť čiastočne modifikovateľná individualizáciou tréningových a regeneračných cyklov.

Pokiaľ všetci trénujú to isté, typologickí rýchli jedinci môžu byť znevýhodnení a namiesto toho by mohli ťažiť z individualizačných stratégií pre svoje tréningové a regeneračné cykly.

Pri prevažujúcej rýchlej typológii je žiaduce používať prevenciu častejšie no v menšom objeme vzhľadom na to, že je riziko zranenia vyššie.

V budovaní odolnosti pohybového aparátu voči poškodeniu pri natiahnutí (stiffness augmentation) má extrémne dôležitú úlohu „Eccentric overload“. Vo všetkých prípadoch je možné v posledných rokoch využívať aj izoinerčný tréningový program s excentrickým preťažením „Flywheel (Isoinertial) Exercise“ – s použitím zotrvačníka (<https://exxentric.com>) a aj počas vykonávania špecifických cvičení

<https://handygymfit.com/?v=13dd621f27>

Podstata prevencie zranení tkvie predovšetkým v analýze počtu a výskytu zranení, monitoringu mechanizmov zapríčínujúcich zranenie, stanovenie individuálneho cvičebného programu a posúdenie efektívnosti aplikovaného programu.

- Pred každým zaťažením (TJ – tréningovou jednotkou) odporúčame realizovať Protokol R.A.M.P.
- Dôležitým kritériom je zodpovedný prístup trénera k procesu prevencie potenciálnych zranení (väčšinou prostredníctvom silového tréningu).
- Najväčšia početnosť zranení je na začiatku a na konci súťaže (zápasu).
- Efektívne riešenia sú spojené s kontrolou a presným monitorovaním únavy po tréningoch a súťažiach. Princíp spočíva v sledovaní nielen jednej premennej ako napríklad. výška výskoku, srdcová frekvencia, ale v spájaní viacerých premenných (svalová typológia, kreatín kináza, laktát, HRV a pod).

Dokázaný bol **efekt skrátenia latentnej doby odpovede pri reakcii na natiahnutie vplyvom proprioceptívneho tréningu** avšak to nestačí a existuje potreba prechodu od pomalých a statických proprioceptívnych tréningových prostriedkov k dynamickým vo variabilných podmienkach, kde je moment anticípácie sťažený, **dôležitý faktor zohráva aj načasovanie predpätia.**

Efektívny je „Perturbation“ tréning ako tréning schopnosti odolávať **vonkajším silám v neočakávaných podmienkach** používaním „unilaterálnych“ cvičení a „unexpected movements“ v neočakávaných podmienkach vykonávaných cvičení s veľkou variabilitou smerov a rozsahov.

Je potrebné klásť dôraz na **včasnú diagnostiku v najčastejšie postihovaných miestach** podľa disciplíny a brať do úvahy modely súťaženého zaťaženia počet štartov v týždni a v závislosti na fáze ročného cyklu a na základe individuálnych záznamov o veľkosti súťažného a tréningového zaťaženia by malo vždy dochádzať **k denným úpravám tréningového plánu.**

V špičkových tímoch aplikujú aj počas vrcholiacej sezóny silový program minimálne 1x týždenne cielené na výkon a 1x týždenne preventívne voči zraneniam, to svedčí o nevyhnutnosti silového tréningu aj na jeho cielenej aplikácii počas celej sezóny.

ZÁVER

Zhrnutie kľúčových bodov

Tapering, peaking, čiže ladenie športovej formy je zníženie objemu tréningu po určitú dobu pred dôležitou súťažou ako prostriedok na zvýšenie výkonu. Trvanie ladenia športovej formy je najčastejšie 4 – 28 dní. **Rýchle svalové vlákna vyžadujú dlhšie trvanie ladenia športovej formy.** Pre väčšinu športových disciplín sa taperingové stratégie vyznačujúce 40 % - 70 % znížením objemu tréningu a intenzita je udržiavaná.

Podstata prevencie zranení tkvie predovšetkým v analýze počtu a výskytu zranení, monitoringu mechanizmov zapríčínujúcich zranenie, stanovenie individuálneho cvičebného programu a posúdenie efektívnosti aplikovaného programu. Efektívne riešenia sú spojené s kontrolou a presným monitorovaním únavy sledovaním nielen jednej ale v spájaní viacerých premenných. Efektívne je „Perturbation“ tréning ako tréning schopnosti odolávať vonkajším silám v neočakávaných podmienkach. V budovaní odolnosti pohybového aparátu voči poškodeniu pri natiahnutí (stiffness augmentation) má extrémne dôležitú úlohu „Eccentric overload“. Je potrebné klásť dôraz na včasnú diagnostiku v najčastejšie postihovaných miestach podľa druhu športu a brať do úvahy modely súťaženého zaťaženia. **Preukázaná bola nevyhnutnosť silového tréningu a jeho cieleňá aplikácia po celú sezónu.** Z pohľadu svalovej typológie majú jedinci s prevládajúcou rýchlu typológiu až 5 krát vyššie riziko nekontaktných akútnych poranení a únava počas vysoko intenzívneho zaťaženia je u nich vyššia a zotavenie trvá dlhšie.

Stručná rekapitulácia výhod a prípadných rizík nášho výskumu

- Neinvazívna metóda určovania svalovej typológie
- Potreba objektivizácie a štandardizácie neinvazívnej metodiky určovania typológie (MRI diagnostika množstva kaznosínu) v jednotlivých častiach tela z pohľadu štruktúry športového výkonu (špecifická diagnostika)
- Perspektívy ďalšieho výskumu a jeho aplikácie do športovej praxe vidíme v diagnostike plasticity svalových vlákien z pohľadu zmien Iia na Iix a opačne, a to pri opakovaných meraniach v priebehu ročného tréningového cyklu na určovanie individuálnej rýchlosti a veľkosti tzv. "overshootingu".

LITERATÚRA

ANDERSEN, J.L., SCHJERLING, P., SALTIN, B. (2000). Muscle, Genes and Athletic Performance. Scientific American, Vol. 283, No. 3, pp. 48-55
BAGUET, A., et. al. (2011). A new method for non-invasive estimation of human muscle fiber type composition. PLoS One, 6 (7).

BELLINGER, P., et al. (2021). Relationships between Lower Limb Muscle Characteristics and Force-Velocity Profiles Derived during Sprinting and Jumping. Medicine & Science in Sports & Exercise. 53, 7, 1400–1411.
BOSQUET, L., et.al. (2007). Effects of Tapering on Performance: A Meta-Analysis. Med. Sci.Sports Exerc., Vol. 39, No. 8, pp. 1358–1365
COSTILL, D.L., et al. (1988). Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. Med. Sci. Sports Exerc., 20, 249–254.
GABBETT, T. et.al. (2009). Physiological and anthropometric characteristics of junior elite and sub-elite rugby league players, with special reference to starters and non-starters. Journal of Science and Medicine in Sport (2009) 12, 215—222
HALSON, S.L., et al., (2002). Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. J. Appl. Physiol., 93, 947–956.
HAMADA, T., et.al. (2003). Interaction of fibre type, potentiation and fatigue in human knee extensor muscles. Acta Physiologica Scandinavica, <https://doi.org/10.1046/j.1365-201X.2003.01121.x>
HARBER, M.P., et al. (2004). Single muscle fiber contractile properties during a competitive season in male runners. Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol., 287, 1124–1131.
ISSURIN V.B., (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. Sports Med., 40:189–206.
LIEVENS, E., KLASS, M., BEX, T., & DERAIVE, W. (2020). Muscle fiber typology substantially influences time to recover from high-intensity exercise. Journal of applied physiology, 128(3), 648-659.
LIEVENS, E., STASSEN, F., & DERAIVE, W. (2021). Myotypes: the relevance of muscle fiber typology in sports. ISBN 9789080908406, 66 p.
MUJICA, I. AND PADILLA, S. (2003). Scientific bases for precompetition tapering strategies. Med. Sci. Sports Exerc., 35, 1182–1187.
NEARY, J.P. et al. (1992). The effects of a reduced exercise duration taper programme on performance and muscle enzymes of endurance cyclists. Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol., 65, 30–36.
PRITCHARD, H., et al. (2015). Effects and mechanisms of tapering in maximizing muscular strength. Strength Cond. J., 37, 72–83.
SHEPLEY, B., et al. (1992). Physiological effects of tapering in highly trained athletes. J. Appl. Physiol., 72, 706–711.
SCHOENFELD, B. J. (2020). Science and Development of Muscle Hypertrophy. Second Edition. Human Kinetics Publishers, ISBN: 9781492597674, 312 p.

SUMMARY

SCIENCE AND PRACTICE FOR PEAKING AND TAPERING OF SPORT PERFORMANCE BASED ON MUSCLE TYPOLOGY

The article is a source of information for athletes and coaches who want to understand the optimization of the time characteristics of peaking and tapering of sport performance, recovery processes, regeneration for the adaptation of training programs, especially in terms of the fitness component of performance according to the dominant muscle typology of different myotypes. The second part discusses the optimization of the prevention of overload and overtraining, reducing the risk of injury and choosing an appropriate tuning strategy according to the dominant muscle typology.

KEYWORDS: muscle typology, peaking, tapering, non-contact injuries

VLIV BĚŽECKÉHO TRÉNINKU NA HODNOTY VO₂MAX U MLADÝCH BĚŽCŮ

Petr BAHENSKÝ

Katedra tělesné výchovy a sportu, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Česká republika

ABSTRAKT

Dlouhodobý běžecký trénink ovlivňuje vytrvalostní schopnosti, které jsou spojené s hodnotou VO₂max. Cílem této studie bylo analyzovat vliv běžeckého tréninku na hodnotu VO₂max u adolescentních běžců a posoudit jejich vztah k dosažené výkonnostní úrovni. Výzkum zahrnoval longitudinální sledování trvající 3–4 roky. Do studií se zapojilo celkem 24 běžců a běžkyň ve věku 14–19 let. Normalita dat byla ověřena Shapiro–Wilkovým testem. Pro analýzu byla použita dvoufaktorová ANOVA pro opakovaná měření (skupina × fáze) s následnými Bonferroniho post hoc testy. Změny byly posouzeny také pomocí t-testu a Cohenova d. Alfa hladina byla stanovena na 0,05. Longitudinální sledování odhalilo postupný nárůst VO₂max (o 16–21 % u chlapců a 20–21 % u dívek). Výsledky dokládají, že systematický běžecký trénink v období adolescence významně ovlivňuje respirační adaptace a související výkonnost. Parametr VO₂max představuje užitečný nástroj pro monitorování tréninkového procesu, jeho individualizaci a prevenci přetížení mladých sportovců.

Klíčová slova: adolescentní běžci, VO₂max, dechový vzor, nadmořská výška, dechová cvičení, výkon

ÚVOD

Vytrvalostní výkon je výsledkem komplexní interakce genetických dispozic a systematického tréninkového procesu. Z fyziologického pohledu představuje jeden z hlavních limitujících faktorů maximální spotřeba kyslíku (VO₂max), která je tradičně považována za zlatý standard hodnocení kardiorespirační zdatnosti (Neumann et al., 2000; Noakes, 2003). Vysoce rozvinutá aerobní kapacita je nezbytnou podmínkou dosažení elitního výkonu, nicméně není podmínkou jedinou. Velký význam má také ekonomika pohybu a schopnost dlouhodobě udržet vysokou úroveň aerobního metabolismu (Saunders et al., 2004). Z tohoto důvodu je při hodnocení vytrvalostních sportovců vhodné věnovat pozornost nejen VO₂max, ale i dalším respiračním parametrům, které reflektují efektivitu dýchací soustavy a schopnost organismu hospodařit s energií.

Adolescence představuje specifické období, kdy dochází k intenzivnímu vývoji somatických a fyziologických parametrů. Růst tělesné výšky, změny složení těla, nárůst svalové hmoty a zrání kardiovaskulárního i respiračního systému přirozeně ovlivňují úroveň výkonnosti. Tento vývoj však probíhá odlišně u chlapců a dívek (Malina et al., 2004; Armstrong a Welsman, 2007). U chlapců je typický nárůst svalové hmoty a zlepšení VO_2max , zatímco u dívek může dojít spíše k relativní stagnaci či poklesu aerobní kapacity vlivem nárůstu tukové složky. Právě proto je nutné rozlišovat mezi přirozeným vývojovým růstem výkonnosti a změnami, které jsou výsledkem systematického tréninkového působení.

Běžecský trénink je efektivní prostředek rozvoje vytrvalostních schopností. Zvláštní pozornost si zasluhuje vliv tréninku na respirační parametry, které mohou sloužit jako indikátory efektivity tréninkového procesu a současně jako prediktory výkonnostního růstu (Bahenský a Bunc, 2018). Krátkodobé intervence, například dechová cvičení či trénink v mírné nadmořské výšce, byly prokázány jako účinné pro zlepšení vybraných parametrů, zejména dechového objemu a VO_2max (Bahenský et al., 2019; Bahenský et al., 2020; Bonetti & Hopkins, 2009). Při dlouhodobém tréninku lze navíc pozorovat trvalejší adaptace, které se odrážejí v růstu výkonu i v efektivnějším hospodaření s energií (Saunders et al., 2004).

Kvalita dýchání a úroveň respiračních parametrů jsou úzce spjaty nejen s výkonem ve vrcholovém sportu, ale také s kvalitou života běžné populace (Ortega et al., 2008; Myers et al., 2015). U mladých sportovců mají však tyto parametry ještě významnější roli – jejich sledování umožňuje individualizaci tréninkového zatížení, optimalizaci regenerace a může přispět k prevenci přetížení. Přestože existuje řada studií věnujících se změnám VO_2max nebo ventilace v důsledku různých forem tréninku, longitudinální výzkumy zaměřené specificky na adolescentní běžce jsou stále vzácné. Existují studie sledující vývoj pouze mezi 12–15 lety (Landgraff et al., 2021), případové studie (Pedlar et al., 2013), studie zabývající se nesportovci (Kemper a Verschuur, 1987), studie zabývající se sportovci z jiných sportů (Baxter-Jones et al., 1993) nebo běžci na hranici dospělosti (Bragada et al., 2010). Studií sledující vývoj hodnot VO_2max u běžců není mnoho. Publikované studie prezentují stagnaci či snižování hodnot VO_2max v průběhu dospívání u běžců (Sjodin a Svedenhag, 1992). Otázkou je úroveň těchto sledovaných běžců. Studie s kontrolní skupinou jsou výjimečné, pokud existují, obsahují pouze malé množství účastníků, kteří jsou navíc bývalí členové experimentální skupiny, např. Sjodin a Svedenhag (1992).

CÍL

S ohledem na uvedené skutečnosti je cílem této studie analyzovat vliv běžecského tréninku na hodnoty VO_2max u adolescentních běžců. Výsledky

mohou přispět k lepšímu porozumění adaptačním mechanismům v období dospívání a poskytnout užitečné podklady pro optimalizaci tréninkového procesu u mladých vytrvalců.

METODIKA

Pro studii byli záměrně vybráni běžci na začátku systematického běžecského tréninkového procesu, kteří měli potenciál dostat se na úroveň národní špičky. Výběr byl prováděn z nejlepších běžců v jihočeském kraji, kteří byli ochotni podstupovat pravidelně testování v laboratoři a splnili i další kritéria zařazení do sledované skupiny. Soubor probandů studie je tvořen 24 běžci (14 dívek a 10 chlapců), kteří byli v době sledování ve věku 14–19 let. Věk na počátku sledování byl u dívek $14,6 \pm 1,5$ let, průměrná hmotnost $53,1 \pm 7,3$ kg a tělesná výška $164,4 \pm 7,4$ cm, chlapců byl počáteční věk $14,5 \pm 1,3$ let, průměrná hmotnost $54,2 \pm 10,6$ kg a tělesná výška $172,0 \pm 10,6$ cm.

Kritéria zařazení do výběru: věk, pravidelný trénink alespoň pětkrát týdně po dobu sledování, testování v laboratoři alespoň čtyřikrát ročně po dobu alespoň tři roky, účast na MČR ... Finální soubor byl vybrán z původních 65 běžců, kteří do testování v rámci této studie vstoupili a byli zařazení do vstupního souboru probandů. Někteří nedodrželi délku testování (předčasné ukončení kariéry, změna disciplíny, neochota účastnit se testování po celou dobu, ...) nebo nesplňovali požadovanou sportovní úroveň. Místo kontrolní skupiny byla použita data, která software firmy Cortex (Lipsko, Německo) nabízí jako referenční hodnoty k porovnání jako hodnoty běžné populace. Pro stanovení vlivu dlouhodobého tréninku na respirační parametry byla použita stanovená individuální norma.

Testování probíhalo několikrát ročně, mj. i pro vyloučení vlivu mezidenní biologické variability, která dosahuje přibližně 3,5–5,6 % (Katch et al., 1982). Testování probíhalo v Laboratoři zátěžové diagnostiky na Katedře tělesné výchovy a sportu Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity. Dynamika změn VO_2max byla zjišťována na běžecském ergometru (Lode Valiant 2 Sport; Lode B. V., Groningen, Nizozemsko) a přístroje Metalyzer B3 (Cortex, Lipsko, Německo) pomocí stupňovaného zatížení do „vita maxima“. Byl použit test se zahřívací fází 4 minuty volným během $6 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$. Po zahřívací fazi následovala pauza 2 min po ní 6–12minutový stupňovitý test se začátkem na $10 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$ u chlapců a $8 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$ u dívek. Rychlost se zvyšovala o $1 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$ každou minutu až do okamžiku přerušení testu na signál samotného probandem. Kritéria použitá k ověření dosažení VO_2max zahrnovala: $\text{RER} > 1,1$, hodnocení vnímané námahy (RPE) > 17 , dosažení platů ve VO_2 a dosažení 90% věkem předpokládané maximální srdeční frekvence (Jordan et al., 2010; American College of Sports Medicine, 2018). Naměřené hodnoty byly porovnány s individuální normou stanovenou pro každého jedince dle jeho věku, pohlaví a somatických parametrů. Běžecské tréninkové zatížení bylo

strukturováno dle standardně uváděných doporučení (Bahenský a Bunc, 2018). Realizovaný trénink byl odpovídající věku.

Pro stanovení velikosti vzorku účastníků byla provedena prospektivní Power analýza. Pro zjištění vztahu respiračních parametrů a výkonnosti a další analýzy je potřeba minimálně 19 účastníků. Provedli jsme analýzu normality dat pomocí Shapiro-Wilkova testu. Naměřené hodnoty vykazují normální rozložení. Změnu výkonnosti úrovně za dobu sledování u jednotlivých účastníků jsme posoudili prostřednictvím t-testu (statistická významnost) a Cohenovo d (věcná významnost-effect size). Pro stanovení statistické významnosti dlouhodobého vlivu běžeckého tréninku na vybrané respirační parametry byla použita obousměrná ANOVA analýza pro opakované měření (skupina $\times$ fáze) s následnými Bonferroniho post hoc testy. Naměřené hodnoty parametrů jsme posuzovali vzhledem k hodnotě příslušné individuální normy.

VÝSLEDKY

V tabulkách 1 a 2 jsou prezentovány hodnoty respiračních parametrů na začátku sledování, resp. před započítím pravidelného běžeckého tréninku a na konci sledování (cca po 3-4 letech pravidelného tréninku), hodnoty normy a naměřené hodnoty vyjádřené jako procento normy u dívek a chlapců. Je zřejmé, že za dobu sledování došlo u dívek ke statisticky i věcně významnému nárůstu hodnot VO_{2max} , ať již vyjádřeného v naměřených hodnotách ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) nebo jako procento individuálně stanovené normy. Přičemž hodnoty normy se za dané období významně nezměnily. Z toho vyplývá, že u tohoto parametru by neměl věk v průběhu dospívání hrát významnou roli.

Hodnoty VO_{2max} narostly u děvčat v průběhu sledování o $21,8 \pm 14,7 \%$. Hodnoty vyjádřené jako procento normy se za dané období zvýšily o $20,4 \pm 11,1 \%$.

Tabulka 1. Naměřené hodnoty respiračních parametrů, hodnoty normy a naměřené hodnoty vyjádřené jako procento normy u dívek na začátku a na konci sledování – před a po cca 4 letech intervence pravidelného běžeckého tréninku

	exp. skup. ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	norma ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	% normy (%)
před	$46,6 \pm 4,8$	$36,3 \pm 2,3$	$129,1 \pm 15,8$
po	$56,6 \pm 4,3^{*v}$	$36,7 \pm 3,3$	$143,9 \pm 14,9^{*v}$

Pozn.: * – statisticky významná změna ($p < 0,05$), věcně významná změna: ^m – s malým efektem, ^s – se středním efektem, ^v – s velkým efektem

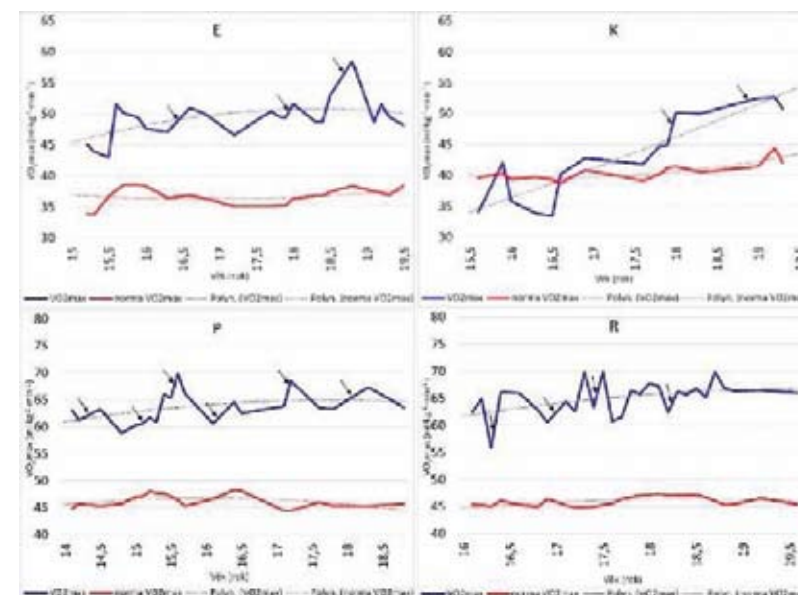
Při ANOVA analýze vlivu absolvovaného tréninkového zatížení na vybrané respirační parametry byl u dívek prokázán významný vliv tréninku

(fáze: začátek a konec sledování) na hodnoty VO_{2max} ($p = 0,000$), stejných hodnot dosahuje i vliv skupiny (experimentální vers. kontrolní=norma) i interakce skupina a fáze.

Tabulka 2. Naměřené hodnoty respiračních parametrů, hodnoty normy a naměřené hodnoty vyjádřené jako procento normy u chlapců na začátku a na konci sledování – před a po cca 4 letech intervence pravidelného běžeckého tréninku

	exp. skup. ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	norma ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	% normy (%)
před	$58,1 \pm 2,9$	$48,2 \pm 3,6$	$121,3 \pm 12,0$
po	$66,7 \pm 4,3^{*v}$	$47,6 \pm 2,7^m$	$140,6 \pm 13,4^{*v}$

Pozn.: * – statisticky významná změna ($p < 0,05$), věcně významná změna: ^m – s malým efektem, ^s – se středním efektem, ^v – s velkým efektem



Obrázek 1. Příklad vývoje naměřených relativních hodnot a individuální normy VO_{2max} u dívek (E, K) a chlapců (P, R) ve sledovaném období

Pozn.: modře naměřené hodnoty, červeně hodnoty normy; šipky označují tréninkový kemp

Hodnoty VO_2max narostly u chlapců v průběhu sledování o $21,8 \pm 14,7 \%$. Hodnoty vyjádřené jako procento normy se za dané období zvýšily o $16,0 \pm 6,1 \%$.

Při izolovaném hodnocení změny hodnot VO_2max za dobu sledování došlo u chlapců ke statisticky i věcně významnému nárůstu hodnot VO_2max (tabulka 2), ať již vyjádřeného v naměřených hodnotách ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) i jako procento individuálně stanovené normy. Přičemž hodnoty normy se za dané období statisticky významně nezměnily, došlo k věcně významnému poklesu hodnot se střením efektem.

Při ANOVA analýze vlivu absolvovaného tréninkového zatížení na vybrané respirační parametry byl u chlapců prokázán významný vliv tréninku na hodnoty $\text{VO}_{2\text{max}}$ ($p = 0,000$) fáze: začátek a konec sledování) na hodnoty $\text{VO}_{2\text{max}}$ ($p = 0,000$), stejných hodnot dosahuje i vliv skupiny (experimentální vers. kontrolní=norma) i interakce skupina a fáze. Z toho vyplývá, že u těchto parametrů by měl věk v průběhu dospívání hrát statisticky významnou roli.

Na obrázku 1 je zobrazen příklad vývoje dvou dívek a dvou chlapců, kdy jedinci E, P a R dosahovali nadprůměrné úrovně výkonnosti od začátku, dívka K se nad tuto úroveň dostala až po roce tréninku.

DISKUZE

U adolescentních běžců je prokázáno, že krátkodobé tréninkové intervence vedou ke zlepšení vybraných respiračních parametrů (Bonetti a Hopkins, 2009; Bahenský et al., 2019; Bahenský et al., 2020). Specifickým přínosem naší práce je longitudinální sledování adolescentních běžců. V této studii jsme prokázali, že u chlapců i u dívek došlo vlivem 3-4letého absolvovaného běžeckého vytrvalostního tréninkového zatížení ve věku 14-19 let ke statisticky i věcně významné změně těchto hodnot VO_2max (cca o 20 %), a to i přesto, že u některých z nich byla počáteční hodnota na vysoké úrovni. To je v rozporu s publikovanými informacemi (Sjödín a Svedenhag, 1992). Pravděpodobně bude důvodem úrovně sledovaných běžců, kdy v naší studii se jedná o výkonnostní až vrcholové běžce a běžkyně (vyšší sportovní úroveň). Parametr VO_2max má přímý vztah k dodávce kyslíku do svalů, a tedy i k oddálení únavy a schopnosti udržet vysokou intenzitu výkonu (Amann, 2012), lze předpokládat, že došlo i ke změně výkonnostní úrovně sledovaných běžců. Vývoj úrovně hodnot VO_2max je rozdílný u jednotlivých sportovců, pravděpodobně v závislosti na průběhu dospívání a individuální reakci na absolvované tréninkové zatížení.

Parametr VO_2max je u adolescentních běžců citlivým ukazatelem účinnosti tréninku a současně odráží dynamiku fyziologického vývoje v období dospívání. Jejich systematické sledování může významně přispět k racionálnímu řízení sportovní přípravy a prevenci přetížení.

ZÁVĚR

Studie potvrdila, že 3-4letý běžecký trénink v adolescentním věku vede k významnému nárůstu hodnot VO_2max . Výsledky rovněž ukazují individuální odlišnosti ve vývoji hodnot VO_2max , což je nezbytné zohlednit při hodnocení i plánování sportovní přípravy. Monitoring ukazatelů, jako je např. VO_2max , umožňuje efektivnější řízení tréninku, optimalizaci regenerace a lepší prevenci přetížení. Celkově lze konstatovat, že systematické sledování a cílený rozvoj respiračních parametrů představují významný nástroj pro podporu sportovní výkonnosti i dlouhodobého zdraví mladých vytrvalců.

LITERATURA

- AMANN, M., 2012. *Pulmonary system limitations to endurance exercise performance in humans*. Experimental Physiology, 97(3), s. 311–318.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 10. vyd. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.
- ARMSTRONG, N. a J. R. WELSMAN, 2007. *Aerobic fitness: what are we measuring?* Pediatric Fitness, 50, s. 5–25.
- BAHENSKÝ, P. a V. BUNC, 2018. *Trénink mládeže v bězích na střední a dlouhé tratě*. Praha: Karolinum.
- BAHENSKÝ, P., R. MALÁTOVÁ a V. BUNC, 2019. *Changed dynamic ventilation parameters as a result of a breathing exercise intervention program*. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 59(8), s. 1369–1375.
- Bahenský, P., Bunc, V., Tlustý, P., & Grosicki, J. G. (2020). Effect of an Eleven-Day Altitude Training Program on Aerobic and Anaerobic Performance in Adolescent Runners. *Medicina*, 56(4), 184.
- BAXTER-JONES, A., H. GOLDSTEIN a P. HELMS, 1993. *The development of aerobic power in young athletes*. Journal of Applied Physiology, 75(3), s. 1160–1167.
- BONETTI, D. L. a W. G. HOPKINS, 2009. *Meta-analysis of sea level performance following adaptation to hypoxia*. Sports Medicine, 39, s. 107–127.
- BRAGADA, J. A., P. J. SANTOS, J. A. MAIA, P. J. COLAÇO, V. P. LOPES a T. M. BARBOSA, 2010. *Longitudinal study in 3,000 m male runners: relationship between performance and selected physiological parameters*. Journal of Sports Science & Medicine, 9(3), s. 439.
- JORDAN, T., J. LUKASZUK, M. MISIC a J. UMOREN, 2010. *Effect of beta-alanine supplementation on the onset of blood lactate accumulation (OBLA) during treadmill running: Pre/post 2 treatment experimental design*. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 7(1), s. 20.

- KATCH, V. L., S. S. SADY a P. FREEDSON, 1982. *Biological variability in maximum aerobic power*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 14(1), s. 21–25.
- KEMPER, H. C. G. a R. VERSCHUUR, 1987. *Longitudinal study of maximal aerobic power in teenagers*. Annals of Human Biology, 14(5), s. 435–444.
- LANDGRAFF, H. W., A. RIISER, M. LIHAGEN, M. SKEI, S. LEIRSTEIN a J. HALLÉN, 2021. *Longitudinal changes in maximal oxygen uptake in adolescent girls and boys with different training backgrounds*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 31, s. 65–72.
- MALINA, R. M., C. BOUCHARD a O. BAR-OR, 2004. *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- MYERS, J., P. McAULEY, C. J. LAVIE, J. P. DESPRES, R. ARENA a P. KOKKINOS, 2015. *Physical activity and cardiorespiratory fitness as major markers of cardiovascular risk: their independent and interwoven importance to health status*. Progress in Cardiovascular Diseases, 57(4), s. 306–314.
- NEUMANN, G., A. PFÜTZNER a A. BERBALK, 2000. *Successful endurance training*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- NOAKES, T., 2003. *Lore of running*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- ORTEGA, F. B., J. R. RUIZ, M. J. CASTILLO a M. SJÖSTRÖM, 2008. *Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health*. International Journal of Obesity, 32(1), s. 1–11.
- PEDLAR, C. R., G. P. WHYTE, R. BURDEN, B. MOORE, G. HORGAN a N. POLLOCK, 2013. *A case study of an iron-deficient female Olympic 1500-m runner*. International Journal of Sports Physiology and Performance, 8(6), s. 695–698.
- SAUNDERS, P. U., D. B. PYNE, R. D. TELFORD a J. A. HAWLEY, 2004. *Factors affecting running economy in trained distance runners*. Sports Medicine, 34(7), s. 465–485.
- SJÖDIN, B. a J. SVEDENHAG, 1992. *Oxygen uptake during running as related to body mass in circumpubertal boys: a longitudinal study*. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 65(2), s. 150–157.

SUMMARY

INFLUENCE OF RUNNING TRAINING ON VO₂MAX VALUES IN YOUNG RUNNERS

Long-term running training affects endurance abilities that are associated with VO₂max. This study aimed to analyze the effect of running training on VO₂max in adolescent runners and assess their relationship to the achieved

performance level. The research included a longitudinal follow-up of 3 to 4 years. The studies involved a total of 24 runners aged 14–19 years. The normality of the data was verified by the Shapiro-Wilk test. For the analysis, a two-factor ANOVA was used for repetitive measurements (group × phases) followed by Bonferroni post hoc tests. The t-test and Cohen's d also assessed changes. The alpha level was set at 0.05. Longitudinal follow-up revealed a gradual increase in VO₂max (16–21% for boys and 20–21% for girls). The results show that systematic running training during adolescence significantly affects respiratory adaptation and related performance. The parameter VO₂max is a useful tool for monitoring the training process, individualizing it, and preventing overload among young athletes.

Keywords: adolescent runners, VO₂max, breath pattern, altitude, breathing exercises, performance

VPLYV UNILATERÁLNEHO A BILATERÁLNEHO TRÉNINGU NA ÚROVEŇ VÝBUŠNEJ SILY MLADÝCH ATLÉTOV

Igor GALLAY, Ivan ČILLÍK

Fakulta telesnej výchovy, športu a zdravia Univerzita Mateja Bela v
Banskej Bystrici, Slovensko

ABSTRAKT

Cieľom štúdie bolo porovnať vplyv unilaterálneho a bilaterálneho tréningu na úroveň výbušnej sily atlétov v kategórii žiactva a dorastu. Po porovnaní výsledkov viacerých výskumov, uvádzajúcich rôzne názory na unilaterálny a bilaterálny tréning, sme realizovali náš vlastný výskumný tréningový proces, ktorý trval 6 týždňov. Zúčastnilo sa ho 14 probandov, ktorí boli rozdelení do 2 súborov po 7 členoch: súbor A (vykonávajúci bilaterálne cvičenia) a súbor B (vykonávajúci unilaterálne cvičenia). Probandi mali viac ako 3-ročné skúsenosti s atletickým tréningom a ich schopnosti boli na výkonnostnej úrovni.

Výskumný tréningový proces sme ohraničili vstupným a výstupným testovaním, kde sme merali výbušnú silu probandov pred a po jeho absolvovaní. Probandi boli podrobení 3 tréningom do týždňa, pričom vykonávali len cvičenia prislúchajúce ich zaradeniu do súboru. Vstupné a výstupné testovania tvorili identické testy, pričom ich oba súbory vykonávali bilaterálne i unilaterálne, a to vertikálny výskok bez protipohybu so švihom paží, vrh 2 kg medicinbalu z kľaku a šprint na 20 m z polovysokého štartu.

Na základe získaných výsledkov môžeme konštatovať, že bilaterálny súbor A dosiahol vyššie priemerné zlepšenia v bilaterálnych testoch a vrhu medicinbalu pravou hornou končatinou. Taktiež bol bilaterálny súbor A efektívnejší v zlepšení šprintu na 20 m z polovysokého štartu. Unilaterálny súbor B dosiahol vyššie priemerné zlepšenia v 3 zo 4 unilaterálnych testov a jeho probandi dosiahli kompenzáciu výbušnej sily nedominantných končatín, pričom výkonnosť v záverečnom testovaní nedominantných končatín, dorovnala výkonnosť dominantných končatín na začiatku testovania. Z výsledkov vyplýva, že unilaterálne cvičenia sú efektívnejšie pre zlepšenie unilaterálnych výbušných schopností a kompenzáciu nedominantných svalových partií tela. Bilaterálne cvičenia sú efektívnejšie pre zlepšenie šprintu a bilaterálnych výbušných schopností, preto by sa mali oba tréningové postupy kombinovať a zaradiť do tréningového procesu.

Kľúčové slová: bilaterálny tréning, mladí atléti, unilaterálny tréning, výbušná sila

ÚVOD

Výbušná sila umožňuje svalový výkon, pri ktorom dochádza k cyklu natiahnutia a následného skrátenia svalu, v amortizačnej fáze a fáze aktívneho odrazu. Tento svalový výkon vyvoláva zvýšenie impulzu sily, ktorý dodáva telu, jeho častiam alebo náčiniu veľké zrýchlenie (Sedláček 2010), čo sa využíva v atletických skokoch, vrhoch, hodoch a behoch na krátke vzdialenosti. Výbušnú silu tvoria dve zložky a to rýchlosť a sila, respektíve prechod medzi nimi. Rýchlosť je z veľkej časti geneticky podmienená, preto jej zlepšovanie je do istej miery obmedzené. Avšak silové schopnosti môžeme ovplyvniť vhodným tréningom viac ako rýchlosť, práve preto je tréning výbušnej sily pre športy, ktoré to vyžadujú zásadné (Šimonek 2007). Podľa Verkohanský (2006) sú na rozvoj výbušnej sily vhodné: odrazové cvičenia bez vonkajšej záťaže, odhody medicinbalu a iného náčinia, výskoky, odrazové cvičenia, ktoré na seba môžu nadväzovať s časovým intervalom do 10 s, odrazové cvičenia kombinované s odhodmi medicinbalu. Cvičenia na rozvoj výbušnej sily môžeme vykonávať bilaterálnym alebo unilaterálnym prevedením (Boyle 2016). Fountaine (2018) definuje bilaterálny tréning ako cvičenie využívajúce kontrakciu svalov oboch končatín súčasne, čím sa vytvára sila, ktorá následne prekonáva danú záťaž. Bilaterálne cvičenia sa vykonávajú oboma končatinami súčasne, čo má za dôsledok možnosť cvičenia s vyššou hmotnosťou, lepšiu stabilitu pri cvičení, vďaka čomu cvičenec nie je obmedzovaný jej udržiavaním. Fountaine (2018) považuje za dôvod, prečo väčšina športovcov využíva bilaterálny spôsob tréningu, dlhoročné preukázané prírastky silových schopností celého tela vďaka viackĺbovým cvikom. Naopak Boyle (2016) uvádza, že nevýhodou bilaterálneho tréningu je jeho nízka funkčnosť v tréningovom procese športovcov, ako sú atléti. Dôvodom je prevyšujúca prítomnosť pohybov jednou končatinou. Unilaterálny tréning sa zameriava na vykonávanie pohybu jednou končatinou, pričom nám druhá môže pomáhať udržať stabilitu alebo koordináciu pohybu, no neprekonáva súčasne odpor. Benefitom unilaterálneho tréningu je kladenie vysokého dôrazu na propriorepciu a rovnovážne schopnosti. Keďže sa v unilaterálnom tréningu vykonávajú pohyby jednou končatinou (Boyle, 2016), môže byť cvičenie lepšie prispôbené atletickým disciplinám, kde sa väčšina atletických disciplín vykonáva pomocou pohybov jednej končatiny (Čillík 2009). Srinivasan (2019) označuje spôsob unilaterálneho cvičenia ako ideálny tréning pre rozvoj potrieb špecifický vo vybranom športe. Makaruk et. al (2011) pozorovali vplyv unilaterálneho a bilaterálneho plyometrického tréningu na maximálny výskok u vysokoškolských žien počas rôznych fáz tréningu. Bilaterálna skupina sa zlepšila vo všetkých testoch od pretréningového testovania až po post-tréningové. Výsledky tejto štúdie naznačujú, že unilaterálny plyometrický tréning dokáže rozvinúť maximálnu silu skoku počas kratšieho tréningového úseku, ale sila nadobudnutá

bilaterálnym plyometrickým tréningom ostáva športovcom dlhšie. Naopak Koral et. al. (1985) pri zisťovaní rozdielov v neuromuskulárnej funkcii a kortikospinálnej excitabilite v reakcii na trvalú unilaterálnu a bilaterálnu maximálnu izometrickú dobrovoľnú kontrakciu extenzorov kolena, nenašli žiadne rozdiely vo výkonnosti oboch tréningových programov. Keďže sú názory rôzne, v našej práci sme sa zamerali na porovnanie vplyvu oboch spôsobov tréningu.

CIELE

Cieľom práce bolo porovnať rozdielnosť vplyvu unilaterálneho a bilaterálneho tréningu na zmeny úrovne výbušnej sily mladých atlétov vo vertikálnom výskoku, vrhu 2 kg medicinbalom a behu na 20m, porovnaním hodnôt vstupného a výstupného testovania.

METODIKA

Probandi nášho testovania sú výkonnostní atléti, ktorí sa venujú atletickému tréningu viac ako tri roky. Vekové rozpätie probandov bolo 13,55 až 16,27 decimálneho veku, ku dňu vstupného testovania, teda súťažia v kategóriách mladší žiaci/ky, starší žiaci/ky, dorastenci/ky.

Výskum sme zahájili 21.10.2023 vstupným testovaním a ukončili 20.12.2023 výstupným testovaním. Výskumný tréningový proces prebiehal počas prípravného obdobia probandov na halovú sezónu 2024. Probandi boli do súborov A a B rozdelení na základe veku a výkonnosti po vstupnom teste rovnomerne tak, aby sa zabezpečila vzájomná výkonnostná porovnateľnosť oboch hodnotených súborov. Nasledujúcich 6 týždňov probandi absolvovali v rámci atletickej 5-dňovej prípravy 3 tréningy do týždňa s rozdielnymi cvičeniami, ktoré boli určené pre ich súbory (súbor A bilaterálne, súbor B unilaterálne). Do výsledného vyhodnocovania boli zaradení probandi s minimálne 90 % účasťou, teda absolvovaním minimálne 16 tréningových jednotiek z 18. Vstupné testovanie a následný tréningový proces absolvovalo 24 probandov. Podmienky pre zaradenie do hodnotenia splnilo 14 probandov, 7 v oboch súboroch.

Vstupné a výstupné testovanie tvorili tieto testy:

- Beh z polovysokého štartu
- Vertikálny výskok znožmo bez protipohybu so švihom paží
- Vertikálny výskok jednoožne pravou/ľavou dolnou končatinou bez protipohybu so švihom paží
- Vrh 2 kg medicinbalu obojručne z kľaku na kolenách
- Vrh 2 kg medicinbalu pravou a ľavou hornou končatinou z výpadovej pozície

Cvičenia vykonávané súborom A a súborom B počas 6-týždňového výskumného tréningového procesu:

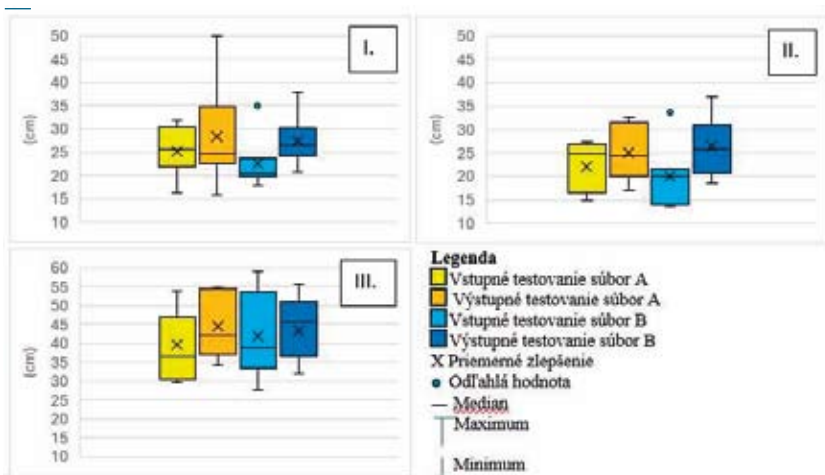
Súbor A:	Súbor B
Odhod medicinbalu od prs obojručne 3 kg	Odhod medicinbalu jednoručne od prs 3 kg
Výskok znožmo na švédsku debňu	Jednoožný výskok na debňu
Preskok ponad nízke prekážky so stupňujúcou sa výškou	Jednoožné preskoky cez rebrík do výšky
Swingy s kettlebellom obojručne 8 kg	Swingy s kettlebellom jednoručne 5 kg
Výtah kettlebellu z hlbokého drepu 8 kg	Výtah kettlebellu z hlbokého drepu 5 kg
Hod medicinbalu s výskokom vpred 3 kg	Odhod medicinbalu od prs jednoručne z výpadovej pozície so skokom vpred 3 kg
Drep s výskokom	Bulharský drep s výskokom
Členkové odrazy s dopnutím špičiek	Jednoožné členkové odrazy s dopnutím špičky
Zložné preskoky bokom cez čiaru do výšky	Jednoožné preskoky bokom cez čiaru do výšky

Výsledky testovania súborov sme štatisticky zhodnotili s využitím programu Excel a štatistického kalkulátora Social Science Statistic (<https://www.socscistatistics.com/>). Vypočítali sme priemernú hodnotu zlepšenia súborov A a B porovnaním výkonov výstupného a vstupného testovania. Hodnotu priemerného zlepšenia probandov a jednotlivých súborov v každom teste sme vyjadrili percentuálne. Táto hodnota vyjadruje, o koľko percent sa líši hodnota výkonu vo výstupnom testovaní oproti výkonu z vstupného testovania probandov. Štatistická významnosť medzi vstupným a výstupným testovaním bola testovaná neparametrickým Wilcoxonovým párovým testom. Vecnú významnosť Wilcoxonovho testu sme hodnotili pomocou koeficientu r (Corder, Foreman 2009).

VÝSLEDKY

Výsledky vertikálneho výskoku bez protipohybu so švihom paží

Ako môžeme vidieť na obr.1 graf III. súbor A – bilaterálny, dosiahol v znožmom výskoku vyššie priemerné zlepšenie ako unilaterálny súbor B, pričom sa súbor B dokonca v tomto teste zhoršil. Z grafov I. a II. na obr.1 vyplýva, že súbor B – unilaterálny, dosiahol vyššie priemerné zlepšenie ako bilaterálny súbor A vo vertikálnom skoku pravou aj ľavou končatinou. Vďaka porovnaniu hodnôt na grafoch vidíme, že priemerné výstupné hodnoty ľavej končatiny unilaterálneho súboru B, dorovnali priemerné vstupné hodnoty pravej, teda dominantnej končatiny.



Obr. 1. Porovnanie vertikálneho výskoku. I. jednonožne pravou dolnou končatinou bez protipohybu so švihom paží. II. jednonožne ľavou dolnou končatinou bez protipohybu so švihom paží. III. znožmo bez protipohybu so švihom paží.

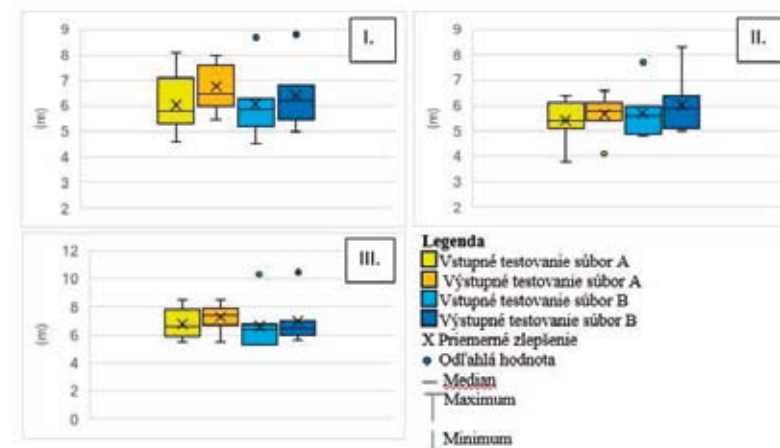
Hoci Wilcoxonov test priemerného zlepšenia bol štatisticky nevýznamný (predpokladaným dôvodom je nízky počet probandov v súbore), vertikálny skok pravou dolnou končatinou mal súbor A veľkú ($r = -0,64$) a súbor B ($r = -0,59$) tiež veľkú vecnú významnosť priemerného zlepšenia. Pri vertikálnom skoku ľavou dolnou končatinou mal bilaterálny súbor A strednú ($r = -0,4$) a unilaterálny súbor B veľkú ($r = -0,51$) vecnú významnosť priemerného zlepšenia. Pri vertikálnom skoku znožmo bola v bilaterálnom súbore A zistená veľká vecná významnosť ($r = -0,58$) priemerného zlepšenia a v unilaterálnom súbore B nebola zistená žiadna ($r = 0$) vecná významnosť.

Výsledky vrhu 2 kg medicinbalom

Pri obojručnom vrhu 2 kg medicinbalom (graf III. a obr. 2) môžeme vidieť, že bilaterálny súbor A dosiahol vyššie priemerné zlepšenie ako unilaterálny súbor B. Z grafu I. na obr. 2 vyplýva, že súbor A – bilaterálny, dosiahol vyššie priemerné zlepšenie vo vrhu 2 kg medicinbalom pravou hornou končatinou, hoci sa jednalo o unilaterálny test. Vo vrhu ľavou hornou končatinou (graf II. Obr. 2) súbor B – unilaterálny, dosiahol vyššie priemerné zlepšenie v porovnaní s bilaterálnym súborm A. Vďaka porovnaniu hodnôt na obr. 2 v grafoch I. a II. vidíme, že priemerné výstupné hodnoty ľavej končatiny súboru B, dorovnali priemerné vstupné hodnoty pravej, teda dominantnej končatiny, tak ako pri vertikálnom unilaterálnom skoku.

Aj pri testovaní vrhov bol Wilcoxonov test priemerného zlepšenia štatisticky nevýznamný, rovnako nízke (nevýznamné) hodnoty boli zistené v teste vecnej

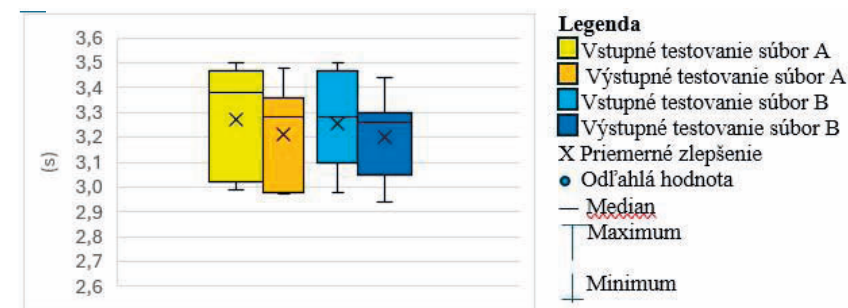
významnosti s výnimkou unilaterálneho súboru B v obojručnom vrhu z kľaku, kde bola zistená stredná významnosť ($r = -0,31$).



Obr. 2: Porovnanie vrhu 2 kg medicinbalom I. pravou hornou končatinou z výpadovej pozície. II. ľavou hornou končatinou z výpadovej pozície. III. obojručne z kľaku

Výsledky behu z polovysokého štartu na 20m

Na obr. 3 môžeme vidieť, že bilaterálny súbor A dosiahol vyššie priemerné zlepšenie ako unilaterálny súbor B. Pri porovnávaní probandov v jednotlivých súborm sme zistili, že v bilaterálnom súbore A sa zlepšilo 6 zo 7 probandov a v unilaterálnom súbore B všetci probandi, no o nižšie hodnoty ako v súbore A, čo viedlo k nižšiemu priemernému zlepšeniu.



Obr. 3: Porovnanie behu z polovysokého štartu na 20 m

Pri testovaní behu na 20 m bol Wilcoxonov test priemerného zlepšenia opäť štatisticky nevýznamný, avšak hodnota vecnej významnosti bilaterálneho

súboru A dosiahla strednú hodnotu významnosti ($r = -0,44$) a pri unilaterálnom súbore B len nízku hodnotu ($r = -0,22$).

ZÁVER A DISKUSIA

Z vyhodnotenia dát vstupného a výstupného testovania vyplýva, že sa oba súbory zlepšili vo všetkých testovaniach. Pri porovnávaní dvoch tréningových metód zameraných na rozvoj výbušnej sily môžeme konštatovať, že unilaterálny tréning bol efektívnejší pri unilaterálnych testoch. Bilaterálny tréning efektívnejšie rozvíjal výbušné schopnosti v bilaterálnych testoch, vrhu pravou hornou končatinou a šprinte na 20 m. Probandi unilaterálneho súboru B zmenšili výkonnostný rozdiel medzi výkonmi vstupného testovania dominantných a výstupného testovania nedominantných končatín, čo môžeme konštatovať ako pozitívny prínos v prevencii proti zraneniam a zlepšenia celkových pohybov tela. V teste vertikálneho výskoku znožmo bez protipohybu so švihom paží sa nielen viac zlepšil bilaterálny súbor A, ale v unilaterálnom súbore B sa zhoršili 4 probandi. Preto môžeme konštatovať, že bilaterálny tréning je podstatný nielen pre zvýšenie bilaterálneho výskoku, ale aj pre udržanie nadobudnutých schopností. Na druhej strane vo vertikálnom jednonožnom výskoku pravou dolnou končatinou bez protipohybu so švihom paží, sa v unilaterálnom súbore B zlepšili všetci probandi, na rozdiel od bilaterálneho súboru A, kde zlepšenie dosiahli 3 probandi zo 7. Preto môžeme konštatovať, že unilaterálny tréning je efektívnejší v rozvoji unilaterálneho výskoku, ktorý je veľmi podstatný pre atletické skokanské disciplíny. Zo zozbieraných dát a porovnania s ďalšími štúdiami sa prikláňame k názoru, že pre najefektívnejšie využitie pozitív oboch tréningových metód je dobré vhodne kombinovať obe tréningové metódy a zaradiť ich do tréningového procesu atlétov. Pre zvýšenie štatistickej významnosti výsledkov by sme odporúčali zaradiť do výskumu vyšší počet probandov a predĺžiť dĺžku výskumného tréningového procesu medzi testovaniami, z dôvodu dlhšieho pôsobenia rozdielných tréningových programov na probandov. Výsledky podobne zameranej štúdie Čillík et. al. (2023) jednoznačne nepotvrdili vyššiu účinnosť unilaterálneho cvičenia, no naznačovali vyššiu efektivitu najmä pri vzletovej výbušnosti. Výsledky našej štúdie poukazujú na vyššiu efektivitu unilaterálneho tréningu v unilaterálnych skokoch a v kompenzácii výbušných schopností nedominantnej dolnej končatiny oproti výbušným schopnostiam dominantnej. Bilaterálna skupina sa zlepšila výraznejšie v bilaterálnom znožmom výskoku, pričom na rozdiel od štúdie Čillíka et. al. (2023) naša unilaterálna skupina zaznamenala priemerné zhoršenie v tomto teste. Autor Liao et. al. (2022) analýzou 14 prác došli k záveru, že unilaterálny tréning má veľký vplyv na rozvoj výbušných schopností v unilaterálnom výskoku oproti bilaterálnemu tréningu. Bilaterálny tréning sa ukázal efektívnejší pri bilaterálnom skoku, čo podporuje výsledky nášho výskumu.

LITERATÚRA

- BOYLE, M. (2021). Nový funkčný tréning pre športovcov. Bratislava: Zelený kocúr
- CORDER, G.W., FOREMAN, D.I., (2009). Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: A Step-by-Step Approach. 2nd ed. Hoboken (NJ): Wiley;
- ČILLÍK, I. a kol. (2009) Atletika. Banská Bystrica. Slovenský atletický zväz
- ČILLÍK, I. SÝKORA, J. PIVOVARNÍČEK, P. (2023) The Comparison of Unilateral and Bilateral Training Effect to Changes in Speed and Speed-Strength Abilities in Preadolescence Athletes. Physical Activity Review., DOI: 10.16926/par.2023.11.06
- FOUNTAIN, CH. J. (2018) Unilateral and bilateral exercise movements. Considerations for Program Design., ACSM's Health & Fitness Journal., DOI: 10.1249/FIT.0000000000000390
- LIAO, K, F. NASSIS, K, P. BISHOP, K. YANG, W. BIAN, CH. MING-LI, Y. (2021) Effects of unilateral vs. bilateral resistance training interventions on measures of strength, jump, linear and change of direction speed: a systematic review and meta-analysis 485–497. DOI: 10.5114/biolsport.2022.107024
- MAKARUK, H. WINCHESTER, J, B. SADOWSKI, J. CZAPLICKI, A. SACEWICZ, T. (2011) Effects of unilateral and bilateral plyometric training on strength and jumping ability in women 3311-8. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318215fa33.
- SEDLÁČEK, J. LEDNICKÝ, A. (2010) Kondičná atletická príprava. Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport., Bratislava
- STANGROOM, J. (2025). Social Science Statistic, <https://www.socscistatistics.com/>
- SRINIVASAN, R. (2019) The benefits of unilateral training. In: Sportstar.thehindu.com [on-line]. 24 August 2019 [cit. 2023-02-27].
- ŠIMONEK, J. DOLEŽALOVÁ, L. LEDNICKÝ, A. (2007) Rozvoj výbušnej sily dolných končatín v športe. 1. vyd. Bratislava: ABL Print,
- VERKHOSHANSKY, Y. (2006) Special Strength Training (A Practical Manual for Coaches). Moscow

SUMMARY

THE IMPACT OF UNILATERAL AND BILATERAL TRAINING ON THE EXPLOSIVE STRENGTH LEVEL OF YOUNG ATHLETES

The aim of the study was to compare the effect of unilateral and bilateral training on the level of explosive strength of athletes in the school and youth categories. After comparing the conclusions of various studies, stating different opinions on unilateral and bilateral training, we implemented our own

research training process, which lasted 6 weeks. It was attended by 14 probands, who were divided into 2 groups of 7 members each: group A (performing bilateral exercises) and group B (performing unilateral exercises). The probands had more than 3 years of experience with athletic training and their abilities were at a performance level. We limited the research training process to entry and exit testing, where we measured the explosive strength of the probands before and after completing it. The research training process lasted 6 weeks, and in addition to training in the assigned groups, the probands also completed joint training where they developed their motor skills with identical exercises and therefore had an identical load. The subjects were subjected to 3 training sessions per week, during which they performed exercises assigned to their group. The initial and final tests consisted of identical tests, with both groups performing them bilaterally and unilaterally, namely a vertical jump without countermovement with an arm swing, a 2 kg medicine ball throw from a kneeling position, and a 20 m sprint from a half-high start. Explosive abilities were measured using photocells and a jump height measuring device Optojumb next Microate 2012 version 1.12.29. Bilateral group A achieved higher average improvements in bilateral tests and medicine ball throw with the right upper limb. Group A was also more effective in improving the 20 m sprint from a half-high start. Unilateral set B achieved higher average improvements in 3 out of 4 unilateral tests and its probands achieved compensation of the explosive power of the non-dominant limbs, while the performance in the final testing of the non-dominant limbs matched the performance of the dominant limbs at the beginning of the testing. Both training methods were effective for improving the explosive abilities of the sets, as in each test there was an average improvement in both sets. Unilateral exercises are more effective for improving unilateral explosive abilities and compensation of non-dominant muscle parts of the body. Bilateral exercises are more effective for improving sprinting and bilateral explosive abilities. From the knowledge gained from the study, we are of the opinion that both training procedures should be combined and included in the training process to obtain the benefits of both training methods.

Keywords: bilateral training, young athletes, unilateral training, explosive strength

CAREER TRAJECTORIES AND DIFFERENCES IN MOTOR PREPARATION AMONG WORLD-CLASS 400 M HURDLERS

Jacek CHOCHOROWSKI, Janusz ISKRA, Marek PRZYBYŁOWSKI

Opole University of Technology, Faculty of Physical Education and
Physiotherapy, Opole, Poland

ABSTRACT

The 400 m hurdles event combines high speed, endurance, and technical demands; changes in training methods and competition schedules may influence the age of achieving a personal best (PB), career length, and the load profile. This study compared career trajectories and components of motor preparation among top 400 m hurdlers in three cohorts—A, B, and C (1968–1999; 2000–2014; 2015–2024)—and identified variables most strongly associated with the 400 m hurdles PB. Data from 100 elite athletes (1968–2024) were analysed: age at PB and at initiation, years needed to reach PB, time from PB to the end of career, total career duration, and auxiliary race results (outdoor/indoor 400 m, 100 m, 200 m, 110 m hurdles, and the 400 m vs. 400 m hurdles difference—WPT). One-way ANOVA with Tukey's test ($\alpha = 0.05$) and Pearson correlations with the 400 m hurdles PB were used. Results indicate that time to PB is stable (~6 years) and does not differ across cohorts. The youngest cohort (2015–2024) achieves PB and begins specialization at a younger age but shows a shorter post-PB period and shorter total career ($p < 0.001$; post-hoc AC, BC), which is partly explained by ongoing careers at the time of data collection. The second season is significantly weaker in cohort C than in B ($p = 0.02$), with no differences in the 1st and 6th–8th seasons. The 400 m hurdles PB correlates positively with outdoor 400 m ($r \approx 0.44$; $p < 0.001$), indoor 400 m ($r \approx 0.30$; $p < 0.05$), and with 100/200 m sprints ($r \approx 0.46/0.42$), but not with WPT ($r \approx 0.09$). We infer that adaptations leading to PB follow a relatively stable ~6-year trajectory. This implies careful management of training load and career longevity, prioritizing speed and power development (400 m, 100/200 m) and integrating technique at race-specific speeds.

Keywords: 400 m hurdles; athletic career; age of peak performance;

INTRODUCTION

The 400 m hurdles is an event with the highest metabolic and technical demands. Performance depends on speed, specific endurance, rhythm economy, and tolerance of race-specific velocities. Recent decades have seen earlier specialization and denser competition calendars, potentially modifying

the age at PB and career length. A comparative analysis at the world-class level allows these trends and their training implications to be assessed.

OBJECTIVES

1) To compare three cohorts (1968–1999; 2000–2014; 2015–2024) with respect to age at PB, age at initiation, years from start to PB (Start–PB), years from PB to end (PB–End), and total career duration (Start–End). 2) To assess differences in auxiliary performances (400 m, WPT, 100 m, 200 m, 110 mH, 60 mH, indoor 400 m) and in the early years of the career. 3) To examine associations between 400 m hurdles PB and flat sprints/short hurdles. 4) To formulate practical implications for training planning and injury-prevention strategies.

METHODOLOGY

Material. The analysis covered athletes specializing in the 400 m hurdles. The dataset included personal records in contested events, age, body mass, career years, and auxiliary performance data relevant to athlete evaluation.

Derived variables included Start–PB, 19–PB (years from age 19 to PB), PB–End, and Start–End. Statistical procedure. Descriptive statistics (mean, SD, median, min–max, coefficient of variation, skewness, kurtosis) were calculated. Group differences were evaluated using one-way ANOVA, followed by Tukey’s post-hoc test (AB/AC/BC). Associations with the 400 m hurdles PB were estimated using Pearson’s r ($\alpha = 0.05$). Time-scale harmonization. All times were converted to seconds with two decimal places. Publicly available sporting results and derived analytical files were used; no sensitive data were included.

RESULTS

The analysis included the 100 best 400 m hurdlers worldwide across the historical development of the event ($x = 47.73$, $SD = 0.44$ s, min–max = 45.94–48.18 s). Record performances were registered in 1968 (Mexico City Olympic Games; David Hemery’s world record of 48.12 s) and in 2024 (best marks from the Paris Olympic Games). Altogether, the analysis of 400 m hurdles career trajectories covered 56 years of performance evolution in this event.

Analysis of the age of peak performance among top 400 m hurdlers does not yield unequivocal conclusions: the age at career start, age at best result, and overall career duration are highly variable and do not determine performance for the whole group (Table 1).

The only differentiating factor between top and less successful hurdlers is the time taken to reach record results—a longer training period characterizes better hurdlers. Considering athletes competing from at least age 19 ($n = 72$), the time from junior age to PB was about 2–3 years ($x = 2.58$).

Somatic build is not a deciding factor—no significant relationships were found between height or body mass and 400 m hurdles performance.

Table 1. Characteristics of the study group

Variable	Unit	n	x	SD	Med	Min-max	WZ	Sk	Ku	r
Year of birth	year	100	1982.16	14.17	1983.5	1944-2004	0.71	-0.36	-0.61	-0.16
Year of PB	year	100	2007.14	13.16	2006.5	1968-2024	0.66	-0.46	-0.30	-0.07
PB 400m	s	100	47.73	0.44	47.85	45.94-48.18	0.93	-1.68	3.48	-
Body height	cm	99	185.67	5.54	186	169-198	2.98	-0.32	0.86	-0.11
Body mass	kg	99	76.98	5.09	77	64-90	6.61	0.30	-0.15	-0.02
BMI		99	22.33	1.15	22.31	19.74-25.47	5.15	0.15	0.20	-
Age at PB	year	100	24.81	2.87	25	19-33	11.58	0.53	0.25	0.02
Time to PB	year	100	6.17	2.95	6	0-17	47.88	0.77	1.45	-0.29**
Age at initiation	year	100	18.64	2.33	18	16-31	12.52	2.31	8.21	0.13
Age at career end	year	100	29.30	4.23	30	20-38	14.45	-0.25	-0.74	0.10
Career length	year	100	10.66	4.22	11	2-20	39.60	-0.05	-0.66	-0.08
Time from first season to PB	year	100	4.04	2.08	4.08	0-10	51.64	0.27	-0.20	-0.29**
Time from age 19 to PB	year	72	2.58	1.55	2.49	0-8	60.18	0.25	2.02	-0.28*

*- $p < 0.05$, **- $p < 0.01$, ***- $p < 0.001$

Table 2. Differences in selected variables across the three cohorts (ANOVA)

Variable	1968-1999	2000-2014	2015-2024	F	p	post-hoc
PB 400mH (s)	47.75 (0.42)	47.82 (0.30)	47.58 (0.61)	7.24	0.016	
PB 400m (s)	45.65 (0.60)	45.85 (0.77)	45.46 (0.81)	2.16	0.124	-
WPT (s) (400m-400mH)	2.00 (0.51)	1.97 (0.70)	2.12 (0.84)	0.35	0.702	-
Age at PB (years)	25.71 (2.40)	24.81 (3.10)	23.78 (2.75)	3.42	0.036	
Age at initiation (years)	19.42 (2.22)	18.71 (2.75)	17.63 (1.15)	4.59	0.012	
Years Start-PB	6.29 (3.14)	6.10 (2.84)	6.15 (3.02)	0.04	0.966	-
Years 19-PB	6.71 (2.40)	5.81 (3.10)	4.78 (2.75)	3.42	0.036	AC
Years PB-End	5.45 (3.29)	6.00 (2.79)	1.03 (1.15)	31.80	0.000	AC, BC
Years Start-End	11.74 (4.03)	12.10 (3.62)	7.19 (3.34)	16.54	0.000	AC, BC
Body height (cm)	186.67 (4.94)	184.91 (6.47)	185.68 (4.46)	0.91	0.415	-
Body mass (kg)	78.45 (4.70)	76.76 (5.80)	75.58 (3.89)	2.39	0.097	-
BMI	22.51 (1.07)	22.48 (1.20)	21.93 (1.10)	2.25	0.112	-
1st season	51.83 (2.22)	51.39 (1.62)	52.48 (1.87)	2.67	0.075	-
2nd season	50.35 (1.74)	49.96 (1.22)	51.03 (1.51)	4.07	0.02	BC
6th season (s)	48.92 (1.61)	48.94 (1.38)	49.34 (2.05)	0.54	0.582	-
7th season (s)	48.87 (1.33)	49.35 (1.48)	49.06 (2.20)	0.74	0.481	-
8th season (s)	49.23 (1.47)	49.04 (1.46)	49.42 (2.20)	0.41	0.668	-
6 years before PB	50.09 (1.65)	50.20 (1.61)	51.06 (1.87)	1.65	0.203	-
3 years before PB	49.14 (1.20)	49.34 (1.16)	49.64 (1.55)	0.97	0.381	-
2 years before PB	48.79 (1.12)	48.88 (0.72)	49.15 (0.99)	0.97	0.384	-

x(SD); AB/AC/BC – between-groups differences (ANOVA; post-hoc tests)

Hurdlers of the latest period (cohort C) achieved the best results. Significant differences are present despite continued overall progress in the event—about half of the hurdlers in this cohort are still active.

Cohort C obtained PB at 23.77 years, one year earlier than 2000–2014 and two years earlier than the 20th century (24.81 and 25.71 years). Earlier hurdles initiation likely contributes (A: 19.41 years; B: 18.71; C: 17.63).

The time from first 400 m hurdles starts to PB is approximately six years—unchanged for half a century. A similar period (~6 years) concerns participation on the international stage after PB. The shorter PB–End and Start–End observed in cohort C arise from right-censoring: many athletes continue their careers at the time of observation.

Somatic characteristics have not changed materially (height ≈ 185 cm; BMI ≈ 22), with a slight, non-significant trend towards leanness in the latest period ($p \approx 0.096/0.112$).

Glycolytic preparation. Flat 400 m performance is similar across cohorts. The technical index WPT is also similar ≈ 2.0 s—with a minimal increase in the latest period.

Table 3. Motor and technical preparation of world-class 400 m hurdlers (times in seconds)

Variable	n	x	SD	Med	Min-max	WZ	Sk	Ku	r
Outdoor season (stadium)									
400m	88	45,68	0,74	45,79	43,40–47,49	1,63	-0,25	0,23	0,44***
WPT	88	2,03	0,68	2,02	0,43–4,70	33,73	0,50	2,04	0,09
110mH	41	14,10	0,51	14,00	13,25–15,29	3,67	0,61	-0,23	0,23
100m	29	10,62	0,26	10,60	10,03–11,23	2,44	0,24	0,50	0,46*
200m	63	21,23	0,51	21,20	19,99–22,78	2,39	0,26	0,74	0,42**
Indoor season (indoor)									
400m	50	46,50	0,96	46,38	44,57–48,34	2,06	0,02	-0,94	0,30*
60mH	8	7,85	7,83	0,15	7,66–8,09	1,87	0,43	-0,81	0,04

*- $p < 0,05$, **- $p < 0,01$, ***- $p < 0,001$

Competition activity over 400 m involved 88 hurdlers; only about half of them (41) also competed at 100 m (Table 2). Performance dispersion was substantial—from world-leading times (43.40 s) to marks typical of mid-level national standards. About half of the world's best hurdlers take the indoor 400 m seriously ($x = 46.50$ s). Preparatory indoor 60 m starts are rare ($n = 8$).

Correlation analysis underscores the importance of the 400 m—primarily in the outdoor season ($r = 0.44$, $p < 0.001$), but also indoors ($r = 0.30$, $p < 0.05$). Sprint-hurdle starts (110 m outdoors; 60 m indoors) appear less influential. The data show wide variability in WPT (0.43–4.70) and no association with the 400 m hurdles PB.

At cadet (U18) age, one-third of hurdlers ($n = 32$) began their 400 m hurdles careers. At junior (U20) age, three-quarters ($n = 72$) competed internationally. The largest number continued between 20 and 26 years. Onethird of the elite reached 33 years while still competing. Among the world's best hurdlers, the typical debut age is 17 years, with performances around 52 s (52.33 s). Subsequent years show ~1 s improvement: age 18 — 51.40 s; age 19 — 50.29 s. Notably, early-stage variability is large (51.24–57.90 s).

Table 4. Development of mastery in the 400 m hurdles among the world's best (selected variables)

Variable	n	x	SD	Med	Min-max	WZ	Sk	Ku	r
Performance across age categories									
16	11	53,98	2,06	53,95	51,14–57,90	3,81	0,39	-0,49	-0,05
17	32	52,33	1,75	52,40	48,89–55,70	3,34	-0,14	-0,30	0,05
18	56	51,40	1,54	51,39	48,26–54,54	3,00	0,14	-0,96	0,17
19	72	50,29	1,49	50,15	47,34–55,47	2,97	0,93	2,02	0,02
20	87	49,81	1,38	49,76	47,02–53,10	2,78	0,35	-0,25	0,26*
21	84	49,11	1,07	49,14	46,72–52,64	2,19	0,51	0,59	0,38***
22	83	48,79	1,03	48,80	46,17–51,64	2,11	0,34	0,43	0,54***
23	85	48,66	0,97	48,54	46,89–51,43	1,99	0,64	0,43	0,53***
24	84	48,51	0,94	48,50	46,39–52,37	1,95	0,80	2,39	0,60***
25	79	48,54	0,92	48,46	45,94–50,90	1,89	0,20	0,54	0,61***
26	77	48,52	1,01	48,41	46,78–52,56	2,08	1,43	3,40	0,55***
27	63	48,68	1,02	48,56	46,51–52,98	2,20	1,57	5,27	0,55***
28	64	48,72	1,04	48,87	46,70–52,09	2,70	1,49	4,70	0,48***
29	53	48,78	1,09	48,53	47,19–52,52	2,23	1,58	2,86	0,33*
30	44	48,98	1,02	48,79	47,25–51,43	2,09	0,70	-0,32	0,25
31	41	49,05	1,01	48,90	47,38–52,31	2,05	1,06	1,72	0,42**
32	39	49,10	1,01	49,38	47,46–50,98	2,05	0,03	-1,25	0,32*
33	28	49,27	0,96	49,06	47,37–51,66	1,95	0,49	0,42	0,38*
34	16	49,48	1,04	49,77	47,63–51,18	2,10	-0,55	-0,53	0,43
35	7	49,57	1,28	50,18	48,10–51,11	2,59	-0,20	-2,44	0,15
36	5	49,72	1,18	50,06	48,30–50,91	2,37	-0,37	-2,72	0,02
37	3	50,24	1,97	50,57	48,13–52,02	3,91	-0,73		

*- $p < 0,05$, **- $p < 0,01$, ***- $p < 0,001$

Correlation analysis indicates that junior-age results do not clearly predict later career outcomes ($n = 72$; $r = 0.02$; NS). The strongest associations occur in the 21–28-year age window.

DISCUSSION

Prior work on the development of sporting mastery has focused on the early years (talent identification) and on determining the age of maximal/record achievements (Digel 2002; Johnston et al. 2017). In this publication, the development of mastery is presented holistically—from the first competitive starts to the final year of participation. Studies of this kind have previously been conducted for other groups of track-and-field events (Dziadek 2019; Pietrzak 2022). The history of athletics shows diverse mastery trajectories in the 400 m hurdles—from teenage successes to careers lasting nearly 35 years (Quercetani 2009; Butler 2019).

Analysis of competitive starts. The results presented here reveal both continuity and change in the development of the world's elite in the 400 m hurdles. The most stable parameter is the time to the personal best (Start–PB),

which averages about six years regardless of decade. This indicates that the complex adaptations required to reach the elite level—integrating anaerobic speed, event-specific endurance, and technical rhythm—demand long-term accumulation of stimuli and have not been materially shortened despite changes in training, equipment, or competition calendars. From a training-planning perspective, this argues for multi-year, sequential capacity building, in which accelerating race-specific speeds too early may yield shortterm gains but does not shorten the window of adaptation needed to reach the PB.

Analyses by Iskra (2013, 2023) point to multi-year preparation for Olympic-level performance lasting 6–10 years, depending on innate motor and technical predispositions, physique, and the organization of training.

The absence of differences between cohorts in the 6th–8th year of the career suggests convergence around the time most athletes reach their PB. Practically, regardless of the entry path to the event, systematic work rather than rapid early progress wins in the medium term. Development programs should therefore protect athlete resources so that in this window (years 6–8) they retain full health and speed reserve.

The analysis of motor and technical components confirms that the key predictors of 400 m hurdles performance are the 400 m (outdoor and indoor) and flat 100 m/200 m sprints. Such views, supported by numerous achievements, are endorsed by coaches (Boyd 2004; McFarlane 2004; Hiserman 2011; Iskra 2012a, 2023) and by researchers (Przednowek et al. 2017). In practice, this means that building speed reserve and glycolytic power remains fundamental, and technical elements should be integrated at race speeds (hurdle rhythm, approaches and clearances at target spacing) rather than treated as an isolated module. The WPT index (400 m – 400 m hurdles) shows no significant relationship with PB, suggesting that a simple “technical deficit” does not capture the complexity of rhythm coordination, step-length modulation, and speed control in hurdling. Instead of tracking WPT alone, it is better to monitor rhythm-quality metrics (stability of step frequency between hurdles, ground-contact time) and tolerance of speed on approaches and clearances.

How the 400 m hurdles performance relates to other events (flat sprints, 400 m, 110 m hurdles) defines the hurdler type and strongly influences training organization (Iskra 2023).

Somatically, the cohorts are similar (body height $\approx$ 185 cm, BMI $\approx$ 22), indicating that morphological selection at the elite level is narrow, and that advantage arises primarily from training organization and speed management. In practice—when morphology does not discriminate—differences hinge on the precision of periodization: the distribution of strength–speed work, rhythm economy at race velocities, and the competition schedule.

As of today, cohort C shows a shorter observed post-PB period and a shorter total career—but these inferences are burdened by right-censoring,

because some athletes in the analysis are still active. A definitive assessment of between-era differences in career longevity requires extended follow-up.

CONCLUSIONS

- 1) The best hurdlers reach PB approximately 6–8 years after debut; this parameter is stable across cohorts, suggesting a relatively fixed temporal structure of technical–metabolic adaptations.
- 2) In 2015–2024, a shorter time to PB and shorter observed post-PB and total career are noted; this may partly reflect ongoing careers (right-censoring). Caution is warranted when inferring about career longevity.
- 3) The core of motor preparation lies in flat 100–400 m performance. The 400 m hurdles PB correlates significantly with outdoor/indoor 400 m and with 100/200 m; these should be treated as priority readiness metrics and main levers of development.
- 4) The lack of a meaningful PB–WPT relationship suggests that a simple “technical deficit” does not describe rhythm quality. Monitoring should incorporate rhythm metrics (frequency stability, contact time, step-length variability).
- 5) Similar somatic parameters (height, BMI) across cohorts indicate that competitive advantage depends on training organization and race tactics rather than morphology.

PRACTICAL IMPLICATION

The aim is not to reach the PB “as quickly as possible,” but to enter the year-6 to year-8 window in good health and with a preserved speed reserve. Priority should be given to the 400 m and flat sprints as the main performance levers, and technical work should be integrated at race-specific speeds—not trained in isolation.

REFERENCES

- BOYD, R. Some fact about the 400 m hurdles. W: Jarver, J., red. *The hurdles: contemporary theory, technique and training*. Mountain View: Tafnews Press, 2004, s. 115–118.
- BUTLER, M. *IAAF World Championships in Athletics: statistics handbook*. Monaco: IAAF, 2019.
- DIGEL, H. The context of talent identification and promotion: a comparison of nations. *New Studies in Athletics*, 2002, nr 3–4, s. 13–26.
- DZIADEK, B. *Wpływ poszczególnych konkurencji na końcowy wynik w dziesięcioboju lekkoatletycznym na różnych etapach kariery sportowej*. Praca doktorska, AWF, Katowice, 2019.
- HISERMAN, J. *The art of long hurdling*. 2011.

- ISKRA, J. Athlete typology and training strategy in the 400 m hurdles. *New Studies in Athletics*, 2012a, nr 1–2, s. 27–37.
- ISKRA, J. *Badania naukowe w biegach przez płotki*. Katowice: AWF, 2012b.
- Iskra, J. *Advanced training in the hurdles*. Opole: Polish Athletic Association; Opole University of Technology, 2013.
- ISKRA, J. *Strategia biegu na 400 m przez płotki: analiza empiryczna z aplikacyjnym przesłaniem*. Opole: Politechnika Opolska, 2023.
- JOHNSTON, K.; WATTIE, N.; SCHORER, J.; BAKER, J. Talent identification in sport: a systematic review. *Sports Medicine*, 2017, t. 48, s. 97–109.
- MCFARLANE, M. *The science of hurdling and speed*. Ottawa: Athletics Canada; Minuteman Press, 2004.
- PIETRZAK, M. *Zróźnicowanie rozwoju wyników sportowych w biegach sprinterskich*. Praca doktorska, AWF, Katowice, 2022.
- PRZEDNOWEK, K.; ISKRA, J.; MASZCZYK, A.; NAWROCKA, M. Regression Shrinkage and neural models in predicting the results of 400-metre hurdle races. *Biology of Sport*, 2017, t. 34, s. 415–421.
- QUERCETANI, R. L. *A world history of hurdle and steeplechase racing 1860–2008: men and women*. Milan: Edit Vallardi, 2009.

VYUŽITÍ MĚŘÍCÍCH ZAŘÍZENÍ K ANALÝZE SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ ATLETŮ

Ondřej LAMPA¹, Roman VALA¹, Šárka CENKOVÁ¹,
Lukáš SOUČEK¹, Václav ŠIMČÍK¹, Lukáš HAVRÁNEK¹,
Lukáš CHMELÍŘ¹, Marie VALOVÁ²

¹Institut tělesné výchovy a sportu, VŠB – Technická univerzita
Ostrava, CZ

²Krajská atletická akademie Ostrava, CZ

ABSTRAKT

Silové schopnosti představují jeden ze základních determinantů výkonnosti sportovců, které významně ovlivňují úspěšnost v jednotlivých atletických disciplínách. K jejich hodnocení se tradičně využívají testy maximální síly, při nichž se stanovuje nejvyšší zátěž (maximální hmotnost), kterou je sportovec schopen překonat (zvednout) ve standardizovaných testech (cvicích). V atletice je však zásadní a podstatné nejen dosažení vysoké úrovně síly, ale především schopnost její dynamické aplikace a efektivní využití prováděné, pokud možno v co nejkratším čase. Tento příspěvek je zaměřen na analýzu dynamické formy silových schopností prostřednictvím zařízení Tendo Unit aplikovaného na atletech Krajské atletické akademie v Ostravě.

Cílem pilotního výzkumu bylo ověřit možnosti využití zařízení Tendo Unit při sledování změn dynamické síly sportovců v průběhu přípravného a závodního období. Testovací baterie zahrnovala čtyři cviky provedené třikrát s maximálním úsilím, přičemž hlavními ukazateli byly maximální rychlost zdvihu (pohybu) a maximální výkon ve wattech.

Výsledky ukázaly významný nárůst hodnot mezi přípravným a vrcholným obdobím. U dřepu se maximální výkon zvýšil o 19–31 %, zatímco u podřepu s výskokem dosahovala rozdílnost až 14 %. Podobný trend byl patrný i u dalších sledovaných cviků. Tato zjištění potvrzují praktickou využitelnost zařízení Tendo Unit při monitoringu dynamické síly a poskytují trenérům jak podklady k individualizaci tréninkového plánu, tak cennou zpětnou vazbu o efektivitě přípravy atletů. Přidanou hodnotou je rovněž modifikovaný plán rozsáhlejšího testování, které umožní dlouhodobě sledovat vývoj dynamické síly a přesněji hodnotit účinnost tréninkových postupů.

Klíčová slova: Atletika, silové schopnosti, dynamická síla, Tendo Unit, testovací baterie

ÚVOD

Silové schopnosti patří mezi klíčové determinanty sportovní výkonnosti, protože ovlivňují schopnost sportovce efektivně přenášet sílu do pohybu. Silnější atleti bývají schopni produkovat větší sílu v kratším čase, a tím dosahovat lepší dynamiky a akcelerace pohybu při běžeckých, skokanských i vrhačských disciplínách (Suchomel, Nimphius & Stone, 2016). Pravidelné testování silových parametrů pomáhá identifikovat silné a slabé stránky sportovce, sledovat pokrok a předcházet zranění (Podrigalo et al., 2025; Weakley et al., 2023).

Za nejčastěji užívaný postup lze považovat testování maximální síly prostřednictvím jednoho opakování (1RM), který se profiluje jakožto jednoduchý na přípravu a následnou analýzu silového progresu atleta (Warneke et al., 2023). Tato podoba testů maximální síly však hodnotí především statickou složku síly, nikoli její aplikaci v dynamickém pohybu, který má v atletice rozhodující význam. Z toho důvodu se atleti trenéři stále více v tréninku a testování silových parametrů přiklání k přístupu označovanému jako Velocity-Based Training (VBT), který umožňuje lépe rozvíjet a testovat dynamickou sílu sledováním rychlosti provedení pohybu a výkon (Guerriero, Varalda & Piacentini, 2018). VBT umožňuje přesnější řízení zátěže, efektivnější rozvoj dynamické síly a současně omezuje vznik nadměrné únavy (Włodarczyk et al., 2021).

Gonzalez et al. (2019) označují zařízení Tendo (Tendo Unit – Power Analyzer) za ověřený nástroj pro měření dynamických parametrů silového výkonu, především rychlosti pohybu a výkonu vyjádřeného ve wattech.

Suchomel et al. (2023) dokonce označují Tendo za spolehlivější než například Push Band 2.0. Tendo lze využít k analýze maximálních i průměrných hodnot rychlosti pohybu a výkonu nejen v laboratorních, ale i v běžných tréninkových podmínkách, což umožňuje efektivní monitoring výkonnosti sportovce napříč jednotlivými fázemi tréninkového období. (Goldsmith et al., 2019; Buckner et al., 2017)

Tento příspěvek se zaměřuje na analýzu dynamické formy silových schopností atletů prostřednictvím zařízení Tendo za účelem ověření využitelnosti v praxi a přínosu dlouhodobého sledování výkonnosti v rámci tréninkového procesu.

CÍLE

Cílem příspěvku je ověřit možnosti využití zařízení Tendo pro analýzu dynamických prvků silových schopností atletů Krajské atletické akademie Ostrava (KAAO) za účelem maximalizace přínosu pro řízení tréninkového procesu. Hlavním cílem je v rámci pilotního výzkumu analyzovat úroveň a změny rychlosti pohybu při zdvihu činky a výkonu (ve wattech), se zaměřením

především na jejich maximální, sekundárně pak průměrné hodnoty. Dílčími cíli jsou:

- **Vytvořit a optimalizovat testovací baterie** (ve spolupráci s trenéry KAAO) pro jednotlivé sekční specializace (zvláště pro sprintery, skokany, vrhače, aj.).
- **Stanovit a ověřit proveditelnost testovacího protokolu** v rámci pilotního měření v přípravném období.
- **Zopakovat měření ve vrcholném soutěžním období a porovnat dosažené hodnoty** u vybraných atletů mezi oběma obdobími.
- **Vyhodnotit rozdílnost sledovaných parametrů.**
- **Zhodnotit využitelnost Tendo** pro dlouhodobý monitoring výkonnosti.

METODIKA

V rámci přípravné fáze na výzkum autor nejprve provedl prezentaci zařízení Tendo trenérskému týmu KAAO s vizí jeho dlouhodobého testování členů KAAO (výběru nejvýkonnějších atletů z MSK ve věku 15-23 let). Po pozitivní odezvě trenérů následovala rozsáhlá odborná diskuse zaměřená na výběr testovací baterie cviků vhodných pro jednotlivé sekční specializace. Každý sekční trenér KAAO následně ve spolupráci s dalšími trenéry podobné specializace konzultoval nejčastěji využívané cviky v tréninkové praxi svých svěřenců.

Na základě zmíněných konzultací byla vytvořena testovací baterie pro vybrané sekční specializace. Po vzájemné shodě trenérů bylo rovněž rozhodnuto nevyužívat testování 1RM, jelikož ne všichni atleti v dané věkové kategorii tímto údajem disponují a přístup k rozvoji silových schopností se mezi trenéry liší. Namísto toho byla hmotnost závaží u jednotlivých cviků stanovena procentuálně dle tělesné hmotnosti jedince. Každý testovaný cvik byl proveden třikrát s maximálním úsilím. Testovací protokol byl navržený tak, aby byl do budoucna co nejvíce praktický a využitelný pro pravidelné testování atletů KAAO.

Testovací baterie

S ohledem na specializaci vybraných atletů byla pro jednotlivé sekce vytvořena specifická sada testovacích cviků následovně:

- **Překážkáři:** dřep (75–80 % tělesné hmotnosti), reaktivní podřep do výponu (50–60 %), podřep s výskokem (50–60 %), přemístění (50–60 %).
- **Sprinteři:** dřep (75–80 %), podřep s výskokem (50–60 %), přemístění (50–60 %).
- **Tyčkaři:** přitahy na hrazdě (bez závaží), podřep s výskokem (50–60 %), trh (50–60 %).

- **Vrhači:** dřep (75–80 %), trh (50–60 %), bench press (60–70 %).

Každý pokus byl měřen pomocí lineárního snímače Tendo, který zaznamenával rychlost pohybu při zdvihu činky ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) a odpovídající mechanický výkon (W). U každého sportovce byla zaznamenána maximální i průměrná hodnota obou parametrů, přičemž byli instruováni, aby vyvinuli maximální úsilí u všech 3 opakování každého cviku.

Výzkumný soubor a průběh měření

Pilotní testování bylo realizováno v přípravném období dne 22. března 2025, a zúčastnili se jej atleti z následujících disciplín:

- **Překážkářky:** 5 (ženy)
- **Sprinteři:** 5 (4 muži, 1 žena)
- **Tyčkaři:** 6 (4 ženy, 2 muži)
- **Vrhači:** 5 (2 muži, 3 ženy)

Celkem bylo tedy testováno 21 atletů. Měření probíhalo v průběhu „atletického víkendu KAAO“ v prostoru posilovny. Každý sportovec absolvoval stanovenou testovací baterii podle své sekční příslušnosti.

Pro účely srovnání napříč tréninkovým cyklem (což je hlavním cílem pro budoucí testování) byly po třech měsících, 17. června 2025 (v týdnu Mistrovství ČR mládeže – vrcholná fáze soutěžního období), znovu testovány 3 atletky ve věku 17-18 let. Cílem tohoto druhého měření bylo porovnat dosažené hodnoty dynamických parametrů mezi přípravným a soutěžním obdobím.

Zpracování dat

Ze získaných dat byly vyhodnoceny mimo jiné tyto údaje:

- maximální rychlost pohybu při zdvihu činky ($V_{\max}$),
- průměrná rychlost pohybu (V_{avg}),
- maximální a průměrný výkon ($P_{\max}$, P_{avg}) ve wattch.

Pro každého sportovce byla stanovena nejvyšší dosažená hodnota v rámci tří pokusů. Data byla následně porovnána mezi jednotlivými skupinami i mezi oběma testovacími obdobími. Jednotlivé byly výkony vkládány aplikací „Tendo Power Analyzer“ přímo do rozhraní MS Excel, kde probíhala rovněž i následná analýza dat.

VÝSLEDKY

Výsledky pilotního testování poskytly přehled o úrovni dynamických parametrů sledovaných atletů napříč jednotlivými sekcemi s využitím výše zmíněné testovací baterie. Primární zaměření bylo na maximální hodnoty

vybraných ukazatelů. V textu jsou používány zkratky $V_{\max}$ (maximální rychlost pohybu při zdvihu činky, $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) a $P_{\max}$ (maximální výkon, W).

Sekce překážkáři	Dřep		Přemístění		Podřep-výskok		Podřep-reaktivní	
	$V_{\max}^*$	$P_{\max}^*$	$V_{\max}$	$P_{\max}$	$V_{\max}$	$P_{\max}$	$V_{\max}$	$P_{\max}$
Ž1	1.49	857	2.41	1098	2.33	1301	1.48	635
Ž2	1.61	959	2.79	1291	2.47	1335	1.8	944
Ž3	1.39	890			2.39	1485	1.58	826
Ž4	1.4	882	2.52	1209	2.27	1278	1.94	1129
Ž5	1.24	646	2.51	1220	2.1	1071	1.41	611

Sekce sprinteři	Dřep		Přemístění		Podřep-výskok	
	$V_{\max}$	$P_{\max}$	$V_{\max}$	$P_{\max}$	$V_{\max}$	$P_{\max}$
M1	1.75	1292	2.94	1862	2.73	2373
Ž1	1.54	902	2.33	1181	1.92	1026
M2	2.18	2092	2.81	2604	2.72	2547
M3	1.84	1213	2.34	1404	2.44	2049
M4	2.39	2323	2.99	2445	2.98	2793
M5	1.87	1392	2.6	1545	2.61	1900

Sekce tyčkaři	Podřep-výskok		Přitahy		Trh	
	$V_{\max}$	$P_{\max}$	$V_{\max}$	$P_{\max}$	$V_{\max}$	$P_{\max}$
Ž1	2.19	1105	2.56	77	2.46	769
Ž2	2	997	2.81	70	2.45	1402
Ž3	2.34	1081	2.6	71		
M1	2.96	1844	1.99	36	3.07	1064
M2	2.56	1316	3.6	105	2.79	1216
M3	2.34	1266	2.76	76	3.01	1425

Sekce vrhači	Dřep		Bench		Trh	
	$V_{\max}$	$P_{\max}$	$V_{\max}$	$P_{\max}$	$V_{\max}$	$P_{\max}$
Ž1	1.76	1217	0.92	521	2.48	1237
M1	1.7	1524	0.92	936	2.53	2394
Ž2	1.66	1202	0.92	295		
M2	1.94	2126	0.98	794	2.67	3430
Ž3	1.64	1167	0.89	594	2.68	2262

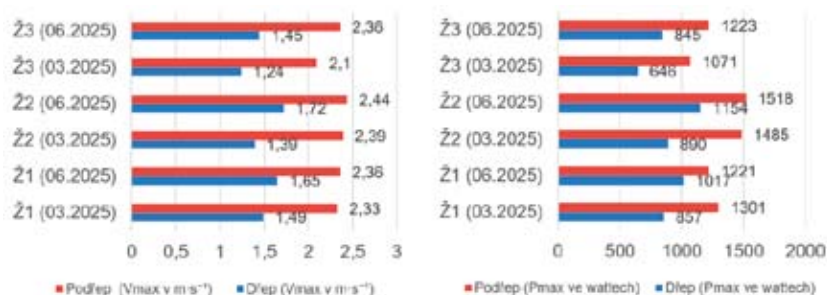
* $V_{\max}$ (hodnoty v $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), $P_{\max}$ (hodnoty ve W)

Tab 1. Přehled maximálních hodnot (V a P) při testování atletů KAAO

Tabulka 1 zpřehledňuje hodnoty $V_{\max}$ a $P_{\max}$, kterých dosáhli jednotliví atleti. Tato data jsou anonymizována, avšak lze dle zkratk rozpoznat pohlaví testovaných (Ž = žena, M = muž). Tento přehled slouží k vizualizaci možného výstupu z testování, avšak primárním cílem je porovnávat rozdílnosti výsledků vybraného atleta v různých obdobích sezony.

Z tabulky 1 vyplývá, že mezi jednotlivými sekcemi i pohlavími existují výrazné rozdíly v hodnotách $V_{\max}$ a $P_{\max}$. Například u dřepu dosahovala průměrná hodnota $V_{\max}$ $1,71 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (u žen $1,53 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a u mužů $1,95 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Významnější mezipohlavní rozdílnosti byly naměřeny u ukazatele P, kdy průměrná hodnota $P_{\max}$ činila 1275 W (u žen 938 W a u mužů 1709 W).

Zajímavější data nabízí tabulka níže, která porovnává změny výkonnosti u vybraných atletek v přípravném a soutěžním období.



Tab 2. Porovnání maximálních hodnot (V a P) vybraných atletek v přípravném a soutěžním období

Tabulka 2 poukazuje na rozdílnosti naměřených hodnot Vmax a Pmax v přípravném a soutěžním období vybraných atletek. Z výsledků je evidentní růstová tendence výkonnosti testovaných jak u dřepu, tak u podřepu s výskokem. U dřepu byl nejvyšší nárůst Vmax zaznamenán u atletky Ž2 (24 %), přičemž průměrný nárůst všech testovaných činil 17 %. Pmax zaznamenal významnější nárůst – u jednotlivých atletek o 19 %, 30 % a 31 %. U podřepu s výskokem byl zaznamenán již nižší nárůst výkonnosti. Nárůst ukazatele Vmax činil 12 %, přičemž průměrně vzrostl o 5 %. Pmax dosahoval až 14 %, avšak u atletky Ž1 došlo dokonce k mírnému poklesu o 6 %, což zapříčinilo průměrný růst o pouhých 3 %.

Naměřené hodnoty mohou trenérům poskytnout cennou zpětnou vazbu o efektivitě přípravy na vrcholné období. U analyzovaných atletek se projevil pozitivní trend růstu dynamických parametrů, což potvrzuje vhodně zvolenou strukturu tréninku. Vzhledem k pilotnímu charakteru studie slouží tato data především jako ukázka možného výstupu ze systému Tendo a potvrzují využitelnost zařízení (i testovací baterie) pro přehledné a prakticky aplikovatelné vyhodnocení výkonnosti.

DISKUSE

Pilotní výzkum potvrdil, že zařízení Tendo je vhodným a prakticky využitelným nástrojem pro analýzu dynamických parametrů silových schopností atletů v reálném tréninkovém prostředí. Významným přínosem této studie bylo propojení výzkumné činnosti s tréninkovou praxí atletů a trenérů KAAO, což umožnilo ověřit možnosti aplikace moderní technologie mimo laboratorní podmínky. Příspěvek tak představuje přenositelný testovací

protokol, jehož postupy mohou být využitelné při plánování a kontrole tréninkového procesu.

Získaná data potvrdila, že měření rychlosti pohybu a výkonu pomocí zařízení Tendo poskytuje objektivní a okamžitou zpětnou vazbu, kterou lze využít jak pro úpravu intenzity tréninku, tak pro dlouhodobé sledování vývoje sportovce. Tento přístup odpovídá závěrům autorů Suchomel, Nimphius a Stone (2016) či Guerriero, Varalda a Piacentini (2018), kteří zdůrazňují význam dynamické složky síly a její přesné monitorování pro efektivní řízení tréninkového procesu.

Na základě výsledků pilotní fáze byla testovací baterie částečně upravena – došlo k rozšíření rozpětí zatížení u jednotlivých cviků diferencovaného nově i podle pohlaví a ke změně cviku „trh“ na „přemístění“ u tyčkařů z důvodu nižší zkušenosti části tyčkařů s tímto cvikem. V návaznosti na pozitivní odezvu trenérů KAAO byla spolupráce rozšířena o přípravu testovacích protokolů pro oštěpaře a o plánované zapojení běžců do dalších kol měření.

Z hlediska praktické aplikace lze považovat spolupráci KAAO a ITVS VŠB-TUO za úspěšný příklad propojení vědy a sportovní praxe. Výsledky a zkušenosti z testování mohou být přeneseny i do dalších atletických klubů či sportovních center, která usilují o implementaci objektivních metod hodnocení silových (dynamických) parametrů. Mezi dostupnými systémy podobného typu (Push Band 2.0, GymAware či Vitruve Encoder) lze zařízení Tendo označit za praktické a časově úsporné a uživatelsky přívětivé řešení, které zároveň poskytuje okamžitou zpětnou vazbu.

Studie má však několik limitačních faktorů. Nejvýznamnějším je menší počet testovaných osob ($n = 21$) a především skutečnost, že opakované měření ve vrcholném období absolvovaly pouze tři atletky, což omezuje možnosti zobecnění výsledků. Krátkodobý charakter sledování navíc neumožňuje potvrdit dlouhodobé trendy vývoje sledovaných parametrů. Rovněž určitou míru variability mohly ovlivnit i odlišné zkušenosti sportovců s jednotlivými cviky a rozdílná technika provedení. Do budoucna je proto vhodné realizovat dlouhodobý monitoring většího souboru atletů. Zároveň by bylo vhodné dále optimalizovat výběr testovacích cviků a jednotlivá provedení vizuálně zaznamenat, aby bylo možné přesněji posoudit techniku pohybu a případné odchylky při vyhodnocování výsledků. K rozšíření výzkumu by mohlo přispět i zapojení doplňkových měřících systémů, jelikož dle Weakley et al. (2021) zařízení Tendo nezachycuje horizontální složku pohybu či tříosou vektorovou analýzu, což by mohlo přinést komplexnější pohled na dynamiku silového výkonu.

ZÁVĚRY

Pilotní šetření ukázalo, že navržený testovací postup založený na měření rychlosti zdvihu a výkonu je prakticky proveditelný, časově úsporný a dobře

využitelný v tréninkových podmínkách atletů KAAO. Použití hmotnosti závaží odvozeného od tělesné hmotnosti (výpočtu z 1RM, které není u mladších atletů vždy vhodné ani dostupné) umožnilo zachovat dynamiku pohybu, zvýšit bezpečnost a zajistit využitelnost napříč atletickými specializacemi. Mezi hlavní přínosy patří vymezený protokol pro měření V_{max} ($m \cdot s^{-1}$) a P_{max} (W) u vybraných cviků testovací baterie, která byla vybrána ve spolupráci s odborníky z řad trenérů KAAO za účelem zajištění využitelnosti v praxi (i mimo KAAO).

Autor doporučuje zavést pravidelné testování (4 x za sezonu) v klíčových fázích přípravného a soutěžního období s vidinou dlouhodobého monitoringu širšího souboru výkonnostních/vrcholových atletů. Pro zpřesnění výstupu autor doporučuje další validaci testové baterie, výběr technicky jednodušších cviků a využití videozáznamu pro možnost komplexnější interpretace výsledků. I přes to však lze tuto podobu systematického testování silových parametrů využít v praxi již nyní pro informované rozhodování na úrovni klubů, akademií či svazů.

LITERATURA

- BUCKNER, S., JESSEE, M., MATTOCKS, K., MOUSER, J., COUNTS, B., DANKEL, S. a LOENNEKE, J., 2017. *Determining strength: A case for multiple methods of measurement*. *Sports Medicine*, 47, 193–195. DOI 10.1007/s40279-016-0580-3.
- GOLDSMITH, J., TREPECK, C., HALLE, J., MENDEZ, K., KLEMP, A., COOKE, D., HAISCHER, M., BYRNES, R., ZOELLER, R., WHITEHURST, M. a ZOURDOS, M., 2019. *Validity of the Open Barbell and Tendo Weightlifting Analyzer systems versus the Optotrak Certus 3D motion-capture system for barbell velocity*. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14 (4), 540–543. DOI 10.1123/ijspp.2018-0684.
- GONZALEZ, A., MANGINE, G., SPITZ, R., GHIGIARELLI, J. a SELL, K., 2019. *Agreement between the Open Barbell and Tendo linear position transducers for monitoring barbell velocity during resistance exercise*. *Sports*, 7. DOI 10.3390/sports7050125.
- GUERRIERO, A., VARALDA, C. a PIACENTINI, M., 2018. *The role of velocity based training in the strength periodization for modern athletes*. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 3. DOI 10.3390/jfmk3040055.
- PODRIGALO, L., TYMCHENKO, K., PEREVOZNYK, V., SEMENIV, B., PAIEVSKYI, V. a HALASHKO, O., 2025. *Scientific support for strength sports: analysis of scientific resources from the Web of Science Core Collection*. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*. DOI 10.15561/26649837.2025.0106.

- SUCHOMEL, T., NIMPHIUS, S. a STONE, M., 2016. *The importance of muscular strength in athletic performance*. *Sports Medicine*, 46, 1419–1449. DOI 10.1007/s40279-016-0486-0.

- SUCHOMEL, T., TECHMANSKI, B., KISSICK, C. a COMFORT, P., 2023. *Reliability, validity, and comparison of barbell velocity measurement devices during the jump shrug and hang high pull*. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 8. DOI 10.3390/jfmk8010035.

- WARNEKE, K., WAGNER, C., KEINER, M., HILLEBRECHT, M., SCHIEMANN, S., BEHM, D., WALLLOT, S. a WIRTH, K., 2023. *Maximal strength measurement: A critical evaluation of common methods — a narrative review*. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5. DOI 10.3389/fspor.2023.1105201.

- WEAKLEY, J., BLACK, G., McLAREN, S., SCANTLEBURY, S., SUCHOMEL, T., McMAHON, E., WATTS, D. a READ, D., 2023. *Testing and profiling athletes: Recommendations for test selection, implementation, and maximizing information*. *Strength and Conditioning Journal*, 46, 159–179. DOI 10.1519/SSC.0000000000000784.

- WEAKLEY, J. J. S., MANN, B. J., BANYARD, H. G., McLAREN, S. J., SCOTT, T., GARCIA-RAMOS, A. a MORRISON, M. A., 2021. *Velocity-based training: From theory to application*. *Strength & Conditioning Journal*, 43 (2), 31–49. DOI 10.1519/SSC.0000000000000560.

- WŁODARCZYK, M., ADAMUS, P., ZIELIŃSKI, J. a KANTANISTA, A., 2021. *Effects of velocity-based training on strength and power in elite athletes — a systematic review*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18. DOI 10.3390/ijerph18105257.

SUMMARY

ASSESSMENT OF TRACK AND FIELD ATHLETES' STRENGTH CAPACITIES USING MEASUREMENT DEVICES

Strength represent one of the fundamental determinants of athletic performance, significantly influencing success across individual track and field disciplines. Traditionally, the assessment of strength relies on maximal strength tests, which determine the highest load (maximum weight) an athlete is able to lift in standardized exercises. In athletics, however, it is not only the achievement of high levels of strength that is essential, but above all the ability to apply strength dynamically and utilize it effectively within the shortest possible time.

This study focuses on the analysis of the dynamic component of strength using the Tendo Unit device, applied to athletes from the Regional Athletics Academy in Ostrava.

The aim of this pilot research was to verify the potential of the Tendo Unit for monitoring changes in athletes' dynamic strength during the preparatory and competition periods. The testing battery included four exercises, each performed three times with maximal effort. The main indicators were the maximum movement velocity and maximum power output in watts.

The results demonstrated a significant increase in values between the preparatory and peak performance phases. In the squat exercise, maximum power increased by 19–31%, while in the jump squat, the difference reached up to 14%. A similar trend occurred during the other observed exercises. These findings confirm the practical applicability of the Tendo Unit for monitoring dynamic strength and provide coaches with valuable data for individualizing training plans and assessing training effectiveness. Additionally, a modified plan for extended testing is proposed, which would allow for long-term tracking of dynamic strength development and more accurate evaluation of training methods.

Key words: Athletics, track and field, strength abilities, dynamic strength, Tendo Unit, testing battery

VPLYV HYPOVENTILAČNÉHO TRÉNINGU NA ZMENY V CHEMOSENZITE NA CO₂

František LÖRINCZI¹, Drahomíra LÖRINCZIOVÁ², Miroslav VAVÁK¹

¹Fakulta telesnej výchovy a športu, Univerzita Komenského v Bratislave, Slovensko,

²Ekonomická Univerzita v Bratislave, Slovensko

ABSTRAKT

Hypoventilačný tréning (HYT) predstavuje netradičný tréningový prístup, ktorého pozitívne účinky na vyvolanie hypoxie a zlepšenie schopnosti opakovaných šprintov boli opakovane preukázané, no doteraz nebolo potvrdené, či dokáže ovplyvniť aj chemosenzitivitu na CO₂. Cieľom štúdie bolo preto overiť, či 6-týždňová hypoventilačná intervencia dokáže zmeniť chemosenzitivitu na CO₂ u výkonnostných futbalistov. Do výskumu bolo zaradených 21 hráčov, ktorí boli rozdelení do experimentálnej (ES, n = 10) a kontrolnej skupiny (KS, n = 11). Chemosenzitivita bola hodnotená pomocou testu statického zadržania dychu (TSZD) a testu dynamického zadržania dychu (TDZD) pred a po tréningovej intervencii. Experimentálna skupina absolvovala 30 tréningových jednotiek, z ktorých 12 využívalo HYT (2 – 3 x 6 – 8 x 50 m behy submaximálnou intenzitou so zadržaným dychom po výdychu), pričom KS absolvovala rovnaký tréningový proces bez ovplyvňovania prirodzených dychových vzorov. Výsledky ukázali signifikantné zlepšenie v oboch skupinách, pričom prírastky boli výrazne vyššie v experimentálnej skupine (TSZD: +17,7 % vs. +4,5 %; TDZD: +27,0 % vs. +7,9 %; p < 0,01). Naše zistenia predstavujú originálny dôkaz o tom, že HYT vedie k zlepšeniu chemosenzitivity na CO₂ meranej pomocou terénnej aplikovateľných testov.

Kľúčové slová: futbal, beh, zadržanie dychu, CO₂ tolerancia, dýchanie

ÚVOD

Chemosenzitivita na oxid uhličitý (CO₂) je definovaná ako miera odozvy ventilácie na zmeny jeho koncentrácie v organizme a zohráva kľúčovú úlohu pri regulácii dýchania a homeostázy (Duffin 2011). Vyššia CO₂ tolerancia súvisí so zníženou dýchavičnosťou a efektívnejšou ventiláciou, čo môže pozitívne vplyvať na športový výkon (Courtney 2009).

V praxi je CO₂ tolerancia neinvazívne merateľná pomocou jednoduchých testov zadržania dychu, akými sú test statického zadržania dychu (TSZD) a test dynamického zadržania dychu (TDZD) (Lörinczi et al. 2023). Ide o testy, ktoré sú laickej verejnosti známe z metódy Oxygen advantage pod názvami BOLT

a MBT (McKeown 2015). Viaceré štúdie preukázali vysokú spoľahlivosť a validitu týchto testov vo vzťahu chemosenzitivite na CO₂ (Nishino 2009; Stanley et al. 1975; Lörinczi et al. 2023). Výhodou týchto testov je ich jednoduchá aplikovateľnosť v teréne, čo z nich robí vhodný nástroj pre športových trénerov a vedcov.

Jednou z potenciálne perspektívnych metód, ako zlepšovať chemosenzitivitu na CO₂, je hypoventilačný tréning (HYT). Ide o netradičnú tréningovú metódu, pri ktorej sa vykonáva fyzické zaťaženie pri obmedzenej ventilácii (Lörinczi et al. 2024). Tento prístup vedie k akumulácii CO₂ v organizme, čím vytvára respiračnú acidózu a znižuje pH krvi (Lindinger, Heigenhauser 2012). Následná adaptácia môže zahŕňať nielen zlepšenie ventilácie a zvýšenie oxidačnej a pufračnej kapacity, ale aj nárast tolerance na vyššie hladiny CO₂ a nižšieho pH krvi. Následkom takéhoto zaťaženia môže byť napríklad zlepšenie schopnosti opakovaných šprintov (Woorons et al. 2020; Lörinczi et al. 2025).

Udržiavanie vyššej tolerance na CO₂ môže byť prínosné v športe z viacerých dôvodov: zníženie ventilačného ekvivalentu pre kyslík, zníženie respiračného diskomfortu počas zaťaženia, zlepšenie prekrvenia tkanív cez Bohrov efekt, čo môže potenciálne viesť k zlepšeniu športového výkonu (Elia et al. 2025). Napriek zmieneným skutočnostiam nebolo doposiaľ preskúmané, či HYT môže pozitívne ovplyvniť chemosenzitivitu na CO₂.

CIEĽ

Cieľom nášho výskumu bolo overiť, či 6-týždňový tréningový mezocyklus s využitím hypoventilačnej intervencie dokáže signifikantne ovplyvniť chemosenzitivitu na CO₂ u futbalistov, hodnotenú prostredníctvom testov zadržania dychu (TSZD, TDZD).

METODIKA

Práca má charakter dvojskupinového časovo súbežného experimentu, pri ktorom sa overoval efekt 6-týždňového tréningového mezocyklu s využitím hypoventilačnej intervencie na chemosenzitivitu na CO₂ u výkonnostných futbalistov. Štúdia bola schválená etickou komisiou Fakulty telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského v Bratislave (pod číslom 6/2022) a bola v súlade s etickými smernicami Helsinskej deklarácie z roku 2000.

Výskumný súbor

Výskumu sa zúčastnilo 21 futbalistov mužskej kategórie, ktorí v období experimentu pôsobili v 3. najvyššej slovenskej lige. Výskumná vzorka bola vytvorená na základe dostupnosti a dobrovoľnosti. Probandi boli rozdelení na experimentálnu (ES, n = 10) a kontrolnú skupinu (KS, n = 11) náhodným výberom. Medzi kontrolnou a experimentálnou vzorkou neboli na vstupe

signifikantné rozdiely v sledovaných testoch. Všetci probandi boli fyzicky zdraví, bez známych psychických, respiračných a kardiovaskulárnych ochorení. Základnú charakteristiku probandov možno vidieť v tabuľke 1 nižšie.

Tabuľka 1 Charakteristika probandov

skupina	n	Decimálny vek (roky)	Športový vek (roky)	Telesná výška (cm)	Telesná hmotnosť (kg)
		$\bar{x} \pm s$			
ES	10	25,3 ± 3,7	20,3 ± 5,4	179,0 ± 4,4	77,3 ± 8,0
KS	11	24,6 ± 4,5	19,8 ± 2,4	178,8 ± 5,0	76,0 ± 6,9

Testovanie

Na hodnotenie chemosenzitivity na CO₂ boli využité dva testy:

Test statického zadržania dychu (TSZD) – proband v sede po pokojnom výdychu zadržal dych po prvú fyziologickú potrebu na nadýchnutie. Táto potreba môže byť chápaná ako kontrakcia bránice, či iných nádychových svalov (napr. krčné svaly), alebo vnútorné napätie, ktoré vytvára potrebu na nadýchnutie. Výsledkom testu bol čas v sekundách, ktorý zaznamenával examinátor stopkami.

Test dynamického zadržania dychu (TDZD) – proband po pokojnom výdychu zadržal dych a kráčať v prirodzenom tempe, pričom rátať počet krokov. Test bol ukončený v momente, keď sa účastník potreboval opäť nadýchnuť. Zadržanie dychu trvalo do subjektívneho maxima. Výsledkom testu bol počet krokov.

Oba testy boli realizované pred začiatkom experimentu (vstupné meranie) a po 6-týždňovej tréningovej intervencii (výstupné meranie).

Tréningový protokol

ES a KS absolvovala spoločný 6-týždňový tréningový mezocyklus, ktorý pozostával z 30 tréningových jednotiek. Na 12 tréningoch bol v rámci kondičného bloku realizovaný experimentálny činiteľ, ktorý pozostával z 50 m behov submaximálnou intenzitou, pričom ES realizovala tieto behy so zadržaným dychom po prirodzenom výdychu a KS realizovala tieto behy s prirodzeným dýchaním. Tréningové ukazovatele experimentálneho činiteľa možno vidieť v tabuľke 2 nižšie.

Tabuľka 2 Tréningové ukazovatele 6-týždňovej experimentálnej tréningovej intervencie

T	nTJ/T (n)	PS (n)	PO (n)	S [m]	IO [s]	IOs (min)	I	CO/T [m]
1.	2	2	6	50	50	4 - 5	submax.	1200
2.	2	2	7	50	45	4 - 5	submax.	1400
3.	2	2	8	50	40	4 - 5	submax.	1600
4.	2	3	6	50	35	4 - 5	submax.	1800
5.	2	3	7	50	30	4 - 5	submax.	2100
6.	2	3	8	50	30	4 - 5	submax.	2400

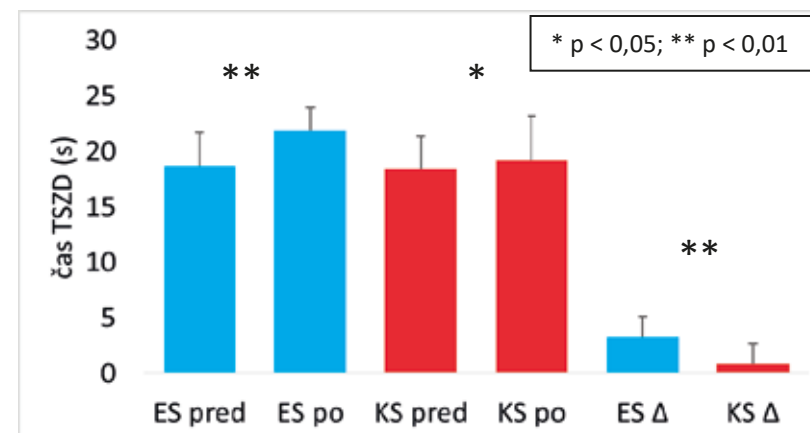
T – týždeň; nTJ/T – počet tréningových jednotiek za týždeň; PS – počet sérií; PO – počet opakovaní; S – vzdialenosť (dĺžka bežeckého úseku); IO; interval odpočinku; IOs – interval odpočinku medzi sériami; I – intenzita; TJ – tréningová jednotka; submax. – submaximálna; CO: celkový objem; CO/T: celkový objem za týždeň

Štatistické spracovanie

Štatistické analýzy dát boli vykonávané v programe SPSS. Shapiro-Wilk test bol využitý na overenie normality rozdelenia dát. Na posúdenie zmien úrovne vybraných premenných medzi vstupným a výstupným testovaním, bol využitý parametrický párový t-test. Parametrický nepárový t-test bol aplikovaný na posúdenie štatistickej významnosti rozdielov v zmenách sledovaných premenných v čase medzi KS a ES. Štatistická významnosť bola posudzovaná na 5 % a 1 % hladine. Na posúdenie vecnej významnosti bolo využité Cohenovo d.

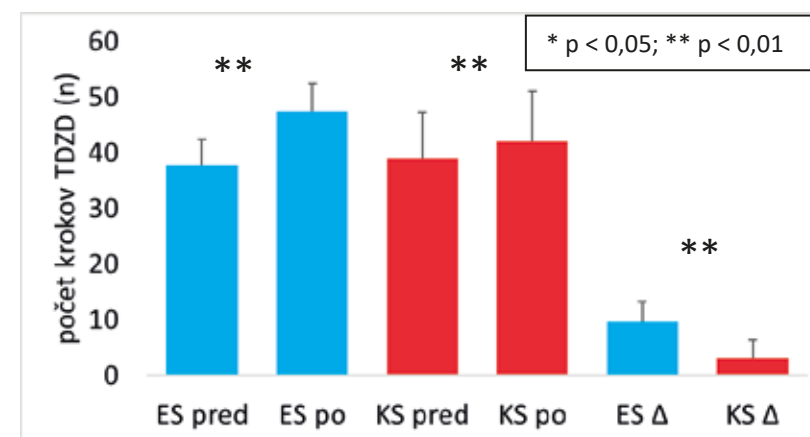
VÝSLEDKY

V teste statického zadržania dychu (TSZD) došlo v oboch skupinách k signifikantnému zlepšeniu ($p < 0,01$) (obrázok 1). Zatiaľ čo sa KS zlepšila o 4,5 %, ES zaznamenala zlepšenie o 17,7 %. Rozdiel v prírastkoch bol štatisticky významný ($p = 0,006$), pričom Cohenovo $d = 1,36$ poukazuje na veľký efekt v prospech ES.



Obrázok 1 Zmeny v dosiahnutom čase v TSZD v ES a KS vplyvom experimentálneho a kontrolného činiteľa

Po absolvovaní 6-týždňového mezocyklu došlo v oboch skupinách k štatisticky významnému zlepšeniu výkonu v TDZD ($p < 0,01$) (obrázok 2). Priemerné zlepšenie v KS bolo 7,9 %, zatiaľ čo v ES 27,0 %. Rozdiel medzi prírastkami bol signifikantný ($p < 0,01$) s veľkým praktickým efektom ($d = 1,92$).



Obrázok 2 Zmeny v dosiahnutom počte krokov v TDZD v ES a KS vplyvom experimentálneho a kontrolného činiteľa

Súhrnné výsledky oboch testov zadržania dychu, vrátane zmien v rámci jednotlivých skupín a rozdielov medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou, sú uvedené v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Súhrn výsledkov

Sk.	Test	J	Vstup	Výstup	Vstup vs. výstup		ΔES vs. ΔKS	
					p	d	p	d
ES	TSZD	s	18,6 ± 3,1	21,9 ± 2,0	<0,01	1,80	0,006	1,36
KS			18,4 ± 2,0	19,2 ± 2,9	<0,01	0,45		
ES	TDZD	n	37,8 ± 4,5	48,0 ± 4,2	<0,01	3,47	<0,01	1,92
KS			38,9 ± 8,4	42,0 ± 9,1	0,010	0,95		

Sk.: skupina; J.: jednotka; Δ: zmeny; s: sekunda; n: počet

DISKUSIA

Cieľom štúdie bolo overiť, či 6-týždňová hypoventilačná intervencia dokáže ovplyvniť chemosenzitivitu na CO₂ u futbalistov. Výsledky ukázali signifikantne vyššie prírastky v experimentálnej skupine oproti kontrolnej, pričom Cohenove d poukazuje na vysokú vecnú významnosť.

Doterajšie práce sa zameriavali najmä na metabolické (napr. akumulácia laktátu, SpO₂), či výkonové ukazovatele (napr. schopnosť opakovaných šprintov, VO₂max), pričom potvrdili, že HYT môže predstavovať čiastočnú alternatívu k intermitentnému hypoxickému tréningu. Žiadna z predchádzajúcich štúdií neskúmala priamo vplyv HYT na chemosenzitivitu na CO₂. Naša práca preto prináša originálne zistenie.

Zlepšenie v kontrolnej skupine možno pripísať tréningovému zaťaženiu bez respiračných intervencií, avšak výrazne vyššie prírastky v experimentálnej skupine poukazujú na významne pozitívny efekt HYT, pravdepodobne prostredníctvom adaptácie na zvýšené hladiny CO₂, ktoré sa počas HYT dosahujú. Limitom výskumu je absencia priameho merania respiračných parametrov počas zaťaženia a testovania, avšak na základe dostupnej literatúry možno predpokladať hypoxicko-hyperkapnický stimul navodený prostredníctvom HYT. Vyššia tolerancia na CO₂ sa môže teoreticky prejavovať v lepšej ventilačnej ekonomike a následne v športovo špecifickej výkonnosti, čo je potrebné overiť v ďalších štúdiách. Budúci výskum by mal overiť účinky HYT na väčších výskumných vzorkách, v rôznych športových odvetviach a s priamym monitorovaním fyziologických parametrov.

ZÁVERY

6-týždňová hypoventilačná intervencia viedla u futbalistov k signifikantnému zlepšeniu výsledkov v testoch zadržania dychu, čo poukazuje na pozitívny vplyv HYT na chemosenzitivitu na CO₂. V porovnaní s kontrolnou skupinou boli prírastky v experimentálnej skupine výrazne vyššie, čo potvrdzuje špecifický účinok tejto tréningovej metódy. Naše výsledky tak prinášajú originálny dôkaz o tom, že HYT môže byť efektívnym nástrojom na rozvoj CO₂ tolerancie v športovej príprave. Pre praktické využitie je však potrebné ďalšie overenie na väčších vzorkách a v rôznych športových odvetviach.

LITERATÚRA

- COURTNEY, Rosalba. The functions of breathing and its dysfunctions and their relationship to breathing therapy. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 2009, 12.3: 78-85.
- DUFFIN, J. Measuring the respiratory chemoreflexes in humans. *Respiratory physiology & neurobiology*, 2011, 177.2: 71-79.
- ELIA, Antonis; LEMAÎTRE, Frédéric. The application of breath-holding in sports: physiological effects, challenges, and future directions. *European Journal of Applied Physiology*, 2025, 1-17.
- LINDINGER, Michael I.; HEIGENHAUSER, George JF. Effects of gas exchange on acid-base balance. *Comprehensive Physiology*, 2012, 2.3: 2203-2254.
- LÖRINCZI, František, et al. Hypoventilation training--history and development of an untraditional training method. *Slovak Journal of Sport Science*, 2024, 9.
- LÖRINCZI, František; LÖRINCZIOVÁ, Drahomíra; VANDERKA, Marián. Reliability of breath-holding tests with potential for use in sports practice. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*, 2023, 33.103: 27-34.
- LÖRINCZI, František; VAVÁK, Miroslav; WOORONS, Xavier. Additional benefits of repeated-sprint training with prolonged end-expiratory breath holding for improving repeated-sprint ability in semiprofessional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2025, 20.4: 568-574.
- MCKEOWN, Patrick. Oxygen advantage: Simple, Scientifically Proven Breathing Techniques to Help You Become Healthier, Slimmer, Faster, and Fitter. New York: William Morrow & Company. 2015, ISBN 978-0-06-234947-7.
- NISHINO, Takashi. Pathophysiology of dyspnea evaluated by breath-holding test: studies of furosemide treatment. *Respiratory physiology & neurobiology*, 2009, 167.1: 20-25.

STANLEY, N. N., et al. Evaluation of breath holding in hypercapnia as a simple clinical test of respiratory chemosensitivity. *Thorax*, 1975, 30.3: 337-343.

WOORONS, Xavier; BILLAUT, François; VANDEWALLE, Henry. Transferable benefits of cycle hypoventilation training for run-based performance in team-sport athletes. *International journal of sports physiology and performance*, 2020, 15.8: 1103-1108.

SUMMARY

THE EFFECT OF HYPOVENTILATION TRAINING ON CHANGES IN CHEMOSENSITIVITY TO CO₂

Hypoventilation training (HYT) represents an unconventional training method whose positive effects on inducing hypoxia and improving repeated-sprint ability have been repeatedly confirmed. However, it has not yet been established whether HYT can also influence chemosensitivity to CO₂. The aim of this study was therefore to examine whether a 6-week hypoventilation intervention could affect CO₂ chemosensitivity in competitive football players. Twenty-one male players participated in the experiment and were divided into an experimental group (ES, n = 10) and a control group (KS, n = 11). Chemosensitivity was assessed using the static breath-holding test (TSZD) and dynamic breath-holding test (TDZD) before and after the training intervention. The ES completed 12 sessions with hypoventilation runs (2–3 × 6–8 × 50 m at submaximal intensity with breath-holding after exhalation), while the KS performed identical runs with spontaneous breathing.

Both groups significantly improved their test results, but the gains were substantially higher in the experimental group (TSZD: +17.7 % vs. +4.5 %; TDZD: +27.0 % vs. +7.9 %; p < 0.01). Effect size analysis indicated a large practical significance in favour of ES.

Our findings provide original evidence that HYT significantly enhances CO₂ chemosensitivity, measured through simple and field-applicable breath-holding tests. This method may thus be considered a promising tool for developing CO₂ tolerance and supporting athletic performance, although further research on larger samples and across different sports is required.

Keywords: soccer, running, breath-holding, CO₂ tolerance, breathing

THE START POLICY OF THE WORLD'S TOP 400M HURDLERS

Marek PRZYBYŁOWSKI, Janusz ISKRA, Jacek CHOCHOROWSKI

Opole University of Technology, Faculty of Physical Education and
Physiotherapy

ABSTRACT

The analysis of starts prior to the main event is an important part of optimizing training, taking into account the final preparation period (tapering). This paper presents the start policy of the world's top 400m hurdlers during the Olympic seasons from 1988 to 2024.

Material: 80 hurdlers – participants in the final Olympic races – were included; the runners were divided into two groups – finalists from 1988-2004 and 2008-2024.

Method: The analysis took into account quantitative parameters (number of starts), performance parameters (sports level of subsequent starts), and time parameters ("calendar" of starts).

Results: The world's best hurdlers compete approximately 10 times during the Olympic season, beginning their season three months before the main event and concluding their pre-Olympic schedule approximately three weeks prior to the Olympics.. Analyses of individual cases demonstrate a diversity of competition policies, including the indoor season.

Key words: 400m hurdle run, tapering, training periodization

INTRODUCTION

The competition period is the most important, final part of the training period. All efforts made during the preparation period are focused on the main goal, which for top-level athletes is success at the Olympic Games or World Championships..

In the history of track and field, the best athletes in pre-Olympic competitions have repeatedly failed at the main event (Quercetani 2009).

Year-round training periodization is focused on the main event, taking into account, among other factors, the specificity of the competition, the date of the games/championships, and the individual predispositions of the athletes (Bompa and Haff 2009). Research on competition scheduling has been a significant area of focus since the beginning of sports science, focusing on training optimization and periodization (Płatonow 2015) and, more recently, on "tapering" (Zhiqiang et al. 2023).

Analysis of the performance of elite track and field athletes provides a range of information, including outcome variables, the number of starts, and time variables informing about the time allocated for the competitions, including the target start.

Start scheduling for the 400m hurdles primarily focuses on the target distance, as this event is not included in the indoor event program. However, the 400m races of selected athletes (including Poland's Marek Plawgo – gold medalist in the 400m at the 2002 European Indoor Championships) should be included.

MATERIAL AND METHODS

The analysis included all races during the Olympic season of all Olympic Games finalists from 1988 (Seoul Games) to 2024 (the last Games in Paris). The finalists from the 10 editions of the Games were divided into two groups of 40 hurdlers: Group A – 1988-2004, and Group B – 2008-2024.

The following variables were assessed:

A. Quantitative parameters – number of races during the season in the 400m hurdles (including qualifying races) and other distances.

B. Outcome parameters – 400m hurdles times achieved at different stages of the competition period.

C. Time parameters – time periods between preceding and following starts in relation to the Olympic start.

The statistical analysis included basic data ($\bar{x}$, SD, min-max, Me). Pearson correlation analysis was used to assess the relationship between the final race result and the assumed variables. Intergroup differences were determined using analysis of variance (ANOVA).

PURPOSE OF THE WORK AND RESEARCH QUESTIONS

The main aim of this study was to evaluate the performance of 400m hurdles athletes during the Olympic seasons from 1988 to 2024. The analysis considered race results, the number of starts, and the time intervals in each start period.

The following questions were posed:

1. What number of starts – in the 400m hurdles and related races – characterizes the world's best hurdlers?
2. How does performance change throughout the competition period?
3. What are the time periods in the competition season preceding the Olympic start?
4. Has the competition policy for 400m hurdlers changed over the last 20 years?

RESULTS

The best 400m hurdlers in the Olympic season compete in 10 events (10.03/4.90), running an average of two additional distances in qualifying races (11.81/5.13) (Table 1). Runners whose distance is not included in winter competitions only consider the indoor season as an additional event (average 1 event). The number of starts during the season varies (2-24), just as the decision to participate in the indoor season are not related to results achieved at the Olympic Games.

Season best result from the Olympic season among 400m hurdles finalists are strongly correlated with the main start ($r=0.75$, $p=0.001$). Significant correlations were also observed between athletic performance levels in the first races of the season ($r=0.44$, $p=0.01$). Races immediately after the Olympics do not fully reflect performance levels; they reflect recovery after the main race. Results at the Olympics are slightly worse than those achieved in races leading up to the main event.

The best 400m hurdlers achieve season best result primarily at the Olympic Games, with individual differences (ranging from 107 days before to 27 days after the main event). The first races over the main distance occur approximately three months before the Games ($\bar{x}=103.83$, $SD=45.47$ days). The final race before the Olympics takes place approximately one month prior ($\bar{x}=-30.08$, $SD=11.49$ days). For the first time after the main race, Olympic finalists compete in their next competition approximately two weeks after their target race ($\bar{x}=13.84$, $SD=8.77$). In turn, the last start of the season falls approximately 3 weeks after the Olympic final ($\bar{x}=19.31$, $SD=19.55$).

An assessment of the differences in the competition preparation of hurdlers in the two periods (1988-2004 and 2008-2024) indicates a higher number of starts in the latter period (8.85 vs. 11.30 (Table 2)). The abundance of starts in lucrative Golden League/Diamond League meetings likely contributed to this. It's significant that results in all competition periods are better in the latter period, with the exception of the sporting level in the first starts. This indicates varying degrees of preparation among hurdlers deciding to compete for the first time. When assessing the length of the competition period, the last start is similar for hurdlers in both groups, lasting approximately one month. Similar results are also observed for starts after the main start. The first start occurs a few to a dozen days after the main start, while the last start of the season occurs up to three weeks after the target start.

An individual analysis of the top hurdlers' races from 2020 to 2025 reveals varying approaches to their competition period (Table 3). These differences apply not only to different athletes but also to the same runner across different seasons.

Table 1 Characteristics of the competition period for Olympic finalists in the men's 400m hurdles from 1988 to 2024.

Parameter	X	SD	Med	Min-max		r**
A. Number of starts						
1. Number of starts in the summer season (400mH finals only)	10,03	4,90	9,00	2	24	-0,023
1a. Number of starts in the summer season (400mH total, including qualifying races)	11,81	5,13	12,00	2	25	-0,122
2. Number of indoor starts (various distances)	0,75	2,08	0,00	0	13	-0,114
B. Results of starts on 400mH*						
3a. Season Best	48,10	0,83	48,07	45,94	51,13	0,748**
3b. First start of the season	49,27	1,03	49,38	46,64	52,03	0,433**
3c. Prelast before the Olympics	48,63	0,80	48,66	46,46	50,93	0,444**
3d. Last start before the Olympics	48,74	0,87	48,68	0,00	50,57	0,410**
3e. Result at the Olympics	48,15	0,88	48,11	45,94	52,53	1,000
3f. First start after the Olympics	48,83	0,93	48,76	0,00	51,32	0,247
3g. Last start of the season	48,80	0,94	48,78	0,00	51,32	0,389*
C Time intervals between selected starts						
4a. Season Best	-12,55	26,13	-1	-107	27	-0,086
4b. First start of the season	-103,83	45,47	-103	-243	-3	-0,046
4c. Prelast before the Olympics	-41,15	17,73	-36	-126	0	0,004
4d. Last start before the Olympics	-29,42	12,16	-26	-74	0	-0,083

*- only the 400m distance is included, only the final races

** - correlation coefficients between parameters and results achieved at the Olympic Games

Table 2 Differences in the results of selected variables in two periods of development of men's athletics (ANOVA) – 1988-2004 vs. 2008-2024.

Parameter	x/SD		x/SD		t	p
	Period 1988-2004		Period 2008-2024			
A. Number of starts						
1. Number of starts in the summer season (400mH finals only)	8,85	3,61	11,30	5,91	-1,96	0,03
1a. Number of starts in the summer season (400mH total, including qualifying races)	11,03	4,23	12,65	6,02	-0,84	0,18
2. Number of indoor starts (various distances)	0,80	1,90	0,76	2,36	0,13	0,83
B. Results of starts on 400mH*						
3a. Season Best	47,91	0,84	48,29	0,78	-2,11	0,04
3b. First start of the season	49,08	1,22	49,46	0,77	-1,67	0,10
3c. Prelast before the Olympics	48,45	0,88	48,82	0,65	-2,69	0,04
3d. Last start before the Olympics	44,86	0,93	48,96	0,75	-21,66	0,02
3e. Result at the Olympics	48,07	1,09	48,23	0,62	-0,83	0,41
3f. First start after the Olympics	45,28	0,74	47,29	1,00	-10,19	0,01
3g. Last start of the season	47,36	0,94	47,80	0,89	-2,15	0,03
C Time intervals between selected starts						
4a. Season Best	-9,25	25,71	-15,85	2,36	1,13	0,26
4b. First start of the season	-95,48	28,40	-112,18	2,36	1,66	0,10
4c. Prelast before the Olympics	-43,83	19,23	-33,33	2,36	-2,71	0,05

*- only the 400m distance is included, only the final races

** - correlation coefficients between parameters and results achieved at the Olympic Games

Table 3 Examples of starting solutions in the Olympic seasons of the world's best hurdlers.

Parameter/Hurdler	Karsten Warholm		Rai Benjamin		Alison dos Santos	
	2021	2024	2021	2024	2021	2024
A. Number of starts						
1. Number of starts in the summer season (400mH finals only)	5	5	4	4	12	10
1a. Number of starts in the summer season (400mH total, including qualifying races)	7	8	8	8	14	12
2. Number of indoor starts (various distances)	1	3	1	1	0	0
B. Results of starts on 400mH*						
3a. Season Best	45,94	46,70	46,17	46,46	46,72	46,63
3b. First start of the season	46,70	46,70	47,13	46,64	49,56	46,86
3c. Prestart before the Olympics	46,70	46,98	47,38	46,46	47,34	47,18
3d. Last start before the Olympics	47,08	46,73	46,83	46,67	47,51	47,18
3e. Result at the Olympics	45,94	47,06	46,17	46,46	46,72	47,26
3f. First start after the Olympics	47,35	46,95	-	-	48,23	DNF (48,78)
3g. Last start of the season	48,08	46,95	46,17	46,46	48,15	47,93
C Time intervals between selected starts						
4a. Season Best	0	71	0	40	0	71
4b. First start of the season	33	71	86	83	115	91
4c. Prestart before the Olympics	33	59	67	40	30	28
4d. Last start before the Olympics	25	28	38	28	25	20
4e. First start after the Olympics	37	16	-	-	31	27
4f. Last start of the season	40	16	0	0	42	36

*- only the 400m distance is included, only the final races

Top hurdlers achieve season best in major events. The number of starts for world record holder and Olympic champion Karsten Warholm and the

subsequent Paris Olympics champion (2024), Rai Benjamin, is small (4-5), while Alison dos Santos (world's best in 2023) has significant starts (10-12) – Table C. The starting strategy also differs when considering a given athlete's races after the target event. The winner of the 2024 Paris Olympics concluded his season with a major final in both 2021 and 2024. Karsten Warholm competed twice more in 2021 and 2024, while Alison Dos Santos competed three times (one time he failed to finish) in 2024 and four times in 2021.

DISCUSSION

The issue of periodization of training in athletics is a key element in organizing training for the Olympic Games (Bomba and Haff 2009). A year-round training cycle in the 400m hurdles can take various forms, including 400m races (without hurdles) and an indoor season (Iskra 2014). The diversity among hurdlers, often referred to as athlete typology, is often the basis for training organization (Iskra 2012). According to the standard periodization of training (Bompa and Haff 2009, Platonow 2015), results achieved at the target event (=Olympic Games) should be the best. In the analyzed group, only the best (medal winners) were in their best athletic form for the Games. This confirms the observations of other authors who analyzed the final weeks before the start (Zhiqiang et al. 2023).

CONCLUSIONS

1. The number of 400m hurdles starts during the Olympic season among the world's best runners varies, with an average of 10.
2. The level of performance at the Olympic Games is closely related to results achieved during the season, however, some athletes' results in Olympic races are no better than in previous competitions.
3. Hurdlers preparing for the Olympic Games have their first start at the target distance approximately three months before the Games and end their pre-Olympic season approximately one month before the main event. The indoor season is run by a small group of hurdlers.
4. The financially lucrative Diamond League circuit has led to modifications in preparation for the Olympics by increasing the number of starts.

REFERENCES

- BOMPA T.O., HAFF G.G. 2009. Periodization. Theory and Methodology of Training, Human Kinetics, Champaign, Illinois.
- ISKRA J. 2012. Athlete typology and training strategy in the 400m hurdles. New Studies in Athletics1-2, 27-37.
- ISKRA J. 2014. Trening płotkarzy na 400 m. Akademia Wychowania Fizycznego, Katowice.

- ISKRA J., WALASZCZYK A. 1994. Szczyt formy w konkurencjach szybkościowych w oparciu o starty najlepszych zawodników świata. Zeszyty Metodyczno-Naukowe, AWF Katowice, 345-352.
- KREIDER R.B., FRY A.C., O'TOOLE (red.). 1998. Overtraining in Sport, Human Kinetics, Champaign, IL.
- MCGILL S. 2010. How often should 400 hurdles hurdle during the indoor season? In: hurdlesfirstbeta.com/free-articles (access 2025.07.11)
- QUERCETANI R.L. 2009. A World History of Hurdle and Steeplechase Racing. Edit Vallardi, Rzym.
- ZHIQIANG W., YONG T.W., WEIFENG G., YAPING Z. 2023. Effects of tapering on performance in endurance athletes: A systematic review and metaanalysis. Plos One, May 10; 18 95), 0282838, doi. 10.1371/journal.pone.0282838.

MENŠTRUÁCIA A HEMATOLOGICKÉ ZMENY ŠPORTOVKÝŇ

Martin PUPIŠ, Hana BURZALOVÁ, Zuzana PUPIŠOVÁ

Fakulta telesnej výchovy, športu a zdravia, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Slovenská republika

ABSTRAKT

Cieľom výskumu bolo posúdiť vplyv menštruácie na hematologické zmeny športovkýň. Výskum bol realizovaný na štyroch vrcholových vytrvalostných športovkyňach (18-24 rokov; telesná výška 165-175 cm, telesná hmotnosť 49-66 kg). U športovkýň, ktoré mali menštruáciu bol zaznamenaná najnižšia hladina hemoglobínu počas menštruácie, následne po skončení menštruácie hladina hemoglobínu vystúpala a po ďalšom týždni mierne klesla. Naopak u športovkýň bez menštruácie boli zaznamenané najvyššie hladiny hemoglobínu v čase očakávanej menštruácie, následne došlo k poklesu hladiny hemoglobínu a po ďalšom týždni hladina hemoglobínu stúpala. Podobne aj v prípade estradiolu bol u sledovaných športovkýň zaznamenaný rozdielny trend medzi športovkyňami, ktoré mali menštruáciu a tými, ktoré menštruáciu nemali. V prípade progesterónu neboli zaznamenané rozdielne trendy medzi športovkyňami, ktoré mali a ktoré nemali menštruáciu. Záverom výskumu je, že v prípade športovkýň, ktoré majú menštruáciu dochádza k výraznejším hematologickým zmenám v porovnaní so športovkyňami, ktoré nemajú menštruáciu.

Kľúčové slová: estradiol, hemoglobín, menštruácia, progesterón.

ÚVOD

Diskusie o menštruácii sú v športe mnohokrát vnímané ako zakázaná zóna, avšak pohľady sa výrazne menia, tak u ženských tréneriek ako aj medzi mužskými trénermi. Carmichael et al. (2021) tvrdia, že 67 % až 91 % vrcholových športovkýň je eumenoreických (s pravidelnou menštruáciou), pričom asi polovica eumenoreických atlétok neužíva hormonálnu antikoncepciu (Burzalová, 2024). Na druhej strane, pohľad na tieto čísla jednoznačne naznačuje, že je stále relatívne vysoká početnosť športovkýň, ktoré nemajú pravidelnú menštruáciu. Príčiny absentujúcej menštruácie môžu byť rôzne, tak ako aj následky takejto situácie. Asi najčastejšie sa spájajú výpadky menštruácie s relatívnou energetickou dostatočnosťou, resp. nedostatočnosťou. Mullen et al. (2020) vo svojom výskume bagatelizujú potenciálny vplyv menštruácie na hematologické zmeny, avšak aj v ich dátach sú badateľné vplyvy menštruačného cyklu na niektoré výsledky. Samozrejme, menštruácia je spájaná výhradne so ženskou športujúcou populáciou, ale v

športe musíme uvažovať aj o infradiánných cykloch u mužov, ako aj ich potenciálnom vplyve na hematologické ukazovatele, keďže už Celec et al. (2003) popisujú infradiánnu hormonálnu odozvu (podobnú ženskému menštruačnému cyklu) aj u mužov. V kontexte tohto sa dá predpokladať vzťah medzi hormonálnou odozvou a hladinou hemoglobínu, a to najmä s prihliadnutím na fakt, že menštruácia je spojená s krvácaním. V nadväznosti na to je nutné vnímať aj poznatky Bachman et. al. (2014) a Cervi & Balitsky (2017), ktorí identifikovali napríklad aj vzťah medzi hladinou testosterónu a hemoglobínom, či retikulocyty. Prihliadnuc na silnejšiu hormonálnu odozvu ženského organizmu vo vzťahu k menštruačnému cyklu, možno očakávať hematologické zmeny, ktoré môžu ovplyvniť nielen celkovú pohodu, ale aj tréningový, či súťažný športový výkon. V rámci projektu VEGA 1/0568/25 (Infradiánná variácia vybraných hematologických ukazovateľov v športe) sme posudzovali vplyv menštruácie na krvné výsledky, keď sme sa zamerali na rozdiely v hladine hemoglobínu, estradiolu a progesterónu počas menštruácie a v období po menštruácii.

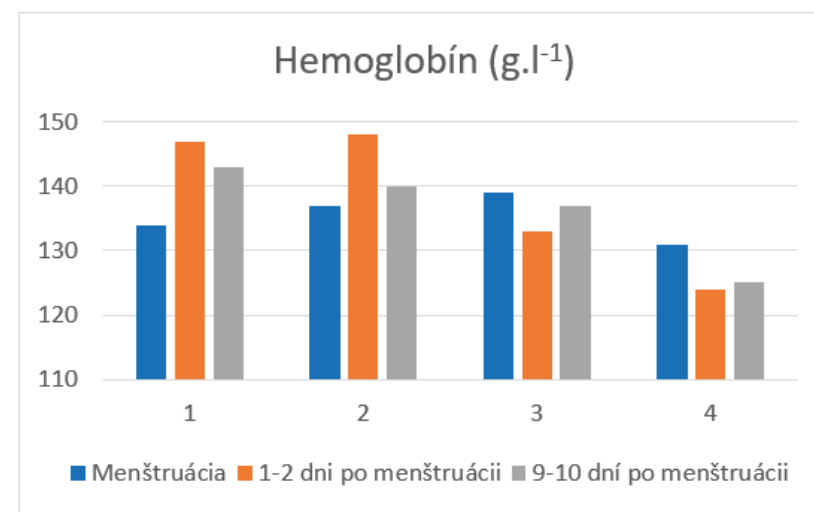
METODIKA

Výskum bol realizovaný na štyroch vrcholových vytrvalostných športovkyňach (18-24 rokov; telesná výška 165-175 cm, telesná hmotnosť 49-66 kg), ktoré sa venujú denne vytrvalostnému tréningu. U každej športovkyne boli analyzované tri testovania, ktoré sa realizovali u každej z nich individuálne na základe priebehu menštruačného cyklu. Športovkyne označené vo výsledkovej časti číslami 1 a 2 majú pravidelnú menštruáciu (a teda mali plnohodnotnú menštruáciu aj v čase výskumu), naopak športovkyne 3 a 4 nemajú pravidelnú menštruáciu (a menštruáciu nemali ani v čase výskumu a termíny boli určené na základe predchádzajúceho obdobia). Testovania boli realizované tak, že prvé testovanie sa vykonalo počas menštruácie (označenie 1), druhé 1 – 2 dni po menštruácii (označenie 2), tretie 9 – 10 dní po menštruácii (označenie 3). Všetky krvné vzorky boli odobrané o 8:00 hod. $\pm$ 30 min nalačno v akreditovanom laboratóriu Unilabs. Porovnávaná bola hladina hemoglobínu, progesterónu a estradiolu športovkýň. Využitie boli vysoko spoľahlivé medicínske analyzátory Mindray BC 6200, resp. BC 6000.

VÝSLEDKY

Výskumné dáta už na prvý pohľad naznačujú, že je výrazný rozdiel v hematologických zmenách medzi športovkyňami, ktoré majú menštruáciu a športovkyňami, ktoré menštruáciu nemajú. Na obrázku 1 vidno, že u športovkýň 1 a 2 bola nameraná hladina hemoglobínu počas menštruácie na úrovni 134 g.l⁻¹, resp. 137 g.l⁻¹ a pri odbere po menštruácii boli namerané hodnoty 147 g.l⁻¹, resp. 148 g.l⁻¹, čo znamená, že bol zaznamenaný nárast hladiny hemoglobínu o 13 g.l⁻¹, resp. 11 g.l⁻¹. Následne bol zaznamenaný

pokles na 143 g.l⁻¹, resp. 140 g.l⁻¹. Teda u týchto dvoch športovkýň, ktoré mali menštruáciu boli zaznamenané najnižšie hladiny hemoglobínu počas menštruácie, následne došlo k výraznému vzostupu hladiny hemoglobínu hneď po skončení menštruácie a po deviatich, resp. desiatich dňoch došlo k poklesu hladiny hemoglobínu. Naopak, u športovkýň, ktoré nemali menštruáciu boli zaznamenané najvyššie hladiny hemoglobínu v čase predpokladanej menštruácie 139 g.l⁻¹, resp. 131 g.l⁻¹, následne v období, kedy mala končiť menštruácia došlo k poklesu na 133 g.l⁻¹, resp. 124 g.l⁻¹. Pri treťom meraní došlo zase k nárastu na 137 g.l⁻¹, resp. 125 g.l⁻¹. Samozrejme, na základe porovnania dvoch športovkýň s menštruáciou a dvoch športovkýň bez menštruácie sa nedajú robiť závery, ale vizuálne je badateľný jednoznačný trend.

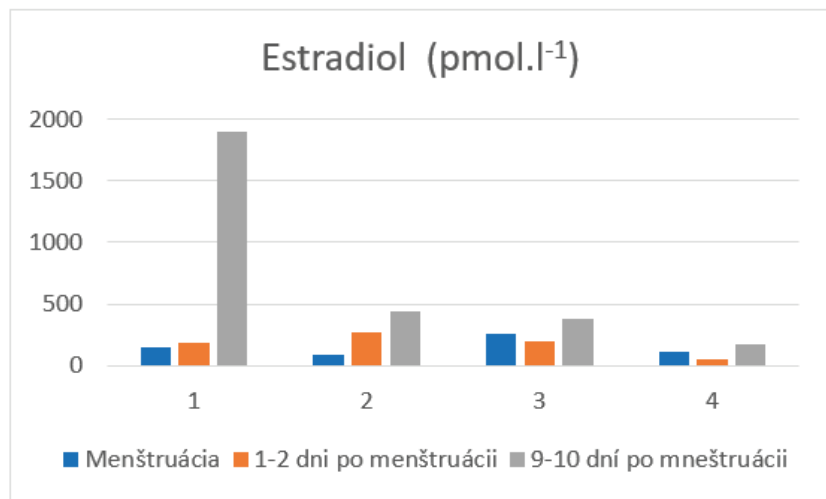


Obrázok 1 Porovnanie hladiny hemoglobínu počas menštruácie a v období po menštruácii

Tvar dosiahnutých hodnôt pri športovkyňach s menštruáciou pripomína „prevrátene písmeno V“ (alebo písmeno „A“), kým u športovkýň je tento tvar obrátený do tvaru klasického písmena „V“.

Pri estradiole bol u športovkýň 1 a 2 zaznamenaný postupný nárast hodnôt počas troch meraní realizovaných v časovom slede za sebou. U športovkyne 1 bol zaznamenaný rozdiel až 1751,6 pmol.l⁻¹ (min. 149 max. 1900,6 pmol.l⁻¹). U športovkyne 2 bola hodnota počas menštruácie 83,84 pmol.l⁻¹ a pri treťom meraní 444,5 pmol.l⁻¹, teda nárast 360,66 pmol.l⁻¹. U športovkýň 3 a 4 bol trend iný, keďže hodnoty nestúpali postupne, ale trend opäť pripomína písmeno „V“. Športovkyňa 3 mala počas vypočítanej menštruácie estradiol na úrovni 253,7

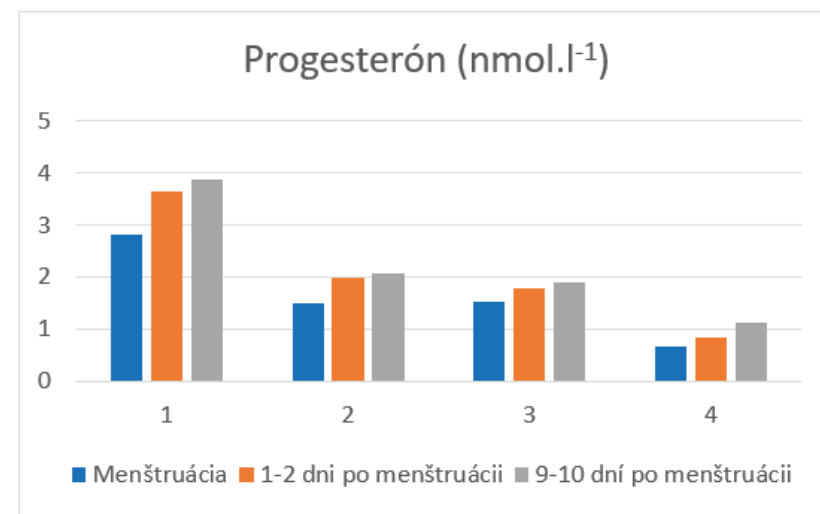
pmol.l⁻¹, nasledoval pokles na 191,9 pmol.l⁻¹ pri druhom meraní a následne nárast na 383,6 pmol.l⁻¹ pri treťom meraní. Športovkyňa 4 mala pri prvom meraní estradiol na úrovni 113,6 pmol.l⁻¹, následne došlo k poklesu na 57,03 pmol.l⁻¹ a potom k nárastu 174,2 pmol.l⁻¹ pri treťom meraní (viac obrázok 2).



Obrázok 2 Porovnanie hladiny estradiolu počas menštruácie a v období po menštruácii

Pri progesteróne (ako vidno na obrázku 3) sme u všetkých štyroch športovkyňach zaznamenali postupný nárast pri všetkých troch meraniach. Pri športovkyňi 1 bola hodnota pri prvom meraní 2,28 nmol.l⁻¹ následne stúpala na 3,64 nmol.l⁻¹ a pri treťom meraní vystúpala na 3,86 nmol.l⁻¹. Pri športovkyňi 2 bola pri prvom meraní hodnota progesterónu 1,49 nmol.l⁻¹, potom stúpala na 1,97 nmol.l⁻¹ pri druhom meraní a na 2,07 nmol.l⁻¹ pri treťom meraní. V prípade športovkyň 3 a 4 boli vstupná hodnota 1,51 nmol.l⁻¹, resp. 0,67 nmol.l⁻¹, pri druhom meraní vystúpali hodnoty na 1,77 nmol.l⁻¹, resp. 0,84 nmol.l⁻¹ a vzostup pokračoval aj pri treťom meraní, kedy sme namerali hodnoty 1,9 nmol.l⁻¹, resp. 1,11 nmol.l⁻¹.

Sumárne hodnotenie nameraných hodnôt hladiny hemoglobínu, estradiolu a progesterónu u štyroch sledovaných športovkyň by sa dal charakterizovať tak, že v prípade hemoglobínu a estradiolu je výrazný rozdiel v trende zmien pri porovnaní športovkyň s menštruáciou so športovkyňami, ktoré nemali v čase výskumu menštruáciu spojenú s krvácaním. Pri progesteróne sme takéto rozdiely nezaznamenali, keďže pri všetkých štyroch sledovaných športovkyňach bol rastúci trend počas všetkých troch meraní.



Obrázok 3 Porovnanie hladiny progesterónu počas menštruácie a v období po menštruácii

DISKUSIA

Poznatky vyplývajúce z nášho výskumu naznačujú, že je nevyhnutné sa naďalej venovať tejto problematike, keďže zmeny, ktoré nastávajú u športovkyň počas menštruačného cyklu sú výrazne individuálne. Výsledky výskumu Celeca et al. (2010) naznačujú na základe salivárnych analýz, že zmeny estradiolu a progesterónu, ktoré nastávajú počas menštruačného cyklu je možné interpretačne nasmerovať aj k športujúcej ženskej populácii. Mullen et al. (2020) síce nepovažujú vplyv menštruačného cyklu na hematologické zmeny za zásadný, ale ako naše aktuálne výsledky, tak aj naše predchádzajúce merania (Pupiš et al., 2024) naznačujú, že k interpretácii dát treba pristupovať viac analyticky a to z pohľadu identifikácie individuálnych osobitostí. Podobne, aj výsledky tohto výsledku považujeme za zásadné z pohľadu zmien, ktoré nastávajú najmä z pohľadu zmien hladiny hemoglobínu a estradiolu. Naše poznatky sa v niektorých aspektoch zhodujú s výskumami Bachman et al. (2014) a Cervi & Balitsky (2017), ktorí identifikovali vzťah medzi hormonálnou odozvou a hemoglobínom, avšak tieto vzťahy je nutné precíznejšie monitorovať na ženskej športujúcej populácii.

Považujeme za nevyhnutné uviesť limity nášho výskumu. Za najvýraznejší limit považujeme početnosť výskumného súboru ako aj fakt, že najmä u športovkyň, ktoré nemali menštruáciu nie je možné presne určiť jednotlivé termíny odberov.

ZÁVERY

Výsledky výskumu potvrdili, že počas menštruačného cyklu nastávajú hematologické zmeny, ktoré môžu zásadne ovplyvniť subjektívnu pohodu športovkyne, ale rovnako to môže ovplyvniť tréningovú či súťažnú výkonnosť. U športovkýň, ktoré majú pravidelnú menštruáciu sa potvrdila výraznejšia variácia v prípade hemoglobínu a estradiolu, pričom trend zmien bol v porovnaní so športovkyňami bez menštruácie opačný. Na základe týchto poznatkov je nevyhnutné prihliadať na menštruačný cyklus u športovkýň a to aj s dôrazom na hľadanie vzťahu medzi zdravotným stavom, subjektívnymi pocitmi a športovou výkonnosťou.

LITERATÚRA

- BACHMAN, E. - TRAVISON, T.G. - BASARIA, S. et al. (2014). Testosterone Induces Erythrocytosis via Increased Erythropoietin and Suppressed Hepcidin: Evidence for a New Erythropoietin/Hemoglobin Set Point, *The Journals of Gerontology: Series A*, Volume 69, Issue 6, June 2014, Pages 725–735.
- BURZALOVÁ, H. (2024). Variabilita hematologických parametrov u vytrvalostných športovkýň. [Bakalárska práca]. FTVŠaZ UMB. 62 s.
- CERVI, A. - BALITSKY, K.A. (2017). Testosterone use causing erythrocytosis. *CMAJ* October 16, 2017 189 (41) E1286-E1288.
- CELEC, P., OSTATNÍKOVÁ, D., PUTZ, Z. et al. (2023). Circatrigintan Cycle of Salivary Testosterone in Human Male. *Biological Rhythm Research*, 34(3), 305–315.
- CELEC, P. - OSTATNÍKOVÁ, D. (2010). Infradian variations of salivary estradiol and progesterone in women. *Biological Rhythm Research* 41:2, 2010. pages 99-104.
- MULLEN, J. – BAEKKEN, L. – BERGSTRÖM, H. et al. (2020). Fluctuations in hematological athlete biological passport biomarkers in relation to the menstrual cycle. *Drug Test Anal.* 2020 Sep;12(9):1229-1240. doi: 10.1002/dta.2873.
- PUPIŠ, M. – BURZALOVÁ, H. – PUPIŠOVÁ, Z. et al. (2024). Infradian specificities of haematological variation in female athletes. In: *Studia kinanthropologica : vědecký časopis pro kinantropologii*. - České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2024. - ISSN 1213-2101. - Vol. 25, no. 3 (2024), pp. 157-162.

SUMMARY

MENSTRUATION AND HEMATOLOGICAL CHANGES IN FEMALE ATHLETES

The aim of the research was to assess the impact of menstruation on hematological changes in female athletes. The research was conducted on four top endurance athletes (18-24 years; body height 165-175 cm, body weight 49-66 kg). In female athletes who had menstruation, the lowest hemoglobin level was recorded during menstruation, then after the end of menstruation, the hemoglobin level rose and after another week it slightly decreased. On the contrary, in female athletes without menstruation, the highest hemoglobin levels were recorded at the time of the expected menstruation, then there was a decrease in hemoglobin level and after another week the hemoglobin level increased. Similarly, in the case of estradiol, a different trend was recorded in the monitored female athletes between female athletes who had menstruation and those who did not have menstruation. In the case of progesterone, no different trends were noted between athletes who had and did not menstruate. The conclusion of the research is that in the case of athletes who have menstruated, more significant hematological changes occur compared to athletes who do not menstruate.

Keywords: estradiol, hemoglobin, menstruation, progesterone.

HODNOCENÍ TĚLESNÉ ZDATNOSTI ŽÁKŮ MLADŠÍHO A STARŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU

Aleš KAPLAN, Anna Kateřina HOROVÁ

Katedra atletiky, sportu a pobytu v přírodě UK FTVS

ABSTRAKT

Průběh upozorňuje na hodnocení úrovně tělesné zdatnosti žáků 3. a 7. ročníků na záměrně vybrané základní škole v Libereckém kraji a porovnává výsledky s celostátními daty České školní inspekce.

Hodnocení probíhalo formou kvantitativního šetření prostřednictvím vybraných čtyř motorických testů (člunkový běh 4×10 m, skok do dálky z místa, leh–sed, vytrvalostní člunkový běh). Data byla zpracována v programu Microsoft Excel a vyhodnocena podle metodiky České školní inspekce. Výsledky byly převedeny do bodové škály UNIFITTEST (6–60), která umožňuje rozdělení výkonů do pěti výkonnostních kategorií a jejich porovnání s věkově odpovídajícími normami. Analýza ukázala vyšší podíl podprůměrných a výrazně podprůměrných výkonů u žáků i žákyň 3. ročníků, zejména ve vytrvalostním člunkovém běhu oproti celostátnímu měření. Naopak nejlepších výsledků dosahovaly žákyně ve skoku dalekém z místa. Zastoupení žáků v kritické zóně zdatnosti bylo vyšší než v celostátním měření u 3. ročníku (ve dvou až třech testech), zatímco u 7. ročníků byl zaznamenán vyšší výskyt zhoršených výkonů ve třech testech.

Klíčová slova: pedagogika, školní tělesná výchova, dítě mladšího školního věku, dítě staršího školního věku, tělesná zdatnost

ÚVOD

V posledních letech se úroveň tělesné zdatnosti žáků a žákyň mladšího a staršího školního věku stává stále častějším tématem odborné i veřejné diskuse. Vlivem moderního životního stylu, nadměrného používání digitálních technologií a nedostatku přirozeného pohybu dochází k poklesu tělesné zdatnosti, nárůstu sedavého způsobu života a zvýšenému výskytu zdravotních rizik. Tato skutečnost nás vedla k realizaci výzkumného šetření specializujícího se na hodnocení tělesné zdatnosti žáků mladšího a staršího školního věku na vybrané základní škole.

TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Podle Suchého a kol. (2022) se na školách se projevuje fenomén „otevřených nůžek“, kdy část žáků má vynikající fyzickou připravenost díky systematickému tréninku od útlého věku, zatímco jiní žáci mají problémy se

základními pohybovými dovednostmi a s tělesnou zdatností. Rostoucí heterogenita třídních kolektivů klade vysoké nároky na učitele tělesné výchovy, kteří musí přizpůsobovat výuku žákům s rozdílnou úrovní pohybových schopností. U dětí se sportovní specializací se často objevuje problém nedostatečného celkového pohybového rozvoje, kdy vynikají ve svém specializovaném sportu, ale v jiných oblastech jsou výrazně slabší. Dále Suchý a kol. (2022) upozorňují, že v minulosti bývaly děti všestrannější a lépe připravené na různé pohybové aktivity.

Horová (2025) uvádí ve své práci, že škola má jako výchovně-vzdělávací instituce potenciál tuto situaci ovlivnit. Tělesná výchova by neměla být vnímána pouze jako předmět zaměřený na rozvoj pohybových schopností a osvojování dovedností, ale také jako prostředek prevence, kompenzace a motivace k celoživotní pohybové aktivitě. Učitel v tomto procesu sehrává nezastupitelnou roli, není pouze garantem odborné výuky, ale také motivátorem a vzorem. Jeho úkolem je vytvářet podmínky, které dětem umožní vnímat pohyb jako přirozenou a obohacující součást života za předpokladu základní úrovně tělesné zdatnosti.

Průcha s Kořátkovou (2013) upozorňují na skutečnost, že ne všechny děti mladšího a staršího školního věku mají stejný zájem o pohyb. Přibývá totiž dětí s nedostatečnými pohybovými zkušenostmi a s nižší tělesnou zdatností, na což reagovala Česká školní inspekce realizováním plošného testování vybraných ročníků žáků základních a středních škol v roce 2022/2023. Česká školní inspekce při šetření v roce 2022/2023 využila poznatky z celostátního výzkumu tělesné výkonnosti žáků ve věku 7 až 19 let, realizovaného v roce 1966, dále vycházela z celostátního výzkumu tělesného a funkčního rozvoje a pohybové výkonnosti mládeže ve věku 7 až 18 let z roku 1987 a z výzkumu zaměřeného na stanovení norem testové baterie UNIFITTEST (6-60) v 90. letech 20. století (Zatloukal a kol., 2023).

CÍL

Cílem konferenčního příspěvku je zhodnotit úroveň tělesné zdatnosti žáků a žákyň 3. a 7. tříd vybrané základní školy v Libereckém kraji a porovnat ji s celorepublikovými hodnotami získanými prostřednictvím testování organizovaného Českou školní inspekcí (2023).

Výzkumné otázky

1. Zaznamenali jsme rozdíly v úrovni tělesné zdatnosti u žáků a žákyň vybrané základní školy v porovnání s celorepublikovými standardy?
2. Jaká je úroveň tělesné zdatnosti žáků a žákyň vybrané základní školy v porovnání s celorepublikovými standardy?
3. Ve kterých testech vykazovali žáci a žákyně největší výkonnostní pokles oproti celorepublikovým výsledkům?

METODIKA

Výzkum jsme prováděli u žáků a žákyň mladšího a staršího školního věku na vybrané základní škole po předchozím souhlasu ředitelství školy a dále po souhlasu rodičů. Celkový počet testovaných žáků a žákyň byl $n=138$ ($n=69$ chlapců, $n=69$ dívek). Výzkumný vzorek tvořili žáci a žákyně 3. ročníků ($n=55$) a 7. ročníků ($n=83$). V rámci každého ročníku byly testovány všechny paralelní třídy, což je uvedeno v Tabulce 1.

Tabulka 1 Přehled počtu testovaných žáků a žákyň

Třída	Probandi		
	Žáci (n)	Žákyně (n)	Celkem (n)
Celkem	69	69	138
3. ročník	31	24	55
7. ročník	38	45	83
3.A	11	9	20
3.B	10	8	18
3.C	10	7	17
7.A	15	13	28
7.B	10	15	25
7.C	13	17	30

K hodnocení tělesné zdatnosti byly použity standardizované motorické testy (Tabulka 2), které odpovídají metodice Českého celostátního testování tělesné zdatnosti žáků základních a středních škol (Zatloukal a kol., 2023).

Zvláštní pozornost byla věnována kritické zóně zdatnosti (tedy podprůměrným výkonům). Pro každého žáka i žákyni bylo spočítáno skóre podle testové baterie UNIFITTEST 6-60, jak z jednotlivých disciplín, tak i celkové skóre testové baterie UNIFITTEST 6-60 ze čtyř absolvovaných motorických testů (člunkový běh 4×10 m, skok daleký z místa, leh–sed, vytrvalostní člunkový běh). Součet bodů každého žáka byl využit pro výpočet průměrných výsledků jednotlivých ročníků a skupin podle pohlaví. Tyto průměry byly následně porovnány s celostátními výsledky.

Tabulka 2 Základní charakteristika testů v rámci šetření ČSI (Zatloukal a kol., 2023)

Stručný popis motorických testů (Zatloukal a kol., 2023)		
Název motorického testu	Ověřovaná schopnost žáka a způsob hodnocení výsledku	Cílová skupina
Člunkový běh 4×10 metrů	-Běžecská rychlostní obratnost, hbitost a explozivní rychlost -Výsledek vyjádřený v sekundách s přesností na jedno desetinné místo (0,1)	Žáci 3. a 7. ročníků základní školy
Skok daleký z místa	-Dynamická explozivně silová schopnost dolních končetin -Výsledek odpovídá délce skoku vyjádřené v centimetrech	Všechny testované ročníky žáků
Leh – sed	-Silově-dynamická vytrvalost břišního svalstva a flexorů kyčelního kloubu -Výsledek vyjádřený jako počet správně provedených cyklů leh-sed	Všechny testované ročníky žáků
Vytrvalostní člunkový běh	-Vytrvalostní schopnost, aerobní kapacita, kardiorespirační zdatnost -Výsledek odpovídající počtu dokončených přeběhů vzdálenosti 20 metrů ve významném a zkracujícím se časovém intervalu	Všechny testované ročníky žáků

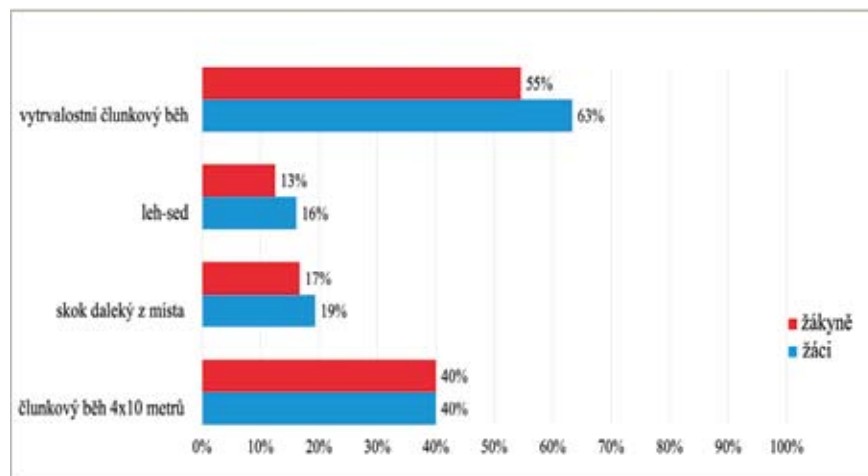
VÝSLEDKY

Výsledky jsou zpracovány do grafů. Obsahují základní ukazatele popisné statistiky, podíl žáků v tzv. „kritické zóně zdatnosti“ dle počtu testů, rozdělení výkonů v jednotlivých disciplínách a celkové skóre UNIFITTEST (6–60).

A. Kritická zóna zdatnosti v jednotlivých testech u žáků a žákyn 3. tříd

Graf 1 nám zaznamenává kritickou zónu zdatnosti v jednotlivých testech u žáků a žákyn 3. tříd vybrané základní školy

Graf 1 Podíl žáků a žákyn 3. tříd s výkonem v kritické zóně zdatnosti v jednotlivých testech (%)

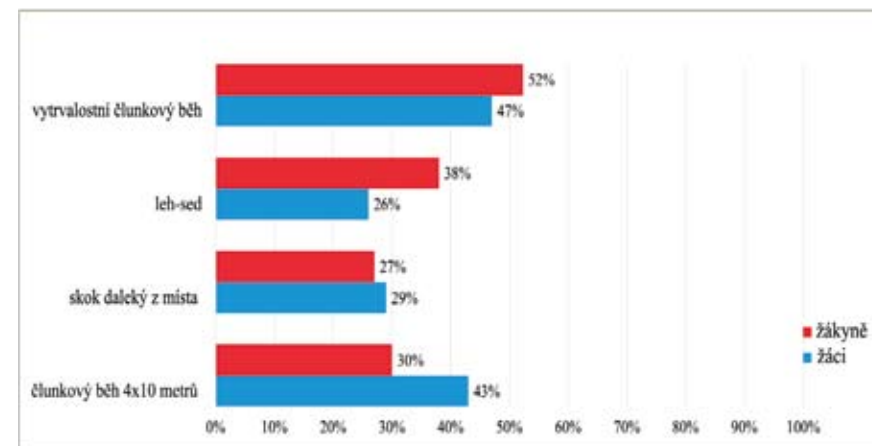


Komentář:

V testu vytrvalostního člunkového běhu dosáhly žákyně 3. ročníků na vybrané základní škole mírně lepšího výsledku než jejich vrstevnice v celostátním měření. Výsledky žáků naopak vykazovaly vyšší zastoupení výkonů v pásmu kritické zóny oproti celostátnímu měření (Zatloukal a kol., 2023). V testu leh-sed byly výsledky mezi vybranou základní školou a celostátním měřením vyrovnanější. Žákyně dosáhly mírně lepších výsledků, zatímco žáci mírně zaostali. Pozitivní výsledky vykazovaly žákyně ve skoku dalekém z místa, kde se podařilo dosáhnout lepších hodnot než v celostátním měření. Naopak v člunkovém běhu na 4×10 m byl podíl v kritické zóně u obou pohlaví vyšší, což ukazuje na rezervy v rychlosti, obratnosti a hbitosti.

B. Kritická zóna zdatnosti v jednotlivých testech u žáků a žákyn 7. tříd

Graf 2 Podíl žáků a žákyn 7. tříd s výkonem v kritické zóně zdatnosti v jednotlivých testech (%)



Komentář:

Výsledky žáků i žákyn 7. ročníků na vybrané základní škole ukazují mírně lepší úroveň kardiorepirační zdatnosti v testu vytrvalostního člunkového běhu ve srovnání s celostátním měřením (Zatloukal a kol., 2023). V testu leh-sed vykazovali žáci i žákyně vybrané základní školy vyšší podíl výkonů v kritické zóně než jejich vrstevníci v celostátním měření. Ve skoku dalekém z místa dosáhly žákyně lepších výsledků než v celostátním měření, zatímco žáci v tomto testu mírně zaostali.

Nejvýraznější odchylka byla zaznamenána v člunkovém běhu 4×10 metrů, kde byl podíl žáků v kritické zóně na vybrané základní škole podstatně vyšší, zatímco u žákyn byl rozdíl méně výrazný (Zatloukal a kol., 2023).

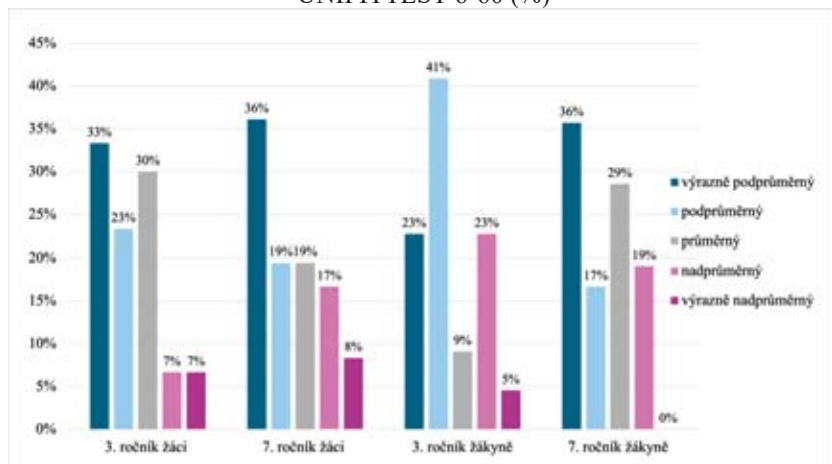
C. Celkové hodnocení jednotlivých motorických testů u 3. a 7. tříd

Žáci i žákyně 3. a 7. ročníků vybrané základní školy dosáhli lepších výsledků zejména ve skoku dalekém z místa, s výjimkou žáků 7. tříd. To svědčí o dobré úrovni explozivní síly dolních končetin. U žáků i žákyn 7. tříd byly zaznamenány mírně lepší výsledky u vytrvalostního člunkového běhu, zatímco u žáků 3. ročníků byla tato složka zdatnosti výrazně horší. V testu leh-sed dosáhly žákyně 3. ročníků lepších výsledků ve své věkové skupině, zatímco žáci mírně zaostávali. V 7. ročníku byl podíl výkonů v kritické zóně vyšší

u obou pohlaví, s výraznější odchylkou u žákyň. V člunkovém běhu 4×10 m byl podíl žáků a žákyň v kritické zóně rovněž vyšší než v celostátním měření, přičemž nejvýraznější rozdíly byly patrné u žáků 7. ročníků

D. Celkové skóre žáků a žákyň vybraného souboru

Graf 3 Podíl žáků a žákyň 7. tříd podle celkového skóre testové baterie UNIFITTEST 6-60 (%)



Pozn. 1: „V případě výrazně podprůměrného výsledku dosáhl žák 4 až 14 bodů, podprůměrného výsledku 15 až 19 bodů, průměrného výsledku 20 až 24 bodů, nadprůměrného výsledku 25 až 29 bodů a výrazně nadprůměrného výsledku 30 až 40 bodů.“ (Zatloukal a kol., 2023)

Komentář:

U žáků 3. ročníku je ve školních datech patrné vyšší zastoupení výrazně podprůměrných výkonů (33 % vs. 23 %) oproti celostátního měření a zároveň nižší podíl nadprůměrných a výrazně nadprůměrných výsledků. To naznačuje mírně slabší výkonnostní úroveň v porovnání s širším vzorkem populace.

U žáků 7. ročníku vybrané základní školy rozdíly ještě více vystupují: výrazně podprůměrných žáků je 36 %, zatímco v celkových datech je to pouze 28 %. Kategorii „průměrný“ a „nadprůměrný“ je v celkových datech více, což může svědčit o větší rovnoměrnosti výkonů ve větším vzorku.

U žákyň 3. ročníku vybrané základní školy dochází k výraznému rozdílu zejména v kategorii „podprůměrný“, kde školní data uvádějí až 41 %, zatímco celková data pouze 29 %. Naopak v kategorii „průměrný“ je patrný pokles

(porov. 9 % oproti 24 %). Tento posun může poukazovat na menší diferenciaci výkonů směrem ke středním hodnotám.

U žákyň 7. ročníku je pozoruhodný zejména nárůst podílu výrazně podprůměrných výkonů (36 % oproti 32 %) a zároveň absence výkonů v kategorii „výrazně nadprůměrný“, které se v celostátním měření vyskytují (5 %).

Limity práce:

Je třeba zmínit, že se testovaní žáci seznámili s jednotlivými motorickými testy až v den samotného měření, bez předchozího nácviku, což je jeden z faktorů, který mohl ovlivnit dosažené výsledky. Například u vytrvalostního člunkového běhu se ukázalo, že žáci 3. ročníků přistupovali k testu soutěživě, často zvolili na začátku testu příliš rychlé tempo a následně nestačili udržet kontinuální tempo běhu, které je však podstatou daného testu.

ZÁVĚRY

V průběhu výzkumného šetření jsme zjišťovali úroveň tělesné zdatnosti žáků 3. a 7. tříd vybrané základní školy v Libereckém kraji a porovnávali ji s celostátními výsledky prováděnými Českou školní inspekcí (Zatloukal a kol., 2023).

Výzkumná část byla zaměřena na hodnocení tělesné zdatnosti žáků a žákyň 3. a 7. ročníků, a to prostřednictvím standardizované baterie testů UNIFITTEST 6–60. Výsledky byly porovnány s daty České školní inspekce Hlavním cílem bylo hodnotit úroveň tělesné zdatnosti žáků a žákyň, jejich zařazení do výkonnostních kategorií a podíl výkonů v „kritické zóně zdatnosti“. Výsledky ukázaly, že testovaní žáci dosahovali v některých oblastech nižší úroveň tělesné zdatnosti, než je celostátní průměr, zejména v rychlosti, obratnosti

a kardiorespirační vytrvalosti. Naopak pozitivní výsledky byly zaznamenány v oblasti explozivní síly dolních končetin.

LITERATURA

- HOROVÁ, A., K. (2025). *Hodnocení úrovně tělesné zdatnosti na vybrané základní škole. Bakalářská práce* (ved. A. Kaplan). Praha: FTVS UK, 58 s.
- PRŮCHA, J., KOŤÁTKOVÁ, S. (2013). *Předškolní pedagogika. Učebnice pro střední a vyšší odborné školy*. 1. vyd. Praha: Portál, 2013. 184 s.
- SUCHÝ, J. a kol. (2022). Tělesná výchova a sport a jeho materiální zázemí jako formující prostředí (souhrn z diskuse u kulatého stolu v rámci konference 100 let pedagogie sportu). *Česká kinantropologie*, vol. 26, no. 3-4, pp. 84-92.
- ZATLOUKAL, T. a kol. (2023). *Tělesná zdatnost žáků na základních a středních školách, Výuka tělesné výchovy a podpora pohybových aktivit (tematická zpráva)*. Česká školní inspekce.

Článek vznikl v rámci realizace programu Cooperatio a jeho panelu vědní oblasti s názvem SPOS Sport Sciences – Social se subdílčím úkolem Analýza cíle školní TV a její vymezení ve střednědobém horizontu, formy pohybových aktivit v procesu TV jako jeden z nástrojů inkluze dětí a mládeže.

SUMMARY

ASSESSMENT OF PHYSICAL FITNESS OF YOUNGER AND OLDER SCHOOL AGE STUDENTS

The article draws attention to the assessment of the level of physical fitness of 3rd and 7th grade students at a deliberately selected elementary school in the Liberec region and compares the results with national data from the Czech School Inspectorate.

The evaluation was carried out in the form of a quantitative survey using four selected motor tests (4×10 m shuttle run, long jump, sit-ups, endurance shuttle run).

The analysis showed a higher proportion of below-average and significantly below-average performances in 3rd grade male and female students, especially in endurance shuttle running compared to the national measurement. On the contrary, female students achieved the best results in the standing long jump. The representation of students in the critical fitness zone was higher than in the national measurement in 3rd grade (in two to three tests), while in 7th grade a higher incidence of impaired performances was recorded in three tests.

Key words: schools, physical activity, physical fitness, motor ability, motor skill, running, testing

VZŤAH SLEDOVANÝCH KINEMATICKÝCH PARAMETROV A VÝKONU V SKOKU O ŽRDI

Adam ANTALEC, Ivan ČILLÍK

Fakulta telesnej výchovy, športu a zdravia,
Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, Slovensko

Abstrakt

Príspevok sa zameriava na vzťah vybraných kinematických parametrov na výkon v skoku o žrde. Výskumnú vzorku tvorilo šesť mládežníckych atlétov, ktorých pokusy boli analyzované pomocou videozáznamu a softvéru Kinovea. Hodnotila sa rýchlosť rozbehu, telesná hmotnosť, uhol zasunutia žrde, ohyb žrde a výška ťažiska. Výsledky potvrdili najmä význam rýchlosti rozbehu, ktorá priamo súvisela s dosiahnutou výškou skoku. Zistenia poukazujú aj na potrebu správneho výberu žrde a dôsledného zvládnutia techniky zasunutia a odrazu.

Príspevok bol napísaný s podporou GÚ VEGA 1/0451/25.

Kľúčové slová: biomechanika, skok o žrde, technika, výkon

ÚVOD

Skok o žrde patrí medzi najtechnickejšie atletické disciplíny, pri ktorej sa spája rýchlosť, sila, koordinácia a precízna technika. Výkon je výsledkom viacerých kinematických parametrov, pričom najvýznamnejšiu úlohu zohráva rýchlosť rozbehu (Frère et al., 2010). Linthorne (2000) poukazuje na to, že práve efektívne využitie energie z rozbehu a jej prenos do žrde je rozhodujúci pre výsledný výkon. Rovnako dôležitý je aj správny výber žrde podľa telesnej hmotnosti a technickej úrovne skokana, čo zdôrazňuje McGinnis (1999). Dovalil et al. (2012) dopĺňajú, že výber vhodných materiálnych a tréningových prostriedkov je kľúčový pre športový rozvoj. Význam posledných krokov rozbehu a zasunutia žrde potvrdzuje aj Tidow (1996), ktorý ich označuje za kritické momenty pokusu.

CIELE

Cieľom bolo zistiť vzťah medzi rýchlosťou rozbehu, uhlom zasunutia žrde, ohybom žrde a telesnou hmotnosťou športovcov, v kontexte dosiahnutej výšky skoku. Na základe toho identifikovať kľúčové faktory úspešnosti skoku.

METODIKA

Výskum sa uskutočnil v atletickej hale v Banskej Bystrici so šiestimi mládežníckymi skokanmi (štyria chlapci, dve dievčatá) vo veku 15 – 18 rokov. Každý absolvoval päť pokusov zo skráteného rozbegu na osem krokov.

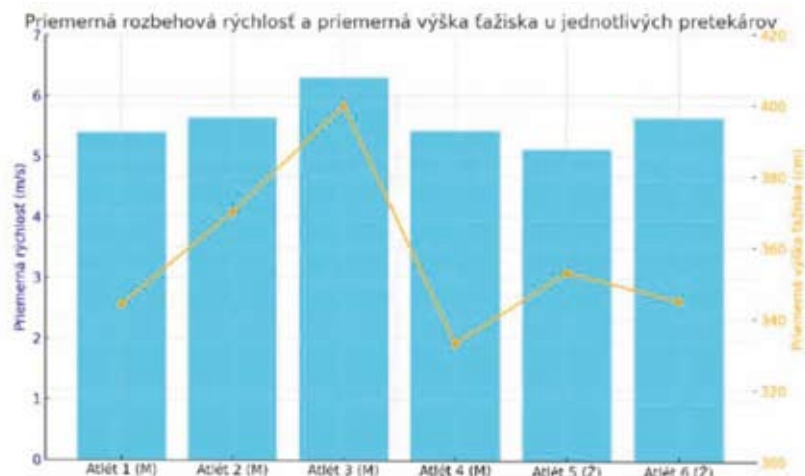
Dáta boli zaznamenané vysokorýchlostnou kamerou (240 fps) umiestnenou kolmo na dráhu a následne analyzované v softvéri Kinovea. Sledované parametre zahŕňali rýchlosť rozbegu v dvoch úsekoch (13,5–8,5 m a 8,5–3,5 m), telesnú hmotnosť, uhol zasunutia, maximálny ohyb žrde a výšku skoku.

Na spracovanie výsledkov sme použili u každého pretekára priemerné hodnoty z piatich pokusov a korelačnú analýzu vzťahov medzi sledovanými premennými.

VÝSLEDKY

Rozhodujúcim faktorom výkonu v skoku o žrde bola rýchlosť rozbegu, ktorá u všetkých atlétov pozitívne korelovala s výškou ťažiska, tzn. čím vyššia rýchlosť, tým vyššia dosiahnutá výška (obrázok 1).

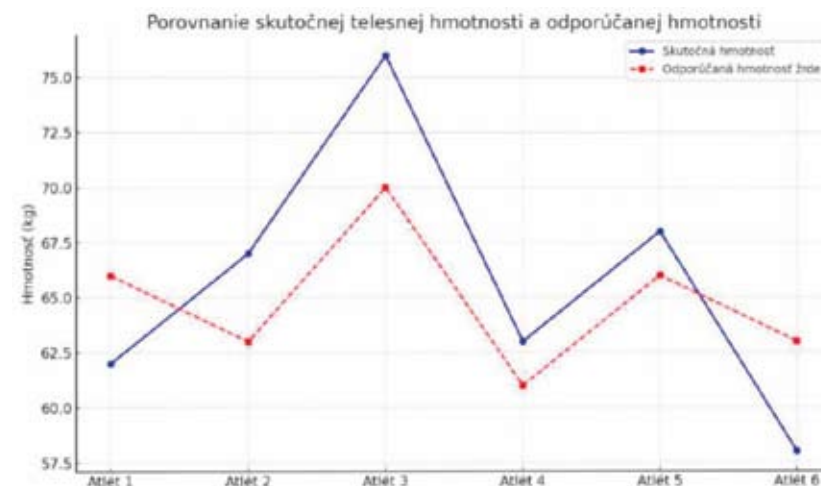
Telesná hmotnosť ovplyvnila hlavne výber žrde, pričom ľahší skokani používali mäkkšie a ťažší skokani používali tvrdšie žrde (obrázok 2). Uhol zasunutia žrde (70–75°) mal zásadný vplyv na efektivitu odrazu, pričom nesprávne zasunutie spôsobovalo straty energie.



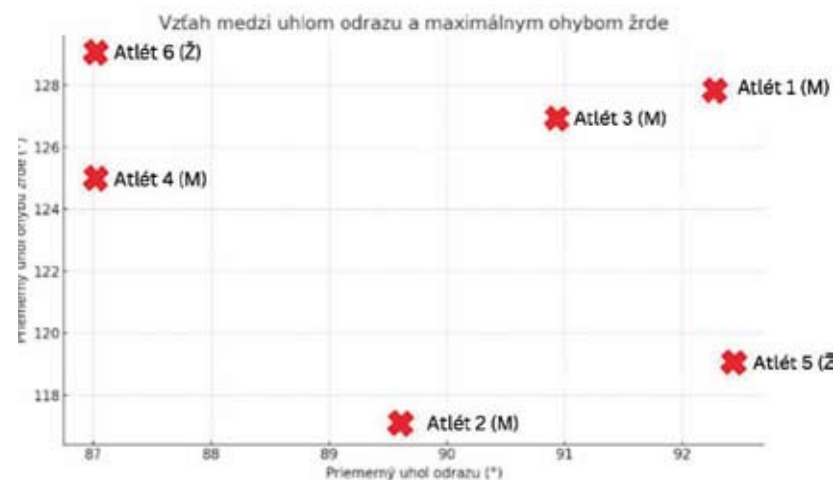
Obrázok 1 Priemerná rozbegová rýchlosť a priemerná výška ťažiska u jednotlivých pretekárov

Maximálny ohyb žrde pri správnom načasovaní podporil účinný prenos energie a prispel k optimálnemu uhlu odrazu, čím zlepšil výšku a efektivitu

skoku (obrázok 3). Najlepšie výsledky dosiahli skokani, ktorí spojili vysokú rýchlosť rozbegu s technicky stabilným zasunutím žrde a vhodne zvolenou tvrdosťou žrde.



Obrázok 2 Porovnanie skutočnej telesnej hmotnosti a odporúčanej hmotnosti pre použitú žrd'



Obrázok 3 Vzťah medzi uhlom odrazu a maximálnym ohybom žrde

DISKUSIA

Výsledky potvrdili, že rýchlosť rozbehu je kľúčovým faktorom výkonu v skoku o žrdi (obrázok 1). Tento záver korešponduje s viacerými odbornými štúdiami, ktoré poukazujú na úzku súvislosť medzi maximálnou rýchlosťou a dosiahnutou výškou (Frère et al., 2010; Linthorne, 2000).

Dôležitý sa ukázal aj správny výber žrde podľa telesnej hmotnosti (obrázok 2). Ako uvádza McGinnis (1999), optimálna tvrdosť žrde umožňuje efektívne využitie energie rozbehu a minimalizuje straty pri odraze. Podobne aj naše zistenia ukázali, že ťažší atléti potrebovali tvrdšie žrde, zatiaľ čo ľahší mohli využívať mäkkšie.

Technické vykonanie zasunutia žrde a odrazu výrazne ovplyvnilo efektivitu celého pokusu. Nesprávny uhol zasunutia spôsoboval energetické straty, čo je v zhode s poznatkami McGinnisa (1999), Tidowa (1996) a Frère et al. (2010), ktorí zdôrazňujú význam technickej presnosti v tejto fáze.

Naše výsledky, získané na pretekároch mládežníckych kategórií, ktorí majú výkonnosť na úrovni 330 – 430 cm podporujú doterajšie výskumy a potvrdzujú, že kombinácia vysokej rýchlosti rozbehu, správneho výberu žrde a kvalitnej technickej realizácie patrí medzi základné predpoklady úspešného výkonu.

ZÁVERY

Výskum potvrdil, že rýchlosť rozbehu je najdôležitejším faktorom ovplyvňujúcim výkon v skoku o žrdi. Ďalej sa ukázalo, že telesná hmotnosť športovcov ovplyvňuje výber vhodnej tvrdosti žrde a technická realizácia zasunutia žrde má významný vplyv na efektivitu odrazu.

Na základe výsledkov odporúčame v tréningu mládežníckych skokanov klásť dôraz na rozvoj rýchlosti rozbehu, individuálny výber žrde a zdokonaľovanie techniky posledných krokov a zasunutia.

Na základe zistení odporúčame v tréningovom procese mládežníckych skokanov klásť dôraz na:

- rozvoj rýchlosti rozbehu,
- individuálny výber tvrdosti žrde podľa telesnej hmotnosti a technickej úrovne,
- zdokonaľovanie techniky posledných krokov a zasunutia žrde.

Takto orientovaný tréning môže prispieť k postupnému zlepšovaniu výkonnosti a efektívnejšiemu rozvoju výkonnosti športovcov.

LITERATÚRA

DOVALIL, J. a kol. Sportovní trénink. Praha: Olympia, 2012. ISBN 978-80-7376-339-0.

FRÈRE, J., L. LEMAITRE, G. SLAVIK a kol. Mechanics of pole vaulting: a review. Sports Biomechanics. 2010, 9(2), 123–138. ISSN 1476-3141. DOI: 10.1080/14763141.2010.488321.

LINTHORNE, N. P. Energy loss in the pole vault take-off and the advantage of the flexible pole. Sports Engineering. 2000, 3(4), 205–218. ISSN 1460-2687. DOI: 10.1046/j.1460-2687.2000.00032.x.

MCGINNIS, P. M. Biomechanics of sport and exercise. 2. vyd. Champaign: Human Kinetics, 1999. ISBN 0-87322-272-0.

TIDOW, G. Model technique analysis sheets – Pole Vault. New Studies in Athletics. 1996, 11(2–3), 173–182. ISSN 0179-6237.

SUMMARY

THE INFLUENCE OF SELECTED KINEMATIC PARAMETERS ON PERFORMANCE IN POLE VAULT

The study examines the influence of selected kinematic parameters on pole vault performance. Six youth athletes were analyzed using video recordings and the Kinovea software, evaluating approach speed, body weight, pole plant angle, pole bend, and center of mass height. Results highlighted the key role of approach speed, directly correlating with jump height, and emphasized the importance of proper pole selection and mastery of planting and take-off technique.

Key words: analysis, biomechanics, pole vault, technique, performance.

ROČNÝ TRÉNINGOVÝ CYKLUS V DETSKEJ ATLETIKE

Ivan ČILLÍK

Fakulta telesnej výchovy, športu a zdravia, Univerzita Mateja Bela
v Banskej Bystrici

ABSTRAKT

Príspevok sa zaoberá projektom Detská atletika v SAZ. Ročný tréningový cyklus v Detskej atletike je rozdielny ako vo vyšších vekových kategóriách. Je prispôbený organizácii školského roka, prázdninám a štruktúra jednotlivých období nie je veľmi rozdielna. Všetky obdobia, resp. mesiace počas školského roka majú prípravno-súťažný charakter.

Zameranie tréningu je komplexné, tzn. všestranný rozvoj pohybových schopností, komplexný rozvoj atletických, gymnastických a herných zručností. Súčasťou sú súťaže detí v rámci projektu Detská atletika a v rámci oblastných atletických súťaží. Pomer všeobecnej a špeciálnej (atletickej) prípravy je 70-80 % vs. 20- 30 %.

Príspevok bol napísaný s podporou GÚ VEGA 1/0451/25 Pohybová aktivita a indikátory zdravia detí mladšieho školského veku v projekte Kids athletics.

Kľúčové slová: atletika, deti, koncepcia, ročný tréningový cyklus.

ÚVOD

Tréning detí v atletike vyžaduje špecifický prístup, ktorý rešpektuje princípy dlhodobej športovej prípravy (LTAD – Long-Term Athlete Development) a vekové osobitosti (Balyi, Way, Higgs, 2013; Bompá, Haff, 2009). Z dlhodobého hľadiska ročný tréningový cyklus (RTC) predstavuje základnú organizačnú jednotku športovej prípravy, ktorá umožňuje plánovité a systematické rozdelenie období. Základom stavby tréningu a celkovej koncepcie je vychádzať z LTAD, osobitostí detí v tréningovej skupine a podmienok na tréningovanie.

Poznanie vekových osobitostí a ich dodržiavanie je rozhodujúcim princípom, ktorý vytvára podmienky pre budúcu športovú kariéru každého jedinca. Preto je dôležité vnímať a rešpektovať špecifiká detského organizmu a tie zohľadňovať pri plánovaní a realizácii RTC.

Špecifická klíma, zameranie, vzťahy a cieľ každej tréningovej skupiny vytvára osobitnú atmosféru, ktorá by u detí mala byť pozitívna a povzbudzujúca smerom k jeho budúcej športovej aktivite. Prehnané a neprimerané ciele v tejto vekovej kategórii môžu mať za následok predčasné

ukončenie športovej prípravy už v detskom veku. Príčiny sú rôzne ale najčastejšie to je psychické vyhorenie, fyzická únava, zdravotné problémy, príp. nedostatok času. Ciele by nemali byť zamerané na konkrétny výkon alebo umiestnenie ale na proces, tréning, ako zlepšiť jednotlivé prvky v tréningu.

Detská atletika je zameraná na „deti“. Deti by sa mali hrovou formou zoznámiť s behaním, skákaním a hádzaním a s viacerými inými základnými športovými pohybmi a procesmi (Killing a kol, 2017).

Projekt Detská atletika SAZ vychádza z celosvetového projektu Kids athletics, ktorého základným cieľom je poskytnúť deťom pravidelnú, zmysluplnú pohybovú aktivitu.

Cieľom tréningového procesu v detskom veku nie je maximálny výkon, ale všestranný rozvoj pohybových schopností, nácvik a zdokonaľovanie prípravných atletických zručností a techniky jednoduchých atletických disciplín a vytváranie pozitívneho vzťahu k športu.

CIEĽ

Príspevok sa zaoberá príkladom koncepcie ročného tréningového cyklu (RTC) v atletike, na príklade prípravy Atletika pre deti v Atletickom klube ŠK UMB v Banskej Bystrici.

ROČNÝ TRÉNINGOVÝ CYKLUS V DETSKEJ ATLETIKE

Plán RTC detí v Atletickom klube ŠK UMB Banská Bystrica vychádza z viacerých materiálov všeobecného charakteru z tréningu (napr. Martens, 2006; Dovalil a kol, 2009);, projektu Detská atletika v Slovenskom atletickom zväze (DA SAZ), metodických materiálov, ktoré sa dotýkajú tréningu detí (napr. Broďani, 1996; Kaplan, Váľková, 2009; Perič, 2012; Švachová, 2013; Čillík a kol., 2018, Čillík a kol, 2022) a z konkrétnej koncepcie tréningu, ktorá je nastavená v klube. Podnetné sú aj poznatky výskumov v projekte Kids athletics v iných krajinách (napr. Petros a kol., 2016; Calik a kol., 2019; Abhadyev a kol., 2020).

RTC v klube vychádza z organizácie v rámci školského roka, tzn. že zahŕňa obdobie od septembra do júna. Letné prázdniny sú určené na individuálne pohybové a športové aktivity s rodičmi, kamarátmi, resp. v rôznych táboroch. Klub pre deti od 8 rokov organizuje pobytový tábor v rozsahu 1 týždeň, na ktorom je účasť dobrovoľná.

Koncepcia tréningu rešpektuje externé faktory, ako napr. klimatické podmienky, tréningové podmienky a súťažný kalendár detí. Dôležité je aj rešpektovanie názoru rodičov detí, ktoré trénujú v klube.

V rámci projektu Detská atletika SAZ v klube trénujeme deti vo veku 4 – 11 rokov, ktoré trénujú 2 krát týždenne. Rozdelenie do skupín je podľa záujmu

a miesta bydliska, resp. školy, ktorú deti navštevujú, v rámci skupín sú deti spravidla rozdelené na skupinu starších a mladších detí.

Každá skupina má cca 15 – 20 členov a ku každej skupine je pridelený jeden tréner, ktorý realizuje tréningový proces, komunikuje s rodičmi, prihlasuje deti na súťaže, pripravuje rôzne akcie pre deti.

Na rozdiel od dospelých má RTC inú štruktúru, tzn., že nie sú také výrazné rozdiely medzi jednotlivými obdobiami. Všetky obdobia sú v podstate prípravno-pretekové:

September, október

Tréningy vonku, súťaže DA na dráhe v teréne.

November, december

Tréningy v telocvični, súťaže DA v telocvični, v teréne.

Január, február

Tréningy v telocvični, súťaže DA v telocvični.

Marec, apríl

Tréningy v telocvični, vonku, súťaže SAZ, DA v telocvični, v teréne, na dráhe.

Máj, jún

Tréningy vonku, súťaže na dráhe.

RTC je rozdelený na 5 dvojmesačných blokov, počas ktorých sa plnia jednotlivé úlohy.

Zameranie jednotlivých blokov

September - október

Cieľ

Základná organizácia a štruktúra tréningu.

Prípravné bežecké cvičenia, hod loptičkou.

Rozvoj vytrvalostných schopností.

Obsah

Hry, všestranná atletická príprava s využitím prípravných cvičení na beh, hod a skok.

Súťaž v disciplínach DA, príp. krose

November - december

Cieľ

Prípravné bežecké cvičenia, hod loptou obojručne.

Rozvoj koordinačných schopností, flexibility.

Obsah

Hry, všestranná atletická príprava s využitím prípravných cvičení na beh, hod; prípravné gymnastické cvičenia.

Súťaž v disciplínach DA, príp. krose

Január - február

Cieľ

Prípravné bežecké, odrazové cvičenia, hod loptou obojručne.

Rozvoj koordinačných schopností, flexibility.

Obsah

Hry, všestranná atletická príprava s využitím prípravných cvičení na beh, skok, hod; prípravné gymnastické cvičenia.

Súťaž v disciplínach DA.

Marec - apríl

Cieľ

Prípravné bežecké, odrazové cvičenia, hod loptičkou.

Rozvoj rýchlostných, koordinačných schopností, flexibility, vytrvalostných schopností.

Obsah

Hry, všestranná atletická príprava s využitím prípravných cvičení na beh, štafety, skok z rozbehu, hod; prípravné gymnastické cvičenia.

Súťaž v disciplínach DA.

Máj - jún

Cieľ

Prípravné bežecké, odrazové cvičenia, hod loptičkou.

Rozvoj rýchlostných, koordinačných schopností, flexibility, vytrvalostných schopností.

Obsah

Hry, všestranná atletická príprava s využitím prípravných cvičení na beh, skok, hod.

Súťaž v disciplínach SAZ, DA.

Naprieč celým RTC sa snažíme dodržať pomer všeobecnej a špeciálnej prípravy v pomere 70-80 % všeobecnej prípravy a 20-30 špeciálnej (atletickej) prípravy.

Zameranie tréningov sa strieda podľa obdobia, miesta tréningu a aktuálnych úloh (tab. 1). Farebne je vyznačený obsah, ktorý je najdôležitejší v danom období. Celoročne sa kladie dôraz na pohybové hry, ktoré sklúžia na rozvoj predovšetkým koordinačných schopností. V ostatných mesiacoch je zameranie mení predovšetkým podľa podmienok, kde sa trénuje v telocvični alebo vonku. V telocvični je väčší dôraz na gymnastiku, posilňovanie a rozvoj flexibility. V tréningoch vonku je väčší dôraz na prípravné atletické cvičenia bežecké charakteru ale aj na odrazové cvičenia a hody jednoručné ale aj obojručné. V každom období je dobré, keď sa stanoví nejaký konkrétny cieľ, čo by sa mali deti naučiť, resp. zvládnuť. V telocvični to je napr. zvládnutie

nejakého gymnastického prvku. V tréningu na ihrisku je to získanie atletických zručností – napr. prvku bežeckej abecedy.

Tab. 1 Priemerný čas (min.) v tréningovej jednotke (60 min.) v RTC

Mesiace/obsah	Š	S	H	V	G	H	O
IX.	5	5	5	5	10	25	5
X.	5	5	5	5	10	25	5
XI.	5	5			20	25	5
XII.	5	5	5		20	20	5
I.	5	5	5		20	20	5
II.	5	5	15		10	20	5
III.	5	5	15		10	20	5
IV.	10	5	10	5	5	20	5
V.	10	10	5	5	5	20	5
VI.	10	10	5	5	5	20	5

Vysvetlivky: Š – šprinty, S – skoky, H – hody, V – vytrvalosť, G – gymnastika, strečovanie, posilňovanie, H – hry, O – organizačné záležitosti

Z pohľadu štruktúry jednej tréningovej jednotky, táto je rozdelená na 4 základné časti: úvodná, prípravná, hlavná a záverečná (tab. 2). Dĺžka trvania jednotlivých častí tréningu závisí od dĺžky trvania tréningu ale aj od iných faktorov. Dôležité je, aby si deti zvykli na určitú štruktúru tréningu. To ale neznamená, že tréningu sú rovnaké, monotónne.

Tab. 2 Orientačné časy jednotlivých častí tréningu v závislosti od dĺžky trvania tréningu (Čillík a kol., 2022)

Časti/tréning (min.)	45	60	90
Úvodná (min.)	1-2	1-2	1-5
Prípravná (min.)	5-10	10-15	15-20
Hlavná (min.)	20-30	30-40	40-50
Záverečná (min.)	5-10	10-15	15-20

Práve naopak tréning detí musí byť pestrý, v tréningu je potrebné prinášať neustále nové prvky a tréningové prostriedky, učiť deti novým zručnostiam. Deti radi objavujú nové veci, majú radi nové výzvy. Aj keď sa štruktúra jednotlivých tréningov môže podobáť alebo byť takmer totožná, tréningy môžu byť veľmi odlišné z hľadiska obsahu a využívaných tréningových prostriedkov, aj rozdielných pomôcok. V projekte Detská atletika SAZ máme

pestrú, variabilnú zaujímavú a bezpečnú súpravu náradia, ktoré je potrebné využívať. Keď tréneri dokážu tieto pomôcky vhodne využívať, tak tréning je pre deti zaujímavý a radi na tréningy chodia.

Úvodná časť tréningu je zistiť prítomnosť a aktuálne naladenie na tréning, oboznámiť deti s obsahom tréningu a zaujať ich, tak aby sme ich motivovali do tréningu.

Prípravná časť tréningu obsahuje rozohriatie a všeobecné rozcvičenie. Špeciálne rozcvičenie môže tvoriť súčasť prípravnej časti tréningu alebo hlavnej časti tréningu (napr. špeciálne bežecké cvičenia, s ktorými sa deti ešte len oboznamujú).

V hlavnej časti tréningu sa plní hlavný cieľ a hlavné úlohy tréningu. Hlavná časť tréningu obsahuje spravidla 2 – 3 časti tak aby sa deti niečo naučili, vyskúšali si ale aby sa udržala ich pozornosť. Jednotlivé činnosti sa striedajú v krátkych časových úsekoch.

U detí do 7 rokov odporúčame striedať činnosť každé 2 -3 min. a detí do 11 rokov každých 5 – 10 min.

V záverečnej časti dochádza k postupnému znižovaniu zaťaženia. Okrem vyklusania alebo menej náročnej hry na zaťaženie, náplň strečingové, natáhovacie cvičenia.

ZÁVERY

RTC v Detskej atletike je rozdielny ako RTC vo vyšších vekových kategóriách. Je prispôsobený organizácii školského roka, prázdninám a štruktúra jednotlivých období nie je veľmi rozdielna. Všetky obdobia, resp. mesiace počas školského roka majú prípravný-súťažný charakter.

Zameranie tréningu je komplexné, tzn. všestranný rozvoj pohybových schopností, komplexný rozvoj atletických, gymnastických a herných zručností. Súčasťou sú súťaže detí v rámci projektu Detská atletika a v rámci oblastných atletických súťaží.

Obsah tvoria prípravné atletické cvičenia bežeckého a skokanského charakteru, obojručné a jednoručné hody, gymnastické cvičenia, pohybové hry. Pomer všeobecnej a špeciálnej (atletickej) prípravy je 70-80 % vs. 20- 30 %.

LITERATÚRA

- ABHAYDEV, C.S., BHUKAR, J., & THAPA, R.K. (2020). Effects of IAAF Kids Athletics programme on Psychological and Motor Abilities of Sedentary School Going Children. In: *Teoria ta Metodika Fizičného Vihovania*, 20 (4), pp. 234-241. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2020.4>
- BALYI, I., WAY, R., & HIGGS, C. (2013). *Long-Term Athlete Development*. Human Kinetics.

- BOMPA, T. O., & HAFF, G. G. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics.
- BROŽÁNI, J. (1996). *Teória a didaktika atletiky*. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa.
- CALIK, S.U., PEKEL, H.A., & AYDOS, L. (2018). A Study of Effects of Kids Athletics Exercises on Academic Achievement and Self-Esteem. *Universal Journal of Educational Research*, 6(8), 1667-1674. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060806>
- ČILLÍK, I., BLANÁROVÁ, S., NEMEC, M., KOZOLKOVÁ, D. (2018) *Detská atletika I*. Bratislava: Slovenský atletický zväz.
- ČILLÍK, I. a kol.: (2022) *Detská atletika II*. Bratislava: SAZ
- DOVALIL, J. a kol. (2009). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- KAPLAN, A., VÁLKOVÁ, N. (2009). *Atletika pro děti a jejich rodiče, učitele a trenéry*. Praha: Olympia.
- KILLING, W. a kol. (2017). *Grundlagentraining*. Munster: Deutscher Leichtathletik Verband.
- MARTENS, R. (2006). *Úspěšný trenér*. Praha: Grada.
- PETROS, B., PLOUTARHOS, S., VASILIOS, B., VASILIKI, M., KONSTANTINOS, T., STAMATIA, P., & HATTZIVASSILEIOU, CH. (2016). The effect of IAAF Kids Athletics on the physical fitness and motivation of elementary school students in track and field. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(3), 883-896. <https://doi.org/10.7752/jpes.2016.03139>
- PERIČ, T. (2012). *Sportovní přírava dětí*. Praha: Grada.
- ŠVACHOVÁ, S. (2013). *Vplyv projektu „Atletika pre deti“ na zmeny úrovně všeobecnej pohybovej výkonnosti detí v mladšom školskom veku*. Krakov: Spolok Slovákov.

SUMMARY

ANNUAL TRAINING CYCLE IN CHILDREN'S ATHLETICS

The paper focuses on the Children's Athletics project within the Slovak Athletic Association (SAF). The Annual training cycle in Children's Athletics differs from the Annual training cycle in older age categories. It is adapted to the organization of the school year, holidays, and the structure of the individual training periods is not significantly different. All periods or months during the school year have a preparatory-competitive character.

The training focus is comprehensive, meaning a versatile development of motor abilities and an all-around development of athletic, gymnastic, and game-related skills. The program includes children's competitions within the Children's Athletics project as well as regional athletics competitions. The ratio

of general to specific (athletic) preparation is approximately 70–80% to 20–30%.

Keywords: athletics, children, concept, annual training cycle.

ÚROVEŇ POHYBOVÝCH SCHOPNOSTÍ DETÍ NAVŠTEVUJÍCICH KRÚŽOK DETSKÁ ATLETIKA

Jaroslav BRODĀNI, Sofia LIPOVSKĀ

Katedra telesnej výchovy a športu PF UKF Nitra

ABSTRAKT

V príspevku poukazujeme na úroveň pohybových schopností chlapcov a dievčat navštevujúcich krúžok Detská atletika v Nitre a porovnávame ju s celoštátnymi meraniami.

Východiskom na porovnanie bola testovacia batéria pre identifikáciu pohybových predpokladov žiakov Základných škôl v Slovenskej republike. Rozdiely boli overené štatisticky ako aj vecne.

Výsledky preukázali rovnakú úroveň pohybových schopností 8 ročných chlapcov a 7 ročných dievčat navštevujúcich krúžok Detská atletika. Rozdiely boli zaznamenané v porovnaní s celoštátnymi meraniami. Chlapci a dievčatá dosahovali lepšiu úroveň pohybových schopností v porovnaní s populáciou v testoch: Kotúľanie lôpt, Skok do diaľky z miesta, Lah sed, Člnkový beh 4x10m a Vytrvalostný člnkový beh na 20m. Dievčatá taktiež dosiahli lepšiu úroveň vo výdrži v zhybe.

Testovanie atletického potenciálu vo veku 7-8 rokov umožňuje identifikovať prirodzené pohybové predpoklady detí v období, keď sa rozvíjajú základné pohybové vzorce a je optimálny čas na ich cielený rozvoj. Včasné rozpoznanie talentov maximalizuje potenciál dlhodobého športového rozvoja a zároveň predchádza predčasnemu preťaženiu alebo nesprávnemu výberu špecializácie.

Kľúčové slová: detská atletika, pohybové schopnosti, celoštátne testovanie, porovnanie

ÚVOD

Základné lokomócie vychádzajú z atletiky a zároveň sú jej súčasťou. Atletika je obsiahnutá pohybmi, ktoré sú svojou technikou dôležité jednak pre bežný život a zároveň pre ďalší motorický rozvoj a učenie sa zložitejších pohybových celkov (Jakubík a BrodĀni 2023). Fittko et al. (2011) poukazuje na dôležitý aspekt atletiky v poskytnutí priestoru na individuálny rast a možnosť zlepšovania sa pre každého vzhľadom na aktuálnu, počiatočnú výkonnostnú úroveň.

Prínos atletiky spočíva v zdokonaľovaní základných lokomócií, ako aj v rozvoji mnohých pohybových schopností a zručností (Čillík, Blanárová, Nemec a Kozolková 2018; Doležalová a Lednický 2012; KluvĀnková a kol.

2019). Často práve tých schopností a zručností, ktoré pri prechode žiakov na druhý stupeň ZŠ nie sú na požadovanej úrovni (Abhaydev & Bhukara 2021). Alarmujúci je aktuálny stav všestrannej pohybovej výkonnosti mládeže, ktorý sa viaže na systém riadenia výchovno-vzdelávacieho procesu na školách a najmä na mimoškolskú telovýchovnú a športovú činnosť vo voľnom čase. Značná časť detí sa práve vo voľnom čase uspokojuje s „pokojuvými“ formami činnosti (Krška, 2007). Katzenbogner et al. (2018) dodáva, že rozvoj týchto pohybových schopností a zručností je základnou úlohou detskej atletiky. Výhody v aplikovaní prvkov atletiky na hodinách telesnej a športovej výchovy, resp. v atletických krúžkoch je jej pestrý obsah pohybových aktivít, prirodzený charakter jednotlivých pohybů, relatívna materiálna a priestorová nenáročnosť, prirodzený záujem žiakov mladšieho školského veku o atletické činnosti, objektívna merateľnosť a sledovanie progresu, možnosti predikcie predpokladov žiakov na budúcu športovú činnosť (Jakubík a BrodĀni 2025).

CIEĽ

Cieľom príspevku je prezentovať úroveň pohybových schopností detí navštevujúcich krúžok Detská atletika v atletickom klube v Nitre a porovnať ju s celoštátnymi meraniami v Slovenskej republike z roku 2019.

METODIKA

Výskum bol realizovaný v súbore chlapcov (N = 19, Vek M = 8,05 SD = 1,08) a dievčat (N = 21, Vek M = 7,38 SD = 1,12) navštevujúcich krúžok Detská atletika v atletickom klube v Nitre.

Tabuľka 1 Úroveň pohybových schopností chlapcov a dievčat navštevujúcich krúžok Detská atletika a ich porovnanie.

	Chlapci		Dievčatá		Diferencie			
	M	SD	M	SD	d _M	t	p	d
Telesná výška (cm)	130,11	8,16	128,90	9,80	1,20	0,42	0,68	0,13
Telesná hmotnosť (kg)	30,95	10,84	29,43	10,56	1,52	0,45	0,66	0,14
Predklon (cm)	3,53	5,93	6,62	5,49	3,09	1,71	0,09	0,54
Kotúľanie 3 lôpt (s)	47,06	24,37	58,42	21,80	11,36	1,56	0,13	0,49
Skok (cm)	125,16	18,07	116,86	20,40	8,30	1,36	0,18	0,43
Výdrž v zhybe (s)	9,28	8,48	9,10	8,16	0,18	0,07	0,95	0,02
Zostava s tyčou (s)	33,02	9,55	32,46	8,10	0,56	0,20	0,84	0,06
Lah - sed (n)	30,05	10,81	30,62	8,63	0,57	0,18	0,85	0,06
4x10m (s)	13,13	1,00	13,71	1,16	0,58	1,69	0,10	0,53
VČB na 20 metrov (n)	22,79	13,98	18,05	6,45	4,74	1,40	0,17	0,44
Vlajková naháňačka (b)	6,68	3,56	5,10	2,57	1,59	1,63	0,11	0,52

Východiskom pre zisťovanie úrovne somatických a pohybových schopností bola testovacia batéria pre identifikáciu pohybových predpokladov

žiacov Základných škôl v Slovenskej republike (NŠC 2019), ktorá pozostávala z testov: Telesná výška (cm), Telesná hmotnosť (kg), Hĺbka predklonu s dosahovaním v sede (cm), Kotúľanie 3 lôpt (s), Skok do diaľky z miesta (cm), Výdrž v zhybe nadhmatom (s), Opakovaná zostava s tyčou (s), Ľah - sed (n), 4x10m člnkový beh (s), Vytrvalostný člnkový beh na 20 metrov (n) a Vlajková naháňačka (počet bodov).

Rovnakú somatickú a výkonnostnú úroveň chlapcov a dievčat v jednotlivých testoch charakterizujeme základnými popisnými štatistikami (N - počet, M - priemer, SD - smerodajná odchýlka), vid' tabuľka 1. Štatistická a vecná významnosť rozdielov bola posúdená matematickým rozdielom priemerov „d_M“, t-testom (p<0,05) a Cohenovým „d“ (d<0.2 triviálny efekt, d>0.2 malý efekt, d>0.5 stredný efekt a d>0.8 veľký efekt).

VÝSLEDKY

Pri porovnaní pohybových schopností dosahovali 8 roční chlapci aj 7 ročné dievčatá vyššiu úroveň pohybových schopností v porovnaní s populáciou z roku 2019 (p<0,05).

Chlapci navštevujúci krúžok Detská atletika (tabuľka 2) dosahovali v porovnaní s populáciou lepšie výsledky v teste Kotúľanie lôpt (t = 3,12; p<0,01; d = 0,73), Skok do diaľky z miesta (t = 4,02; p<0,01; d = 0,94), Ľah sed (t = 4,27; p<0,01; d = 1,0), Člnkový beh 4x10m (t = 4,14; p<0,01; d = 0,97) a Vytrvalostný člnkový beh (t = 3,19; p<0,01; d = 0,75). V testoch Predklon, Výdrž v zhybe, Zostava s tyčou a Vlajková naháňačka sme nezaznamenali u chlapcov signifikantné rozdiely v porovnaní s populáciou (p = n.s.).

Tabuľka 2 Úroveň pohybových schopností chlapcov navštevujúcich krúžok Detská atletika a porovnanie s celoštátnymi meraniami z roku 2019

	Chlapci		Populácia		diferencie			
	M	SD	M	SD	d _M	t	p	d
Telesná výška (cm)	130,11	8,16	125,20	7,03	4,91	2,97	0,00	0,69
Telesná hmotnosť (kg)	30,95	10,84	26,00	5,95	4,95	3,42	0,00	0,80
Predklon (cm)	3,53	5,93	4,60	8,16	1,07	0,57	0,57	0,13
Kotúľanie 3 lôpt (s)	47,06	24,37	34,50	16,9	12,56	3,12	0,00	0,73
Skok (cm)	125,16	18,07	105,80	20,7	19,36	4,02	0,00	0,94
Výdrž v zhybe (s)	9,28	8,48	8,40	8,66	0,88	0,43	0,66	0,10
Zostava s tyčou (s)	33,02	9,55	39,40	15,9	6,38	1,73	0,08	0,40
Ľah - sed (n)	30,05	10,81	21,10	8,89	8,95	4,27	0,00	1,00
4x10m (s)	13,13	1,00	16,20	3,22	3,07	4,14	0,00	0,97
VČB na 20 metrov (n)	22,79	13,98	16,30	8,44	6,49	3,19	0,00	0,75
Vlajková naháňačka (b)	6,68	3,56	7,51	5,88	0,83	0,61	0,54	0,14

Dievčatá v priemernom veku 7 rokov (tabuľka 3) navštevujúci krúžok Detská atletika dosahovali v porovnaní s populáciou lepšie výsledky v teste

Kotúľanie lôpt (t = 6,61; p<0,01; d = 1,45), Skok do diaľky z miesta (t = 3,28; p<0,01; d = 0,72), Výdrž v zhybe (t = 2,24; p<0,03; d = 0,49), Ľah sed (t = 5,24; p<0,01; d = 1,15), Člnkový beh 4x10m (t = 3,24; p<0,01; d = 0,71) a Vytrvalostný člnkový beh (t = 2,23; p<0,05; d = 0,49). V testoch Predklon, Zostava s tyčou a Vlajková naháňačka sme nezaznamenali u dievčat signifikantné rozdiely v porovnaní s populáciou (p = n.s.).

Tabuľka 3 Úroveň pohybových schopností dievčat navštevujúcich krúžok Detská atletika a porovnanie s celoštátnymi meraniami z roku 2019

	Dievčatá		Populácia 2019		diferencie			
	M	SD	M	SD	d _M	t	p	d
Telesná výška (cm)	128,90	9,80	124,00	6,12	4,90	3,65	0,00	0,80
Telesná hmotnosť (kg)	29,43	10,56	25,00	5,32	4,43	3,78	0,00	0,83
Predklon (cm)	6,62	5,49	5,90	7,00	0,72	0,47	0,64	0,10
Kotúľanie 3 lôpt (s)	58,42	21,80	36,70	15	21,72	6,61	0,00	1,45
Skok (cm)	116,86	20,40	102,80	19,6	14,06	3,28	0,00	0,72
Výdrž v zhybe (s)	9,10	8,16	5,70	6,94	3,40	2,24	0,03	0,49
Zostava s tyčou (s)	32,46	8,10	36,70	13,3	4,24	1,46	0,14	0,32
Ľah - sed (n)	30,62	8,63	20,80	8,56	9,82	5,24	0,00	1,15
4x10m (s)	13,71	1,16	16,40	3,8	2,69	3,24	0,00	0,71
VČB na 20 metrov (n)	18,05	6,45	14,60	7,06	3,45	2,23	0,03	0,49
Vlajková naháňačka (b)	5,10	2,57	6,79	4,63	1,69	1,69	0,09	0,37

DISKUSIA

Naše výsledky nás vedú k záveru, že pravidelná implementácia prostriedkov detskej atletiky do športovej prípravy detí má pozitívny vplyv na harmonický a všestranný rozvoj detí. Sledovaná skupina chlapcov a dievčat navštevujúcich krúžok Detská atletika v Nitre, dosahuje vyššiu úroveň pohybových schopností v porovnaní s populáciou (NŠC 2019). Vyššia úroveň špecifických schopností úzko súvisí so zameranosťou a využívaním atletických prostriedkov v krúžku Detská atletika.

Známe sú relevantné domáce štúdie, ako napríklad Kremnického (2009) o pozitívnom vplyve základných atletických prvkov ako bežecká abeceda, šprinty a skoky na gymnastické zručnosti alebo zistení Čillika a Willwébera (2018) o pozitívnom vplyve detskej atletiky na parametre zloženia tela detí. V prospech atletiky hovorí aj práca Willwébera (2016), kde bol zistený lepší výkon vo všeobecnej pohybovej výkonnosti 6 - 7 ročných žiakov venujúcich sa atletike ako u ich rovesníkov hrajúcich tenis. Uvádzaná séria výskumov Čillika (2015) preukázala významný vplyv "Atletiky pre deti" na všeobecnú pohybovú výkonnosť (EUROFIT, UNIFIT), pričom najväčšie zmeny nastali v rýchlostných, rýchlostno-silových schopnostiach a aeróbnej vytrvalosti. V štúdiách Jakubík a Broďáni (2023, 2025) boli zaznamenané pozitívne zmeny atletickej intervencie u žiakov 3 ročníka v 5-tich meraných ukazovateľoch

kondičných schopností (aeróbna vytrvalosť, výbušná sila dolných končatín, výbušná sila horných končatín, akceleračná rýchlosť a dynamická sila svalstva trupu).

Zahraničné zdroje potvrdzujú vplyv detskej atletiky na výkon, pohybové schopnosti a predovšetkým na motiváciu pokračovať v športe, pričom úspech pripisujú aj angažovanosti učiteľov (Petros et al. 2016). Vysoko efektívna bola atletická intervencia 3x týždenne počas 12-týždňov Abhaydeva a Bhukara (2021) na vybranej základnej škole v Indii, kde nastali štatisticky významné zmeny vo všetkých meraných ukazovateľoch (ohybnosť, výbušná sila DK, vytrvalosť v rýchlosti, agilita a rýchlosť). Overovanie vplyvu pohybových prvkov detskej atletiky bolo sledované aj v práci autorov Čalika, Pekela a Aydos (2018) na vybraných tureckých základných školách. Štúdia nehodnotila motoriku, ale zaznamenala pozitívny vplyv na sebaúctu a akademické výsledky v kľúčových predmetoch.

Tieto zistenia korešpondujú so zhodou odborníkov z oblasti športových vied, detskej atletiky alebo oblasti motorického učenia ako Friedrich (2013), Katzenbogner et al. (2018) či Belej (2001), ktorí poukazujú na mladší školský vek ako na optimálne obdobie rozvoja rýchlostných a koordinačných schopností, ale aj ako začiatok vhodného obdobia fyzickej a pohybovej gramotnosti, resp. rozvoja zručností (Balyi 2025).

ZÁVERY

Vyššia úroveň pohybových schopností detí navštevujúcich krúžok Detská atletika v Nitre opätovne poukazuje na pozitívny vplyv prostriedkov detskej atletiky na harmonický a všestranný rozvoj detí s prihliadnutím na ich vývojové potreby.

V porovnaní s populáciou dosahovali 8 roční chlapci aj 7 ročné dievčatá vyššiu úroveň pohybových schopností v porovnaní s populáciou z roku 2019 v testoch: Kotúľanie lôpt, Skok do diaľky z miesta, Ľah sed, Člnkový beh 4x10m a Vytrvalostný člnkový beh na 20m. Dievčatá taktiež dosiahli lepšiu úroveň vo výdrži v zhybe.

Vyššia úroveň špecifických schopností úzko súvisí so zameranosťou a využívaním atletických prostriedkov v krúžku Detská atletika.

Rovnaká úroveň pohybových schopností v porovnaní s populáciou bola zaznamenaná u oboch pohlaví v predklone, v zostave s tyčou a vo vlajkovej naháňačke.

Vyrovnanosť pohybovej úrovne medzi 8 ročnými chlapcami a 7 ročnými dievčatami vysvetľujeme špecifikami vývoja oboch pohlaví a osobitosťami klubového náboru detí.

Uvedomujeme si, že bez ohľadu na to, aké sú pohybové schopnosti dieťaťa v ranom veku, naším hlavným cieľom by malo byť postupné rozvíjanie

motoriky, zvyšovanie pohybovej zdatnosti, posilňovanie zdravia, imunity a nie snaha o dosahovanie maximálnych výkonov už v detstve.

LITERATÚRA

- ABHAYDEV, C. S. & BHUKARA J. P. (2021). Influence of IAAF Kids' Athletics program on physical fitness among school going children. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, 9(7), 135-143.
- BALYI, I.; CARDINAL, C.; HIGGS, C.; NORRIS S. and WAY, R. (2010). Canadian sport for life: Long-term athlete development resource paper. Vancouver: Canadian Sport Centres, 66 p. ISBN 0-9738274-0-8.
- BELEJ, M., (2001). Motorické učenie. Prešov: Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity, 197 s. ISBN 80-8068-041-8.
- ÇALIK U. S., PEKEL A. H., and AYDOS L. (2018). Study of Effects of Kids' Athletics Exercises on Academic Achievement and Self-esteem. *Universal Journal of Educational Research (UJER)*, vol 6, no 8, pp 1667-1674.
- COHEN J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. New York: Lawrence Erlbaum Associates. ISBN 0-8058-0283-5
- ČILLÍK, I. (2015). Atletika pre deti a účinnosť prípravy. In: *Atletika 2015: Recenzovaný vedecký zborník z mezinárodni konference Atletika 2015*. Praha: Katedra atletiky FTVS UK, s. 4 - 17. ISBN 978-80-904237-3-2.
- ČILLÍK, I.; BLANÁROVÁ, S.; NEMEC, M. a KOZOLKOVÁ, D. (2018). *Detská atletika 1*. Bratislava: Slovenský atletický zväz, 100 s. ISBN 978-80-973058-0-2.
- ČILLÍK, I. a WILLWÉBER, T. (2018). Vplyv tréningu v atletickej príprave na zmeny parametrov zloženia 7 - 8 ročných detí. In: *Atletika 2018: Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie*. Nitra: KTVŠ PF UKF s SAZ, s. 97 - 108. ISBN 978-80-558-1356-1.
- DOLEŽALOVÁ, L. a LEDNICKÝ, A., (2012). Výučba atletiky v novom štátnom a školskom vzdelávacom programe. In: *Atletika 2012: Sborník příspěvků mezinárodni konference*. Brno: Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií, s. 90 - 97. ISBN 978-80-210-6016-6.
- FITTKO, E., KÖLSCH, J., MONTZ-DIETZ, L., POPPE, M and SCHEER H.J. (2011). *Leichtathletik: Laufen - Springen - Werfen*. Aachen : Meyer & Meyer Verlag, 337 s. ISBN 978-3-89899-591-7.
- FRIEDRICH, W. (2007). *Optimales Sportwissen: Grundlagen der Sporttheorie und Sportpraxis*. Balingen: Spitta-Verlag, 227 s. ISBN 979-3-938509-44-9.
- JAKUBÍK J., BROŽÁNI J. (2023). Influence of kids' athletics and athletic movement games on the development of general physical performance of pupils in the primary education. In *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*. 23(1), 219-228, DOI: 10.7752/jpes.2023.01027

- JAKUBÍK, J., BROŽÁNI, J. (2025). Implementing the Kids' Athletics Program in the System of Increasing the Level of Physical Performance of Youth. *Physical Education Theory and Methodology*. 25(1), 166-171. DOI 10.17309/tmfv.2025.1.20.
- KATZENBOGNER, H.; KILLING W.; FRÖHLICH N.; ULRICH D. and MÜLLER F., (2018). *Kinderleichtathletik. Alterklassen U8 - U12. Rahmentrainingsplan des Deutschen Leichtathletik-Verbandes*. Münster: Philippka-Sportverlag, 398 p. ISBN 978-3-89417-288-6
- KLUVÁNKOVÁ, B., BROŽÁNI, J., BLANÁROVÁ, S., LAŠOVÁ, V., ČILLÍK, I., (2019). Úroveň pohybovej výkonnosti detí v atletických prípravkách v Slovenskej republike. In: *Šport a rekreácia 2019*. Nitra: KTVŠ PF UKF, s. 186-214. ISBN 978-80-558-1415-5.
- KREMnickÝ, J. (2009). Vplyv atletickej prípravy na rozvoj gymnastických zručností na preskoku u 6 - 7 ročných chlapcov. In: *Atletika 2009: Medzinárodný recenzovaný vedecký zborník*. Banská Bystrica: KTVŠ FHV UMB s SAZ, s. 302 - 308. ISBN 978-80-8083-889-8.
- KRŠKA, P. (2007). *Dynamika telesného vývinu a pohybovej výkonnosti detí v období mladšieho školského veku*. Ružomberok: PF KU, 2007, 108 s. ISBN 978-80-8084-247-5
- NŠC. (2019). Testovanie pohybových predpokladov žiakov Základných škôl. Dostupné na: <https://www.testovanieziakov.sk/statistiky/vysledky-disciplin>
- PETROS, B.; PLOUTARHOS, S.; VASILIOS, B.; VASILIKI, M.; KONSTANTINOS, T.; STAMATIA, P. and CHRISTOS, H. (2016). The effect of IAAF Kids Athletics on the physical fitness and motivation of elementary school students in track and field. *Journal of Physical Education and Sports*, vol. 16, no. 3, pp. 882-896.
- WILLWÉBER, T. (2016). Komparácia úrovne všeobecnej pohybovej výkonnosti detí v mladšom školskom veku s rôznou športovou špecializáciou. In: *Atletika 2016: Zborník s medzinárodnej vedeckej konferencie*. Bratislava: ICM Agency, s. 129 - 134. ISBN 978-80-89257-72-0.

SUMMARY

LEVEL OF MOTOR SKILLS OF CHILDREN ATTENDING THE CHILDREN'S ATHLETICS CLUB

In this article, we highlight the level of motor skills of boys and girls attending the Children's Athletics Club in Nitra and compare it with national measurements.

The basis for comparison was a test battery for identifying the motor skills of primary school pupils in the Slovak Republic. The differences between the measurements were verified both statistically and factually.

The results showed the same level of motor skills in 8-year-old boys and 7-year-old girls attending the Children's Athletics club. Differences were noted when compared with national measurements. Boys and girls achieved a better level of motor skills compared to the population in the ball rolling, standing long jump, sit-up, 4x10m shuttle run, and 20m endurance shuttle run tests. Girls also achieved better results in the pull-up endurance test.

Testing athletic potential at the age of 7-8 allows for the identification of children's natural motor skills at a time when basic motor patterns are developing and it is the optimal time for their targeted development. Early recognition of talent maximizes the potential for long-term sports development and prevents premature overload or incorrect choice of specialization.

Keywords: children's athletics, motor skills, nationwide testing, comparison

ÚROVEŇ VERTIKÁLNEHO VÝSKOKU DETÍ PRIMÁRNEHO VZDELÁVANIA

Daniela FALAT LEÜTTEROVÁ¹, Tamara NOVOTNÁ¹,
Laura KRÁĽOVÁ¹, Miroslav LIGDAY², Jaroslav SUČKA²,

¹Faculty of Education, Presov University of Presov, Slovakia.

²Faculty of Sport, Presov University of Presov, Slovakia.

ABSTRAKT

Diagnostika úrovne explozívnej sily dolných končatín sa považuje za efektívny nástroj na hodnotenie úrovne športovej pripravenosti. Skúmanie úrovne explozívnej sily tak poskytuje cenný príspevok k rozvoju poznatkov potrebných na efektívny rozvoj tréningových a vzdelávacích programov, vrátane implementácie moderných technológií do športového tréningu. Cieľom predmetnej štúdie bolo rozšíriť poznatky o úrovni explozívnej sily dolných končatín u detí na primárnom stupni vzdelávania. Prieskumná vzorka pozostávala zo 44 detí s priemerným vekom $10,4 \pm 0,6$ rokov, vrátane 21 dievčat s priemerným vekom $10,4 \pm 0,8$ rokov a 23 chlapcov s priemerným vekom $10,1 \pm 0,6$ rokov. Explozívna sila dolných končatín bola posudzovaná pomocou diagnostického systému Chronojump (Španielsko-Boscosystem). Konkrétne boli analyzované nasledujúce testy vertikálneho skoku: skok s protipohybom bez pomoci paží (Countermovement jump), skok s protipohybom so svihom paží (Countermovement jump with free arms) a skok z podrepu (Squat jump). Asymetria explozívnej sily dolných končatín bola hodnotená prostredníctvom jednostranných skokov s pomocou švihu paží. Pri analýze rozdielov medzi pohlaviami v rámci sledovanej aktívnej skupiny detí neboli zistené žiadne štatisticky významné ani vecné rozdiely medzi chlapcami a dievčatami. Napriek absencii štatistickej významnosti výsledky poukazovali na konzistentný trend vyššej výkonnosti v oboch pohlavných kategóriách v porovnaní so zahraničnou štúdiou. Napriek prirodzeným biologickým variáciám sú rozdiely v explozívnej sile dolných končatín minimálne, čo naznačuje, že vo vekovej kategórii 9–11 rokov pohlavie nepredstavuje rozhodujúci faktor pri hodnotení výkonu vo vertikálnom výskoku. Vertikálny výskok sa zároveň ukazuje ako adekvátny a spoľahlivý indikátor športovej pripravenosti detí. Jeho diagnostická hodnota umožňuje posúdiť základnú úroveň explozívnej sily dolných končatín, ktorá je kľúčová pre efektívne zapojenie detí do vyučovacích a tréningových programov. Zistenia poukazujú na potrebu dlhodobého monitorovania a optimalizácie tréningových prístupov zameraných na rozvoj výbušnej sily. Odporúčame systematickú podporu pravidelnej fyzickej aktivity už v predpubertálnom veku, s osobitným dôrazom na uplatňovanie vhodných tréningových metód na posilnenie rozvoja výbušnej

sily dolných končatín. „Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03-V05-00006“.

Kľúčové slová: Chronojump, výbušná sila dolných končatín, primárne vzdelávanie, deti.

ÚVOD

Výbušná sila dolných končatín predstavuje jeden zo základných predpokladov športovej výkonnosti v mnohých športoch a zároveň významný ukazovateľ motorickej pripravenosti detí a mládeže. Vertikálny výskok sa preto často využíva ako jednoduchý, spoľahlivý a informatívny nástroj na diagnostiku úrovne explozívnej sily nielen vo vrcholovom športe, ale aj v procese vzdelávania detí a mládeže (Aktuğ et al. 2016). Vertikálny výskok v spojitosti s výbušnou silou dolných končatín môžeme považovať za fundamentálny nástroj vo výchove fyzicky zdatného a pohybovo kompetentného jedinca. Hoci význam vrodeného talentu ostáva nesporný (Perič, Pecha 2014; Perič 2012). Autori zdôrazňujú, že práve dlhodobá, pravidelná a cieľavedomá športová príprava predstavuje jeden z najvýznamnejších determinantov budúcej športovej úspešnosti. Identifikácia týchto parametrov v primárnom vzdelávaní je dôležitá nielen z pohľadu športovej špecializácie, ale aj z hľadiska podpory zdravého rastu a prevencie svalových dysbalancií. V rámci zostavovania a plánovania kvalitného tréningového a vyučovacieho procesu už vo veku školského veku je podstatnou úlohou trénera alebo pedagóga zabezpečenie diagnostiky pohybovej výkonnosti. Na základe získaných údajov o výkonnosti, dokáže tréner a učiteľ efektívnejšie zhodnotiť intraindividuálne možnosti a schopnosti dieťaťa. Diagnostika predstavuje podstatný faktor zefektívňovania pedagogického alebo tréningového procesu už vo veku školského veku detí a mládeže. Zistené údaje o úrovni špeciálnej pohybovej výkonnosti je možné bližšie špecifikovať na základe diagnostiky a tým jednoduchšie interpretovať faktory, ktoré limitujú samotný športový výkon. Podľa Sedláčka a Lednického (2010) sú silové schopnosti považované za jedny z najdôležitejších pohybových predpokladov človeka. Bez týchto schopností sa počas pohybovej či športovej činnosti ostatné schopnosti nemôžu prakticky prejaviť. Autori rozlišujú silu ako fyzikálnu veličinu alebo silu ako pohybovú schopnosť. Túto schopnosť charakterizujú ako biologicko-didaktické ponímanie, kde schopnosť vyvinúť silu je výsledkom interakcie niekoľkých činiteľov. Silové schopnosti definovali ako súbor vnútorných predispozícií jedinca prekonávať alebo zachovať odpor vonkajšieho prostredia pri napĺňaní pohybovej úlohy pomocou svalového úsilia (Sedláček, Lednický 2010). Cieľom predmetnej štúdie je preto rozšíriť poznanie o úrovni vertikálneho výskoku u detí na primárnom

stupni vzdelávania a prispieť k optimalizácii tréningových a vzdelávacích programov.

METODIKA

Predmetný prieskum sme realizovali za základnej v Prešove. Sledovaný súbor tvorili deti primárneho vzdelávania so špeciálnymi výchovno-vzdelávacími potrebami v oblasti športu, a to konkrétne s rozšírenou výučbou telesnej a športovej výchovy. Uvedené skupiny žiakov a žiačok športujúcej populácie považujeme za pohybovo nadaných a talentovaných jedincov. Vybraný súbor žiakov absolvuje minimálne 2-krát do týždňa povinnú telesnú a športovú výchovu a okrem toho absolvuje minimálne 3-krát do týždňa záujmovú športovú prípravu s rôznym zameraním. Celkový počet sledovaného súboru tvorilo 44 detí primárneho vzdelávania. Prieskumná vzorka pozostávala zo 44 detí s priemerným vekom $10,4 \pm 0,6$ rokov, vrátane 21 dievčat s priemerným vekom $10,4 \pm 0,8$ rokov a 23 chlapcov s priemerným vekom $10,1 \pm 0,6$ rokov.

Tabuľka 1 Základné antropometrické charakteristiky sledovanej skupiny detí primárneho vzdelania

Skupina	N	Min	Max	M	SD
TV chlapci (cm)	23	129,30	149,50	141,02	5,71
TV dievčatá (cm)	21	124,30	155,50	139,18	6,25
TH dievčatá (kg)	21	21,10	45,70	32,16	6,14
TH chlapci (kg)	23	23,20	46,10	33,82	6,73
TV spolu (cm)	44	124,30	155,50	140,14	5,97
TH spolu (kg)	44	21,10	46,10	33,02	6,44

Legenda: TV- telesná výška, TH- telesná hmotnosť, N- početnosť súboru, SD- smerodajná odchýlka, M- priemer.

V tabuľke 1 poukazujeme na intersexuálne rozdiely medzi sledovanými probandami. V parametri telesnej výšky sú preukázateľné rozdiely. Na úrovni priemerných hodnôt bol zaznamenaný rozdiel 2 cm. V minimálnych a maximálnych hodnotách dosiahol rozdiel úroveň 5-6 cm, čo považujeme už za značný rozdiel v telesnej výške. Ukazovateľ telesnej hmotnosti v priemernej hodnote dosiahol takmer identickú hodnotu, rozdiel sme zaznamenali na úrovni 1,66 kg. V porovnaní celej skupiny nami dosiahnutých výsledkov, môžeme konštatovať, že výsledky korešpondujú so štúdiu Regecová a kol. (2018). Údaje štúdie autorov Regecová a kol. (2018) pochádzajú zo štátom realizovaného prieskumu (NAS) z roku 2011, ktorý je považovaný za národný normatív orientačne zobrazujúci slovenskú populáciu detí. Štúdia autorov Wang et al. (2022) sa zaoberala úrovňou SSC na úroveň vertikálneho skoku. Úroveň motorického vývinu úzko súvisí s rastom. V

pripade ak dieťa disponuje akcelerovaným rastom, môže to byť pozitívne ale zároveň aj negatívne na úroveň vertikálneho skoku. Úroveň prepojenia jednotlivých motorických jednotiek je priamo úmerne výkonu. Tým pádom môžeme domnievať, že vyššie deti mohli mať vyššiu úroveň vertikálneho skoku ale nebolo to vo všetkých prípadoch potvrdené. Avšak naše sledovanie nebolo smerované na zisťovanie úrovne prepojenia a SSC, preto nemôžeme tento záver zovšeobecniť.

Diagnostika úrovne vertikálneho výskoku bola realizovaná pomocou diagnostického zariadenia Chronojump (Španielsko-Boscosystem). Jednotlivé výskoky boli realizované z miesta na diagnostickej platni po jednom. Konkrétne boli analyzované nasledujúce testy vertikálneho skoku:

- Vertikálny skok s protipohybom bez pomoci paží (Countermovement jump) – Obrázok 1,
- Vertikálny skok s protipohybom so švihom paží (Countermovement jump with free arms),
- Vertikálny skok z drepu (Squat jump) - Obrázok 2,
- Asymetria explozívnej sily dolných končatín bola hodnotená prostredníctvom vertikálnych jednostranných skokov s pomocou švihu paží.



Obrázok 1 Countermovement jump (CMJ) Obrázok 2 Squat jump (SJ)

Na techniku prevedenia realizácie vertikálneho výskoku mali žiačky jeden nácvikový a dva merané pokusy, zaznamenával sa lepší z nich. Žiačky sa po udelení pokynu postavili na stred diagnostickej plochy Chronojump a vykonali vertikálne výskoky na pokyn examinátora. Pri vykonávaní pokusov sme

smerovali pozornosť na správne prevedenie techniky výskoku, ak nastal protipohyb pred odrazom pokus bol neplatný a žiacka ho realizovala ešte raz. Získané údaje boli zaznamenané v centimetroch.

Z deskriptívnej štatistiky sme na určenie miery polohy aplikovali aritmetický priemer (X) a mieru variability sme vyjadrili prostredníctvom smerodajnej odchýlky (SD). Na komplexnejšiu interpretáciu údajov boli doplnené aj minimálne a maximálne hodnoty jednotlivých sledovaných parametrov. Vzhľadom na potvrdenú normalitu rozloženia dát, ktorú sme overovali pomocou Shapiro - Wilkovho testu sme pre ďalšie spracovanie dát využili parametrické metódy. Na porovnanie rozdielov medzi nezávislými skupinami sme aplikovali t-test pre nezávislé výbery, keďže porovnávané skupiny boli tvorené rozdielnymi probandmi. Štatistická významnosť rozdielov bola posudzovaná na hladine významnosti $p < 0.05$. Okrem štatistickej významnosti sme pre posúdenie veľkosti účinku jednotlivých rozdielov vypočítali aj Cohenovo d, ktoré umožňuje lepšie vyhodnotenie vecného významu zistených rozdielov. Interpretácia hodnoty Cohenovho koeficientu veľkosti účinku bola realizovaná podľa nasledujúcich kritérií: $d < 0.2$ = zanedbateľný efekt; $d 0.2 - 0.49$ = malý efekt; $d 0.5 - 0.79$ = stredný efekt; $d > 0.8$ veľký efekt [5-6]. Štatistické analýzy boli spracované prostredníctvom softvéru IBM SPSS Statistics 27.

Štúdia sa uskutočnila v súlade so smernicami Helsinskej deklarácie. Etická komisia Prešovskej univerzity v Prešove (Slovensko) schválila štúdiu pod číslom ECUP092024PO(2024).

VÝSLEDKY

Tabuľka 1 Výsledky úrovne vertikálneho skoku sledovanej skupiny detí primárneho vzdelávania

Testová položka	N	Min (cm)	Max (cm)	M (cm)	SD (cm)
CMJ	44	12,47	32,37	20,98	4,20
CMJ FA	44	17,08	39,17	24,24	4,67
SJ	44	11,70	30,68	19,84	4,35
NN	44	6,22	16,15	11,75	2,61
DN	44	5,61	16,48	11,20	2,74

Legenda: TV- telesná výška, TH- telesná hmotnosť, N- početnosť súboru, SD- smerodajná odchýlka, M- priemer; CMJ- countermovement jump, CMJ FA- countermovement jump with free arms, SJ- squat jump NN- nedominantná dolná končatina, DN- dominantná dolná končatina.

V tabuľke 1 sú uvedené základné štatistické charakteristiky úrovne vertikálneho skoku sledovanej skupiny detí primárneho vzdelávania. Deti dosiahli najvyššie priemerné hodnoty ($x = 24,24$ cm) pri jednorázovom vertikálnom výskoku s dopomocou paží (CMJ FA). Naopak, najnižšie hodnoty vykazovali pri jednoožných výskokoch. Priemerné hodnoty dosiahnuté v skokoch s dominantnou či nedominantnou dolnou končatinou neboli výrazne odlišné, pričom vyššie hodnoty sme zaznamenali pri nedominantnej dolnej končatine.

Tabuľka 2 Výsledky úrovne vertikálneho skoku s dôrazom na intersexuálne rozdiely sledovanej skupiny

Položka	N	Min (cm)	Max (cm)	M (cm)	SD (cm)	t	p	d
CMJ (ch)	23	12,47	28,63	21,06	4,73	0,034	0,973	0,011
CMJ (d)	21	15,76	32,37	20,89	3,65			
CMJ FA (ch)	23	17,15	30,67	24,20	4,16	0,211	0,834	0,066
CMJ FA (d)	21	17,08	39,17	24,30	5,28			
SJ (ch)	23	11,7	29,5	19,59	4,72	0,523	0,604	0,163
SJ (d)	21	13,44	30,68	20,12	4,00			
NN (ch)	23	6,22	15,57	11,92	3,00	0,380	0,706	0,119
NN (d)	21	7,83	16,15	11,56	2,16			
DN (ch)	23	5,61	16,48	11,25	3,08	0,062	0,951	0,019
DN (d)	21	7,28	14,78	11,15	2,39			

Legenda: d- dievčatá, ch- chlapci, NN- nedominantná dolná končatina, DN- dominantná dolná končatina, N- početnosť súboru, SD- smerodajná odchýlka, M- priemer.

Pri zisťovaní intersexuálnych rozdielov v úrovni vertikálneho výskoku sme v sledovanej skupine detí nezaznamenali štatisticky významný rozdiel v žiadnom ukazovateli. Chlapci dosahovali vyššie priemerné hodnoty

v skokoch CMJ a jednonožných výskokoch. Naopak, dievčatá prevyšovali chlapcov v skokoch CMJ FA a SJ. Sledovaný súbor vykazoval intersexuálne rozdiely v priemerných hodnotách jednotlivých ukazovateľov len v rozsahu 0,10-0,53 cm. Celkovo možno konštatovať, že medzi chlapcami a dievčatami v sledovanom súbore detí neboli zistené štatisticky ani vecne významné rozdiely vo výkonnosti vertikálneho skoku, čo potvrdzujú aj nízke hodnoty Cohenovho d (Tabuľka 2).

DISKUSIA

Diagnostika predstavuje fundamentálny prostriedok na zefektívnenie tréningového a vzdelávacieho procesu, pričom umožňuje nielen identifikáciu aktuálnej úrovne výkonnosti, ale aj odhalenie limitujúcich faktorov športového výkonu. Viaceré štúdie potvrdili vzťah medzi izokinetickou silou kolenných svalov a výkonom vo vertikálnom výskoku u športovcov (Aktuž et al. 2016) zistili, že sila kvadricepsov významne koreluje so šprintovým výkonom aj výškou výskoku u mladých futbalistov. Podobne autori Lehnert, Svoboda a Cuberek (2013) poukázali na variabilitu týchto vzťahov u adolescentných futbalistov (Lehnert et al. 2013). Autori Rouis a kol. (2015) preukázali u elitných mladých basketbalistiek najsilnejší vzťah medzi izokinetickou silou extenzorov kolena a výškou vertikálneho výskoku. Tieto poznatky zdôrazňujú význam výskumu výbušnej sily v športe, ale aj jeho prepojenie s motorickými schopnosťami.

Výkonnosť vo vertikálnych skokoch je však ovplyvnená aj biologickým vekom, pohlavím a antropometrickými charakteristikami (Myer et al. 2010; Malina 2010; Lloyd et al. 2012). Regecová a kol. (2018) preukázali, že slovenské deti dosahujú vyššie hodnoty telesnej výšky ako referenčné štandardy WHO, zároveň však došlo k nárastu BMI a zdvojnásobeniu prevalence obezity medzi rokmi 2001 a 2011. Tieto antropometrické zmeny môžu ovplyvňovať nielen zdravotný stav detí, ale aj ich motorickú výkonnosť a rozvoj výbušnej sily dolných končatín. V kontexte predpubertálneho veku preto nadobúda význam sledovanie výbušnej sily dolných končatín, ktorá môže indikovať nielen športový potenciál, ale aj celkovú pohybovú pripravenosť detí.

Výkon vo vertikálnych skokoch mohol byť ovplyvnený viacerými premennými, ako sú biologické pohlavie, funkčná úroveň centrálnej nervovej sústavy, úroveň koordinačných schopností či psychická pripravenosť detí. Na základe zistení prezentovaných v štúdiu (Myer et al. 2010) je možné formulovať viacero záverov týkajúcich sa výkonu vo vertikálnom výskoku so zreteľom na vekové a pohlavné rozdiely. Autori zdôrazňujú význam výkonnosti v tomto motorickom teste v kontexte rastových a vývinových zmien, ktoré ovplyvňujú výbušnú silu dolných končatín.

Štúdia autorov Focke et al. (2013), špecifikuje, že u detí do 10 rokov nie sú intersexuálne rozdiely výrazné, ale majú zvyšujúcu sa tendenciu v období pubertálneho rastu. Túto skutočnosť je možné vyjadriť na základe štúdií Myer et al. (2010), Malina (2010) a Lloyd et al. (2012). Predmetné štúdie poukazujú na vplyv pohlavia na úroveň vertikálneho výskoku. Zistenia uvedené v prehľadových štúdiách (Holm et al. 2008, Klausen et al. 1989, Loko et al. 2000) ako aj výsledky ďalších výskumov zameraných na pohlavné rozdiely, vek a športové preferencie detí a adolescentov, potvrdzujú porovnateľné výkonnostné ukazovatele s našou sledovanou skupinou. Tieto poznatky naznačujú, že výkonnostné parametre sú stabilné naprieč rôznymi populáciami, čo zároveň podporuje vierohodnosť výsledkov získaných prostredníctvom použitej testovej batérie. Výsledky zároveň odhaľujú určitú mieru rozdielov vo výkone v závislosti od typu športovej aktivity. Hodnoty dosiahnuté v jednorazovom vertikálnom výskoku korešpondujú s údajmi uvádzanými v zahraničných štúdiách. Tým sa potvrdzuje vhodnosť zvolenej metodiky, ktorá zodpovedá predpokladom vzhľadom na charakter sledovaných skupín. Zараdenie výskokovej ergometrie do školského prostredia podporuje aj štúdia (Myer et al. 2010).

ZÁVERY

Cieľom predmetnej štúdie bolo rozšíriť poznatky o úrovni explozívnej sily dolných končatín u detí základných škôl a experimentálne overiť využiteľnosť zariadenia Chronojump v testových protokoloch zameraných na diagnostiku výbušnej sily dolných končatín. Tento cieľ sa podarilo naplniť. Na základe výsledkov získaných v tejto štúdiu možno konštatovať, že úroveň vertikálneho výskoku detí na primárnom stupni vzdelávania vykazuje nízku mieru rozdielnosti medzi chlapcami a dievčatami. Napriek prirodzeným biologickým variáciám sú rozdiely v explozívnej sile dolných končatín minimálne, čo naznačuje, že vo vekovej kategórii 9–11 rokov pohlavie nepredstavuje rozhodujúci faktor pri hodnotení výkonu vo vertikálnom výskoku. Vertikálny výskok sa zároveň ukazuje ako adekvátny a spoľahlivý indikátor športovej pripravenosti detí už v mladšom školskom veku. Jeho diagnostická hodnota umožňuje posúdiť základnú úroveň explozívnej sily dolných končatín, ktorá je kľúčová pre efektívne zapojenie detí do športových aktivít a tréningových programov, pričom výsledky nadväzujú na senzitívne obdobie rozvoja silovo-rychlostných schopností, ktoré je v primárnom veku rozhodujúce pre optimálny rozvoj pohybových schopností. Systematické monitorovanie vertikálneho výskoku môže preto slúžiť ako praktický nástroj pre učiteľov telesnej výchovy a trénerov pri plánovaní rozvoja fyzickej zdatnosti detí. Tieto zistenia zdôrazňujú význam pravidelnej pohybovej aktivity a vhodne zvolených tréningových a vyučovacích metód už v predpubertálnom veku, čím

sa podporuje optimálny rozvoj explozívnej sily a športovej výkonnosti bez ohľadu na pohlavie.

Diagnostický prístroj Chronojump sa ukázal ako praktický výskokový ergometer, ktorý svojou multifunkčnosťou a cenovou dostupnosťou spĺňa požiadavky v oblasti školského prostredia. Výsledky testov poukázali na potenciál zariadenia pri identifikácii základných svalových deficitov v jednotlivých segmentoch dolných končatín, ako aj v analýze vzťahov medzi antagonistickými a synergickými svalovými skupinami. Tieto poznatky majú významné uplatnenie nielen pri prevencii a liečbe svalových poranení, ale aj pri optimalizácii tréningového procesu a zvyšovaní športovej výkonnosti v školskom prostredí. V rámci testovania vertikálnych skokov (s dopomocou paží aj bez nej) sa preukázala možnosť využitia Chronojumpu v procese identifikácie talentovanej mládeže a jej následnej športovej špecializácie. Zariadenie umožnilo identifikovať rozdiely v silových schopnostiach medzi dominantnou a nedominantnou dolnou končatinou, čo poskytuje dôležité vstupné údaje pre tvorbu individualizovaných pohybových programov zameraných na zvýšenie výkonu alebo kompenzáciu zistených svalových disbalancií.

Do budúcnosti sa javí ako potrebné rozšíriť výskum o ďalšie testové protokoly využiteľné tak v školskom prostredí, rehabilitačnej praxi, ako aj v športovom tréningu. Osobitnú pozornosť si zaslúži analýza výkonnostných a funkčných rozdielov v období prechodu z detského do mládežníckeho veku a špecifiká ich motorického vývoja, nielen v kontexte výskokovej ergometrie.

Financovanie

„Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03-V05-00006“.

Štúdia bola podporená GAPS_VF/16 pod názvom: „*Experimental verification of the level of special motor performance of children with special educational needs in the field of sports in primary and lower secondary education.*“

LITERATÚRA

- AKTUĞ, Z.B., E. HARBILI a S. HARBILI, 2016. Comparison of Isokinetic Knee Strength Between the Dominant and Non-dominant Legs and Relationships Among Isokinetic Strength, Vertical Jump, and Speed Performance in Soccer Players. *Turkiye Klinikleri Spor Bilimleri*. 8(1), 8–14 [cit. 2023-08-05]. ISSN 1308-0938.
- FOCKE, A., G. STRUTZENBERGER, D. JEKAUC, A. WORTH, A. WOLL a H. SCHWAMEDER, 2013. Effects of age, sex and activity level on countermovement jump performance in children and adolescents. *European Journal of Sport Science*. 13(5), 518–526. DOI: 10.1080/17461391.2012.756069.

- HOLM, I., P.M. FREDRIKSEN, M. FOSDAHL a N. VØLLESTAD, 2008. A normative sample of isotonic and isokinetic muscle strength measurements in children 7 to 12 years of age. *Acta Paediatrica*. 97, 602–607.
- KLAUSEN, K., B. SCHIBYE a A. RAMUSEN, 1989. A longitudinal study of changes in physical performance of 10- to 15-year-old girls and boys. In: S.S. OSEID a K.-H. CARLSEN, eds. *Children and Exercise XIII*. Champaign, IL: Human Kinetics, 112–123.
- LEHNERT, M., Z. SVOBODA a R. CUBEREK, 2013. The correlation between isokinetic strength of knee extensors and vertical jump performance in adolescent soccer players in an annual training cycle. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica* [online]. 43(1), 7–15 [cit. 2023-08-02]. ISSN 1212-1185.
- LLOYD, R.S., J.L. OLIVER, A.D. FAIGENBAUM, R. HOWARD, M. DE STE CROIX, C.A. WILLIAMS a G.D. MYER, 2012. Long-term athletic development—part 1: A pathway for all youth. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 26(9), 2459–2470.
- LOKO, J., R. AULE, J. ERELINE a A. VIRU, 2000. Motor performance status in 10 to 17-year-old Estonian girls. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 10, 109–113.
- MALINA, R.M., 2010. Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 38(3), 125–130.
- MYER, G.D., K.R. FORD, J.L. BRENT a T.E. HEWETT, 2010. The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 20(2), 345–353.
- PERIČ, T. a kol., 2012. *Sportovní příprava dětí*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-247-0683-0.
- PERIČ, T. a J. PECHA, 2014. Sportovní příprava dětí – co ovlivňuje kvalitu tréninkového procesu. In: *Konferenční sborník Pohybové aktivity ve vědě a praxi*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 465–473. ISBN 978-80-246-2654-3.
- REGECOVÁ, V., J. HAMADE, H. JANECHOVÁ a L. ŠEVČIKOVÁ, 2018. Comparison of Slovak reference values for anthropometric parameters in children and adolescents with international growth standards: implications for the assessment of overweight and obesity. *Croatian Medical Journal*. 59(6). DOI: 10.3325/cmj.2018.59.313.
- ROUIS, M., L. COUDRAT, H. JAAFAR, J. FILLIARD, H. VANDEWALLE, Y. BARTHELEMY a T. DRISS, 2015. Assessment of isokinetic knee strength in elite young female basketball players: Correlation with vertical jump. [cit. 2023-08-05].

- SEDLÁČEK, J., LEDNICKÝA. 2010. Kondičná atletická príprava. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport. 167 s. ISBN 978-80-89075-34-8.
- WANG, J., Z. HE, Z. CHEN a Y. ZHAO, 2022. Vertical jump height in young children: A longitudinal study in 4- to 6-year-old children. *Journal of Sports Sciences*. 40(5), 560–567.

SUMMARY

THE LEVEL OF VERTICAL JUMP IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN

The level of lower limb explosive strength is considered an effective diagnostic tool for assessing athletes' readiness. Examining the level of explosive strength thus provides a valuable contribution to the development of knowledge necessary for the effective design of training and educational programs, including the implementation of modern technologies in sports training. The aim of the present study was to expand knowledge on the level of lower limbs explosive strength in children at the primary education level. The study sample consisted of 44 children with a mean age of 10.4 ± 0.6 years, including 21 girls with a mean age of 10.4 ± 0.8 years and 23 boys with a mean age of 10.1 ± 0.6 years. Lower limbs explosive strength was assessed using the Chronojump diagnostic system (Spain–Boscosystem). Specifically, the following vertical jump tests were analyzed: countermovement jump, countermovement jump with free arm swing, and squat jump. Asymmetry in lower limb explosive strength was evaluated through unilateral jumps with arm swing. Analysis of gender differences within the observed active group of children revealed no statistically significant or substantive differences between boys and girls. Despite the absence of statistical significance, the results indicated a consistent trend of higher performance in both gender categories compared to a foreign study. Despite natural biological variations, differences in lower limbs explosive strength were minimal, suggesting that in the age category of 9–11 years, gender does not represent a decisive factor in evaluating vertical jump performance. Vertical jump also appears to be an adequate and reliable indicator of children's sports readiness. Its diagnostic value allows assessment of the basic level of lower limb explosive strength, which is crucial for the effective participation of children in educational and training programs. The findings highlight the need for long-term monitoring and optimization of training approaches aimed at developing explosive strength. Systematic support for regular physical activity is recommended from the prepubertal age, with particular emphasis on the application of appropriate training methods to enhance the development of lower limb explosive strength.

“Funded by the EU NextGenerationEU through the Recovery and Resilience Plan of the Slovak Republic under project no. 09I03-03-V05-00006.”

Keywords: Chronojump, lower limb explosive strength, primary education, children.

POHYBOVÁ AKTIVITA MESTSKÝCH A VIDIECKÝCH ADOLESCENTOV

Erika CHOVANOVÁ

Prešovská univerzita, Katedra športovej edukológie a humanistiky,
Fakulta športu Slovensko

ABSTRAKT

Prostredie, v ktorom žijú adolescenti vplýva na ich pohybovú aktivitu a zdravý životný štýl. Mestské a vidiecke oblasti môžu byť spojené s dvoma odlišnými životnými štýlmi. Cieľom príspevku je rozšíriť poznatky o vplyve prostredia na pohybovú aktivitu a zdravý životný štýl adolescentov. Výskumný súbor tvorilo 94 adolescentov vo veku 15 až 19 rokov. Priemerný index telesnej hmotnosti chlapcov 23,97, dievčat 21,36 čo spadá do pásma normálnej hmotnosti. Štandardizovaný dotazník IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) – verzia pre dospievajúcich, obsahoval aj otázky o základných demografických údajov vek, pohlavie, miesto bydliska, indexu telesnej hmotnosti. Získané údaje spracované metódami matematickej štatistiky s rešpektovaním povahy dát. Deskriptívne štatistické ukazovatele, Welchov t-test. Výsledky pohybovej aktivity boli vyjadrené v MET-minútach za týždeň na základe štandardizovaných koeficientov MET pre intenzívnu, strednú aktivitu a chôdzu. Na porovnanie úrovne pohybovej aktivity medzi vybranými skupinami nezávislý t-test. Úroveň pohybovej aktivity sa nepotvrdila medzi mestskými a vidieckymi adolescentmi. Medzi hodnotou BMI a pohybovou aktivitou sa nepotvrdil významný vzťah. Získané výsledky naznačujú, že miesto bydliska nemusí byť určujúcim faktorom pri hodnotení pohybovej aktivity.

Kľúčové slová: štandardizovaný dotazník IPAQ, životný štýl, vnútorná motivácia športové zariadenia

ÚVOD

Aktívny životný štýl, ktorého prejavom je prežívanie osobnej pohody, zachovanie alebo zlepšenie zdravia a to aj prostredníctvom pohybových a športových aktivít, ktoré sa stanú pevnou súčasťou každodenného života a denného režimu odporúča Ružbarská (2020).

Ružbarská, Szántóová (2022) identifikovali rozdiel v objeme vykonávania pohybových aktivít medzi adolescentmi stredných škôl. Význam telesnej

a športovej výchovy na školách si uvedomujú aj rodičia detí podľa výskumu Ružbarská, Vašková (2021).

Mestské a vidiecke oblasti môžu byť spojené s dvoma odlišnými životnými štýlmi. V mestskom prostredí je pohybová aktivita často obmedzovaná faktormi ako je hustá infraštruktúra, dopravná záťaž a nedostatok bezpečných športovísk. Vidiecke prostredie poskytuje viac prirodzeného priestoru na pohyb, ale zároveň často chýbajú organizované pohybové aktivity či športové kluby, čo môže ovplyvniť celkovú mieru aktivity. Nakamura et al. (2013a, 2013b).

Adolescenti z vidieka sa častejšie zapájajú do domácich prác a menej času trávia pri sedavých činnostiach, čo podporuje vyššiu pohybovú aktivitu. Farias Júnior (2008a,2008b), Aarnio et al. (2002).

Rodrigueza et al. (2012) dôležitá je kvalita vonkajšieho prostredia. Prítomnosť parkov, športových a rekreačných plôch môže významne zvyšovať úroveň pohybovej aktivity u mládeže, čo môže čiastočne vysvetľovať vyššie hodnoty MET v mestách – ak je v nich pohyb podporovaný prostredím a infraštruktúrou. Tieto zistenia naznačujú, že samotné miesto bydliska (mesto alebo dedina) nemusí byť rozhodujúcim faktorom úrovne pohybovej aktivity. Dôležitejšie môžu byť konkrétne podmienky v komunite, dostupnosť pohybových možností, kultúra pohybu a podpora zo strany rodiny či školy.

Tlučáková a Kačúr (2021) adolescenti z Prešovského regiónu s vyšším BMI často vykazovali aj vyššiu úroveň pohybovej aktivity. Tento paradox vysvetľujú, že obéznejší jedinci môžu subjektívne vnímať aj jednoduché činnosti ako náročné, čo vedie k ich vyššiemu energetickému výdaju pri rovnakej aktivite. Autori tiež uvádzajú, že niektorí jedinci s vyšším BMI vykonávajú viac posilňovacích alebo „fitness“ športov, čo sa môže odzrkadliť vo vyššom MET skóre.

Tento trend potvrdzujú aj Bar-Or a Baranowski (1994), ktorí uvádzajú, že obézne deti a adolescenti sú síce často menej pohybovo aktívni, no ich celkový energetický výdaj môže byť rovnaký alebo dokonca vyšší ako u ich stíhlych rovesníkov – práve kvôli vyššiemu zaťaženiu pri rovnakých pohyboch. Deforche et al. (2003), adolescenti s obezitou sú štruktúrálné menej zdatní a menej motivovaní k pohybu, čo sa prejavuje v nižšom výkone v testoch zdatnosti, ale nie nevyhnutne v objeme pohybovej aktivity.

Zistenia poukazujú, že BMI nemusí byť spoľahlivým ukazovateľom úrovne pohybovej aktivity – najmä ak nezohľadníme zloženie tela a typ vykonávanej aktivity. Z tohto dôvodu sa vo vedeckej literatúre čoraz častejšie odporúča dopĺňať BMI o ukazovatele telesného zloženia (napr. tuková a svalová hmota).

CIEĽ

Rozšíriť poznatky o vplyve prostredia na pohybovú aktivitu a zdravý životný štýl adolescentov. Hypotéza H1: „Adolescenti z vidieckeho prostredia majú vyššiu intenzitu pohybovej aktivity ako adolescenti z mestského prostredia“. Hypotéza H2 Respondenti s vyšším indexom telesnej hmotnosti (BMI) vykazujú nižšiu intenzitu pohybovej aktivity.

METODIKA

Výskumný súbor 94 adolescentov vo veku 15 až 19 rokov. Navštevujú stredné školy v mestskom aj vidieckom prostredí. Zámerný výber adolescentov, zastúpená variabilita prostredia, ktorá je predmetom skúmania. Adolescenti boli anonymne zapojení do výskumu na základe dobrovoľnosti a informovaného súhlasu.

Priemerný vek vidieckej populácie $17,25 \pm 1,47$ roka, mestskej populácie $17,45 \pm 1,32$ roka.

Z telesnej kompozície sa hodnotil index telesnej hmotnosti (BMI). Priemerné BMI vidieckej populácie je 23,97, mestskej populácie 21,36, zodpovedá normálnej hmotnosti.

Na zber údajov bol použitý štandardizovaný dotazník IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) – verzia pre dospelých. Tento nástroj umožňuje získať kvantitatívne údaje o úrovni a intenzite fyzickej aktivity počas týždňa, počte minút strávených pohybovou aktivitou rôznej intenzity (chôdza, stredná a vysoká intenzita). Okrem toho dotazník obsahoval otázky týkajúce sa základných demografických údajov (vek, pohlavie, miesto bydliska), indexu telesnej hmotnosti (BMI). Kontrola a čistenie dát – odstránenie neúplných alebo nerelevantných odpovedí s cieľom zabezpečiť kvalitu a spoľahlivosť vstupných údajov. Kódovanie odpovedí – prevod kategórií odpovedí do číselných hodnôt pre potreby štatistického spracovania.

Získané údaje boli spracované metódami matematickej štatistiky s rešpektovaním povahy dát. Na popis základných charakteristík výskumného súboru a hodnotenie úrovne pohybovej aktivity sa použili deskriptívne štatistické ukazovatele – aritmetický priemer, medián, modus, štandardnú odchýlku, t-test a rozptyl. Vypočítali sa základné štatistické ukazovatele (priemer, medián, štandardná odchýlka) a na overenie rozdielov medzi skupinami bol použitý Welchov t-test. Výsledky pohybovej aktivity boli vyjadrené v MET-minútach za týždeň na základe štandardizovaných koeficientov MET pre intenzívnu, strednú aktivitu a chôdzu. Sedavé správanie bolo hodnotené na základe času sedenia počas pracovných dní.

Na porovnanie úrovne pohybovej aktivity medzi vybranými skupinami mestské a vidiecke prostredie bol použitý nezávislý t-test.

Prieskum sa uskutočnil v rámci riešenia grantového projektu VEGA, č. č. 1/0484/22, *Vzťah motorickej docility a kognitívnych schopností žiakov*.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pre účely overenia hypotézy H1: „Adolescenti z vidieckeho prostredia majú vyššiu mieru pohybovej aktivity ako adolescenti z mestského prostredia“. Pohybová aktivita adolescentov sa vyhodnotila štandardizovaným ukazovateľom MET-minút. MET (Metabolic Equivalent of Task) je jednotka používaná na odhad energetického výdaja pri rôznych úrovniach pohybovej aktivity. 1 MET predstavuje množstvo energie spotrebované organizmom v pokoji (napr. sedenie). Ak aktivita dosahuje 3 MET, človek spaľuje 3-násobok energie oproti pokoji.

V dotazníku IPAQ sa pri výpočtoch používajú nasledujúce štandardizované hodnoty: Chôdza = 3,3 MET, Stredne intenzívna aktivita = 4,0 MET, Intenzívna aktivita = 8,0 MET.

Pre každého respondenta bol vypočítaný celkový MET skóre ako: MET = počet dní $\times$ minút denne $\times$ MET koeficient aktivity. Súčet všetkých typov aktivít (intenzívna + stredná + chôdza) tvorí celkové skóre pohybovej aktivity.

Tabuľka 1 Úroveň pohybovej aktivity mestskej a vidieckej populácie

Prostredie	Počet (n)	Priemer (min/týždeň)	MET	Medián MET	Štandardná odchýlka	p-hodnota (t-test)
Dedina	34	3273,5		2508,0	4186,9	0,7724
Mesto	60	3567,7		2758,0	3627,8	

(Zdroj: vlastné spracovanie)

T-test sa porovnávalo priemerné skóre MET medzi skupinami „mesto“ a „dedina“. Výsledná **p-hodnota = 0,7724** naznačuje, že **rozdiel medzi týmito skupinami nie je štatisticky významný** ($p > 0,05$). Hypotéza predpokladala vyššiu pohybovú aktivitu žiakov z vidieka, priemerné aj mediánové hodnoty boli vyššie u žiakov z mesta. Štatistický test (t-test) potvrdil, že rozdiel nie je významný ($p = 0,7724$). Hypotéza sa nepotvrdila. (Tabuľka 1).

Z uvedených údajov vyplýva, že adolescenti z mestského prostredia vykazovali v priemere vyššie hodnoty celkovej pohybovej aktivity, ako aj vyšší medián. Rozdiely však nie sú štatisticky významné ($p = 0,7724$), čo

znamená, že rozdiel medzi mestskými a vidieckymi respondentmi mohol vzniknúť náhodne a nie je dostatočne presvedčivý na potvrdenie hypotézy.

Na základe výsledkov výpočtu MET skóre konštatujeme, hypotéza H1 sa nepotvrdila. V úrovni pohybovej aktivity sa nezaznamenali signifikantné rozdiely medzi mestskými a vidieckymi adolescentmi.

Mestskí adolescenti majú väčšiu dostupnosť športových zariadení, posilňovní, krúžkov a organizovaných foriem pohybovej aktivity, čo môže kompenzovať prirodzený pohyb vo vidieckom prostredí. Na druhej strane, aj žiaci z vidieka môžu byť zaťažení povinnosťami (napr. v domácnosti), ktoré neboli v dotazníku zachytené ako pohybová aktivita v zmysle IPAQ.

Hoci sa v našom výskume nepotvrdil predpoklad vyššej miery pohybovej aktivity u adolescentov z vidieckeho prostredia, viacero štúdií ukazuje, že vplyv prostredia na pohybovú aktivitu je zložitý a nie vždy jednoznačný.

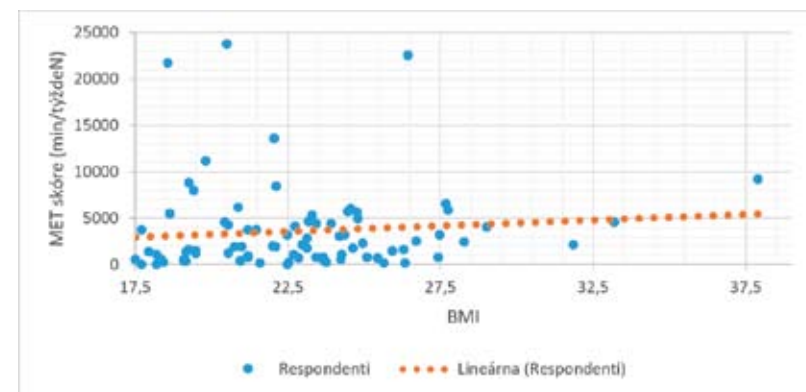
Hypotéze H2 sa predpokladalo, že adolescenti s vyšším indexom telesnej hmotnosti (BMI) vykazujú nižšiu mieru pohybovej aktivity. Predpoklad bol založený na všeobecne rozšírenej predstave, že vyššia telesná hmotnosť súvisí s nižšou motiváciou a schopnosťou vykonávať pravidelnú pohybovú aktivitu. Na overenie hypotézy boli použité dve kvantitatívne premenné: BMI, vypočítané na základe údajov o výške a hmotnosti respondentov, celkové MET skóre (Metabolic Equivalent of Task), ktoré vyjadruje týždenný energetický výdaj v súvislosti s intenzívnou, stredne intenzívnou aktivitou a chôdzou.

Vzťah medzi BMI a celkovým skóre pohybovej aktivity bol použitý Pearsonov korelačný koeficient: $r = 0,0377$, p -hodnota = $0,7675$, $n = 74$ (respondenti s úplnými údajmi)

Medzi hodnotou BMI a pohybovou aktivitou sa nepotvrdil signifikantný rozdiel. Korelačný koeficient je veľmi blízky nule, čo naznačuje praktickú nezávislosť premenných. P -hodnota vysoko preyšuje hladinu významnosti $\alpha = 0,05$, čo znamená, že zistený vzťah nie je štatisticky významný. Koeficient je pozitívny, adolescenti s vyšším BMI mali v priemere o niečo vyššiu pohybovú aktivitu. Tento rozdiel však možno považovať za náhodný bez štatistickej opory.

Bodový graf 1, vizualizuje vzťah medzi indexom telesnej hmotnosti (BMI) a celkovou pohybovou aktivitou vyjadrenou pomocou MET skóre. Každý bod reprezentuje jedného respondenta, pričom: os x (horizontálna) zobrazuje hodnotu BMI, os y (vertikálna) zobrazuje celkové MET skóre – teda súhrnný výdaj energie za týždeň v pohybovej aktivite.

Tieto zistenia naznačujú, že prostredie, v ktorom adolescent žije, nemusí byť jediným alebo rozhodujúcim faktorom ovplyvňujúcim jeho pohybovú aktivitu a čas strávený nečinnosťou. Na životný štýl mládeže môžu mať výrazný vplyv aj iné premenné – napríklad miera motivácie, rodinné zázemie, prístup k športovej infraštruktúre, digitálne návyky či sociálno-ekonomická situácia.



Graf 1 Korelácia BMI a úrovňou pohybovej aktivity
(Zdroj: vlastné spracovanie)

Limity príspevku: Dotazník IPAQ, hoci je medzinárodne overený a široko používaný, je založený na sebahodnotení, čo otvára priestor pre subjektívne skreslenia. Adolescenti mohli svoje pohybové aktivity a nadhodnocovať alebo podhodnocovať, prípadne odpovedať podľa spoločensky žiaducich predstáv.

Z metodického hľadiska je potrebné zohľadniť aj to, že dotazník nedokáže zachytiť všetky premenné ovplyvňujúce životný štýl adolescentov. Výskum nezohľadnil napríklad socioekonomické pozadie respondentov, dostupnosť športových a rekreačných zariadení v mieste bydliska, klimatické podmienky alebo osobnú motiváciu k pohybu. Tieto faktory môžu výrazne ovplyvniť úroveň pohybovej aktivity.

ZÁVERY

Cieľ sa splnil, rozšírili sme poznatky o vplyve prostredia na pohybovú aktivitu a zdravý životný štýl stredoškolákov. Hypotézy sa nepotvrdili nezaznamenali sa signifikantné rozdiely: medzi adolescentmi z vidieckeho a mestského prostredia vo vykonávaní pohybovej aktivity, ako aj, že adolescenti s vyšším indexom telesnej hmotnosti (BMI) vykazujú nižšiu mieru pohybovej aktivity.

ODPORÚČANIA

- Zohľadnenie faktorov ako vnútorná motivácia, rodinné zázemie, dostupnosť športovísk či vplyvy vonkajšieho prostredia,
- dôsledné sledovanie sezónnych vplyvov, ktoré môžu ovplyvňovať úroveň pohybovej aktivity adolescentov.

LITERATÚRA

- AARNIO, M.; WINTER, T.; PELTONEN, J.; KUJALA, U. and KAPRIO, J., (2002). Stability of leisure-time physical activity during adolescence - a longitudinal study among 16-, 17- and 18-year-old Finnish youth. In: Scand J Med Sci Sports [online]. Vol. 12. pp. 179-185. [cit. 3. februára. 2025]. ISSN 1600-0838. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/11247333_Stability_of_leisure-time_physical_activity_during_adolescence_-_a_longitudinal_study_among_16-17-and-18-year-old_Finnish_youth
- BAR-OR, O. and BARANOWSKI, T., (1994). Physical activity, adiposity, and obesity among adolescents. In: Pediatric Exercise Science. Vol. 6, no. 4, pp. 348-360. ISSN 0899-8493.
- DEFORCHE, B.; DE BOURDEAUDHUIJ, M.; D'HONDT, G. and CARDON, I., (2003). Physical fitness and physical activity in obese and non-obese Flemish youth. In: Obesity Reviews. Vol. 4, no. 4, pp. 273-280. ISSN 1467-7881.
- FARIAS JÚNIOR, J., C., (2008a). Association between prevalence of physical inactivity and indicators of socio-economic status in adolescents. In: Rev Bras Med Esporte [online]. Vol. 14, no. 2, pp. 109-14. [cit. 10. februára. 2025]. ISSN 1806-9940. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/262554186_Association_Between_Prevalence_of_Physical_Inactivity_and_Indicators_of_Socio-Economic_Status_in_Adolescents
- FARIAS JÚNIOR, J., C., (2008b). Physical activity and associated factors in adolescents living in rural and urban areas. In: Revista de Saúde Pública, Vol. 42, no. 3, pp. 459-467. ISSN 0034-8910.
- NAKAMURA, P. M, et al. 2013a. Physical education in schools, sport activity and total physical activity in adolescents. In: Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum [online]. Vol. 15, no. 5, pp. 517-26. [cit. 10. februára. 2025]. ISSN 1980-0037. Dostupné z: <https://www.scielo.br/j/rbcdh/a/MGNgPQCG77XNPt4Y7x6wgVs/>
- NAKAMURA, E. et al., (2013b). Influence of the built environment on physical activity levels among adolescents. In: Journal of Environmental and Public Health, no. 2013, pp. 1-8. ISSN 1687-9813.
- RODRIGUEZ, D., A.; KHATTAL, A. and EVANS, L., (2012). Active living and the built environment: Evidence from a national study. In: American Journal of Preventive Medicine, Vol. 42, no. 6, pp. 486-492. ISSN 0749-3797.
- RUŽBARSKÁ, B., (2020). Pohybová aktivita v zmysle zdravotne orientovanej telesnej zdatnosti [elektronický dokument] - 1. vyd. - Prešov : Prešovská univerzita v Prešove, 2020. - 67 s. - ISBN 978-80-555-2624-9.

- RUŽBARSKÁ, B. a SZANTÓOVÁ, P., (2022). Pohybová aktivita a využívanie športovo zameraných mobilných aplikácií stredoškôlkami [print, elektronický dokument]. In: Šport a rekreácia 2022 [print, elektronický dokument] : zborník vedeckých prác Nitra : Katedra telesnej výchovy a športu, 2022. - ISBN 978-80-558-1905-1. - s. 58-65 [tlačná forma].
- RUŽBARSKÁ, B. a VAŠKOVÁ, M., (2021). Online physical education classes in different types of schools in Slovakia from the parents' perspective . In: Physical activity and health aspects of COVID-19 pandemic. FIEP - Fédération internationale d'éducation physique, 2021. - ISBN 978-953-317-067-1. - s. 25-38.
- TLUČÁKOVÁ, L. a KAČÚR, P., (2021). Pohybová aktivita a telesná zdatnosť adolescentov prešovského regiónu. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove. ISBN 978-80-555-2713-5.

SUMMARY

PHYSICAL ACTIVITY OF URBAN AND RURAL ADOLESCENTS

The environment in which adolescents live affects their physical activity and healthy lifestyle. Urban and rural areas can be associated with two different lifestyles. The aim of the paper is to expand knowledge about the influence of the environment on physical activity and healthy lifestyle of adolescents. The research group consisted of 94 adolescents aged 15 to 19 years. The average body mass index of boys was 23.97, girls 21.36, which falls within the normal weight range. The standardized questionnaire IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) - version for adolescents. also included questions about basic demographic data: age, gender, place of residence, body mass index. The obtained data were processed using mathematical statistical methods with respect for the nature of the data. Descriptive statistics, Welch's t-test. Physical activity results were expressed in MET-minutes per week based on standardized MET coefficients for vigorous, moderate activity, and walking. Independent t-test was used to compare physical activity levels between selected groups. Physical activity levels were not confirmed between urban and rural adolescents. There was no significant relationship between BMI and physical activity. The results obtained suggest that place of residence may not be a determining factor in assessing physical activity.

Keywords: Standardized IPAQ questionnaire, lifestyle, intrinsic motivation, sports facilities.

INTENZITA POHYBOVÝCH AKTIVÍT ADOLESCENTOV V ORGANIZOVANÝCH A NEORGANIZOVANÝCH FORMÁCH POHYBOVÝCH AKTIVÍT

Erika CHOVANOVÁ

Prešovská univerzita, Katedra športovej edukológie a humanistiky,
Fakulta športu Slovensko

ABSTRAKT

Pohybová aktivita adolescentov prebieha v sociálnych kontextoch, kde majú výraznú úlohu interakcie s rovesníkmi. Cieľom príspevku je rozšíriť poznatky o intenzite pohybových aktivít adolescentov v organizovaných a neorganizovaných formách pohybových aktivít. Výskum bol realizovaný na stredných školách na Slovensku. Výskumný súbor 100 stredoškolákov, 44 dievčat, 56 chlapcov. Priemerný vek chlapcov $17,58 \pm 1,46$ roka a dievčat $17,55 \pm 1,44$ roka. BMI chlapcov 23,58 - pásmo normálnej hmotnosti, dievčat 21,22 - pásmo normálnej hmotnosti. Zber údajov štandardizovaným dotazníkom IPAQ (International Physical Activity Questionnaire). Hodnotenie úrovne pohybovej aktivity: deskriptívne štatistické ukazovatele – aritmetický priemer, medián, modus, štandardnú odchýlku, t-test a rozptyl. Vypočítali sa základné štatistické ukazovatele (priemer, medián, štandardná odchýlka) a na overenie rozdielov medzi skupinami bol použitý Welchov t-test. Na meranie úrovne fyzickej aktivity bolo opäť použité celkové MET skóre, vypočítané ako súčet MET-minút z intenzívnej aktivity, strednej aktivity a chôdze. Výsledky pohybovej aktivity boli vyjadrené v MET-minútach za týždeň na základe štandardizovaných koeficientov MET pre intenzívnu, strednú aktivitu. Verifikovala sa hypotéza, respondenti v organizovaných pohybových aktivitách vykazujú vyššiu intenzitu pohybových aktivít, ako neorganizovaná populácia stredoškolákov. Odporúčajú sa organizované formy pohybových aktivít pre adolescentov.

Kľúčové slová: štandardizovaný dotazník IPAQ, súčet MET-minút z intenzívnej aktivity, strednej aktivity

ÚVOD

Úroveň pohybovej aktivity v dnešnej dobe závisí najmä od osobnej motivácie a vôle jednotlivca. Okrem samotnej výučby telesnej výchovy by mal byť na podporu pohybu zameraný aj celkový denný režim školy, pričom dôraz by mal byť kladený na podporu zdravia a rozvoj fyzickej kondície žiakov (Machová 2006). Je prínosné, keď sa školy zapájajú do organizácie podujatí, ako je Olympijský deň, Športom ku zdraviu a podobné aktivity. Okrem toho by školy mali ponúknuť žiakom príležitosti na mimoškolské aktivity, ako sú

záujmové krúžky zamerané na pohybovú aktivitu (Bašková 2009). Výchova k zdraviu je vzdelávacia a výchovná činnosť, ktorá sa zameriava na formovanie uvedomeného a zodpovedného správania a konania jednotlivcov alebo skupín, s cieľom podporiť, uchovať a udržiavať zdravie. Týmto spôsobom sa snaží ovplyvniť správanie, ktoré vedie k zlepšeniu kvality života a prevencii zdravotných problémov (Závodná 2005). Organizovaná pohybová aktivita prináša spravidla väčší prínos než neorganizovaná, pričom výsledný efekt závisí najmä od obsahu hodín telesnej a športovej výchovy. Dôležité je, aby deti vnímali športové činnosti pozitívne aj v školskom prostredí – výučba by mala byť prispôbená tak, aby boli hodiny telesnej výchovy pre žiakov pútavé a motivujúce. Z tohto dôvodu by bolo vhodné podporiť a rozšíriť možnosti aktívneho pohybu aj prostredníctvom ďalších školských športových alebo pohybových programov (Zapletalová 2014, Ružbarská 2020, Ružbarská, Vašková (2021). Jedným z efektívnych nástrojov, ako podporiť vyšší objem a zároveň aj atraktivitu pohybovej aktivity, je úprava školského denného režimu. Ide napríklad o zavedenie pravidelných pohybových prestávok, zvýšenie počtu hodín telesnej výchovy, obohatenie vyučovania o aktívne formy pohybu či podpora mimoškolských športových aktivít. (Bouchard et al., 2007).

V období adolescencie dominuje najmä organizovaná pohybová aktivita, ktorá prebieha predovšetkým v školskom prostredí alebo v rámci športových klubov. Dôležité zabezpečiť dostatočné množstvo cielene organizovanej pohybovej aktivity. Výskumy ukazujú, že približne 20–30 % mladých ľudí nedosahuje požadovanú úroveň pohybovej zdatnosti. Údaje z Európskej únie zároveň poukazujú na klesajúci trend v počte vyučovacích minút venovaných telesnej výchove. Kým v roku 2002 pripadalo na telesnú výchovu na stredných školách v priemere 117 minút týždenne, v roku 2011 to bolo už len 101 minút. (Pastucha 2011).

Pohybová aktivita adolescentov prebieha v sociálnych kontextoch, kde majú výraznú úlohu interakcie s rovesníkmi. Mnohí adolescenti, ktorí sú pravidelne pohybovo aktívni, vykonávajú tieto aktivity v skupinách, čo naznačuje, že pohybová aktivita nie je len individuálnym správaním, ale skôr spoločenským. Tento trend ukazuje, že pre adolescentov je dôležité zapájať sa do aktivít v spoločnosti svojich rovesníkov, čím sa podporuje ich motivácia a vytrvalosť v pohybovej aktivite. Skupinové formy cvičenia a športu môžu tiež posilniť sociálne väzby, čo zvyšuje pravdepodobnosť pravidelného zapájania sa do týchto aktivít. Týmto spôsobom sa pohybová aktivita stáva súčasťou širšieho sociálneho správania adolescentov (Smith 2003a,b, Ružbarská, Szántóová (2022). Programy zamerané na pohybové aktivity môžu zohrávať dôležitú úlohu nielen v oblasti telesného zdravia detí, ale aj v ich celkovom psychosociálnom vývine. Zapojenie do organizovaných pohybových činností prispieva k rozvoju sociálnych zručností, ako sú spolupráca, komunikácia, rešpektovanie pravidiel či schopnosť fungovať v tíme. Pohybové programy

zároveň predstavujú efektívny nástroj prevencie rizikového správania, ponúkajú deťom zmysluplnú alternatívu pre trávenie voľného času (Taras 2005). Výskum používania verejných športových zariadení ukázal, že dievčatá využívajú tieto zariadenia menej ako chlapci. Ďalej sa zistilo, že viacúčelové zariadenia, ktoré umožňujú rôzne druhy aktivít, sú využívané viac ako špecializované športové zariadenia, najmä medzi adolescentmi, ktorí sú menej pohybovo aktívni. Tento trend naznačuje, že prístupnosť a flexibilita zariadení môžu hrať dôležitú úlohu v zapojení rôznych skupín adolescentov do pohybovej aktivity (Limstrand 2008).

CIEĽ

Rozšíriť poznatky o intenzite pohybových aktivít adolescentov v organizovaných a neorganizovaných formách pohybových aktivít. Hypotéza: respondenti v organizovaných pohybových aktivitách vykazujú vyššiu intenzitu pohybových aktivít, ako neorganizovaná populácia stredoškolákov.

METODIKA

Výskum sa realizoval na stredných školách na Slovensku, so súhlasom a zabezpečenou anonymitou a ochranou osobných údajov účastníkov. Výskumné šetrenie formou elektronického dotazníka, online platformou (Survio). Výskumný súbor 100 stredoškolákov, 44 dievčat, 56 chlapcov. Priemerný vek chlapcov $17,58 \pm 1,46$ roka a dievčat $17,55 \pm 1,44$ roka. BMI chlapcov 23,58 - pásmo normálnej hmotnosti, dievčat 21,22- pásmo normálnej hmotnosti. Zber údajov štandardizovaným dotazníkom IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) – kvantitatívne údaje o intenzite pohybovej aktivity počas týždňa, počte minút strávených pohybovou aktivitou rôznej intenzity (chôdza, stredná a vysoká intenzita), vek, pohlavie a indexu telesnej hmotnosti (BMI). Kontrolou a čistením dát – odstránenie neúplných alebo nerelevantných odpovedí s cieľom zabezpečiť kvalitu a spoľahlivosť vstupných údajov. Kódovanie odpovedí – prevod kategórií odpovedí do číselných hodnôt pre potreby štatistického spracovania. Získané údaje boli spracované metódami matematickej štatistiky s rešpektovaním povahy dát. Na popis základných charakteristík výskumného súboru a hodnotenie úrovne pohybovej aktivity sa použili deskriptívne štatistické ukazovatele – aritmetický priemer, medián, modus, štandardnú odchýlku, t-test a rozptyl. Vypočítali sa základné štatistické ukazovatele (priemer, medián, štandardná odchýlka) a na overenie rozdielov medzi skupinami bol použitý Welchov t-test. Na meranie úrovne fyzickej aktivity bolo opäť použité celkové MET skóre, vypočítané ako súčet MET-minút z intenzívnej aktivity, strednej aktivity a chôdze. Výsledky

pohybovej aktivity boli vyjadrené v MET-minútach za týždeň na základe štandardizovaných koeficientov MET pre intenzívnu, strednú aktivitu.

Prieskum sa uskutočnil v rámci riešenia grantového projektu VEGA, č. č. 1/0484/22, *Vzťah motorickej docility a kognitívnych schopností žiakov*.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Hypotéza sa koncipovala na základe, že pravidelnou a systematickou účasťou adolescentov v organizovanej pohybovej aktivite (napr. športový klub, tréning, krúžok, súťažná činnosť) je faktor pre vyššiu intenzitu pohybových aktivít. Z dotazníkového šetrenia o organizovanosti pohybovej aktivity počas roka, a odpoveďami typu: „žiadna“ (neorganizovaní), „1x týždenne“ a viac (organizovaní).

Tabuľka 1 Intenzita pohybových aktivít adolescentov v organizovaných a neorganizovaných formách pohybových aktivít.

Skupina	Priemer MET	Medián MET	Štandardizovaná odchýlka	p-hodnota
Organizovaní	3792,1	2904,0	3993,5	0,0272
Neorganizovaní	1913,7	1048,0	1984,4	

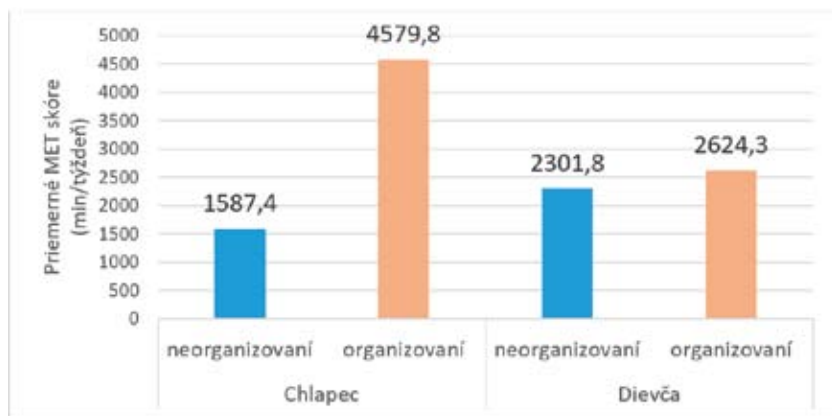
(Zdroj: vlastné spracovanie)

Z výsledkov vyplýva, že organizovaní adolescenti dosahovali vyššie hodnoty pohybovej aktivity, a to ako v priemere, tak aj v mediáne MET skóre. Rozdiely overené t-testom nezávislých výberov, hodnota $p < 0,05$ (alebo konkrétna hodnota podľa výstupu) poukazuje na štatisticky významný rozdiel medzi skupinami. (Tabuľka 1).

Verifikovala sa hypotéza: respondenti v organizovaných pohybových aktivitách vykazujú vyššiu intenzitu pohybových aktivít, ako neorganizovaná populácia stredoškolákov.

Intenzita pohybovej aktivity medzi organizovanými a neorganizovanými respondentmi podľa pohlavia (Graf 1): Chlapci zapojení do organizovaných aktivít vykazovali výrazne vyššie MET skóre (priemer 4579,8), trojnásobok v porovnaní s neorganizovanými chlapcami. U dievčat bol rozdiel medzi organizovanými a neorganizovanými nevýrazný – priemerné hodnoty boli podobné a medián takmer rovnaký. U chlapcov bola organizovanosť spojená s vyššou pohybovou aktivitou, u dievčat nie.

Zistenie, že organizovaní adolescenti dosahujú vyššiu intenzitu pohybovej aktivity, ako neorganizovaní adolescenti potvrdzujú aj autori Tlučáková a Kačúr (2021). Uvádzajú, že organizovaná pohybová aktivita výrazne zvyšuje pravdepodobnosť naplnenia odporúčanií Svetovej zdravotníckej organizácie na intenzitu pohybovej aktivity v týždni.



Graf 1 Intenzita pohybovej aktivity medzi organizovanými a neorganizovanými respondentmi podľa pohlavia
(Zdroj: vlastné spracovanie)

Organizované aktivity majú vyššiu intenzitu a pravidelnosť než neformálne voľnočasové pohyby. Belanger et al. (2009) a Marques, Ekelund a Sardinha (2015) konštatujú, že organizované formy športu významne zvyšujú podiel stredne a vysoko intenzívnych aktivít, a teda priamo prispievajú k vyššiemu celkovému MET skóre. Účasť na organizovanom športe v detskom veku výrazne zvyšuje pravdepodobnosť zotrvania pri pohybovej aktivite aj v dospelosti, čo poukazuje na jej dlhodobý preventívny účinok. Vell et al. (2015) a Baduru et al. (2015) sa do organizovaných športových aktivít zapája výrazne viac chlapcov než dievčat, čo môže vysvetľovať rozdiely, ktoré sa ukázali aj v našom výskume – organizovaní chlapci vykazovali omnoho vyššiu intenzitu ako dievčatá.

ZÁVERY

Cieľ splnený, rozšírili sa poznatky o intenzite pohybových aktivít adolescentov v organizovaných a neorganizovaných formách pohybových aktivít. Hypotéza sa verifikovala: respondenti v organizovaných pohybových aktivitách vykazujú vyššiu intenzitu pohybových aktivít, ako neorganizovaná populácia stredoškolákov.

ODPORÚČANIA

Odporúčajú sa organizované formy pohybových aktivít pre adolescentov.

- Odporúčajú sa organizované formy pohybových aktivít pre adolescentov,
- akceptovať vývinové osobitosti chlapcov a dievčat.

LITERATÚRA

- BADURU, K.; AMORIM, A.; CUNHA, L et al., (2015). Adolescents' participation in sports and their physical activity patterns. In: Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 21, no. 3, pp. 211–216. ISSN 1517-8692.
- BAŠKOVÁ, M. a ďalší (2009). Výchova k zdraviu. Martin: Osveta, 2009. 226 s. ISBN 978-80-8063-320-2.
- BELANGER, M.; GRUBER, S.; RAINVILLE, M. et al., (2009). Predicting participation in organized youth sports. In: Journal of Physical Activity and Health. Vol. 6, no. 6, pp. 733–738. ISSN 1543-3080.
- BOUCHARD, C.; BLAIR, S. N.; HASKELL, W., (2007). Physical activity and health. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-9541-9.
- LIMSTRAND, T.; REHRER, N., (2008). Young people's use of sports facilities: a Norwegian study on physical activity. In: Scand J Public Health [online]. Vol. 36, no. 5, pp. 452–9. [cit. 1. februára. 2025]. ISSN 1651-1905. Dostupné z: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1403494807088455?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori:rid:crossref.org&rft_dat=cr_pub%20%200pubmed
- MACHOVÁ, J., (2006). Výchova ke zdraví pro učitele. Ústí nad Labem : Univerzita J. E. Purkyně, 135 s. ISBN 80-7044-80-789-3.
- MARQUES, A.; EKELUND, U. and SARDINHA, L. B., (2015). Associations between organized sports participation and objectively measured physical activity, sedentary time and weight status in youth. In: Journal of Science and Medicine in Sport. Vol. 19, no. 2, pp. 154–157. ISSN 1440-2440.
- PASTUCHA, D. et al., (2011). Pohyb v terapii a prevenci dětské obezity. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4065-2.
- RUŽBARSKÁ, B., (2020). Pohybová aktivita v zmysle zdravotne orientovanej telesnej zdatnosti [elektronický dokument] - 1. vyd. - Prešov : Prešovská univerzita v Prešove, 2020. - 67 s. - ISBN 978-80-555-2624-9.
- RUŽBARSKÁ, B. a SZANTÓOVÁ, P., (2022). Pohybová aktivita a využívanie športovo zameraných mobilných aplikácií stredoškolákmi [print, elektronický dokument]. In: Šport a rekreácia 2022 [print, elektronický dokument] : zborník vedeckých prác Nitra : Katedra telesnej výchovy a športu, 2022. - ISBN 978-80-558-1905-1. - s. 58-65 [tlačená forma].
- RUŽBARSKÁ, B. a VAŠKOVÁ, M., (2021). Online physical education classes in different types of schools in Slovakia from the parents' perspective . In: Physical activity and health aspects of COVID-19 pandemic. FIEP - Fédération internationale d'éducation physique, 2021. - ISBN 978-953-317-067-1. - s. 25-38.

- SMITH, A., L., (2003a). Psychology of sport and peer relationships in physical activity contexts: A road less traveled in youth sport and exercise psychology research. In: Psychology of Sport and Exercise [online]. Vol. 4, no. 1, pp. 25-39. [cit. 21. februára. 2025]. ISSN 1878-5476. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1469029202000158>
- SMITH, A., L., (2003b). Peer relationships in physical activity contexts: A road less traveled in youth sport and exercise psychology research. In: Psychology of Sport and Exercise. Vol. 4, no. 1, pp. 25–39. ISSN 1469-0292.
- TARAS, H., (2005). Physical activity and student performance at school. In: J School Health. Vol. 75 no. 6. pp. 214-8. ISSN 1746-1561.
- TLUČÁKOVÁ, L., KACŮR, P., (2021). Pohybová aktivita a telesná zdatnosť adolescentov prešovského regiónu. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove. ISBN 978-80-555-2713-5.
- VELLU, G., D., STUART, M., WHITE, et al., (2015). Gender differences in sports participation and physical activity among youth. In: European Journal of Sport Science. Vol. 15, no. 5, pp. 431–438. ISSN 1746-1391.
- ZAPLETALOVÁ, L., (2014). Pohybová výkonnosť 11- až 15- ročných chlapcov a dievčat s odlišnou pohybovou aktivitou. In: Pohybové aktivity ve vědě a praxi [online]. Praha: Univerzita Karlova [cit. 1. apríla 2025]. ISBN 978-80-246-2654-3. Dostupné z: https://books.google.sk/books?hl=sk&lr=&id=KIUvBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA69&dq=info%3AC_bD5aIU_cEJ%3AScholar.google.com%2F&ots=3bRWVsGbtS&sig=3sX0EPvBSaU1O46D3Jz_ua_NPgM&redir_esc=y&fbclid=IwAR3jtAwZhGex0lvEFmLQBHAJZGhVnklCCHFBCspzr7D65NiFCNnAtcDrgfE#v=onepage&q&f=false
- ZÁVODNÁ, V., (2005). Pedagogika v ošetrovatel'stve. 2. vyd. Martin: Osveta. s. 117. ISBN 808063193X.

SUMMARY

INTENSITY OF PHYSICAL ACTIVITY OF ADOLESCENTS IN ORGANIZED AND UNORGANIZED FORMS OF PHYSICAL ACTIVITY

Adolescent physical activity takes place in social contexts, where interaction with peers plays a significant role. The aim of the paper is to expand knowledge about the intensity of adolescent physical activity in organized and unorganized forms of physical activity. The research was conducted in secondary schools in Slovakia. The research group consisted of 100 secondary

school students, 44 girls, 56 boys. The average age of boys was 17.58 ± 1.46 years and of girls was 17.55 ± 1.44 years. BMI of boys was 23.58 - normal weight range, of girls 21.22 - normal weight range. Data collection was carried out using a standardized questionnaire IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) Descriptive statistical indicators were used to assess the level of physical activity – arithmetic mean, median, mode, standard deviation, t-test and variance. Basic statistical indicators (mean, median, standard deviation) were calculated and Welch's t-test was used to verify the differences between groups. The total MET score was again used to measure the level of physical activity, calculated as the sum of MET-minutes from intensive activity, moderate activity and walking. The results of physical activity were expressed in MET-minutes per week based on standardized MET coefficients for intensive, moderate activity. The hypothesis was verified that respondents in organized physical activities show a higher intensity of physical activities than the unorganized population of high school students. Organized forms of physical activities are recommended for adolescents.

Keywords: standardized IPAQ questionnaire, sum of MET-minutes from intense activity, moderate activity

KOREKCIA POHYBOVÝCH STEREOTYPOV VYSOKOŠKOLÁKOV ŠPORTOVÉHO ZAMERANIA

Iveta BORŽÍKOVÁ

Katedra športovej edukológie a humanistiky, Fakulta športu, Prešovská
univerzita, Prešov, Slovensko

ABTRAKT

Cieľom štúdie bolo rozšíriť poznatky stimulácii hlbokého stabilizačného systému a o možnostiach zlepšenia pohybových vzorov vysokoškolákov telovýchovného zamerania. Výskumný súbor študentov Fakulty športu PU v Prešove (Slovakia) (n=125) pozostával z experimentálnej skupiny (ES, n=61) a kontrolnej skupiny (KS, n=64). Intervencia trvala 12 týždňov s podnetom 3x týždenne a bola zameraná na kompenzáciu svalovej dysbalancie a korekciu posturálnych stereotypov. Hlboký stabilizačný systém sme hodnotili štandardizovanými motorickými testami: 4 - stupňový sed – ľah, stoj na jednej nohe v podrepe s oporou chrbtom o stenu, výdrž v prednose, balansovanie v stoj, výdrž vo vzpore na predlaktí jednej ruky na zemi. Na overenie predpokladov a porovnanie rozdielov sme využili Mann-Whitneyov test a parametrický t-test pre nezávislé súbory. Vypočítaná p-hodnota vo všetkých testoch bola menšia ako stanovená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, čím sme preukázali, že aplikácia intervenčného programu signifikantne pozitívne stimulovala úroveň sledovaných premenných. Poukázali sme na možnosť zlepšenia úrovne hlbokého stabilizačného systému a dynamickej rovnováhy výskumného súboru vysokoškolákov, ktorá sa prejavila zlepšením ich držania tela a korekciou pohybových stereotypov. Tento príspevok je súčasťou grantového projektu VEGA 1/0382/24 Prevalencia a diverzifikácia porúch muskuloskeletálneho systému vysokoškolákov vo vzťahu k ich správaniu súvisiacim so zdravím.

Kľúčové slová: posturálne zdravie; hlboký stabilizačný systém, intervenčný program

ÚVOD

Posturálne funkcie sú súčasťou a predpokladom každého pohybu. Ich nesprávny vývin môže byť výsledkom nesprávnej metodiky na hodinách telesnej a športovej výchovy, resp. v športovom tréningu. Z dôvodu prevencie a korekcie pohybových stereotypov je preto dôležité riešiť otázku síl pôsobiacich na muskuloskeletálny systém. Pochopenie a neustále prehodnocovanie neurofyziológických a kineziologických princípov motorického vývinu, by malo viesť k uspokojivej úrovni pohybových

zručností v priebehu celého života človeka. Z pohľadu budúcich odborníkov v telesnej výchove a športe má úroveň správnych pohybových vzorov rozhodujúci vplyv v nácvičnom a zdokonaľovacom procese motorického učenia bežnej populácie. Výskumný problém bol orientovaný na aktualizáciu teoretických východísk a štrukturálne zmeny pohybových návykov sledovaného súboru vysokoškolákov. V koncepcii školskej telesnej a športovej výchovy sa v poslednom období edukačné stratégie orientujú na účinnejšiu stimuláciu motoriky a rozvoj adekvátnych pohybových kompetencií. Tvorba posturálnych vzorov závisí od kvality riadiacich štruktúr, plasticity ako schopnosti selektívnej hybnosti. Riadenie postúry a zámerných pohybov spolupracuje, ale funguje nezávisle od seba (Mikuláková, Urbanová, Lenková 2017; Ghamkhar, Kahlaee 2019; Hanna, Daas et al. 2019). Je dôležité sa na riadenie pohybu pozeráť ako na diferencovaný nezávisle fungujúci systém, ktorý je previazaný s posturálnym riadiacim systémom, ale je ovplyvňovaný vnútornými a vonkajšími podmienkami.

Centrálna nervová sústava na spracovanie a kontrolu postury používa rôzne stratégie. Pri posturálnom zabezpečení pohybu medzi základné zložky riadiace mechanizmus posturálnej stabilizácie patria: zrakové receptory zabezpečujúce feedback v riadení pohybu, sluchové receptory poskytujúce feedback o vonkajšom prostredí, vestibulárny aparát, ktorý informuje o pohyboch hlavy, mechanoreceptory informujúce o rotačnom pôsobení, pôsobení tlaku, bolesti, exteroceptory a propioceptory so spätnou väzbou o polohe tela, jeho segmentov a ich zmenách. Na stabilizácii sa vždy podieľa celý svalový reťazec a súhra svalov zapojených do stabilizácie a celkovo do pohybov tela eliminuje vonkajšie sily, ktoré pôsobia na segmenty chrbtice. Svaly hlbokého stabilizačného systému sa zapájajú do všetkých pohybov a tak vyvíjajú vnútorné sily, ktoré taktiež pôsobia na segmenty chrbtice (Kolář 2020). Všetky svaly hlbokého stabilizačného systému navzájom spolupracujú a vytvárajú pevný základ pre pohyby horných a dolných končatín. Základný význam majú v náročných dynamických športoch, kde slúžia ako prevencia pred zranením a pomáhajú prenášať silu, stabilitu, výkon.

K dysfunkcii posturálnej stabilizácie môže dochádzať pri nestabilite chrbtice. Dysfunkcia sa môže prejavovať bolesťou, zmenou kvality a rozsahu hybnosti, môže sa narušiť svalová súhra, vzniknúť neekonomická posturálna reakcia a chybný timing. Tieto poruchy môžu viesť k chybám vykonávania pohybov. Vedecké štúdie ukázali, že nesprávne držanie tela v dospelosti sa často formuje už od detstva, 34 - 50 % dospelujúcich má rôzny stupeň nesprávneho držania tela. Bendíková et al. (2014), Lenková, Boržíková (2018), uvádzajú, že poruchy funkčnosti chrbtice, ako svalová nerovnováha alebo zníženie svalového napätia v určitých segmentoch tela sa prejavujú

chybnými posturálnymi stereotypmi. Výskum Mallau et al. (2010) ukázal, že posturálne stratégie sa vekom menia, pokiaľ ide o kontrolu rovnováhy, segmentálnu stabilizáciu hlavy, trupu a panvy existujú výrazné rozdiely v porovnaní detí s dospelými. Účasť na hodinách telesnej a športovej výchovy, v trvaní aspoň 200 minút každých 10 dní, zvyšuje pravdepodobnosť, že študenti splnia zdravotné kritériá dobrej posturálnej stability a telesnej zdatnosti (Bendíková et al., 2015; Yang et al. 2020). Často na hodinách telesnej a športovej výchovy nedôjde k dostatočnému stimulu pre organizmus z dôvodu nízkej intenzity telesného zaťaženia (Coledam et al. 2018). Hlavné komplikácie vyplývajú z viacerých fyziologických obmedzení neuromuskulárnych kontrolných systémov, ktoré musia riešiť viacero motorických úloh súčasne a zároveň udržiavať držanie tela. Učitelia telesnej a športovej výchovy by pri tvorbe intervenčných programov pre žiakov mali vychádzať z výsledkov dôslednej diagnostiky, určujúcej zameranie intervenčného programu. Identifikácia systému postury a intervencia posturálnej stabilizácie v podmienkach telesnej a športovej výchovy si jednoznačne vyžadujú transdisciplinárny prístup a systematické edukačné stratégie.

CIELE

Cieľom štúdie bolo rozšíriť poznatky o možnostiach zlepšenia pohybových stereotypov a o pozitívnej stimulácii hlbokého stabilizačného systému vysokoškôľakov telovýchovného zamerania v podmienkach edukačného procesu vysokoškolského vzdelávania.

METODIKA

Za účelom splnenia stanoveného cieľa bola objektom výskumného šetrenia skupina študentov 1. ročníka bakalárskych študijných programov učiteľstvo telesnej výchovy a šport pre zdravie na Fakulte športu Prešovskej univerzity v akademickom roku 2023/2024. Experimentálny súbor (ES) tvorilo 61 študentov (45 mužov a 16 žien). Priemerný vek mužov experimentálnej skupiny bol 20,3 roka. Mali priemernú telesnú výšku 178,9 cm, priemernú telesnú hmotnosť 74,8 kg a priemerný BMI 23,4. Priemerný vek žien ES bol 19,3 roka, priemerná telesná výška bola 166,7 cm, priemerná telesná hmotnosť bola 56,5 kg a BMI bol 20,2. Kontrolný súbor (KS) tvorilo 64 študentov (51 mužov a 13 žien).

Zámer sme realizovali od októbra 2023 do decembra 2023. Úroveň hlbokého stabilizačného systému bola posudzovaná štandardizovanými motorickými testami: 4° sed – ľah, stoj na jednej nohe v podpore s oporou chrbtom o stenu, výdrž v prednose, balansovanie v stoju, výdrž vo vzpore na predlakti jednej ruky na zemi (Šimonek 2012). V druhej etape výskumu sme zostavili intervenčný program pre študentov ES a v tretej etape po 13-

týždňovej intervencii sme testovanie zopakovali, výsledky analyzovali, vyhodnotili a formulovali závery výskumu. Súčasťou výskumnej situácie bol dvojskupinový paralelný experiment. V ES bol aplikovaný experimentálny činiteľ – intervenčný pohybový program stimulácie hlbokého stabilizačného systému. Do programu sme zaradili cvičenia na TRX a bosu, využili sme cvičenia s medicínbalmi, kettlebelmi, fitlbalmi a kondičné cvičenia. Realizácia experimentu sa uskutočnila v rámci edukačného procesu zimného semestra akademického roku 2023/24. Časový interval bol 36 cvičebných jednotiek.

Normálnosť distribúcie premenných sa hodnotila pomocou Shapiro-Wilkovho testu. Štatistické ukazovatele premenných boli prezentované priemerom a smerodajnou odchýlkou, na overenie predpokladov a porovnanie rozdielov sme využili Mann-Whitneyov test a parametrický t – test pre nezávislé súbory. Úroveň významnosti $p < 0.05$ bola považovaná za významnú s 95% intervalom spoľahlivosti. Štatistická analýza bola vykonaná pomocou programu SPSS (SPSS Statistics, verzia 23.0, SPSS Inc. Chicago, IL, USA).

VÝSLEDKY

Predpokladali sme, že vplyvom intervenčného programu stimulácie posturálnej stabilizácie dosiahnu študenti ES vyššiu úroveň sledovaných premenných ako študenti z kontrolnej skupiny.

Tabuľka 1 *T1 4-stupňový test sed-ľah (Šimonek 2011) – pred a po intervencii*

4-stupňový sed – ľah	<i>meranie</i>	$\bar{x}$	SD	t	p
1.stupeň	1.	3,85	0,38	-1,4771	0,1655
	2.	4,00	0,00		
2.stupeň	1.	2,54	1,20	-4,3817	0,0009
	2.	3,15	0,90		
3.stupeň	1.	3,55	0,66	-2,7386	0,0180
	2.	3,92	0,28		
4.stupeň	1.	2,38	1,12	-5,1120	0,0003
	2.	3,46	0,88		

$\bar{x}$ -priemer, SD-smerodajná odchýlka, t-hodnota, p-štatistická významnosť

4-stupňový test sed-ľah sa vykonáva v štyroch obmenách, vykonáva sa ťahom, zisťuje sa ním silová úroveň hlbšie uložených svalov brucha. Spôsob vykonania sme hodnotili známkami od 0, čo znamenalo neschopnosť vykonať dané cvičenie, do 4 s vykonaním cvičenia bez problémov:

1. stupeň s kolenami pokrčenými v 90° uhle s držaním nôh. Išlo o najjednoduchšiu formu. Napriek tomu pri vstupnom testovaní probandi

nedosiahli plný počet bodov ($x_1=3,85$; $x_2=4$) a dosiahnuté zlepšenie nebolo štatisticky významné.

2. *stupeň* testu s pokrčenými kolenami s držaním nôh sme zaznamenali štatisticky významné zlepšenie ($p < 0.001$). Aplikáciou kompenzačného programu sa nám podarilo vyvolať zmenu úrovne hlbokého stabilizačného systému ($x_1=2,54$; $x_2=3,1$).

3. *stupeň* testu bol náročnejší, vykonáva sa vystretými končatinami. Stanovený cieľ sme dosiahli a dôkazom je zlepšenie priemerných hodnôt ($x_1=3,55$, $x_2=3,92$), čo bolo štatisticky významné ($p < 0.05$).

4. *stupeň* testu vykonávaný s vystretými kolenami bez držania DK je najťažší. Evidentne sa prejaví oslabená spodná časť brušných svalov a bedrovo-stehenných ohýbačov. Pri jeho vykonávaní dochádza k dvíhaniu nôh z podložky. Probandi ES dosiahli zvýšenie sily svalov hlbokého stabilizačného systému ($x_1=2,38$; $x_2=3,46$) a štatisticky významné výsledky na úrovni hodnoty $p < 0.001$ sú toho dôkazom.

Tabuľka 2 T2 Stoj na jednej nohe v podrepe s oporou chrbtom o stenu – pred a po intervencii

stoj na jednej nohe v podrepe s oporou chrbtom o stenu (s)	meranie	$\bar{x}$	SD	t	p
<i>pravá DK</i>	1.	52,12	11,21	-2,3250	0,0086
	2.	61,02	15,89		
<i>ľavá DK</i>	1.	45,01	13,85	-4,5202	0,0007
	2.	59,25	15,36		

$\bar{x}$ -priemer, SD-smerodajná odchýlka, t-hodnota, p-štatistická významnosť, s-sekundy, DK dolná končatina

Stoj na jednej nohe v podrepe s oporou o stenu - rezultáty poukázali na skutočnosť, že pri stoji na ľavej dolnej končatine (ďalej DK) sme zaznamenali horšie výsledky ako pri stoji na pravej DK. Na začiatku výskumu probandi ES dosahovali podpriemerné výsledky ($Px_1=52,12s$; $Lx_1=45,01s$). Intervenčným programom sme posilnili hlboký stabilizačný systém komplexne, do pohybu boli jednotlivé segmenty tela zapájané ako jeden celok. Prejavilo sa to zlepšením ovládania pohybov, koordináciou a súhrou pri vykonaní pohybu. Rezultáty poukazujú na štatisticky významné pozitívne zmeny u oboch končatín ($Px_2=61,02s$; $Lx_2=59,25s$). Hladina významnosti v stoji na ľavej DK bola $p < 0,001$ a pravej DK $p < 0,05$.

Výdrž v prednose identifikuje úroveň statickej sily brušných svalov. Po intervencii konštatujeme, že sme nedosiahli štatisticky významné rozdiely ($x_1=8,40s$; $x_2=9,82s$; $p=0,0759$).

Tabuľka 3 T3 výdrž v prednose – pred a po intervencii

výdrž v prednose	meranie	$\bar{x}$	SD	t	p
(s)	1.	8,40	8,61	-2,4340	0,0759
	2.	9,82	8,72		

$\bar{x}$ -priemer, SD-smerodajná odchýlka, t-hodnota, p-štatistická významnosť, s-sekundy

Tabuľka 4 T4 balansovanie v stoji – pred a po intervencii

balansovanie v stoji (s)	meranie	$\bar{x}$	SD	t	p
<i>pravá DK</i>	1.	35,12	32,68	-3,9310	0,0022
	2.	44,69	32,10		
<i>ľavá DK</i>	1.	34,48	34,20	-3,1632	0,0082
	2.	49,96	40,12		

$\bar{x}$ -priemer, SD-smerodajná odchýlka, t-hodnota, p-štatistická významnosť, s-sekundy, DK dolná končatina

Balansovanie v stoji je test statickej rovnováhy, ktorú sme rozvíjali prostredníctvom balansovania na nestabilných balančných pomôckach. Na začiatku experimentu probandi disponovali takmer identickou úrovňou v stoji na pravej a ľavej dolnej končatine ($Px_1=35,12s$; $Lx_1=34,48s$). Po intervencii sme zaznamenali štatisticky významné zlepšenie u oboch končatín.

Tabuľka 5 T5 výdrž vo vzpore na predlakti jednej ruky na zemi – pred a po intervencii

výdrž vo vzpore na predlakti jednej ruky na zemi (s)	meranie	$\bar{x}$	SD	t	p
<i>pravá HK</i>	1.	62,33	12,52	-5,7650	0,0001
	2.	79,33	16,44		
<i>ľavá HK</i>	1.	84,70	20,85	-3,6012	0,0042
	2.	96,66	15,97		

$\bar{x}$ -priemer, SD-smerodajná odchýlka, t-hodnota, p-štatistická významnosť, s-sekundy, HK horná končatina

Výdrž vo vzpore na predlakti jednej ruky na zemi, aj v tomto prípade sme dosiahli štatisticky významné rozdiely a potvrdil sa nami stanovený predpoklad. Vzhľadom na výsledok t-testu, vypočítaná p – hodnota je menšia ako stanovená hladina významnosti $\alpha = 0.05$. Pri porovnaní vzporov na

predlaktí pravej hornej končatiny (ďalej HK) a ľavej HK sme zaznamenali rozdiel v priemerných hodnotách, ktorý sme nepredpokladali ($Px_1=62.33s$; $Lx_1=84.70s$). Pri vzpore na predlaktí ľavej HK sme zaznamenali výrazne zlepšenie ako pri vzpore na predlaktí pravej HK.

Uvedenými výsledkami pôsobenia experimentálneho činiteľa bol jednoznačne preukázaný vplyv intervenčného programu na úroveň hlbokého stabilizačného systému výskumného súboru študentov študijného programu učiteľstvo telesnej výchovy a šport pre zdravie bakalárskeho stupňa na Fakulte športu PU v Prešove. Športové aktivity môžu byť faktorom zlepšujúcim posturálnu kontrolu a úroveň pohybových stereotypov. Zlepšil sa aj pohybový prejav vysokoškolákov, upravilo sa držanie tela, pohyby boli vykonávané s vedomou kontrolou. Intervencia a intervenčný program balančných cvičení prispel ku kompenzácii svalovej nerovnováhy, úprave pohybových vzorcov a prevencii pred nežiaducimi zraneniami.

DISKUSIA

Korekcia pohybov, pohybových stereotypov budúcich odborníkov v telesnej a športovej výchove zohráva dôležitú úlohu v rámci udržania ich profesijných kompetencií. Lepšia neuromuskulárna kontrola posturálnej a core stability prispieva k efektívnejším funkčným pohybom, špecifickým pre konkrétne športy. Tréningové programy obsahujúce balančné a core cvičenia, ktoré zahŕňajú použitie posturálnych svalov, ukázali zlepšenie rovnováhy tela a sily chrbtových svalov (Zemková, Zapletalová 2022). S touto problematikou sa stretávame vo viacerých zahraničných vedeckých štúdiách.

Cieľom štúdie Onofrei, Amaricai (2022) bolo vyhodnotiť, či úroveň vykonávanej pohybovej aktivity je faktorom, ktorý ovplyvňuje úroveň posturálnej stability, vrátane vplyvu zraku a pohlavia populácie mladých dospelých. Posturálna rovnováha sa hodnotila u 78 osôb (38 mužov a 40 žien vo veku $20,64 \pm 1,18$ roka) a bola ovplyvnená interakciou úrovne pohybovej aktivity a zraku skúmaného súboru. Neboli zistené žiadne rodové rozdiely vo výkonnosti posturálnej stability.

Podobne aj v štúdií Çelenaya, Kaya (2017) boli zdokumentované účinky 8-týždňového programu stabilizačných a vyrovnávacích cvičení na korekciu posturálnej stability tureckých vysokoškolákov. Úroveň hlbokého stabilizačného systému bola hodnotená pomocou vizuálnej analógovej stupnice spinálnej myši, Biodex Balance Systemom a McGill testom stability trupových svalov pred a po intervencii. Boli pozorované štatisticky významné rozdiely v úrovni zakrivenia hrudnej a bedrovej chrbtice, dynamickom indexe stability a znížení bolestí chrbta v sledovanej skupine vysokoškolských študentov.

Pravidelné vykonávanie pohybovej aktivity významne prispieva k formovaniu pohybového potenciálu mladej populácie. Telesná výchova, šport, tréningový proces formujú skúsenostnú základňu jednotlivca, automatizujú a formujú pohybové stereotypy. Svaly telesného jadra vytvárajú stabilitu, silu, flexibilitu, ktorá je potrebná na vykonávanie všetkých činností a zásadný význam majú v náročných dynamických športoch, kde pôsobia ako prevencia pred zranením. Vzhľadom na to, že probandmi našej štúdie boli vysokoškoláci telovýchovného zamerania, bývalí i aktívni športovci, pri výskumnom zámere a tvorbe intervenčného programu sme sa inšpirovali štúdiami zameranými na športovcov. Štúdia Šagata et al. (2023) naznačila, že svaly hlbokého stabilizačného systému ovplyvňujú stabilizáciu chrbtice a správnu svalovú koordináciu ako predpoklad pre správnu polohu kĺbov s optimálnou biomechanikou pohybu. Ich stimulácia špeciálnymi cvičeniami významne ovplyvňuje výkon a realizáciu jednotlivých pohybových činností v športe. Výskum overil účinok 8-týždňovej intervencie na aktiváciu hlbokého stabilizačného systému. Do pravidelného tréningového procesu hádzanej boli aplikované špeciálne bloky stabilizačných cvičení a experiment ukázal významný vplyv špecifických cvičení, ktoré zároveň viedli k zvýšeniu rýchlosti hodu v hádzanej.

Nový prístup nazerania na hodnotenie základných pohybových stereotypov nám umožnil prehodnotiť a zefektívniť edukačné pôsobenie v rámci výučby zdravotne zameraných predmetov bakalárskych študijných programov učiteľstva telesnej výchovy a športu pre zdravie v súčasných praktických podmienkach edukačného procesu. Dôsledné vykonávanie telesných cvičení s racionálnym vysvetlením zdravotných benefitov je predpokladom vytvárania správnych pohybových vzorov.

ZÁVERY

Môžeme konštatovať verifikovanie nášho predpokladu o signifikantnom intervenčnom vplyve kompenzačných a korekčných cvičení hlbokého stabilizačného systému v súbore vysokoškolákov športového zamerania. Kompenzačný program stimulácie hlbokého stabilizačného systému a korekcie pohybových stereotypov pôsobil preventívne proti funkčným poruchám pohybového aparátu, ktoré vznikli v dôsledku jednostranného pohybového zaťaženia vysokoškolákov, budúcich učiteľov telesnej výchovy a trénerov. Odporúčaná dĺžka aplikácie bola 12 týždňov, s 3-násobným opakovaním, minimálne 36 cvičebných jednotiek. Lenková, Boržíková (2018) uvádzajú, že pri uplatňovaní kompenzačných cvičení je dôležité dodržiavať základné didaktické princípy a kompenzačné postupy, ako je účelnosť, dôslednosť vykonania a pravidelnosť ich implementácie. Získané poznatky a skúsenosti umožnili poukázať na kauzálne súvislosti

spôsobov rozvíjania kompetenčnej štruktúry pohybov budúcich odborníkov v telesnej a športovej výchove a športe.

LITERATÚRA

- BENDÍKOVÁ, E., (2014). Effect of Exercise Programme with Compensatory Aim Targeting on Spine Mobility in School Girls of Secondary High School. *Hygiena*, vol. 60, no.1, pp.1330.
- BENDÍKOVÁ, et al., (2015). The influence of exercise program on the muscular system of female pupils in the lessons of physical education and sport. *Sport Science*, vol. 8, no. 2, pp.70-75.
- ÇELENAY, Ş. T., KAYA, D. Ö., (2017). An 8-week thoracic spine stabilization exercise program improves postural back pain, spine alignment, postural sway, and core endurance in university students: a randomized controlled study. *Turkish Journal of Medical Sciences*, vol. 47, no. 2. DOI 10.3906/sag-1511-155
- COLEDAM, D. H. C. et al., (2018). Aulas de educação física e despesas relacionados à saúde em estudantes brasileiros. *Revista Paulista de Pediatria*, vol. 36, no. 2, pp. 192-198. ISSN 1984-0462.
- GHAMKHAR, L., KAHLAEE, A. H., (2019). The effect of trunk muscle fatigue on postural control of upright stance: a systematic review. *Gait & Posture*, vol. 72, no. 7, pp. 167-170. DOI 10.1016/j.gaitpost.2019.06.010
- HANNA, F., DAAS, R.N., EL-SHAREIF, T.J., AL-MARRIDI, H.H., et al., (2019). The relationship between sedentary behavior, back pain, and psychosocial correlates among university employees. *Frontiers in Public Health*, vol. 9, no. 7, pp. 80. DOI 10.3389/fpubh.2019.00080.
- KOLÁŘ, P., (2020). *Rehabilitace v klinické praxi/Rehabilitation in Clinical Practice*. 2. vydání. ISBN 978-80-7492-500-9.
- LENKOVÁ, R., I. BORŽÍKOVÁ., (2018). *Zdravotná telesná výchova/Health physical education*. Prešov: Fakulta športu, Prešovská univerzita v Prešove. 2018. <https://www.researchgate.net/profile/Rut-Lenkova-2/publication/344451726>
- MALLAU, S. et al., (2010). Postural Strategies and Sensory Integration: No Turning Point between Childhood and Adolescence. *PLoS ONE*., vol. 5, no. 9, pp. 13078. DOI 10.1371/journal.pone.0013078
- MIKULÁKOVÁ, W., URBANOVÁ, K., LENKOVÁ, R., (2017). Quality of the postural system of university students. *Scientific review of physical culture*, vol. 7, no. 4, pp. 93-98. ISSN 2083- 8581.
- ONOFREI R.R, AMARICAI E., (2022). Postural Balance in Relation with Vision and Physical Activity in Healthy Young Adults. *Int J Environ Res Public Health*, vol. 19, no. 9, pp. 5021. DOI 10.3390/ijerph19095021.
- ŠAGÁT, P. et al., (2023). Effect of Deep Stabilization System Training on the Shot Velocity in Professional Female Handball Players: Cross-

sectional Study. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, vol. 19, no. 2, pp. 69-76. DOI:10.26773/mjssm.230910

ŠIMONEK, J., (2012). *Testy pohybových schopností*. Nitra: Dominant Nitra. ISBN 978-80-970857-6-6.

YANG, L. et al., (2020). Prevalence of Incorrect Posture among Children and Adolescents: Finding from a Large Population-Based Study in China. *iScience*. 23(5), 101043. DOI 10.1016/j.isci.2020.101043.

ZEMKOVÁ E., L. ZAPLETALOVÁ, 2022. The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. *Front. Physiol.*, vol. 13, pp. 796097. DOI 10.3389/fphys.2022.796097

SUMMARY

CORRECTION OF MOVEMENT STEREOTYPES OF UNIVERSITY STUDENTS WITH A SPORTS FOCUS

The aim of the study was to expand the knowledge of the stimulation of the deep stabilization system and the possibilities of improving the movement patterns of university students with a physical education focus. The research group of students of the Faculty of Sport of the University of Prešov (Slovakia) (n=125) consisted of an experimental group (ES, n=61) and a control group (KS, n=64). The intervention lasted 12 weeks with stimulus 3 times a week and was focused at compensating for muscle imbalance and correcting postural stereotypes. Postural stability and the level of deep stabilization system was diagnosed using standardized motor tests: 4-step sit-to-stand, single-leg squat with back supported against a wall, plank hold, standing balance, and forearm plank. To assess changes in the level of the examined indicators between individual measurements, the Mann-Whitney non-parametric test for independent samples was used. The calculated p-value in all tests was less than the specified significance level $\alpha = 0.05$, demonstrating that the application of the intervention program significantly positively stimulated the level of the observed variable. We pointed out the possibility of improving the level of the deep stabilization system and the dynamic balance of the research group of university students, which was reflected in the improvement of their posture and the correction of movement stereotypes.

This study was conducted within the project VEGA. 1/0382/24 Prevalence and diversification of musculoskeletal disorders in university students in relation to their health-related behaviors.

Keywords: postural health; deep stabilization system; intervention program.

ROZVOJ HRUBEJ MOTORIKY 2-3 ROČNÝCH DETÍ AKO ZÁKLAD POHYBOVEJ GRAMOTNOSTI A ŠPORTOVEJ ORIENTÁCIE

Mária KALINKOVÁ, Michaela MESIARIKOVÁ
KTVŠ PF UKF Nitra, Slovensko

ABSTRAKT

Motorický vývin batoliat a detí raného predškolského veku predstavuje kľúčový základ ich celkového osobnostného a najmä pohybového rozvoja. Predkladaný príspevok sa zameriava na oblasť rozvoja hrubej motoriky u detí vo veku 2–3 roky, pričom osobitná pozornosť je venovaná základným lokomočným zručnostiam, konkrétne chôdzi, behu a skokom.

Cieľom príspevku je analyzovať vybrané odborné zdroje a zároveň navrhnúť konkrétne pohybové aktivity, ktoré podporujú rozvoj týchto lokomócií v ranom detstve. V predložennom texte poukazujeme na významnú súvislosť medzi rozvojom základných pohybových zručností a formovaním pohybovej gramotnosti, ktorá môže v budúcnosti prispieť k športovej orientácii dieťaťa, vrátane prípadného záujmu o atletiku.

Záver príspevku prináša syntézu poznatkov a formuláciu odporúčaní pre pedagogickú prax v materských školách, ako aj pre rodičov a ďalších odborníkov pôsobiacich v oblasti pohybového rozvoja detí.

Kľúčové slová: hrubá motorika, rané detstvo, lokomočné zručnosti, pohybová gramotnosť, športová orientácia, atletika

ÚVOD

Základy pohybových vzorcov, ktoré si dieťa osvojuje od útleho veku, predstavujú východisko nielen pre celkové zdravie, ale aj pre budúce športové zameranie. V tejto súvislosti je dôležité upriamiť pozornosť aj na atletiku, ako športové odvetvie stojace na prirodzených pohyboch, ako sú chôdza, beh a skok. Aj keď 2–3 ročné deti ešte nie sú schopné plnohodnotne vykonávať špecifické atletické činnosti, prostredníctvom primeraných pohybových hier a cvičení si budujú základné motorické schopnosti, ktoré neskôr umožnia plynulé a zdravé začlenenie do pohybovo náročnejších foriem aktivít. Preto má systematická pohybová výchova v materskej škole nezastupiteľné miesto aj v širšom kontexte podpory športu a pohybovej kultúry v populácii.

PROBLEMATIKA

Motorika je rozsiahly pojem, ktorý rozoberá množstvo domácich aj zahraničných autorov a je charakterizovaný rôznymi definíciami. Tento pojem

je odvodený z latinského slova „motus“, čiže pohyb. Jedná sa o komplexný súbor pohybov tela.

Ľudská motorika sa vyvinula ako výsledok evolučných procesov a genetických zmien, ktoré tvoria jeho biologický základ. Ľudský mozog obsahuje všetky genetické informácie, ktoré určujú fyzické schopnosti a kvalitu motorických prejavov človeka. Vplyvom prostredia a zámerného cvičenia sa však motorické schopnosti človeka rozvinuli, čím umožňujú dosiahnuť vyššiu úroveň funkčných schopností a adaptability (Čelikovský a kol. 1979).

Motorika predstavuje nielen samotný pohyb, ale aj súbor pohybových schopností, zručností a návykov, ktoré si človek počas života neustále rozvíja a zdokonaľuje. Tieto schopnosti sú nevyhnutné pre bežné fungovanie a majú dôležitý vplyv na celkový fyzický aj kognitívny vývin. V rámci motoriky rozlišujeme rôzne druhy pohybov, medzi ktoré patrí hrubá motorika, zahŕňajúca aktivity ako chôdza, beh, skákanie, lezenie, hádzanie či bicyklovanie, a jemná motorika, ktorá zahŕňa napríklad písanie alebo manipuláciu s malými predmetmi. Pohyb sa u detí začína prejavovať už v období novorodenca a zohráva kľúčovú úlohu v ich ďalšom raste a vývoji. Preto je dôležité, aby bol motorický vývin dieťaťa od jeho najútľejšieho veku sledovaný a podporovaný odborníkmi, ktorí sa špecializujú na detský vývin.

Pohyb umožňuje človeku spoznávať okolie, učiť sa nové a rozvíjať schopnosti, ako je napríklad ovládanie tela. Zároveň je to spôsob, ktorým môžeme vyjadriť samého seba, ale aj komunikovať s ostatnými, budovať si sebavedomie, naučiť sa spolupracovať, súťažiť a vzájomne si pomáhať (Dvořáková 2011).

Motorika je uvedená aj v Pedagogickom slovníku od Průchu, Walterovej a Mareša (2009) kde autori determinujú pojem motorika takto: „Celková pohybová schopnosť organizmu. Skladá sa z pohybov, ktoré nemožno ovládať vôľou (reflexných), pohybov vôľných i pohybov vyjadrujúcich emočné stavy (expresívnych). Zahŕňa tiež činnosti označované ako grafomotorika a psychomotorika.“

Podľa psychologických teórií, praktických skúseností známych odborníkov, ako napr. Matějčka, Piageta, Eriksona, psychomotorickým prístupom Kipharda a biologickými potrebami dieťaťa, ktoré boli formulované Maslowom, patrí pohyb medzi základné biologické potreby detí a je nevyhnutný na objavovanie a poznávanie okolitého sveta (In Dvořáková 2011).

Hrubá motorika zahŕňa pohyby vykonávané veľkými svalovými skupinami. Ich osvojením si dieťa rozvíja a posilňuje svoje koordinačné schopnosti rúk a nôh. Hrubá motorika sa týka najmä základných lokomočných pohybov ako sú chôdza, beh, skákanie, ale aj nelokomočných pohybov ako je sedenie, ležanie a podobne (Opatřilová 2010).

Lokomócia predstavuje pohybový prejav človeka, ktorý závisí od úrovne jeho schopností a celkového stavu tela. Podľa Jarkovskej (2010) je pravidelná fyzická aktivita každodennou a celoživotnou nevyhnutnosťou, ktorá prispieva k psychickému a fyzickému zdraviu.

Podľa Hansona (2024) sú lokomočné pohyby činnosti, ktoré zahŕňajú koordináciu svalov, kostí a nervového systému na presun tela z jedného miesta na druhé, ako je chôdza, beh či skákanie. Tieto pohyby sú nevyhnutné pre fyzickú aktivitu, rozvoj koordinácie a vytrvalosti. Okrem všeobecných funkcií zohrávajú významnú úlohu pri emočnom prejave a neverbálnej komunikácii. Lokomočné pohyby tiež podporujú rovnováhu a silu.

Pre porovnanie lokomočných pohybov, nelokomočné pohyby nevyžadujú presun tela z jedného miesta na druhé, ale ide len o pohyby jednotlivých častí tela, ako sú napríklad pohyby hlavy, trupu, paží, nôh a pod. (Dvořáková 2011).

Základný pohybový fond človeka zahŕňa prirodzené pohyby ako chôdza, beh, skoky, lezenie či plávanie, ktoré vznikli u predkov počas zberu potravy a lovu. Postupne sa rozšírili o zručnosti ako hádzanie či veslovanie a vyvinuli sa do špecifických pohybov tvoriacich základ telesných cvičení (Miňová 2017).

Pohyby človeka možno rozdeliť podľa opakovania ich pohybovej štruktúry na tri typy: cyklické, acyklické a kombinované pohyby.

Chôdza sa skladá z cyklických krokov, pri ktorých sa striedajú dolné končatiny. Každý krok zahŕňa fázu, že jedno chodidlo je v kontakte so zemou a poskytuje oporu, zatiaľ čo druhé chodidlo vykonáva „švihovú funkciu“ a pripravuje sa na ďalší krok. Tento proces začína dopadom päty na zem, potom sa dotkne vonkajší okraj chodidla s malíčkom a nakoniec palec nohy kontaktuje zem. Celý proces chôdze sa neustále opakuje, pričom chodidlá sa striedajú v pozíciách. Pri tomto pohybe nohy vytvárajú kyvadlový pohyb, kde je vždy jedna noha vpredu a druhá vzadu. Počas striedania nôh je podporou pre tento pohyb panva (Koniar 2012).

Pri nácviku chôdze u detí sa sústreďujeme na správne držanie tela a odporúčanú techniku. Dbáme na to, aby chodidlo dopadalo rovno, najprv pätou, potom špičkou. Dĺžka kroku by mala zodpovedať výške dieťaťa – nižšie deti by nemali robiť príliš dlhé kroky a vyššie zase príliš krátke. Dôležitý je aj plynulý rytmus chôdze bez nadmerného hojdania tela. Ruky by sa pri chôdzi mali pohybovať nesúhlasne k nohám (Masaryková 2016).

Beh je jedným z najprirodzenejších pohybov človeka, ktorý sa od chôdze líši prácou paží a fázou letu. Je dôležitý v mnohých športových disciplínach a má výrazný význam pre správny fyzický vývoj, najmä u detí. Pravidelné behanie podporuje rozvoj svalov, vytrvalosti a rýchlosti. Kľúčové je správne zvládnutie techniky, rytmu a dýchania (Guziová In Miňová 2017).

Pri rozvoji behu je dôležité, zamerať sa na jeho rytmickosť, čo dieťa naučí správne dýchať. Cieľom je zlepšiť rýchlosť a vytrvalosť tejto pohybovej činnosti. Rovnako sa musí dbať na metodické odporúčania.

U najmenších detí je dôležité bezpečne osvojiť letovú fázu, ktorú môžeme podporiť napríklad preskokmi cez prekážky. Pri správnej technike by malo dieťa mierne predkloniť trup a vyhnúť sa záklonu, pričom dôležitú úlohu zohráva aj koordinovaný pohyb paží, podobne ako pri chôdzi, kde sú ruky v nesúhlasnom pohybe s nohami. Pri nácviku správneho behu, najmä u najmladších detí, nie je vhodné trénovať na trávnom povrchu, pretože nerovnosti terénu môžu spôsobiť zakopnutie. Časté pády môžu viesť k strate motivácie a obavám z ďalšieho pohybu (Masaryková 2016).

Ako uvádza Šimonek (2004) skok je ďalšia dôležitá lokomočná aktivita, ktorá patrí medzi prirodzené a acyklické pohyby. Slúži na prekonávanie rôznych vzdialeností, ako je výška, dĺžka či prekážky. Základnými fázami skoku sú odraz, let a doskok. V telesnej výchove sa deti stretávajú s rôznymi typmi skokov, ktoré môžu byť vykonávané jednou alebo oboma nohami. Táto činnosť pomáha rozvíjať svaly brucha, nôh, trupu a podporuje činnosť vnútorných orgánov. Okrem fyzickej stránky rozvíja skok aj vôľu, odvahu a koordináciu. Pri nácviku techniky skoku je dôležité, zamerať sa na energický rozbeh, pružný odraz a mäkký doskok, čo sú kľúčové aspekty správneho prevedenia skoku.

Úlohou učiteľa pri nácviku skoku je naučiť deti správne vykonávať aktívny a pružný odraz s prepnutím nôh, dosiahnuť pružný doskok, koordinovať pohyb trupu a paží pri skokoch a naučiť deti spájať rozbeh s odrazom (Baráth 2021).

Ovládanie hrubej motoriky je výsledkom koordinácie mozgu, nervového systému a svalov. Svaly zodpovedné za hrubú motoriku umožňujú deťom vykonávať základné pohyby, ako je zdvíhanie hlavičky, pretáčanie, plazenie, sedenie a chôdza. Rozvoj týchto svalov začína už v prvých týždňoch života, keď sa posilňujú krčné svaly, aby dieťa mohlo zdvihnúť a udržať hlavičku. Je dôležité si uvedomiť, že vývoj svalov hrubej motoriky je predurčený a prebieha v určitom poradí. Začína sa hlavou, postupuje k stredu tela a následne sa rozvíja do jeho okrajových častí, pričom končí koordinovaným pohybom celého tela (Cinová 2011).

Praktická časť príspevku sa zameriava na návrh cvičení a pohybových aktivít, ktoré podporujú rozvoj hrubej motoriky u detí vo veku 2-3 roky. Obsahuje súbor odporúčených cvičení slúžiacich k rozvoju základných lokomočných pohybov, ako je chôdza, beh a skoky. Tieto cvičenia sú zostavené tak, aby boli ľahko realizovateľné a prispôbené vekovým osobitostiam a vývinovým špecifikám detí najmladšej vekovej kategórii v MŠ.

SÚBOR CVIČENÍ NA ROZVOJ ZÁKLADNÝCH LOKOMÓCIÍ

Cvičenia zamerané na chôdzu

Aktivita: Chôdza po stope

Popis aktivity: Učiteľka rozloží na podlahu farebné papierové stopy v tvare chodidiel (dbať bezpečnosť a zabezpečiť ich nešmykľavosť). Úlohou detí je presne stúpať na jednotlivé stopy. Na začiatku sú stopy rozmiestnené v priamke, neskôr ich možno usporiadať do kruhu, vlnovky či iných tvarov. Učiteľka motivuje deti napríklad slovami: „Pozor, kráčame po stope, aby sme našli poklad!“ Aktivitu možno obohatiť o drobné prekážky (vankúše, plyšové hračky), ktoré deti musia obísť alebo prekročiť. Na konci cesty ich môže čakať „poklad“ (napr. obrázok zvieratka).

Pomôcky: papierové stopy, obrázky zvierat

Cieľ: precvičiť presnosť chôdze a orientáciu v priestore.

Aktivita: Pomalý a rýchly vláčik

Popis aktivity: Deti vytvoria vláčik, postavia sa za seba a držia sa za ramená. Aktivita začína pomalou chôdzou, sprevádzanou rozprávkovým príbehom p. učiteľky: „Vláčik sa pomaly vydáva na cestu mestom.“ Tempo sa neskôr mení podľa jej inštrukcií: „Vláčik zrýchľuje! Vchádza do tunela!“ Pohybový priestor môže obsahovať zákruty či iné prekážky. V prípade, že niektoré dieťa stratí kontakt s vláčikom, p. učiteľka ho povzbudí a pomôže mu opäť sa zaradiť. Na spestrenie aktivity je vhodné využiť rytmickú hudbu alebo zvuky vlaku.

Cieľ: rozvíjať schopnosť prispôbovať tempo chôdze a spoluprácu v skupine.

Cvičenia zamerané na beh

Aktivita: Beh cez dúhovú lúku

Popis aktivity: Deti si predstavia, že sú motýle na farebnej lúke. Na podlahe sú rozmiestnené farebné kruhy alebo látkové kvety. Deti sa ich majú dotýkať, „ochutnať nektár“ a pri každom sa na chvíľu zastaviť. Tempo behu sa mení podľa inštrukcií: „Motýle letia rýchlo, blíži sa dážď!“ alebo „Letia pomaly, fúka jemný vietor.“ Aktivita môže byť sprevádzaná hudbou alebo zvukmi prírody.

Pomôcky: farebné kruhy, látkové kvety

Cieľ: rozvoj dynamiky, orientácie v priestore a schopnosti prispôbiť tempo pohybu.

Aktivita: Zvieratká v lese

Popis aktivity: Deti sa premenia na rôzne zvieratká, ktoré sa voľne pohybujú po lese. Ich úlohou je nájsť bezpečné miesto (kruh) pred príchodom „lesného obra“ dieťa, ktoré si vyberie učiteľka. Inštrukcie sa menia: „Teraz ste zajačiky, bežte rýchlo!“ alebo „Teraz ste medvede, pohybujte sa pomaly.“ V obmene

aktivity obor deti nechytá, ale sleduje, kto sa prvý dostane do bezpečia.

Pomôcky: kruh.

Cieľ: rozvoj rýchlosti, reakcií na signály a orientácie v priestore.

Cvičenia zamerané na skoky

Aktivita: Skácame cez potôčik

Popis aktivity: Na podlahe sú umiestnené dva pásy látky alebo pásky predstavujúce brehy potoka. Deti preskakujú potok z jedného brehu na druhý. Na začiatku je vzdialenosť medzi pásmi malá, postupne sa môže zväčšovať. Motivácia pre deti: „Na druhej strane potôčika je krásna lúka s vašimi obľúbenými hračkami.“ Učiteľka zadáva rôzne pokyny: „Skácte ako žabky!“ alebo „Kto skočí najďalej?“

Pomôcky: látkové pásy, lepiaca páska

Cieľ: rozvoj sily dolných končatín, rovnováhy a odhadu vzdialenosti.

Aktivita: Skákajúce zvieratká

Popis aktivity: Deti napodobňujú rôzne spôsoby skákania zvierat: žabky skáču do diaľky z podrepu, vrabčeka robia drobné poskoky, zajačiky skáču oboma nohami naraz. Každé zvieratko má svoj vyhradený priestor. Učiteľka deti motivuje: „Kto doskáče na lúku ako zajačik?“ alebo „Kto bude najrýchlejšia žabka?“

Pomôcky: obrázky zvieratiek

Cieľ: zlepšiť koordináciu a dynamiku skokov.

ZÁVER

Motorický vývin detí vo veku 2-3 roky predstavuje dôležitý míľnik v ich živote a taktiež komplexný proces, ktorý vplýva nielen na ich fyzické zdravie ale aj na ich ďalší osobnostný rozvoj.

Teoretický vstup a východiská sme doplnili návrhmi cvičení a pohybových aktivít, ktoré podporujú rozvoj ich hrubej motoriky. Nadväzujúca praktická časť obsahuje súbor odporúčených cvičení slúžiacich k rozvoju základných lokomočných pohybov, ako je chôdza, beh a skoky. Tieto prvky zároveň predstavujú základné stavebné kamene pohybovej gramotnosti, na ktorej možno v neskoršom veku stavať aj v rámci športovej prípravy, vrátane pohybových disciplín typických pre atletiku. Z hľadiska dlhodobého vývinu je vhodné už v ranom detstve podporovať aktivity, ktoré neskôr uľahčia plynulé začlenenie dieťaťa do organizovaných foriem športu. Jednoduché atletické prvky môžu byť prirodzenou súčasťou pohybových hier v MŠ a slúžiť ako inšpirácia pre pohybovú výchovu s presahom do športovej oblasti.

Za dôležité považujeme zdôrazniť význam podpory motorického vývinu v každodennej výchove a systematicky sa venovať tejto oblasti v rámci vzdelávacieho procesu. Dlhodobá systematická práca s pohybovými

kompetenciami detí môže v budúcnosti uľahčiť ich vstup do organizovaných športových aktivít. Najmä atletika, so svojimi jednoduchými a prirodzenými pohybmi, ponúka v predškolskom veku vhodnú inšpiráciu pre aktivity, ktoré sú nielen rozvojové, ale aj hravé a motivačné.

Odporúčame, aby sa rozvoj hrubej motoriky a detí vo veku 2-3 rokov stal prioritou nielen v predškolských zariadeniach, ale aj v domácom prostredí. Je dôležité vytvoriť podnetné prostredie, ktoré prirodzene podporuje pohyb detí a umožňuje im rozvíjať základné pohybové schopnosti.

LITERATÚRA

- BARÁTH, Ladislav, (2021). *Pohyb a zdravie*. 1. vyd. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa. 117 s. ISBN 978-80-558-1849-8.
- CINOVÁ, Eva, (2011). *Rozvoj motoriky žiaka v nultom ročníku*. Bratislava: Metodicko pedagogické centrum. ISBN 978-80-8052-387-9.
- ČELIKOVSKÝ, Stanislav, (1987). *Antropomotorika: Pro studující tělesnou výchovu*. 3.nezm.vyd. Praha: SPN, 1984. 259 s.
- DVOŘÁKOVÁ, Hana, (2011). *Pohybové činnosti v předškolním vzdělávání*. dot. 2. vyd. Praha: Dr. Josef Raabe, s.r.o.. 146 s. ISBN 978-80-86307-88-6.
- DVOŘÁKOVÁ, Hana, (2011). *Pohybem a hrou rozvíjíme osobnost dítěte*. 2. vyd. Praha: Portál, s.r.o., 150 s. ISBN 978-80-7367-819-7.
- HANSON, J., (2024). *Understanding Locomotor Movement: Essential Guide to Human Motion & Performance*. Special Education Journey, 2024. Dostupné na: <https://special-education-journey.com/understanding-locomotor-movement-essential-guide-to-human-motion-performance> [cit 2024-12-01].
- JARKOVSKÁ, Helena, (2009). *Posilování: kondiční kruhový trénink: 200 cviků v 28 programech - s vlastní vahou, s lehkým náčiním*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 143 s. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-3056-1. Dostupné na: https://books.google.cz/books?id=8g_9DbOsU3YC&pg=PA1&hl=sk&pg=PA1#v=onepage&q&f=false [cit 2024-12-27].
- KONIAR, Milan, (2012). *Biomechanika*. Bratislava: Šport, slovenské telovýchovné nakladateľstvo, 2012. 134 s. ISBN 77-020-86.
- MASARYKOVÁ, Dana, (2016). *Zdravie a pohyb*. Metodická príručka k vzdelávacej oblasti Štátneho vzdelávacieho programu pre predprimárne vzdelávanie v materských školách [online] Bratislava: Štátny pedagogický ústav, 2016. Dostupné na: https://archiv.mpc-edu.sk/sites/default/files/publikacie/zdravie_a_pohyb_metodicka_prirucka_zal-na-webe.pdf [cit 2024-12-11].
- MIŇOVÁ, Monika, (2017). *Pohybový program pre deti materských škôl*. Prešov: ROKUS, 2017. 78 s. ISBN 978-80-89510-59-7.

OPATŘILOVÁ, Dana, (2010). *Pedagogická intervence v raném a předškolním věku u jedinců s mozgovou obrnou*. Brno: Masarykova univerzita, 2010. 151 s. ISBN 978-80-210-5266-6.

PRŮCHA, Jan.; WALTEROVÁ Eliška.; MAREŠ Jiří, (2009). *Pedagogický slovník*. 6. rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2009. 395 s. ISBN 978-80-7367-647-6.

ŠIMONEK, Jaromír, (2004). *Metodika telesnej výchovy*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo – Mladé letá, 2004. 285s. ISBN 801-00-0380-8.

SUMARRY

DEVELOPMENT OF GROSS MOTOR SKILLS IN 2–3-YEAR-OLD CHILDREN AS A FOUNDATION FOR PHYSICAL LITERACY AND SPORTS ORIENTATION

The motor development of toddlers and preschool-aged children represents a key foundation for their overall personal and physical growth. This paper focuses on the development of gross motor skills in children aged 2–3 years, with particular attention given to fundamental locomotor skills, specifically walking, running, and jumping.

The aim of the paper is to analyze selected academic sources and propose specific physical activities that support the development of these locomotor skills in early childhood. The text also highlights the significant connection between the development of basic motor skills and the formation of physical literacy, which may later contribute to a child's sports orientation, including a potential interest in athletics.

The conclusion presents a synthesis of findings and formulates recommendations for educational practice in kindergartens, as well as for parents and other professionals working in the field of children's physical development.

Keywords: gross motor skills, early childhood, locomotor skills, physical literacy, sports orientation, athletics.

ZMENY VŠEOBECNEJ POHYBOVEJ VÝKONNOSTI U HRÁČOV ĽADOVÉHO HOKEJA V KATEGÓRII SENIOR

Fakulta telesnej výchovy, športu a zdravia, Univerzita Mateja Bela
v Banskej Bystrici, Slovenská republika

Lukáš OPÁTH, Marek LALÍK

ABSTRAKT

Témou príspevku bolo pozorovanie a analýza zmien vo všeobecnej pohybovej výkonnosti u hráčov ľadového hokeja. Toto pozorovanie sme realizovali v univerzitnom tíme UMB Hockey team. Cieľom práce bolo zistiť, či po skončení prípravného obdobia nastanú pozitívne zmeny vo všeobecných pohybových schopnostiach v sledovanej skupine hráčov. Testy na začiatku a na konci prípravného obdobia sa zhodovali, boli sledované rovnaké výkonnostné ukazovatele. Určenie testových batérií mal na starosti kondičný tréner a hráči zodpovední za testy. Testovania sa zúčastnilo 25 hráčov, každý z nich absolvoval celkovo sedem rôznych testov ktoré boli zamerané postupne na bežecú - maximálnu vytrvalosť, výbušnú silu dolných končatín, dynamickú a vytrvalostnú silu brušného a bedrovo-driekového svalstva a statickú a vytrvalostnú silu svalstva horných končatín. Súbor pozostával z týchto testov: vytrvalostný beh (beep test), trojskok znožmo do diaľky, kľuky, výdrž v „planku“, zhyby na hrazde, vzosy na hrazde a drepy na jednej nohe za 60 sekúnd. Celkovo bola analýza siedmich testov úspešná pri hodnotení zmien vo fyzickej pripravenosti hokejistov UMB Hockey Team. Tréningový proces sa ukázal ako efektívny v rozvoji silových schopností dolných končatín a sily hornej časti tela, kde bolo u väčšiny hráčov zaznamenané zlepšenie. Najväčší pokrok bol viditeľný v teste drepu na jednej nohe a výdrži v planku. Naopak, najväčšou výzvou sú výsledky Beep testu, ktoré naznačujú, že vytrvalostná zložka tréningu nemusela byť dostatočne individualizovaná pre celú skupinu. Pre budúci tréningový proces by bolo prospešné hráčom, najmä v oblasti vytrvalosti prispôbiť tréningový proces tak, aby sa dosiahol komplexnejší rozvoj všetkých kľúčových pohybových schopností potrebných pre ľadový hokej.

Kľúčové slová: ľadový hokej, testovanie, off-ice, rýchlosť, sila, vytrvalosť

ÚVOD

Ľadový hokej je jeden z najrýchlejších a najnáročnejších kolektívnych športov na svete. Na hokejistov sú kladené tie najvyššie nároky ohľadne ich úrovne pohybových (motorických schopností, pohybových zdatností) a mnoho ďalších požiadaviek, ktoré sú podstatné k dosiahnutiu a čo najlepšieho herného

výkonu. Pre trénerov a pre vedenie jednotlivých klubov je tak dôležité vedieť o aktuálnom stave športovca a jeho pripravenosti k podávaniu výkonov počas zápasov a celej sezóny. Z tohto dôvodu je potrebné všetkých hráčov dôkladne testovať, aby sa ukázali silné a slabé stránky športovca, ale aj dopad prevedeného mikrocyklu na daného športovca. A práve v oblasti diagnostiky všeobecných pohybových schopností u juniorských a seniorských hráčov ľadového hokeja sme sa zaujímali.

Hráči z UMB Hockey teamu, ktorí absolvovali program na ľade aj mimo neho sa zaraďujú do kategórie senior pričom v rámci dospievania ich zaraďujeme do kategórie rannej dospelosti. V rámci etapy športovej prípravy ich zaraďujeme do etapy vrcholovej športovej špecializácie. Kde podľa Tótha (2010) sa v rámci tejto kategórie zameriavame hlavne na častý a efektívny tréningový proces ako na ľade tak aj mimo neho. Kladieme dôraz na dodržanie kvalitného tréningového cyklu, kde sa sústreďíme primárne na špecifické tréningy a na zápasy.

CIEĽ

Cieľom príspevku bolo analyzovať zmeny všeobecnej pohybovej výkonnosti u hráčov ľadového hokeja v tíme UMB Hockey team v sezóne 2024/2025 a to za pomoci porovnania vstupného a výstupného testovania všeobecných pohybových schopností na začiatku a na konci prípravného obdobia.

METODIKA

Podľa Moravca (2000) športový výkon charakterizujeme ako časový prejav špecializovanej výkonnosti vo vedomej pohybovej činnosti. Je definitívnym prejavom schopností športovca a adaptácie organizmu na pôsobenie vonkajšieho prostredia prostredníctvom pravidelného, systematického dlhoročného tréningového zaťaženia. Podľa Dovalila (2009) športový výkon vytvárajú a ovplyvňujú rôzne faktory: v Somatické faktory – telesná stavba. Sem patrí výška a hmotnosť, dĺžkové rozmery, zastúpenie svalových vlákien a somatotyp. v Kondičné faktory – prejavy/úroveň pohybových schopností. Kondičnými faktormi chápeme úroveň silových a vytrvalostných schopností. Ich proporcia je odlišná podľa druhu pohybovej aktivity

Ako testovaný objekt sme si zvolili mužstvo UMB Hockey Team, ktorý hrá v EUHL (European University Hockey League). Testoval som 25 hráčov vo veku od 19 do 25 rokov. Vstupné testy sa konali na začiatku prípravy 3. augusta 2024 v priestoroch zimného štadióna v Banskej Bystrici. Prípravné obdobie začalo 3. augusta 2024 a trvalo 8 týždňov, až do 29. septembra 2024. Realizácia tréningových jednotiek bola vždy v poobedňajších až večerných hodinách. Začiatok tréningu bol preto naplánovaný o 17:00 hodine každý pondelok, stredu a vo štvrtok v areáli zimného štadióna v Banskej Bystrici. Pre hráčov

boli naplánované aj iné aktivity - prevažne cez víkend, v podobe „open space“, kde hráči mohli vykonávať ľubovoľné aktivity a športy podľa ich záujmu. Boli to aj športové aktivity ako turistika, in-line korčuľovanie alebo cykloturistika.

Celkovo hráči absolvovali 40 tréningových jednotiek počas celého prípravného obdobia. Testovanie prebiehalo v priestoroch zimného štadióna. Testy zamerané na výbušnosť a kondíciu sa uskutočnili v telocvični, zatiaľ čo silové testy boli vykonané v posilňovni. Všetky tieto merania prebiehali pod dohľadom kondičného trénera a osôb zodpovedných za testovanie. Testy boli rozdelené do dvoch po sebe nasledujúcich dní, aby sa minimalizoval vplyv únavy na dosiahnuté výsledky. Pred samotným testovaním boli všetci hráči dôkladne rozcvičení, čím sa predišlo možným zraneniam a zabezpečilo maximalizovanie ich výkonov. Pre plynulý priebeh boli hráči rozdelení do dvoch skupín.

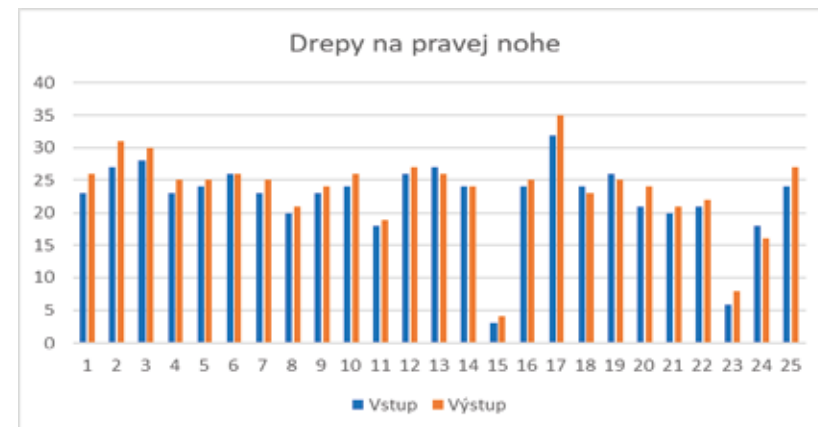
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky všeobecných pohybových testov na suchu

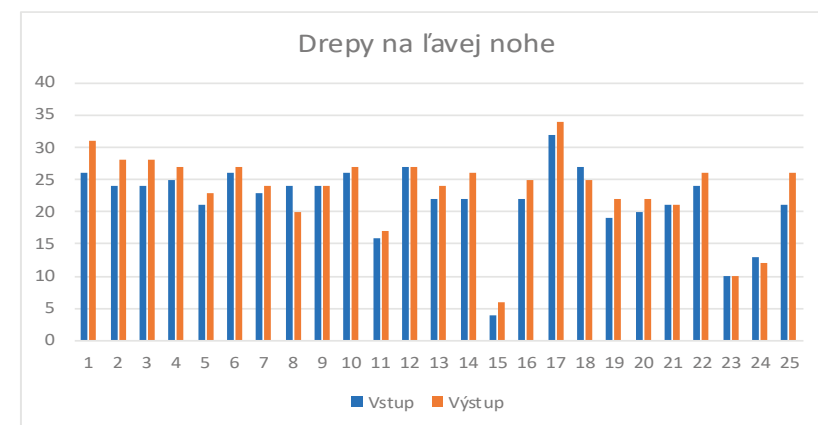
Analýza výsledkov testu drepov ukazuje celkové zlepšenie sily dolných končatín u väčšiny hráčov, a to na oboch nohách, hoci s miernymi asymetrickými rozdielmi.

Ľavá noha: Priemerný počet drepov sa zvýšil z 21,72 na 23,28, čo predstavuje priemerné zlepšenie o 1,56 drepu. Medián aj modus rozdielu sú 2, čo naznačuje, že najčastejšie zlepšenie bolo práve o 2 drepy. Smerodajná odchýlka (2,08) a variačné rozpätie (9) pre rozdiel ukazujú určitú variabilitu v individuálnych zlepšeniach. Hráči 1 a 25 dosiahli najlepšie zlepšenie (+5 drepov), zatiaľ čo Hráč 8 zaznamenal pokles o 4 drepy a Hráč 24 o 1 drep. Niekoľko hráčov nezaznamenalo žiadnu zmenu.

Pravá noha: Priemerný počet drepov sa zvýšil z 22,20 na 23,40, čo predstavuje priemerné zlepšenie o 1,20 drepu. Medián aj modus rozdielu sú 1, čo naznačuje, že najčastejšie zlepšenie bolo o 1 drep. Smerodajná odchýlka (1,44) a variačné rozpätie (6) pre rozdiel sú o niečo nižšie ako pri ľavej nohe, čo naznačuje menšiu variabilitu v zlepšeniach a koncentrovanejšie, menšie prírastky. Hráči 2 a 25 dosiahli najlepšie zlepšenie (+4, respektíve +3 drepy). Hráči 13, 18 a 19 zaznamenali mierny pokles (-1 drep) a Hráč 24 najväčší pokles (-2 drepy). Hráč 6 a Hráč 14 nezaznamenali žiadnu zmenu. Porovnanie ľavej a pravej nohy: Priemerné zlepšenie bolo o niečo vyššie pri ľavej nohe (1,56 vs. 1,20). Medián a modus naznačujú, že ľavá noha zaznamenala častejšie o niečo väčšie zlepšenia. Pravá noha mala o niečo menšiu variabilitu v zlepšeniach (nižšia smerodajná odchýlka a menšie variačné rozpätie rozdielov). Celkovo výsledky ukazujú, že tréningový program bol efektívny pri zvyšovaní sily dolných končatín. Rozdiely medzi ľavou a pravou nohou sú minimálne, čo naznačuje, že tréning bol vyvážený.



Obrázok 1 graf Drepy na pravej nohe

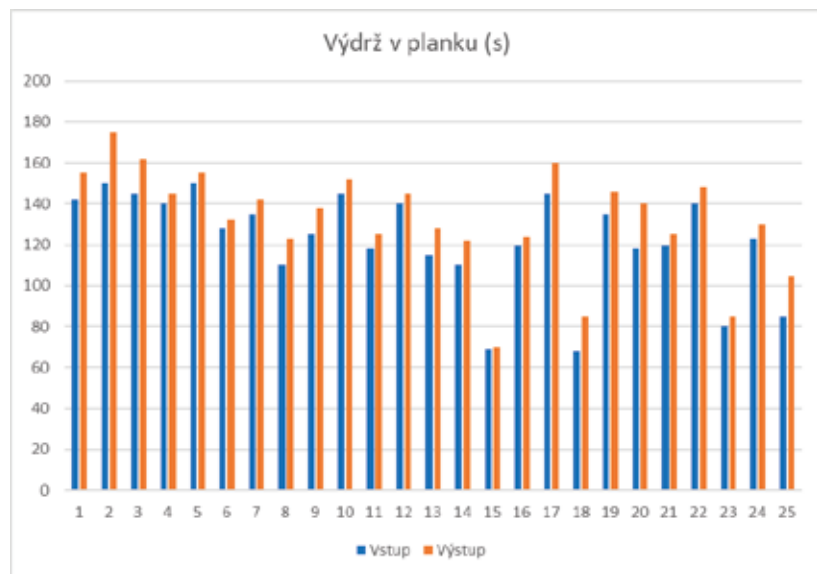


Obrázok 2 graf Drepy na ľavej nohe

Test 2 - Výdrž v planku

Celkovo výsledky naznačujú pozitívny trend zlepšenia výdrže v planku u väčšiny hráčov. V priemere sa hráči zlepšili o 10,44 sekundy, pričom ich priemerná výdrž v planku sa zvýšila zo 122,24 s (vstup) na 132,68 s (výstup). Stredná hodnota zlepšenia (medián) je 12 sekúnd, čo naznačuje, že aspoň polovica hráčov sa zlepšila o 12 a viac sekúnd. Najčastejší rozdiel v zlepšení (modus) je 5 sekúnd, čo znamená, že najviac hráčov zaznamenalo zlepšenie o 5 sekúnd. Individuálne rozdiely: Najväčšie zlepšenie: Hráč 2 dosiahol najväčšie zlepšenie o 25 sekúnd (zo 150 s na 175 s). Najmenšie zlepšenie: Hráč 15 zaznamenal minimálne zlepšenie o 1 sekundu (zo 69 s na 70 s). Viacerí

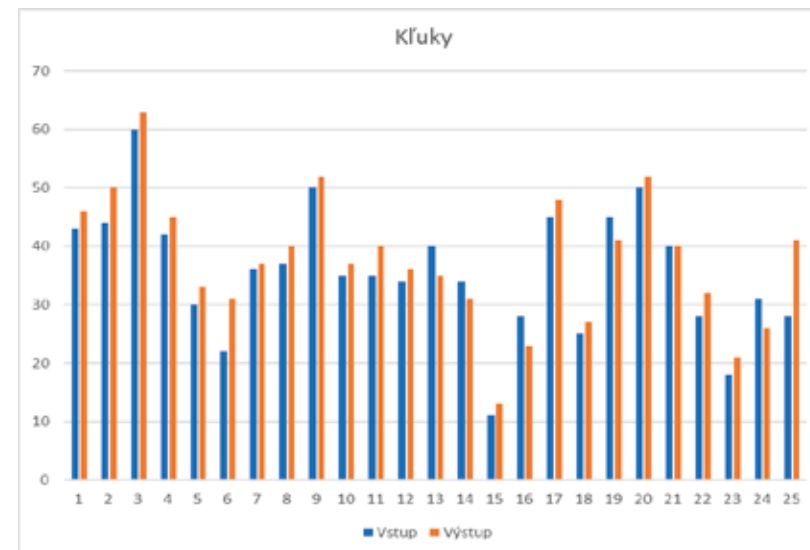
hráči dosiahli rovnaký rozdiel v zlepšení, napríklad hráči 4, 5, 12, 16 a 21 sa všetci zlepšili o 5 sekúnd.



Obrázok 3 graf Výdrž v plau

Test 3 - Kľuky

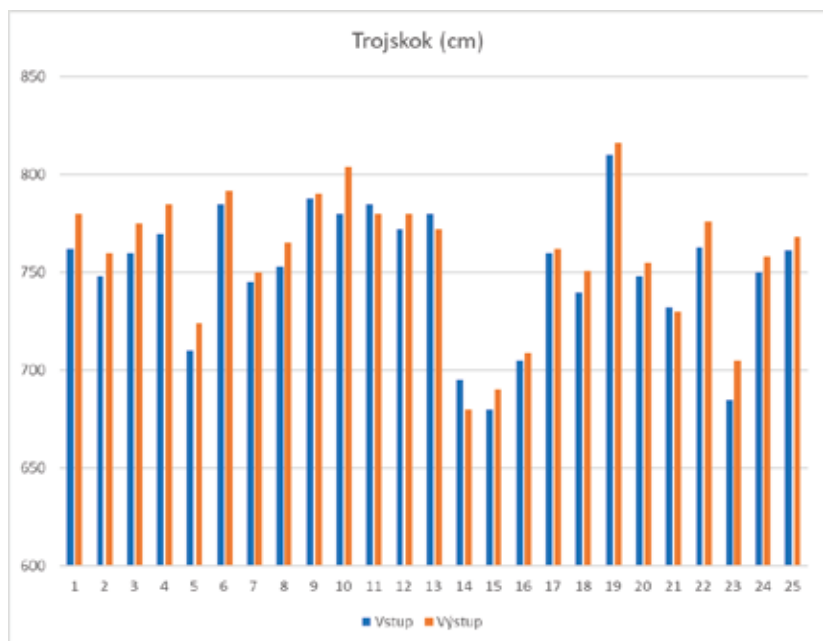
Je zrejmé, že väčšina hráčov zaznamenala zlepšenie vo výkone kľukov. Niekoľko hráčov však vykázalo aj pokles, prípadne žiadnu zmenu. Najväčšie zlepšenie dosiahol Hráč 25 s nárastom o 13 kľukov (z 28 na 41). Naopak, najväčší pokles zaznamenali Hráč 13, Hráč 16 a Hráč 24, každý o 5 kľukov. Hráč 21 dosiahol nulovú zmenu, jeho výkon zostal na 40 kľukoch. Celkovo výsledky ukazujú mierne zlepšenie v sile hornej časti tela u testovaných hráčov, avšak s výraznými individuálnymi rozdielmi.



Obrázok 4 graf Kľuky

Test 4 - Trojskok z diaľky

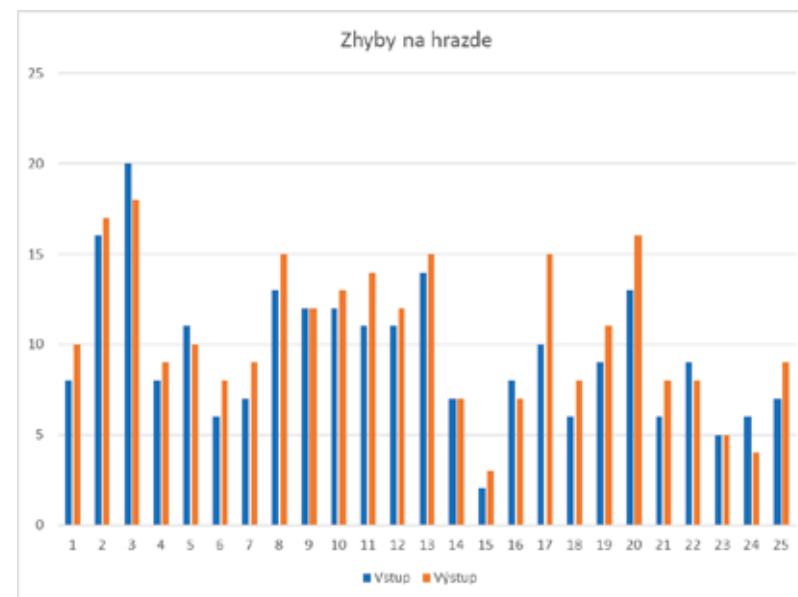
V priemere sa hráči v trojskoku zlepšili o 7,60 cm, pričom ich priemerná vzdialenosť sa zvýšila zo 750,68 cm na 758,28 cm. Stredná hodnota zlepšenia (medián) je 8,00 cm, čo je blízko priemeru a potvrdzuje celkový pozitívny trend. Najčastejšie sa vyskytujúci rozdiel v zlepšení (modus) je 7 cm, čo znamená, že značný počet hráčov zaznamenal práve toto zlepšenie. Pri vstupných a výstupných dátach je viacero modálnych hodnôt, čo naznačuje rôznorodosť počiatočnej úrovne a dosiahnutých výsledkov. Relatívne vysoká smerodajná odchýlka pri vstupných (32,89 cm) aj výstupných (33,94 cm) dátach, v porovnaní s priemerom, naznačuje značnú variabilitu vo výkonoch hráčov. Smerodajná odchýlka rozdielu (8,62 cm) ukazuje, že rozdiely vo zlepšení sú tiež pomerne rozptýlené. Variačné rozpätie pre rozdiel je 39,00 cm, čo svedčí o širokom spektre zmien vo výkonoch, od výrazného zlepšenia až po pokles. Najväčšie zlepšenie: Hráč 10 dosiahol najväčšie zlepšenie o 24 cm (zo 780 cm na 804 cm). Výrazné zlepšenie zaznamenal aj Hráč 23 (+20 cm).



Obrázok 5 graf Trojskok

Test 5 - Zhyby na hrazde

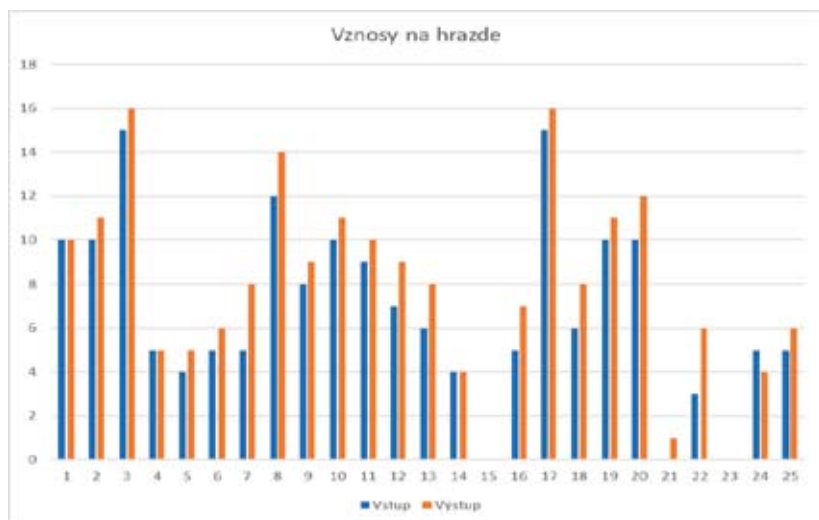
Z výsledkov vyplýva, že väčšina hráčov zaznamenala pozitívnu zmenu v počte vykonaných zhybov. Avšak, niektorí hráči si udržali rovnaký výkon alebo dokonca zaznamenali pokles. Najvýraznejšie zlepšenie dosiahol Hráč 17, ktorý zvýšil svoj výkon o 5 zhybov (z 10 na 15). Naopak, pokles výkonu bol zaznamenaný u Hráča 3 a Hráča 24, obaja o 2 zhyby. Rovnako aj Hráč 5, Hráč 16 a Hráč 22 zaznamenali mierny pokles o 1 zhyb. Hráči 9, 14 a 23 dosiahli nulovú zmenu vo svojom výkone. Celkovo výsledky naznačujú, že tréningový proces mal pozitívny vplyv na silu hornej časti tela u väčšiny hráčov, ale je dôležité venovať pozornosť aj tým, u ktorých nedošlo k zlepšeniu alebo dokonca došlo k poklesu výkonu.



Obrázok 6 graf Zhyby na hrazde

Test 6 - Vznosy na hrazde

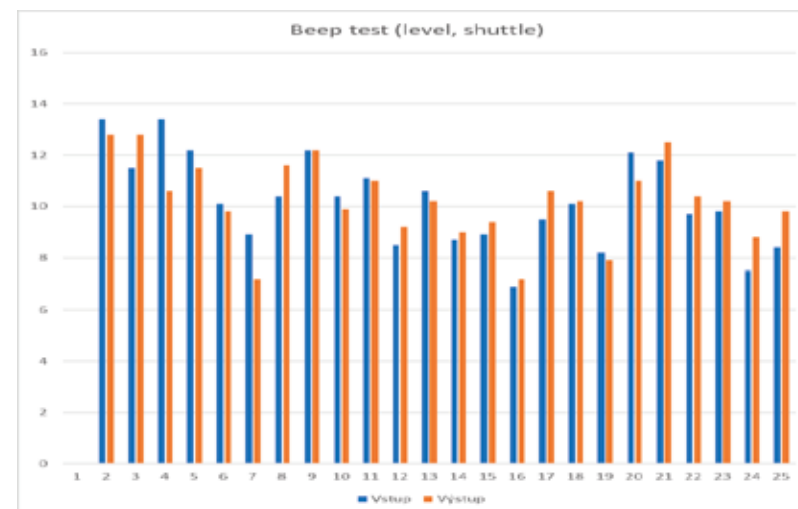
Priemerný počet vznosov na hrazde sa u hráčov zvýšil z 6,76 opakovaní na začiatku prípravného obdobia na 7,88 opakovaní na jeho konci. To predstavuje priemerné zlepšenie o 1,16 opakovania na hráča. Tento pozitívny trend potvrdzuje aj medián, ktorý sa posunul zo 6 na 8 opakovaní, a modus, ktorý sa zmenil z 5 na 6 opakovaní, pričom najčastejší zaznamenaný rozdiel bol +1 opakovanie. Tieto ukazovatele jasne signalizujú celkové zvýšenie sily a vytrvalosti svalstva horných končatín v sledovanej skupine. Najväčšie zlepšenie vykázal Hráč 7 a Hráč 22, obaja s nárastom o 3 opakovania. Viacerí hráči dosiahli zlepšenie o 2 opakovania, čo tiež svedčí o efektívnosti tréningu. Najpočetnejšou skupinou sú hráči, ktorí zlepšili svoj výkon o 1 opakovanie. Piatí hráči nezaznamenali žiadnu zmenu vo svojom výkone, čo môže byť spôsobené individuálnymi faktormi alebo špecifickými tréningovými adaptačnými procesmi. Pozoruhodný je prípad Hráča 24, ktorý ako jediný zaznamenal mierne zhoršenie výkonu o 1 opakovanie (z 5 na 4). Tento individuálny pokles si môže vyžadovať ďalšiu analýzu príčin (napr. preťaženie, únava, technika). Technické obmedzenia: Môže ísť aj o nedostatočnú techniku (napr. neschopnosť aktivovať správne svaly, nedostatočná koordinácia). Hoci je test primárne silový, technika hrá rolu.



Obrázok 7 graf Vznosy na hrazde

Test 7 - Beep test

Celkové výsledky Beep testu preukázali mierne priemerné zlepšenie kondície hráčov, avšak s výraznými individuálnymi odchýlkami. Priemerná úroveň hráčov sa zvýšila z 10,18 na 10,24, čo predstavuje malé priemerné zlepšenie o 0,05 levelu/shuttle. To naznačuje, že hoci niektorí hráči sa zlepšili, iní zaznamenali pokles. Stredná hodnota (medián) zostala na úrovni 0,00, čo znamená, že polovica hráčov sa buď nezlepšila, alebo sa dokonca zhoršila. Najčastejší rozdiel v skóre bol 0,7, čo poukazuje na mierne, ale najčastejšie zlepšenie. Pri vstupných a výstupných dátach je viacero modálnych hodnôt, čo naznačuje rôznorodosť počiatočnej kondície a dosiahnutých výsledkov. Smerodajná odchýlka rozdielu je 0,97, čo ukazuje na určitú variabilitu v zmenách výkonu medzi hráčmi. Smerodajná odchýlka výstupných hodnôt je nižšia (1,51) ako vstupných (1,70), čo by mohlo naznačovať miernu tendenciu k znižovaniu rozptylu výkonov. Variačné rozpätie rozdielu je 4,20, čo svedčí o značnom rozsahu zmien vo výkonoch – od poklesu o 2,8 (Hráč 3) až po zlepšenie o 1,4 (Hráč 24). Najväčšie zlepšenie dosiahol Hráč 24 (+1,4) a Hráč 2 s Hráčom 23 (+1,3), čo ukazuje na výrazný pokrok v ich vytrvalosti. Najväčší pokles zaznamenal Hráč 3 (-2,8), čo naznačuje významné zhoršenie kondície. Niekoľko ďalších hráčov tiež zaznamenalo pokles výkonu, napríklad Hráč 6 (-1,7) a Hráč 1 (-0,6). Niektorí hráči, ako Hráč 8 a Hráč 17, si udržali rovnaký alebo veľmi podobný výkon. Celkovo výsledky naznačujú, že tréningový program mal rôznorodý vplyv na vytrvalosť hráčov.



Obrázok 8 graf Beep test

ZÁVER

Výsledky nášho výskumu preukázali, že po absolvovaní prípravného obdobia nastali pozitívne zmeny vo viacerých sledovaných ukazovateľoch všeobecnej pohybovej výkonnosti u hráčov UMB Hockey Team. Tieto zistenia potvrdzujú efektivitu tréningového procesu počas prípravného obdobia a naznačujú, že systematický tréning vedie k zlepšeniu dôležitých pohybových schopností, ktoré sú pre ľadový hokej kľúčové.

Naše odporúčania na základe analýzy výsledkov výskumu:

1. Odporúčame probandom, ktorí boli zaradení v skupine 1, aby využívali pre ďalší Venovať pozornosť hráčom s individuálnymi poklesmi výkonu (napr. Hráč 8, 18, 24 v drepoch) Pokračovať v zameraní na silu dolných končatín a trupu v tréningovom programe. Zahnúť komplexné cvičenia ako sú drepy, výpady a rôzne varianty planku.
2. Mierny asymetrický rozdiel medzi ľavou a pravou nohou v drepoch naznačuje potrebu zachovať vyvážený unilaterálny tréning.
3. Pre hráčov, ktorí nedokázali vykonať žiadne opakovanie ("0" vznosov/zhybov, napr. Hráč 15, 23 vo vznosoch), je kľúčové zaradiť tréning pre rozvoj ťahovej sily horných končatín.
4. Beep test ukázal len minimálne priemerné zlepšenie a vysokú individuálnu variabilitu, vrátane významného poklesu u niektorých hráčov. To naznačuje, že vytrvalostná príprava v danom období nemala u všetkých hráčov žiaduci efekt. Kondičná príprava by sa mala viac zamerať na špecifickú vytrvalosť pre ľadový hokej, ktorá kombinuje aeróbnu a

anaeróbnou zložku.

5. Pokračovať v tréningu plyometrických cvičení a cvičení na rozvoj výbušnej sily dolných končatín.
6. Aktívne využívať výsledky testov na prispôsobenie tréningového plánu pre každého hráča. Identifikáciu silných a slabých stránok, stanovenie konkrétnych cieľov a pravidelné pretestovanie pre sledovanie pokroku.

LITERATÚRA

- DOVALIL, J., CHOUTKA, M., SVOBODA, B., HOŠEK, V., PERIČ, T., POTMĚŠIL, J., & VRÁNOVÁ, J. (2009). *Výkon a trénink ve sportu* (3. vyd.). Olympia.
- MORAVEC, R. (2000). *Teória a didaktika športu: Štruktúra športového výkonu, výber talentov na šport 1*. Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského.
- PAVLÍŠ, Z., & kol. (2003). *Školení trenérů ledního hokeje – vybrané obecné obory*. Praha: ČSLH.
- STARŠÍ, J., VÝBOH, A., FRÜHWALD, I., & NOGA, D. (2003). Učebné osnovy športovej prípravy v ľadovom hokeji. Nové Zámky: CROCUS.
- THIKKAJA, J. et. al. (2019). *Manuál pre rozvoj hráčov 21. storočia na klubovej úrovni: Príručka pre vytvorenie športového systému 21. storočia na klubovej úrovni*. Bratislava.

SUMMARY

CHANGES IN GENERAL MOTOR PERFORMANCE IN ICE HOCKEY PLAYERS IN THE SENIOR CATEGORY

Our research results demonstrated that, following the completion of the preparatory period, positive changes occurred in several observed indicators of general physical performance among the UMB Hockey Team players. These findings confirm the effectiveness of the training process during the preparatory period and suggest that systematic training leads to the improvement of important movement abilities that are crucial for ice hockey. A detailed analysis of individual tests allowed us to identify specific areas of improvement and provide valuable information for the optimization of further conditioning preparation. Based on these results, we have reached the following recommendations.

Keywords: ice hockey, testing, off-ice, speed, strength, endurance

VPLYV PERIODIZOVANÉHO KONDIČNÉHO PROGRAMU NA VYBRANÉ MOTORICKÉ SCHOPNOSTI A HERNÝ VÝKON U VRCHOLOVÝCH VOLEJBALISTIEK

Bianka BODNÁROVÁ, Pavol HORIČKA

Katedra telesnej výchovy a športu, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Pedagogická fakulta, Slovenská Republika

ABSTRAKT

Cieľom štúdie bolo zistiť vplyv periodizovaného kondičného programu počas troch fáz súťažnej sezóny 2024/2025 (Základná časť, Nadstavba, Play-off) na vybrané motorické schopnosti a herný výkon vrcholových volejbalistiek tímu Volley Project UKF Nitra. Výskum sa uskutočnil na vzorke 12 hráčok extraligového tímu (vek $23,5 \pm 4,2$ roka; športová prax $12,3 \pm 4,7$ roka). Hodnotené boli ukazovatele výbušnej sily dolných (DJ, CMJ, CMJS) a horných končatín (Bench Press), akcelerácie (AKC), agility (OA, DA) a herného výkonu (VOTE). Údaje boli analyzované pomocou Friedmanovho testu a post-hoc analýzy Durbin–Conover ($\alpha = 0,05$). Zistili sme štatisticky významné zlepšenie v CMJS medzi Základnou časťou a Play-off ($p = 0,005$) a medzi Nadstavbou a Play-off ($p < 0,001$). V AKC došlo k zlepšeniu medzi Základnou časťou a Nadstavbou ($p < 0,001$), v OA medzi všetkými fázami sezóny ($p < 0,001$) a v DA medzi Základnou časťou a Nadstavbou ($p < 0,001$) i Nadstavbou a Play-off ($p = 0,022$). Ostatné premenné nevykázali významné rozdiely. Periodizovaný kondičný program preukázal vysokú efektivitu najmä v rozvoji výbušnosti a agility, čím potvrdil význam cielenej sezónnej periodizácie v príprave vrcholových volejbalistiek.

Kľúčové slová: periodizácia, kondičný tréning, volejbal, motorické schopnosti, herný výkon

ÚVOD

Volejbal ako kolektívny šport kladie vysoké nároky na technicko-taktické schopnosti aj fyzickú pripravenosť hráčok. Vrcholové volejbalistky musia disponovať výbušnou silou, agilitu a akceleráciou pre efektívnu reakciu na rýchle herné situácie. Aktuálne poznatky zdôrazňujú potrebu prepojenia kondičného a herného tréningu prostredníctvom periodizácie, ktorá umožňuje riadiť intenzitu, objem a frekvenciu záťaže s cieľom maximalizovať adaptáciu a predchádzať stagnácii či preťaženiu (Weldon et al., 2021; Lorenz & Morrison, 2015).

Model „specific periodization for volleyball“ (Marques Junior, 2020) zohľadňuje reziduálne efekty predchádzajúcej záťaže, čím umožňuje efektívnejšiu organizáciu tréningových blokov a prepojenie s technicko-

taktickým obsahom. Výskumy potvrdzujú, že kombinácia silového a plyometrického tréningu vedie k zvýšeniu výšky vertikálneho skoku a zlepšeniu akceleračných schopností, čo sa pozitívne odráža v hernom výkone (Hakim et al., 2025). Tavakkoli et al. (2022) a González-Ravé et al. (2011) dokázali, že aj počas sezóny môže správne periodizovaný tréning udržať alebo zlepšiť výkonnosť, ak je optimálne načasovaný a integrovaný do celkového tréningového procesu.

CIELE

Cieľom práce bolo zistiť vplyv periodizovaného kondičného programu počas troch fáz sezóny 2023/2024 (základná časť, nadstavba, play-off) na vybrané motorické schopnosti (výbušnosť, agilita, akcelerácia) a herný výkon volejbalistiek tímu Volley Project UKF Nitra.

METODIKA

Výskum sa uskutočnil na vzorke 12 hráčok tímu Volley Project UKF Nitra (vek $23,5 \pm 4,2$ roka; športový vek $12,3 \pm 4,7$ roka) pôsobiaceho v najvyššej slovenskej extralige. Zastúpené boli rôzne hráčske pozície. Motorické testy (výbušná sila, agilita, akcelerácia) prebiehali počas sezóny 2024/2025 v troch fázach – základná časť (Z), nadstavba (N) a play-off (PO) – vždy na ich začiatku. Každému obdobiu predchádzal špecifický kondičný program vedený kondičným trénerom. Herný výkon bol hodnotený pomocou ukazovateľa VOTE z 31 zápasov, analyzovaných v softvéri Data Volley 4. Hráčky boli oboznámené s postupom testov a poskytli informovaný súhlas s účasťou.

Výbušná sila dolných končatín bola testovaná pomocou systému OptoJump Next (Microgate), pozostávajúceho z dvoch paralelných senzorových líst vzdialených 3 m. Realizovali sa tri testy: Drop Jump (DJ) – hodnotí excentrickú silu, Countermovement Jump (CMJ) a Countermovement Jump with Arm Swing (CMJS) – merajú vertikálnu výbušnú silu, pričom CMJS zahŕňa pohyb rúk na zvýšenie odrazu. Výška skoku sa zaznamenávala v centimetroch. Každá hráčka absolvovala 2 pokusy v DJ a 3 pokusy v CMJ a CMJS, do analýzy bol zaradený najlepší výsledok. Uvedené testy patria medzi najpoužívanejšie a najspoľahlivejšie metódy hodnotenia výbušnej sily vo volejbale (Sattler et al., 2015).

Výbušná sila horných končatín bola meraná zariadením TENDO MyUnit (TENDO), ktorého senzor bol pripevnený na koniec olympijskej tyče. Testoval sa tlak na lavičke (Bench Press – BP) s odporom zodpovedajúcim 50 % telesnej hmotnosti. Každá hráčka absolvovala 2 série po 3 opakovaniach s 2-minútovým odstupom. Do analýzy sa zahrnul najlepší výkon, pričom hodnotená bola rýchlosť pohybu tyče (m/s) ako ukazovateľ výbušnej sily horných končatín. Metóda sa bežne využíva v silovo-rýchlostnom tréningu

volejbalistov a je považovaná za vysoko spoľahlivú pri hodnotení explozívnej sily (Pereira et al., 2015).

Rýchlosť akcelerácie na 5 m (AKC) bola meraná pomocou systému Witty SEM (Microgate). Medzi dvoma senzorovými bránami vzdialenými 5 m absolvovala každá hráčka 2 pokusy, pričom do analýzy bol zahrnutý najlepší čas v sekundách (s) s presnosťou 0,01s. Krátke šprinty patria medzi spoľahlivé testy akcelerácie v kolektívnych športoch (Murphy et al., 2003).

Agilita bola hodnotená dvoma modifikovanými testami s reakčným podnetom pomocou Witty SEM – *offensive* (OA) a *defensive agility* (DA). Pri útočnom teste hráčka reagovala na vizuálny signál a bežala k jednému z troch senzorov ($+45^\circ$, 0° , -45°), pri obrannom teste vykonávala bočné presuny k ľavému alebo pravému senzoru. Každý test zahŕňal 8 reakčných podnetov, výsledky sa zaznamenali v sekundách s presnosťou 0,01s. Reakčné testy sú ekologicky validnejšie než tradičné testy zmeny smeru a lepšie odrážajú herné situácie vo volejbale (Sheppard & Young, 2006).

Štatistiky hráčok zo sezóny 2024/2025 poskytla Slovenská volejbalová federácia a boli spracované v softvéri Data Volley 4, ktorý zabezpečil objektívne vyhodnotenie 9 herných činností pomocou ukazovateľa VOTE. Analýza zahŕňala 31 zápasov základnej, nadstavbovej časti a play-off.

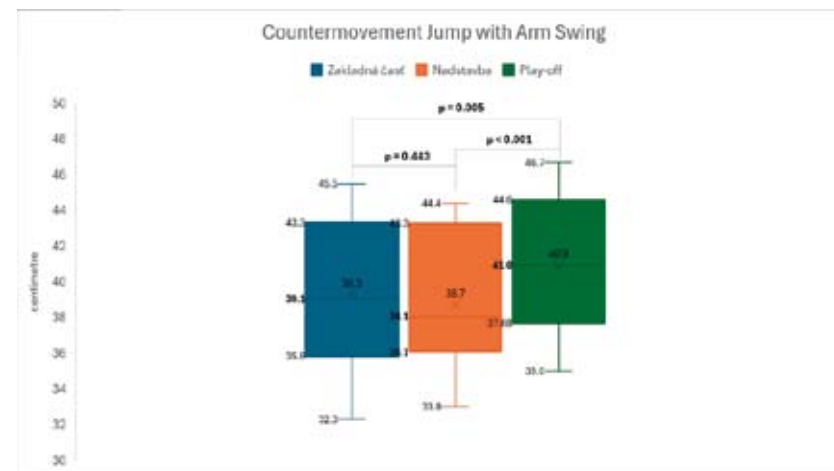
Periodizovaný kondičný program prebiehal počas celej sezóny v troch fázach s celkovým trvaním približne 28 týždňov. Tréningová jednotka (TJ) sa uskutočnila dvakrát týždenne – utorok (75 min) a štvrtok (45–60 min) – a bola prispôbená zápasovému harmonogramu a stavu hráčok. TJ utorok mali silový charakter (drep, mŕtvy ťah, výpady, tlaky) so zameraním na dolné končatiny a stabilizačné svaly. TJ štvrtok boli výbušné a rýchlostné, obsahovali plyometrické cvičenia, medicínbalové hody, šprinty a reakčné drily.

Počas Z časti sa uplatňoval plný rozsah tréningov, v N sa kladol dôraz na udržanie dynamiky a regeneráciu a počas PO sa záťaž redukovala. Program rešpektoval princípy postupného zaťaženia, špecifickosti a regenerácie s cieľom zlepšiť výbušnú silu, agilitu a akceleráciu pri zachovaní hernej výkonnosti.

Na spracovanie údajov bola použitá deskriptívna štatistika (Mean, SD, maximum, minimum). Pri premenných s opačnou škálou sa aplikovala reverzácia hodnôt ($X_r = \max(x) - x$). Normalita rozdelenia bola overená Shapiro-Wilkovým testom a vizuálne. Keďže údaje nespĺňali normalitu, na porovnanie výsledkov v čase bol použitý Friedmanov test a následne párové post hoc porovnania Durbin–Conoverove. Hladina významnosti bola stanovená na $\alpha = 0,05$. Výpočty boli realizované v IBM SPSS 20.0 (Chicago; IBM Corporation,

Tabuľka 1 Deskriptívna štatistika a normalita rozloženia vybraných ukazovateľov

	Mean	SD	Max	Min	Shapiro-Wilk
Z_CMJS	39.3	4.32	45.5	32.3	0.793
Z_AKC	0.0875	0.110	0.410	0.00	<.001
Z_OA	5.30	1.83	6.95	0.00	<.001
Z_DA	0.843	0.638	1.73	0.00	0.192
Z_VOTE	5.94	0.203	6.30	5.56	0.379
N_CMJS	38.7	4.01	44.4	33.0	0.294
N_AKC	0.219	0.0805	0.330	0.00	0.014
N_OA	2.95	1.33	4.45	0.00	0.075
N_DA	2.75	1.10	3.78	0.00	0.025
N_VOTE	5.85	0.337	6.50	5.35	0.923
PO_CMJS	40.9	3.99	46.7	35.0	0.589
PO_AKC	0.113	0.0752	0.250	0.00	0.721
PO_OA	1.68	0.989	2.89	0.00	0.315
PO_DA	1.80	0.837	2.60	0.00	0.043
PO_VOTE	5.75	0.442	6.52	6.52	0.808



Graf 1 Krabicové grafy hodnôt Z, N a PO – CMJS

VÝSLEDKY

Friedmanov test (tabuľka 3) preukázal štatisticky významné rozdiely v hodnotách výbušnej sily dolných končatín CMJS medzi jednotlivými fázami sezóny ($\chi^2(2) = 10.5$, $p = 0.005$). Post-hoc porovnania (Durbin-Conover) (tabuľka 4) odhalili významné zlepšenie medzi Z časťou a PO ($p = 0.005$), ako aj medzi N a PO ($p < 0.001$), zatiaľ čo rozdiel medzi Z časťou a N nebol štatisticky významný ($p = 0.443$). Mediánová hodnota CMJS sa zvýšila z 39.0 cm v Z časti na 41.0 cm v PO, čo predstavuje výrazné zlepšenie vertikálnej výbušnosti dolných končatín po absolvovaní periodizovaného kondičného programu.

Tabuľka 2 Popisná štatistika – CMJS

Fáza	Mean	Median
Základná časť	39.3	39.1
Nadstavba	38.7	38.1
Play-off	40.9	41.0

Tabuľka 3 Friedmanov test – CMJS

χ^2	df	p
10.5	2	0.005

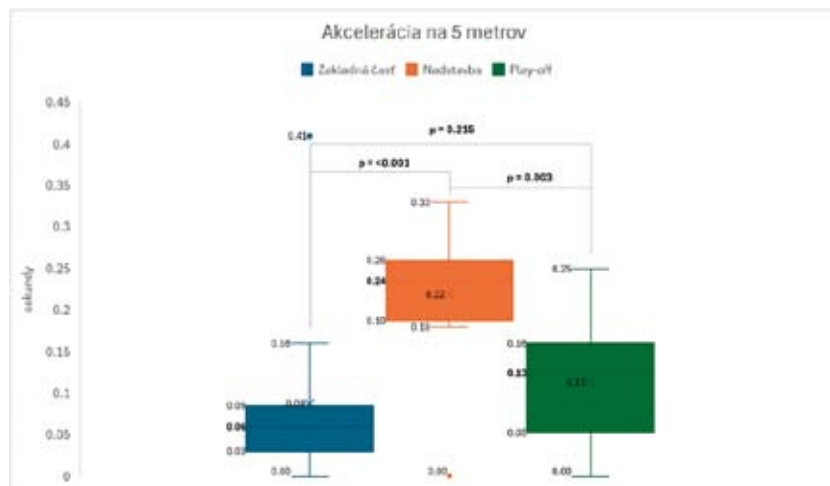
Tabuľka 4 Post-hoc porovnania (Durbin-Conover) – CMJS

	Statistic	p
Základná časť CMJS – Nadstavba CMJS	0.782	0.443
Základná časť CMJS – Play-off CMJS	3.127	0.005
Nadstavba CMJS – Play-off CMJS	3.909	<.001

Friedmanov test (tabuľka 6) preukázal štatisticky významné rozdiely v hodnotách AKC medzi jednotlivými fázami sezóny ($\chi^2(2) = 12.4$, $p = 0.002$). Post-hoc analýza (Durbin-Conover) (tabuľka 7) odhalila významné zlepšenie AKC medzi Z časťou a N ($p < .001$) a následné zhoršenie medzi N a PO ($p = 0.003$). Hodnoty v PO sa už nelíšili od Z časti ($p = 0.215$). Priemerná AKC sa zvýšila z 0.0875 s v Z časti na 0.2192 s v N, čo poukazuje na efektívny dopad periodizovaného kondičného programu na rozvoj akcelerácie na 5 m v priebehu sezóny, hoci v závere sezóny došlo k miernemu poklesu.

Tabuľka 5 Popisná štatistika – AKC

Fáza	Mean	Median
Základná časť	0.0875	0.0600
Nadstavba	0.2192	0.2350
Play-off	0.1133	0.1250



Graf 2 Krabicové grafy hodnôt Z, N a PO – AKC

Tabuľka 6 Friedmanov test – AKC

χ^2	df	p
12.4	2	0.002

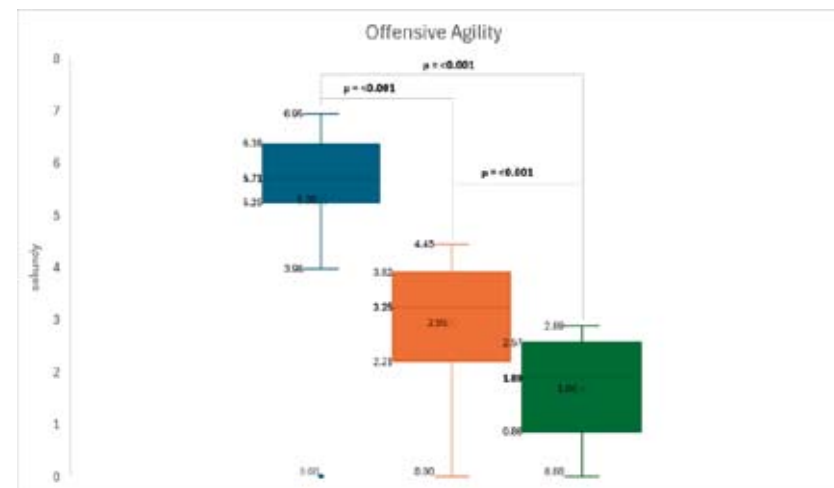
Tabuľka 7 Post-hoc porovnania (Durbin-Conover) – AKC

	Statistic	p
Základná časť AKC – Nadstavba AKC	4.68	<.001
Základná časť AKC – Play-off AKC	1.28	0.215
Nadstavba AKC – Play-off AKC	3.41	0.003

Friedmanov test (tabuľka 9) preukázal štatisticky významné rozdiely v OA medzi jednotlivými fázami sezóny ($\chi^2(2) = 17.9$, $p < .001$). Post-hoc analýza (Durbin–Conover) (tabuľka 10) odhalila, že výkony hráčov sa významne zlepšili zo Z časti na N ($p = 0.001$), ako aj z N na PO ($p < .001$). Priemerný čas OA testu klesol z 5.30 s v Z časti na 2.95 s v N a 1.68 s v PO, čo predstavuje výrazné a konzistentné zlepšenie v priebehu sezóny. Výsledky poukazujú na vysokú efektivitu periodizovaného kondičného programu pri rozvoji rýchlostno-reakčných schopností hráčov, čo sa odráža aj v zlepšujúcich sa výkonoch v ofenzívnom teste agility, simulujúcom útočné pohyby vo volejbale.

Tabuľka 8 Popisná štatistika – OA

Fáza	Mean	Median
Základná časť	5.30	5.71
Nadstavba	2.95	3.25
Play-off	1.68	1.89



Graf 3 Krabicové grafy hodnôt Z, N a PO – OA

Tabuľka 9 Friedmanov test – OA

χ^2	df	p
17.9	2	<.001

Tabuľka 10 Post-hoc porovnania (Durbin-Conover) – OA

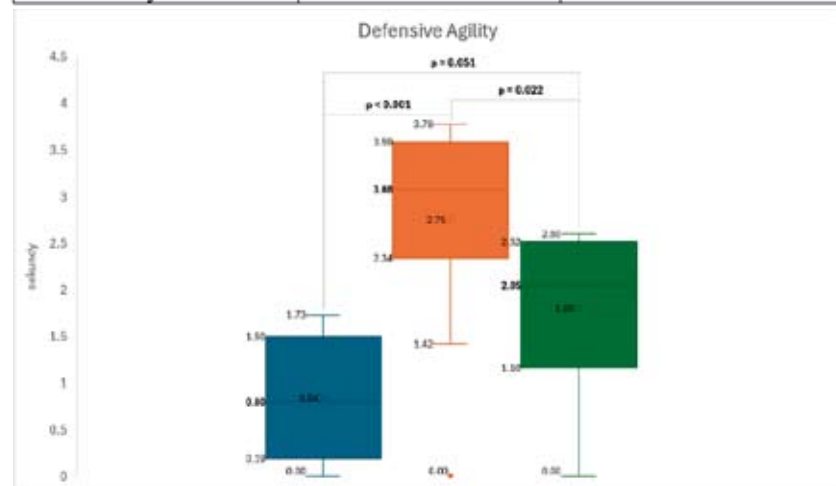
	Statistic	p
Základná časť OA – Nadstavba OA	3.73	0.001
Základná časť OA – Play-off OA	8.04	<.001
Nadstavba OA – Play-off OA	4.31	<.001

Friedmanov test (tabuľka 12) preukázal štatisticky významné rozdiely v DA medzi jednotlivými fázami sezóny ($\chi^2(2) = 11.6$, $p = 0.003$). Post-hoc analýza (Durbin–Conover) (tabuľka 13) potvrdila významné zlepšenie medzi Z časťou a N ($p < .001$) a následné zhoršenie medzi N a PO ($p = 0.022$). Rozdiel medzi Z časťou a PO bol na hranici významnosti ($p = 0.051$). Priemerné hodnoty naznačujú vrchol výkonu v N fáze súťaže, čo poukazuje na efektívny tréningový zásah v strednej časti sezóny a následnú čiastočnú redukciu výkonu

počas PO, pričom sa tieto zmeny odrážajú aj vo výsledkoch defenzívneho testu agility, simulujúceho obranné pohyby vo volejbale.

Tabuľka 11 Popisná štatistika – DA

Fáza	Mean	Median
Základná časť	0.843	0.795
Nadstavba	2.750	3.080
Play-off	1.801	2.050



Graf 4 Krabicové grafy hodnôt Z, N a PO – OA

Tabuľka 12 Friedmanov test – DA

χ^2	df	p
11.6	2	0.003

Tabuľka 13 Post-hoc porovnania (Durbin-Conover) – DA

	Statistic	p
Základná časť DA – Nadstavba DA	4.54	<.001
Základná časť DA – Play-off DA	2.06	0.051
Nadstavba DA – Play-off DA	2.47	0.022

DISKUSIA

Štúdia preukázala štatisticky významné zlepšenia u štyroch z ôsmich skúmaných premenných: CMJS, AKC, OA a DA. Zvýšenie CMJS a zlepšenie agility naznačuje, že periodizovaný kondičný program mal pozitívny vplyv na rýchlostno-výbušné a koordinačné schopnosti hráčov. Ostatné premenné (DJ, CMJ, BP, VOTE) nezaznamenali významné zmeny, čo môže byť spôsobené

vysokým východiskovým výkonom, malým počtom účastníkov ($n = 12$) a taktizovaním tréningu počas sezóny.

Výsledky CMJS ukázali významné zlepšenie vo fáze PO v porovnaní so Základnou a Nadstavbovou časťou ($p \leq 0.005$), čo je v súlade s pozorovaniami Sánchez-Moreno et al. (2018) u elitných mužských volejbalistov a Karahan & Çolak (2022) u regionálnych volejbalistiek, ktorí zaznamenali nárast výbušnosti dolných končatín počas druhej polovice sezóny.

Zlepšenie AKC bolo najvýraznejšie medzi Z a N časťou sezóny ($p < 0.001$), pričom čiastočný pokles v PO môže súvisieť s herným zaťažením. Tieto výsledky podporujú aj Zhao & Lu (2024), ktorí preukázali, že intervalový DJ tréning zvyšuje anaeróbnu výkonnosť a rýchlosť u volejbalistov.

OA a DA sa významne zlepšili v každej fáze sezóny ($p < 0.001$), čo odráža efektívnejšiu pohybovú reakciu a adaptáciu nervosvalového systému. Podobne Marques et al. (2009) a Bishop et al. (2021) uvádzajú, že kombinácia silového a koordinačného tréningu zlepšuje zmenu smeru, reakčnú rýchlosť a motorické schopnosti počas sezóny.

Herný výkon (VOTE) vykázal mierne zlepšenie, ale rozdiely medzi fázami neboli štatisticky významné ($p = 0.174$), čo súhlasí s výsledkami González-Ravé et al. (2011), ktorí uvádzajú, že herný výkon sa často mení menej výrazne než motorické schopnosti, pretože závisí aj od taktiky, regenerácie a tímovej súhry.

ZÁVER

Periodizovaný kondičný program tímu Volley Project UKF Nitra viedol k výraznému zlepšeniu výbušnej sily dolných končatín (CMJS), akcelerácie (AKC) a agility (OA, DA), najmä v Play-off fáze. To potvrdzuje efektívnu adaptáciu hráčov na rýchlostno-silovú záťaž a vhodne nastavený tréningový proces. Naopak, výbušná sila horných končatín a herný výkon (VOTE) sa významne nezmenili, čo naznačuje, že herný výkon závisí aj od technických, taktických a mentálnych faktorov.

Výsledky podporujú zaradenie rýchlostno-silových a SAQ cvičení do sezónnej periodizácie s cieľom zvýšiť výkonnosť v rozhodujúcich častiach sezóny.

Obmedzením výskumu bol malý počet účastníkov ($n = 12$) a rôzne herné pozície, ktoré mohli ovplyvniť adaptačné reakcie. Odporúča sa pokračovať v podobných štúdiách s väčšou vzorkou a dlhším sledovaním, aby sa presnejšie určil vplyv periodizovaného tréningu na herný výkon volejbalistiek.

LITERATÚRA

BISHOP, C., BRASHILL, C., ABBOTT, W., READ, P., LAKE, J. & TURNER, A. (2021). Jumping asymmetries are associated with speed, change of direction speed, and jump performance in elite academy soccer

- players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(7), 1841–1847. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003058>
- GONZÁLEZ-RAVÉ, J. M., ARIJA, A. & CLEMENTE-SUAREZ, V. (2011). Seasonal changes in jump performance and body composition in women volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(6), 1492–1501. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181da77f6>
- HAKIM, H., SAHABUDDIN, S. & RIDWAN, A. (2025). Physical conditioning programs in volleyball: A systematic review of methods, outcomes, and emerging trends. *Journal of Physical Education and Sport Pedagogy*, 5(1), 29–38. <https://doi.org/10.17509/jopes.v5i1.83597>
- KARAHAN, M. & COLAK, M. (2022). Changes in physical performance characteristics of female volleyball players during regional division competitions. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 11, 1–16. <https://doi.org/10.6018/sportk.474621>
- LORENZ, D. & MORRISON, S. (2015). Current concepts in periodization of strength and conditioning for the sports physical therapist. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 734–747. PMID: PMC4647911, PMID: 26618056
- MARQUES JUNIOR, N. K. (2020). Specific periodization for the volleyball: The importance of the residual training effects. *MOJ Sports Medicine*, 4(1). <https://doi.org/10.15406/mojism.2020.04.00086>
- MARQUES, M. C., VAN DEN TILLAAR, R., GABBETT, T. J., REIS, V. M. & GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. (2009). Physical fitness qualities of professional volleyball players: Determination of positional differences. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1106–1111. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819b78c4>
- MURPHY, A. J., LOCKIE, R. G., & COUTTS, A. J. (2003). Kinematic determinants of early acceleration in field sport athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2(4), 144–150. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24688275>
- PEREIRA, A., COSTA, A. M., SANTOS, P., FIGUEIREDO, T., & JOAO, P. V. (2015). Training strategy of explosive strength in young female volleyball players. *Medicina (Kaunas)*, 51(2), 126–131. <https://doi.org/10.1016/j.medici.2015.03.004>
- SÁNCHEZ-MORENO, M., GARCIA-ASENCIO, C., GONZÁLEZ-BADILLO, J. J., & DIAZ-CUELI, D. (2018). Strength and vertical jump performance changes in elite male volleyball players during the season. *Retos*, 34(2018), 291–294. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i34.65898>
- SATTLER, T., HADŽIC, V., DERVIŠEVIC, E., & MARKOVIC, G. (2015). Vertical jump performance of professional male and female volleyball players: Effects of playing position and competition level. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1486–1493. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000781>
- SHEPPARD, J. M., & YOUNG, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>
- TAVAKKOLI, M. J., ABBASPOOR, M. & NIKOOIE, R. (2022). The effect of 8 weeks of block and traditional periodization training models on practical factors in volleyball players. *Scientific Journal of Sport and Performance*, 1(2), 83–93. <https://doi.org/10.55860/YMMU8246>
- WELDON, A., MAK, J. T. S., WONG, S. T., DUNCAN, M. J., CLARKE, N. D. & BISHOP, C. (2021). Strength and conditioning practices and perspectives of volleyball coaches and players. *Sports (Basel)*, 9(2), 28. <https://doi.org/10.3390/sports9020028>
- ZHAO, X., & LU, M. (2024). The impact of running-based and drop jumping interval interventions on cardiorespiratory fitness and anaerobic power of collegiate volleyball players: A comparative analysis of inter-individual variability in the adaptive responses. *Journal of Sports Science & Medicine*, 23(4), 863–871. <https://doi.org/10.52082/jssm.2024.863>

SUMMARY

THE EFFECT OF A PERIODIZED CONDITIONING PROGRAM ON SELECTED MOTOR ABILITIES AND GAME PERFORMANCE IN ELITE FEMALE VOLLEYBALL PLAYERS

The aim of the study was to determine the effect of a periodized conditioning program during three phases of the 2024/2025 competitive season (Regular Season, Playoff Qualification, and Playoffs) on selected motor abilities and game performance of elite female volleyball players from the team Volley Project UKF Nitra. The research was conducted on a sample of 12 players from an extra-league team (age 23.5 ± 4.2 years; training experience 12.3 ± 4.7 years). The evaluated indicators included measures of lower- (DJ, CMJ, CMJS) and upper-limb (Bench Press) explosive strength, acceleration (AKC), agility (OA, DA), and game performance (VOTE). Data were analyzed using the Friedman test and the Durbin–Conover post-hoc analysis ($\alpha = 0.05$). Statistically significant improvements were found in CMJS between the Regular Season and Playoffs ($p = 0.005$), and between the Playoff Qualification and Playoffs ($p < 0.001$). Acceleration (AKC) improved between the Regular Season and Playoff Qualification ($p < 0.001$), overall agility (OA) improved across all phases of the season ($p < 0.001$), and directional agility (DA) improved between the Regular Season and Playoff Qualification ($p < 0.001$) as well as between the Playoff Qualification and Playoffs ($p = 0.022$). Other variables did not show significant differences. The periodized

conditioning program demonstrated high effectiveness, particularly in the development of explosiveness and agility, confirming the importance of targeted seasonal periodization in the preparation of elite female volleyball players.

Keywords: periodization, strength and conditioning, volleyball, motor abilities, game performance

PERIODIZÁCIA ROČNÉHO TRÉNINGOVÉHO CYKLU U CHODCA NA 35 KM: PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA

Matej SPIŠIAK, Jaroslav BROŽÁNI

Katedra telesnej výchovy a športu PF UKF Nitra

ABSTRAKT

Reprezentant Slovenskej republiky M. M. preukázal v sezóne RTC 2024/2025 výrazný progres v športovej výkonnosti v atletickej disciplíne chôdza na 35 km. V aktuálnom ročníku dosiahol rekordné výsledky – v hlavnej disciplíne na 35 km 2:33:00 a v doplnkových tratiach na 20 km 1:23:57 a 10 000 m 40:58. Podrobná analýza umožnila klasifikovať špeciálne tréningové prostriedky s najvyšším prepojením na športovú výkonnosť. Na identifikáciu vzťahov a predikciu boli využité neparametrické štatistické metódy, konkrétne Spearmanov korelačný koeficient a rozhodovacie stromy CHAID.

Ako najvýznamnejšie špeciálne tréningové ukazovatele pre dosiahnutie vrcholovej výkonnosti boli identifikované ukazovatele ŠTU 102, 103, 104 a 106. Pravidelná analýza a vyhodnocovanie tréningových prostriedkov z hľadiska objemu a intenzity prispieva k optimalizácii tréningového procesu a k ďalšiemu zvyšovaniu výkonnosti športovca.

Kľúčové slová: atletická chôdza, tréning, periodizácia, cyklus, determinanty

ÚVOD

Zvyšovanie športovej výkonnosti je vysoko aktuálna téma ktorá neustále dominuje v odborných ale aj laických kruhoch. Efekt posúvania hraníc výkonnosti ale nie je možný bez cieľavedomého riadenia a efektívneho využívania tréningového zaťaženia. Úroveň výkonu športovca závisí od množstva faktorov, ktoré môžu byť v tréningovom procese v rôznej miere ovplyvnené. Optimalizácia záťaže zohráva kľúčovú úlohu pri rozvoji fyzických, psychických schopností a má rozhodujúci vplyv na športovú výkonnosť. Tento fakt potvrdzujú vedecké výskumy i praktické skúsenosti z každodennej športovej prípravy. Na základe dlhodobého výskumu, aplikácie teoretických poznatkov a empirických skúseností trénerov dnes rozumieme čiastočne funkcii tréningového zaťaženia, jeho vplyvu na rozvoj rôznych schopností a tiež princípom striedania záťaže a regenerácie. Keďže pri individuálnom výkone ide o jedinečnú situáciu, neexistuje jednotný model alebo univerzálny prístup k aplikácii zaťaženia, ktorý by bol všeobecne platný. Úlohy záťaže vyplývajú z poznatkov o mechanizmoch stimulácie v

jednotlivých zložkách tréningu s ohľadom na cieľ športovej prípravy (Choutka, 2008). Účinok tréningového zaťaženia môžu ovplyvniť aj vonkajšie faktory – napríklad podmienky prostredia, klimatické a hygienické vplyvy či psychologické stimuly. Napriek tomu hlavným stimulačným prostriedkom zostávajú cielene zvolené pohybové aktivity. Tieto prostriedky sa delia podľa ich príbuznosti so štruktúrou pohybu v konkrétnom športe. Zaťaženie rozlišujeme na vnútorné a vonkajšie (Dovalil, 2008), pričom priebežné sledovanie týchto parametrov umožňuje určiť optimálnu mieru zaťaženia. Správne načasované striedanie záťaže a oddychu vedie k stavu superkompenzácie, ktorý prináša zlepšenie výkonnosti. Periodizácia tréningu musí rešpektovať biorytmus danej disciplíny aj špecifiká jednotlivých fáz prípravy (Viru, 1995). Neustále zhromažďovanie dát a využívanie poznatkov z rôznych vedných odborov prispieva k optimalizácii tréningového procesu a k zvyšovaniu športovej úrovne (Kellmann, 2002). Vhodne nastavená periodizácia umožňuje športovcom dosahovať vrcholné výkony v rozhodujúcich momentoch sezóny (Platonov, 2019). Hodnotením tréningového zaťaženia možno identifikovať všeobecné aj špecifické ukazovatele, ktoré pomáhajú trénerom predvídať vývoj výkonnosti svojich zverencov. Z tohto dôvodu je nevyhnutné priebežné monitorovanie celého tréningového procesu (Makar et al., 2023). V atletickej chôdzi prebiehajú od roku 2021 zásadné zmeny – pôvodná 50 km trať bola nahradená 35 km a od roku 2026 sa do programu zaradi maratónska (42,195 km) a polmaratónska (21,09 km) disciplína. Tieto úpravy si vyžadujú neustále aktualizácie a aplikáciu nových poznatkov v športovom tréningu. Napriek týmto zmenám sa celosvetovo zaznamenal výrazný nárast výkonnosti v tejto disciplíne, čo potvrdzuje význam dôsledného monitorovania a optimalizácie tréningového procesu. Rastúce požiadavky na výkonnosť nútia trénerov i odborníkov systematicky analyzovať tréningové dáta, hľadať optimálne riešenia a efektívne kombinovať objemové a intenzifikačné prostriedky, aby bolo možné dosiahnuť maximálne výkony. Tieto poznatky umožňujú vytvoriť podrobnú štruktúru tréningového plánu, ktorý je však potrebné prispôbiť individuálnym potrebám každého športovca. Množstvo vedeckých prác (napr. Broďáni, Tóth, Pupiš, 2021; Broďáni, Spišiak, Morvay, 2022; Broďáni et al., 2018; Broďáni et al., 2015) ponúka odporúčania pre optimalizáciu tréningového zaťaženia.

CIEĽ

Cieľom príspevku je prezentovať periodizáciu tréningového zaťaženia v ročnom tréningovom cykle u chodca na 35km a poukázať na tréningové ukazovatele, ktoré determinovali športovú výkonnosť počas prípravy na MS v Tokiu 2025.

METODIKA

Všeobecné (VTU) a špeciálne tréningové ukazovatele (STU) získané z tréningových denníkov reprezentanta v chôdzi na 35 km, sú základným zdrojom pri odhaľovaní faktorov determinujúcich športovú výkonnosť v ročnom tréningovom cykle RTC 2024/2025. V tomto období dosahoval športovec najlepšiu výkonnosť v chôdzi na 35 km a zúčastnil sa na MS v Tokiu. V posledných rokoch evidujeme u chodca zlepšenie osobných výkonov v chôdzi na 5 km 19:35,57 min (2024), 10km 40:58,1 min (2025), 20 km 1:23:57hod (2025), v chôdzi na 35 km 2:33:00hod (2025), resp. na 50 km 3:57,59 hod (2021). Základ analýzy tvorili týždenné objemy chôdze pri rôznom tempe STU 101-109 (graf 1 a tabuľka 1). Neparametrické postupy (Breiman et al. 1984, Lehmann 1975,) boli vybrané na základe posúdenia normality rozloženia súborov. Interakcia medzi športovou výkonnosťou a tréningovými ukazovateľmi sme posúdili Spearmanovým korelačným koeficientom r_s . (Cohen 1988). Na konštrukciu rozhodovacích stromov boli použitý neparametrický algoritmus CHAID - Chi-squared Automatic Interaction Detector a Trees (Breiman et al. 1994). Túto techniku je možné použiť na predikciu, klasifikáciu a detekciu interakcií medzi premennými. Výsledky sa dosahujú automatickým zisťovaním vzťahov medzi nezávislými premennými na základe chí-kvadrát testov. Pri modeloch uvádzame aj regresné parametre (Linear Correlation R, Standard Deviation SD, Mean Absolute Error MAE; Mean Error ME). Pomocou nich môžeme definovať predikčnú spoľahlivosť neparametrického modelu. Výsledky boli spracované v programe MS Excel a IBM SPSS (Wuensch, 2012).

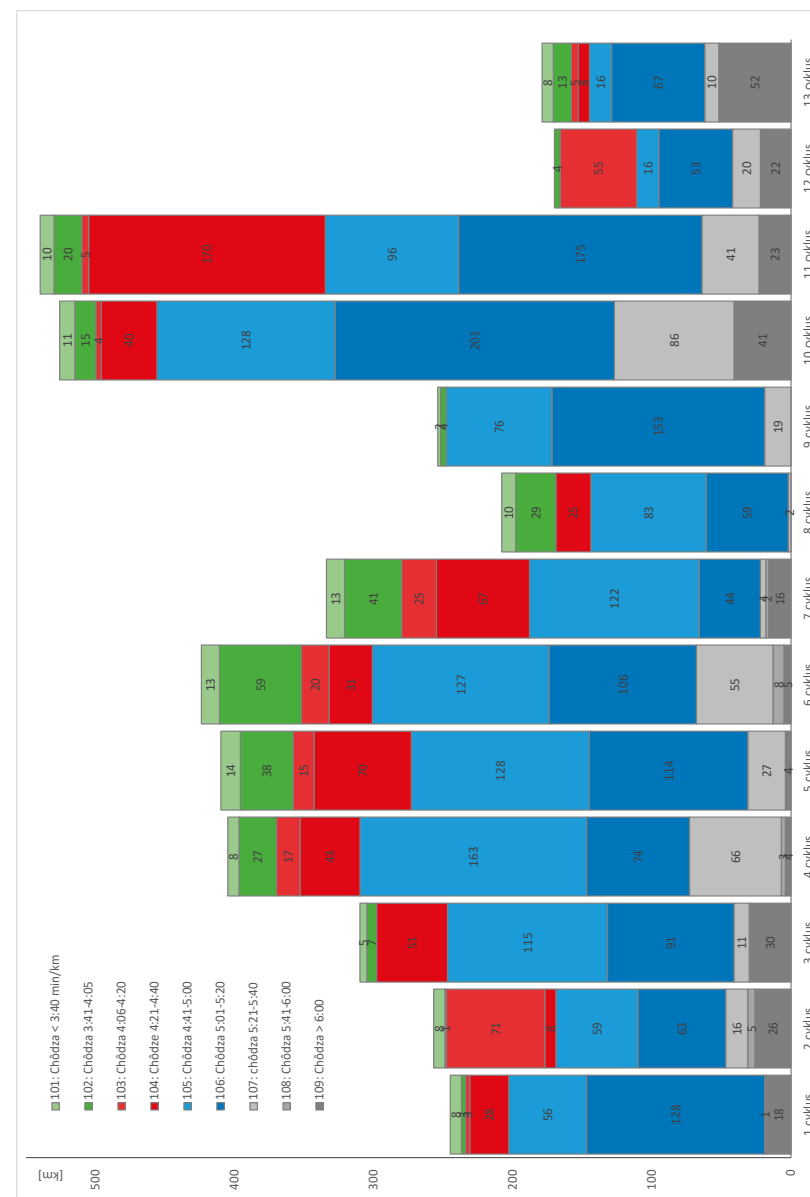
VÝSLEDKY

Slovenský reprezentant v atletike Michal Morvay (ďalej len M. M.) preukázal počas RTC 2024/2025 opäť výrazný progres vo výkonnosti v atletických chodeckých disciplínach, so špecializáciou na 35 km trať. V tejto disciplíne dosiahol opäť po roku ďalší osobný rekord časom 2:33:00, ktorým zároveň splnil kvalifikačné kritériá na majstrovstvá sveta v Tokiu. V chôdzi na 20 km dosiahol výkon 1:23:57. Oproti predchádzajúcim sezónam si vylepšil osobné maximum na 35 km o 54 sekúnd a na 20 km o 28 sekúnd. Zlepšenie výkonnosti sa realizovalo v rámci rovnakého ročného tréningového cyklu, no v rôznych fázach sezóny, čo úzko súviselo so zmenou súťažného kalendára a kvalifikačného systému pre vrcholové atletické podujatia. Pretekár sa kvalifikoval na MS v Tokiu na základe tabuľkového postavenia vo svetovom rebríčku (29.miesto na svete). Na začiatku RTC 2024/2025 v októbri dosiahol M. M. čas 2:33:54 na 35 km v Zittau, čím si vytvoril nový osobný rekord. Ďalšie zlepšenie prišlo na začiatku pretekovej sezóny 2025, keď v Dudinciach zaznamenal výkon 2:33:00. Následne v apríli 2025 sa mu podarilo zlepšiť osobné maximum aj na 10 000 m časom 40:58 v Banskej Bystrici a v májových

ME družstiev v Poděbradoch dosiahol čas 1:23:57 na 20 km, čo bol takisto nový osobný rekord. Tréningový proces M. M. poukazuje na vysokú intraindividuálnu variabilitu v reakcii na špecifické tréningové podnety a zmeny aplikácii niektorých tréningových metód čo sa priamo pozitívne prejavilo vo výsledkoch. Dynamika zaťaženia a výber špeciálnych tréningových prostriedkov vychádzali z konceptu ročného makrocyklu. Vďaka intraindividuálnej periodizácii tréningového zaťaženia dosiahol M. M. v RTC 2024/2025 najvyšší bodový výkon 1139 bodov v disciplíne 35 km (čas 2:33:00). Pretekár absolvoval kompletný 13 cyklový RTC s niekoľkými tréningovými výpadkami spôsobenými zranením. V RTC 2024/2025 dosiahol celkový objem 5783 km, čo pri spätnej analýze predchádzajúcich sezón predstavuje vrchol jeho doterajšej kariéry. Priemerne mesačne absolvoval 445 km, a týždenne 111 km.

Tabuľka 1 Základné štatistické charakteristiky a korelácie tréningových ukazovateľov k dynamike športovej výkonnosti v RTC 2024/2025

		Korelácia						
		Sum	M	SD	Max	Min	r ^s	p
VTU 115	Dni zaťaženia (počet)	335,0	6,44	1,24	7,0	2,0	0,077	0,587
VTU 116	Tréningové jednotky (počet)	504,0	9,69	3,00	18,0	2,0	0,043	0,760
VTU 117	Súťaže (n)	7,0	1,17	0,41	2,0	1,0	-0,655	0,158
VTU 118	Celkový čas zaťaženia (hod)	590,0	11,35	3,93	20,0	3,0	0,071	0,616
VTU 119	Regenerácia síl [min]	373,0	7,17	2,18	14,0	3,0	-0,071	0,615
VTU 120	Obmedzený tréning a choroba (n)	29,0	2,23	1,59	5,0	1,0	0,249	0,413
STU 101	Chôdza pod 3:40 min.km ⁻¹ [km]	6,0	1,00	0,00	1,0	1,0	-	-
STU 102	Chôdza 3:41 - 4:05 min.km ⁻¹ [km]	144,0	5,33	3,78	20,0	1,5	0,213	0,285
STU 103	Chôdza 4:06 - 4:20 min.km ⁻¹ [km]	195,0	9,75	7,65	30,0	3,0	0,223	0,344
STU 104	Chôdza 4:21 - 4:40 min.km ⁻¹ [km]	460,0	18,40	11,34	45,0	2,0	0,699	0,000
STU 105	Chôdza 4:41 - 5:00 min.km ⁻¹ [km]	800,0	25,81	16,93	67,0	1,0	-0,115	0,537
STU 106	Chôdza 5:01 - 5:20 min.km ⁻¹ [km]	892,0	22,30	13,03	52,0	3,0	0,025	0,876
STU 107	Chôdza 5:21 - 5:40 min.km ⁻¹ [km]	1061,0	24,67	17,57	78,0	3,0	-0,283	0,066
STU 108	Chôdza 5:41 - 6:00 min.km ⁻¹ [km]	253,0	9,04	5,69	24,0	2,0	0,177	0,368
STU 109	Chôdza 6:00 a viac min.km ⁻¹ [km]	221,0	13,00	11,80	50,0	2,0	-0,041	0,877
STU 110	Súčet chôdza [km]	4017,0	81,98	35,43	159,0	6,0	0,324	0,023
STU 111	Súčet beh [km]	1776,0	34,15	15,87	83,0	3,0	-0,221	0,116
STU 112	Plávanie / bike [km]	0,0	0	0	0,0	0,0	-	-
STU 113	Celková kilometráž [km]	5783,0	111,21	40,33	180,0	21,0	0,044	0,757
STU 114	Doplnky VTP [hod]	195,0	4,15	1,64	8,0	2,0	-0,200	0,177
ŠV Športový výkon (body)		38893,0	948,61	101,71	1139,0	746,0		



Obrázok 1 Periodizácia objemu tréningového v RTC 2024/2025

Sledované špeciálne tréningové ukazovatele:

ŠTU 102 (chôdza 3:41 – 4:05 min·km⁻¹): 144 km

ŠTU 103 (4:06 – 4:20 min·km⁻¹): 195km

ŠTU 104 (4:21 – 4:40 min·km⁻¹): 460 km

ŠTU 106 (5:01 – 5:20 min·km⁻¹): 892 km

Pásma ŠTU 102,103 zodpovedajú pretekovému tempu na 20km a 10km, ŠTU 104 zodpovedá pretekovému tempu na 35km, zatiaľ čo ŠTU 106 reprezentuje úroveň aeróbnej vytrvalosti, kde bol realizovaný rekordný podiel tréningového objemu v aktuálnom RTC.

Štatistická analýza potvrdila korelácie medzi špeciálnymi tréningovými ukazovateľmi a športovou výkonnosťou:

ŠTU 102 (chôdza 3:41 – 4:05 min·km⁻¹): $r_s = 0,213$; $p < 0,285$,

ŠTU 103 (4:06 – 4:20 min·km⁻¹): $r_s = 0,223$; $p < 0,344$,

ŠTU 104 (4:21 – 4:40 min·km⁻¹): $r_s = 0,699$; $p < 0,000$,

ŠTU 106 (5:01 – 5:20 min·km⁻¹): $r_s = 0,025$; $p < 0,876$.

Na základe neparametrických postupov boli analyzované interakcie medzi výkonnosťou a tréningovými ukazovateľmi a identifikované prediktory s najväčším vplyvom na športový výkon. Použité boli metódy podľa Breiman et al. (1984) a Lehmann (1975), zvolené vzhľadom na rozloženie dát. Interakcie boli hodnotené pomocou Spearmanovho korelačného koeficienta (r_s) podľa Cohena (1988). Pre predikciu výkonu a klasifikáciu bola využitá metóda CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detector), ktorá automaticky zisťuje vzťahy medzi nezávislými premennými na základe chí-kvadrát testov. Výhodou tohto algoritmu je prehľadná interpretácia výsledkov prostredníctvom viacvetvových rozhodovacích stromov. Modely boli doplnené o regresné parametre (R, SD, MAE, ME), ktoré umožňujú hodnotiť presnosť predikcie podobne ako pri lineárnej regresii. Spracovanie údajov prebiehalo v MS Excel a IBM SPSS Modeler, pričom závery boli formulované na základe vecnej a logickej interpretácie výsledkov. CHAID algoritmus vytvoril predikčné modely s vysokou spoľahlivosťou a primeranou chybou predpovede. Do modelov sa dostali tréningové ukazovatele s rôznym stupňom väzby na výkonnosť, pričom vytvárali uzlové premenné s hraničnými objemovými hodnotami umožňujúcimi odhad výkonu pri rozdielnej úrovni zaťaženia.

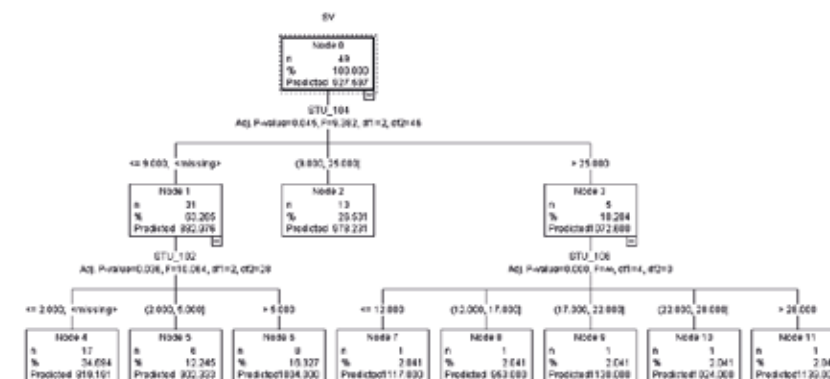
Algoritmus generoval strom s tromi hlavnými vetvami:

3. vetva: predpokladaná priemerná športová výkonnosť na úrovni 927 bodov (pre $n = 49$ výkonov) je determinovaný objemom v pretekovom tempe s týždenným objemom vyšším ako 25km (ŠTU 104, $F = 9,382$; $p = 0,045$; 1072

bodov; $n = 5$) s podporou aeróbnej vytrvalosti s týždenným objemom vyšším ako 28 km (ŠTU 106, $F = \infty$; $p = 0,000$; 1139 bodov $p < 0,000$; $n = 1$).

2. vetva: pre nižšiu športovú výkonnosť je dostačujúci objem v pretekovom tempe v rozmedzí od 9-25km (ŠTU 104, $F = 9,3822$; $p = 0,045$; 978 bodov; $n = 13$).

1. vetva: ak je objem pretekového tempa nižší alebo rovný 9km za týždeň (ŠTU 104, $F = 9,3822$; $p = 0,045$; 882 bodov; $n = 31$), s podporou tempa v pásme anaeróbnej vytrvalosti s týždenným objemom vyšším ako 5 km (ŠTU 102, $F = 10,064$; $p = 0,036$; 1004 bodov; $n = 8$).



Obrázok 2 Regresný strom vyselektovaných špeciálnych tréningových ukazovateľov k športovej výkonnosti metódou C&RT

(R: 0,648; SD: 93,562; MAE: 62,234; ME 13,663)

Zdroj: Vlastné spracovanie (2025)

Príklady týždňových tréningových mikrocyclov v rôznych obdobiach športovej prípravy v RTC 2024/2025:

Livigno 1820 m.n.m., vysokohorské sústredenie, prípravné obdobie II. pred MS Tokio 2025, august, 3 týždeň, „Double Threshold“ tréning Pondelok 18.8

I: 14Km chôdza tempo (5:07 min·km⁻¹), 1km výklus

II: 6km chôdza (5:15 min·km⁻¹), rovinky 10x100 v tom

Utorok 19.8

I: Rch2km, 4x5km / 1km medzichôdza (4:35-4:30 / 5:00 min·km⁻¹),

Vch2km, 23km priemer 4:37 min·km⁻¹, SF pr.147 / max.161/min.

Laktát po 2 úseku: 3,6 mmol., po 4 úseku: 5,6 mmol.

II: rch2km, 10x500 (4:00-4:08 min·km⁻¹), pauza 1min.,vch2km

SF max. 165/min., laktát po 10 úseku: 5,1mmol., Plávanie 45 min.

Streda 20.8

I: rozklus 1km, 22km chôdza tempo (5:06 min·km⁻¹), SF pr. 128/min.

II: Plávanie 60min., nižšia intenzita

Štvrtok 21.8

I: 14km chôdza (5:15 min·km⁻¹), SF pr. 113/min., výklus 1km

II: Plávanie 45min. nižšia intenzita, Wellness 60min.

Piatok 22.8

I: 8km chôdza (5:40 min·km⁻¹), SF pr. 119/min.

II: Rch 2km, 10x300 / 200 medzichôdza, (3:55-4:05 / 4:35 min·km⁻¹),

SF pr. 152 / max. 163 / min., laktát po: 4,9 mmol., Vch 1km

Sobota 23.8

I: 30km chôdza (4:55 min·km⁻¹), SF pr. 136 / max. 146 / min.,

laktát po 15km: 2,9 mmol, po 30km: 3,6 mmol., výklus 1km

II: 8km chôdza (5:00 min·km⁻¹), SF pr. 123 / max. 135 / min.,

wellness 60min.

Nedeľa 24.8

I: Turistika 10km ľahká, Plávanie 45min., Wellness 45min.

Nikózia, sústredenie v teple, prípravné obdobie I. pred MSR Dudince 2025, február, 1 týždeň, „Double Threshold“ tréning

Pondelok 27.1

I: Rch 2km, 10x400 / 400 mch - kopce, (4:10 / 5:20 min·km⁻¹), SF pr. 141 / max. 163/min., vch 2km

II: 8km beh (5:00 min·km⁻¹), Wellness 60min.

Utorok 28.1

I: 10km chôdza (5:31 min·km⁻¹), SF pr. 124/min., výklus 1km

II: Plávanie 45min., strečingové a uvoľňovacie cvičenia 45min.

Streda 29.1

I: 12km chôdza (5:19 min·km⁻¹), SF pr. 119/min., výklus 1km

II: Rch 3km, abc, technika, 20 x 100m (3:45 – 3:55 min·km⁻¹), Vch 1km

Štvrtok 30.1

I: Rch 2km 8 (4:22 min·km⁻¹)+1mch (4:56 min·km⁻¹)+4 (4:20 min·km⁻¹)+1mch (4:59 min·km⁻¹)+3 (4:21 min·km⁻¹)+1mch (4:51 min·km⁻¹)+2 (4:22 min·km⁻¹), spolu 20km (4:27 min·km⁻¹),

SF pr. 152 / max. 163/min., laktát po 8km: 4,2mmol, Vch 2km

II: Rch 2km, 5 x 1km (4:00 – 3:52 min·km⁻¹), SF max. 163/min., beh 1km, kryoterapia + sauna 60min.

Piatok 31.1

I: 12km beh v teréne (5:20 min·km⁻¹), SF pr. 108/min.

II: Wellness 90min.

Sobota 1.2

I: 10km chôdza (5:09 min·km⁻¹), SF pr. 128 / min., výklus 1km

II: Strečingové a uvoľňovacie cvičenia 60min.

Nedeľa 2.2

I: 30km chôdza (4:38 min·km⁻¹), SF pr. 141 / max. 156/min., laktát po 15km: 3,1mmol., výklus 1km

II: 10km beh (5:00 min·km⁻¹), kryoterapia + sauna 60min.,

Livigno 1820 m.n.m., vysokohorské sústredenie, prípravné obdobie II. pred MSR Zittau 35km 2024, október, 2 týždeň

Pondelok 7.10

I: Rch 4km, 20x200 / 200 mch (4:15 - 4:00 / 4:55 – 5:05 min·km⁻¹), SF pr. 141 / max. 158/min. 1km výklus

II: 6km chôdza (6:07 min·km⁻¹), SF pr. 109 / min., výklus 1km

Utorok 8.10

I: 12km chôdza (5:08 min·km⁻¹), SF pr. 125 / min., výklus 1km

II: Strečingové a uvoľňovacie cvičenia 45min., Plávanie 45min.

Streda 9.10

I: Rch 3km, 2x3(4:33, 4:28 min·km⁻¹)+2x2(4:26, 4:26 min·km⁻¹)+2x1.5(4:21, 4:20 min·km⁻¹)+3x1(4:15, 4:14, 4:10 min·km⁻¹), SF pr. 143 / max. 162/min., Vch 2km

II: 8km chôdza (5:35 min·km⁻¹), SF pr. 119 / min., Wellness 60min.

Štvrtok 10.10

I: 8km chôdza (4:58 min·km⁻¹), SF pr. 122/min., výklus 1km

II: 8km beh (5:00 min·km⁻¹)

Piatok 11.10

I: 10km chôdza (5:30 min·km⁻¹), SF pr. 116/min., 10x100m, výklus 1km

II: Voľno

Sobota 12.10

I: Rch 2.5km, 25km chôdza (4:42 min·km⁻¹), SF pr. 143 / max. 158 / min., laktát po 25km: 6,0 mmol., výklus 1km

II: 7km beh (5:23 min·km⁻¹), SF pr. 118 / min., wellness 60min.

Nedeľa 13.10

Voľno – cestovanie Livigno – Nitra 9h

DISKUSIA

Z pohľadu športovej výkonnosti v chôdzi na 35 km predstavuje kľúčovú motorickú schopnosť špeciálna vytrvalosť, ktorá úzko súvisí s dĺžkou samotnej pretekovej trate. Svojou intenzitou, technikou i spôsobom prevedenia sa približuje k chôdzi na 20 km viac než k pôvodnej 50 km trati. Pretekári sa počas pretekov na 35km pohybujú v zónach blízkych anaeróbnemu prahu,

niekedy ho aj presahujú, čo potvrdzujú vysoké hodnoty srdcovej frekvencie a koncentrácie laktátu – podobné ako pri pretekoch na 20 km. Elitní chodci zvládajú túto vzdialenosť pri rýchlosti 3:55 – 4:10 min·kg⁻¹, s dĺžkou kroku 110 – 120 cm, čo predstavuje približne 28 000 – 31 500 krokov (Broďáni, Šelinger & Vavák, 2004). Počas výkonu sa srdcová frekvencia pohybuje medzi 170 – 190 údermi za minútu. Podľa Morvaya a Spišiaka (2022) dosahoval sledovaný pretekár na ME v Mníchove priemernú srdcovú frekvenciu 160 – 170 úderov·min⁻¹, s maximom 170 úderov·min⁻¹. Hladiny laktátu počas tréningu na túto disciplínu sa spravidla pohybujú v rozmedzí 3 – 8 mmol, v závislosti od typu a intenzity tréningového zaťaženia. Analýzy domácich i zahraničných štúdií, ktoré sa zameriavali na vplyv tréningového zaťaženia v chôdzi na 20 km a 50 km, jednoznačne potvrdzujú súvislosť medzi úrovňou špeciálneho tempa a dosiahnutým športovým výkonom (Drake, 2005; Broďáni et al., 2018; Broďáni & Tóth, 2014; Hagberd & Coyle, 1983; Kisiel, 2016; Korčok & Pupiš, 2006).

Pri analýze RTC pretekára (M.M.) sa potvrdil výrazný vplyv špeciálnej vytrvalosti na celkový výkon, čo korešponduje s predchádzajúcimi výskumami. Najvyššiu výkonnosť v chôdzi na 35 km dosiahol v sezóne RTC 2024/2025 s časom 2:33:00 h, čo zodpovedá tempu 4:22,3 min·kg⁻¹ a tréningovému ukazovateľu ŠTU 104. Analýza RTC 2024/2025 poukázala na kumulatívny efekt objemu extenzívnej tempovej rýchlosti (ŠTU 102), špeciálnej vytrvalosti (ŠTU 103, 104) a extenzívnej tempovej vytrvalosti (ŠTU 106). Tieto hodnoty sa pozitívne odrazili aj v doplnkových disciplínach – chôdzi na 20 km (1:23:57; 4:11,85 min·kg⁻¹) a v chôdzi na 10 000 m (40:58; 4:05,8 min·kg⁻¹), ktoré úzko súvisia so špeciálnym tempom na 20 km (Broďáni, 2007; Espinel & Arjona, 2020; Houlin et al., 2016). Ako pozitívnu skúsenosť možno vyzdvihnúť aplikáciu tréningovej metódy „Double Threshold Training“, ktorá bola pravidelne zaradovaná do tréningového procesu v RTC 2024/2025 s časovým odstupom pred pretekmi tak aby nárast športovej formy kulminoval smerom k pretekom. Nové tréningové metódy sa pozitívne prejavili na zvyšovaní výkonnosti, či už pred pretekmi v Zittau, na začiatku RTC v októbri 2024 alebo aj v hlavnej sezóne 2025, keď bola táto forma tréningu aplikovaná pred pretekmi v ktorých boli dosiahnuté osobné rekordy. Iba v jednom prípade sa nedostavil očakávaný efekt a to na MS v Tokiu. Naše analýzy a zistenia ukazujú, že úroveň dosiahnutých objemov a intenzity v pásmach ŠTU 102–106 predstavujú rozhodujúce faktory pre dosiahnutie maximálneho výkonu v chôdzi na 35 km. Paradoxom RTC 2024/2025 bol fakt že napriek dosiahnutiu osobných rekordov na 35km, 20km, 10000m či absolvovaní rekordných tréningových objemov, bol vrchol sezóny MS v Tokiu absolútne nevydarený a pretekár kvôli zdravotným problémom vzdal.

ZÁVERY

Príspevok bol zameraný na analýzu efektívnosti intraindividuálneho tréningového zaťaženia slovenského reprezentanta v atletickej chôdzi (M.M.) počas ročného tréningového cyklu RTC 2024/2025. Na základe empirických poznatkov a priamych skúseností zo športovej praxe možno konštatovať, že získané výsledky poukazujú na kľúčové tréningové ukazovatele, ktoré významne ovplyvňujú športovú výkonnosť. Prostredníctvom regresných stromov metódou CHAID boli identifikované ukazovatele s najvyššou mierou závislosti od celoročnej výkonnosti. Zistený bol výrazný vplyv tréningového objemu v oblastiach anaeróbnej vytrvalosti a pretekového tempa (ŠTU 102, 103 a 104), pričom dominantnú úlohu zohrávala aj všeobecná aeróbna vytrvalosť v pásme (ŠTU 106). Retrospektívna analýza umožnila určiť tréningové prostriedky, ktoré sa najvýraznejšie podieľali na zlepšovaní výkonnosti. Identifikácia a vyhodnotenie jednotlivých tréningových ukazovateľov, ich objemu a intenzity poskytujú základ pre optimalizáciu tréningového procesu s cieľom dosahovania maximálnej športovej výkonnosti. Novinkou v RTC 2024/2025 bolo zaradovanie „Double Threshold“ tréningu v hlavných častiach prípravných období pred pretekmi, čo mohlo prispieť k skvalitneniu športovej prípravy a takisto k dosiahnutiu maximálnych výkonov.

LITERATÚRA

- AUGUSTYN, K., AUGUSTYN, R., BIENIEK, P., & WILK, E. (2014). Training loads variability in race walking during 4-year preparation cycle for the XXIX Olympic Games in Beijing 2008. *Journal of Health Sciences*, 4 (9), 173-180.
- BOMPA, O. T., & HAFF, G. G. (2009). Periodization: Theory and methodology of training (5th ed.). *Champaign, IL: Human Kinetics*.
- BREIMAN, L., FRIEDMAN, J. H., OLSHEN, R. A., & STONE, C.J. (1984). Classification and Regression trees. *Wadsworth, Belmont CA*; 1984
- BROĐÁNI, J., ŠELINGER, P., & VAVÁK, M. (2004). Laterality of walker's pace at various velocities. In I. Čillík (Eds.) *Atletika 2004*. (pp 18-26). UMB.
- BROĐÁNI, J. (2007). Vplyv špeciálnej vytrvalosti na športový výkon v dlhodobej športovej príprave chodca na 20 km. In J. Michálek (Eds.), *Atletika 2007* (pp. 5-11). Masarik University
- BROĐÁNI, J., & TÓTH, M. (2014). The dynamics of the work-out load by a walker on 50 kilometres in London Olympic macrocycle. In L. Flemr (Eds.), *Physical Activity in Science and Practice* (pp. 215-224). Karolinum.
- BROĐÁNI, J., TÓTH, M., SPIŠIAK, M., & ŠISKA, L. (2018). Training indicators as predictors of the sport performance of the race walker Matej

- Tóth in YTC 2013/2014 to YTC 2015/2016. *Physical Activity Review*, 6 (1), 161-170.
- BRODÁNI J., TÓTH, M., & PUPÍŠ, M. (2021). Training loads determining sports performance in 50 km race walk. *Czech kinanthropology*, 25 (3-4), 60-72.
- BRODÁNI J. TÓTH, M. PUPÍŠ, M. (2021). Tréningové zaťaženie determinujúce športovú výkonnosť v chôdzi na 50 km / Training loads determining sports performance in 50 km race walk. In *Czech kinanthropology*. ISSN 1211-9261, 2021, 25(3-4), 60-72
- BRODÁNI J., SPIŠIAK M., MORVAY M. (2022). Factor analysis of training load determining a sport performance of a race walker for 35 kilometres In: *Studia Kinanthropologica : The Scientific Journal for Kinanthropology*. ISSN 1213-2101, 23(1), 7-15. doi: 10.32725/sk.2022.005
- BRODÁNI J, TÓTH M, SPIŠIAK M, ŠÍŠKA L. (2018). Training indicators as predictors of the sport performance of the race walker Matej Tóth in YTC 2013/2014 to YTC 2015/2016. *Physical Activity Review* 2018; 6: 161-170. doi: 10.16926/par.2018.06.21
- BRODÁNI, J.- CZAKOVÁ, M. - TÓTH, M. - PAVLOVIČ, P. (2015). Periodization training load during sports training and peaking performance of racewalker on 50 and 20 km. In *Sport Science*. e-ISSN: 1840-3670 p-ISSN: 1840-3662. Vol. 8, Issue 1/2; august 20, 2015. pp. 49-54.
- CAMP, N. J., & SLATTERY, M.L. (2002). Classification tree analysis: a statistical tool to investigate risk factor interactions with an example for colon cancer (United States). *Cancer Causes Control* 13, 813–823. <https://doi.org/10.1023/A:1020611416907>
- COHEN, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. New York: *Lawrence Erlbaum Associates*. ISBN 0-8058-0283-5
- DRAKE, A. (2005). The training methods of Olympic Champion Ivano Brugnetti and Italian race walkers. *The Coach*, 27, 55-61.
- ESPINEL, D. A. D., & ARJONA, M. A. O. (2020). EFFECT OF THE TAPER PHASE OVER endurance during 20 km race walking. *Journal of Physical Education and Sport*, 20 (6), 3336-3344. DOI: 10.7752/jpes.2020.s6452
- HAGBERD, J. A., & COYLE, E. F. (1983). Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive racewalkers. In *Medicine and Science in Sports and Exercise*. U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine, 4, 287-289.
- HOULIN, L., CONG, G., QINGHUA, G., & YANG, Y. (2016). The characteristics on Wang Zhen Specific Training load of a world young record Holder men's 20 km Race Walker. *Proceedings of the 2016 International Conference on Social Science, Humanities and Modern Education (SSHME 2016)*. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research* (pp. 216-250.). Atlantis Press. DOI: <https://doi.org/10.2991/sshme-16.2016.48>
- CHOUTKA, M. (2008). Současný sportovní trénink, jeho minulost a perspektivy. In: *Současný sportovní trénink*. Praha : FTVŠ KU, 25. ledna 2008.
- KELLMANN, M. (2002). Enhancing Recovery: Preventing Underperformance in Athletes. *Human Kinetics*. 334 s. ISBN 0736034005
- KISIEL, K. (2016). Race walking. Methodology of training from the Youngster to senior athlete. Kisiel.
- KORČOK, P., & PUPÍŠ, M. (2006) Všetko o chôdzi. UMB.
- LEHMANN, E.L. 1975. Nonparametrics: Statistical Methods Based on Ranks. Holden-Day, San Francisco; 1975
- MAKAR, P., KAWCZYŃSKI, A., SILVA, R. M., YILDIZ, M., SILVA, A. F., & AKYILDIZ, Z. (2023). Validity and reliability of Polar M400 GPS watches for measuring distances covered by team sports players. *Heliyon*, 9(10).
- MORVAY, M., & SPIŠIAK, M. (2022). Tréningový denník športovca RTC 2021/2022. VŠC Dukla.
- PLATONOV V. (2019). Theory of periodization of elite athlete preparation during a year: prerequisites, formation, criticism. *Science in Olympic Sport*. 118-137.
- PUPÍŠ, M. (2009). Sports training and competition in race walking for 50 km. UMB.
- TIFREA, C., & DELIA, C. D. (2019). Theory of training, theoretical considerations - women's race walking. CIDIDA - International Athletics Documentation, Research and Development Centre. <http://www.cidida.org/files/documents/comunicaciones/Corina%20Tifrea.pdf>
- VIRU, A. 1995. Adaptation in Sports Training. New York : Boca Raton, CRC Press, 1995. 303s.
- WUENSCH, K. L. 2012. Multivariate Analysis with SPSS. Retrieved September 2016, 2016, from [core.ecu.edu/psyc/wuenschk/SPSS/SPSS-MV.htm](http://core.ecu.edu/core.ecu.edu/psyc/wuenschk/SPSS/SPSS-MV.htm)

SUMMARY

PERIODIZATION OF THE ANNUAL TRAINING CYCLE FOR A 35 KM RACE WALKER: A CASE STUDY

Slovak Republic representative M. M. showed significant progress in athletic performance in the 35 km race walking discipline during the 2024/2025 RTC season. In the current season, he achieved record results –

2:33:00 in the main discipline of 35 km and 1:23:57 in the additional disciplines of 20 km and 40:58 in 10,000 m. A detailed analysis made it possible to classify special training methods with the highest correlation to athletic performance. Non-parametric statistical methods were used to identify relationships and make predictions, specifically Spearman's correlation coefficient and CHAID decision trees. The most significant special training indicators for achieving peak performance were identified as STU 102, 103, 104, and 106. Regular analysis and evaluation of training resources in terms of volume and intensity contributes to the optimization of the training process and to further improvement of the athlete's performance.

Keywords: Athletics Race walking, Training, Periodization, Training Cycle, Determinants.

PLÁNOVANIE OBJEMU A INTENZITY ZAŤAŽENIA V PLÁVANÍ

Matúš GUZMAN, Jaroslav BROŽÁNI

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Pedagogická fakulta, Katedra telesnej výchovy a športu, Nitra, Slovensko

ABSTRAKT

Správne nastavený systém periodizácie tréningového zaťaženia patrí medzi najdôležitejšie komponenty teórie športového tréningu v plávaní. Cieľom príspevku bolo analyzovať význam a aplikáciu dlhodobého plánovania objemu a intenzity tréningového zaťaženia v plávaní. Metódou bola sumarizácia odbornej a vedeckej literatúry z databáz PubMed, Scopus, Web of Science a EBSCO. Analyzovali sme práce špecificky zamerané na dlhodobé plánovanie v plávaní. Výsledky poukazujú na to, že ročný tréningový cyklus je najčastejšie rozdelený do 2-3 makrocyklov s tromi základnými obdobiami. Aeróbná vytrvalosť tvorí 40-50% celkového objemu prípravy, anaeróbná vytrvalosť maximálne 20%, pričom pretekové tempo narastá smerom k súťažnému obdobiu. Fáza ladenia športovej formy v trvaní 1,5-3 týždne so znížením objemu o 40-90% pri zachovaní intenzity je kritickým faktorom úspechu. Potvrdilo sa, že systematické plánovanie s individuálnym prístupom a progresívnym zvyšovaním špecifickosti prípravy je nevyhnutné pre dosiahnutie maximálnej výkonnosti v požadovanom čase.

Kľúčové slová: objem, intenzita, plávanie, tréningový proces

ÚVOD

Výkonnostné a vrcholové plávanie predstavuje komplexný šport, kde o výkonnosti rozhoduje niekoľko faktorov ako sú: zmeny v technike, energetike a antropometrických faktoroch spojených so športovým výkonom poskytujú dôležité poznatky o príprave plavca na podujatia. Detailné informácie o súbežných zmenách a ich vzťahu k plaveckému výkonu je však veľmi ťažké získať vo vodnom prostredí. (Ayabakan et al. 2006; Csajagi et al. 2015; Morgado et al. 2018).

Správne nastavený a dynamický systém periodizácie tréningového zaťaženia patrí k jednej z najdôležitejších častí v rámci teórie športového tréningu (Issurin, 2010; Hellard et al. 2017). Chatard a Stewart (2011) vysvetľujú, že tréningové zaťaženie predstavuje vzájomný pomer objemu, intenzity a frekvencie.

Plávanie sa pretransformovalo do športového odvetvia, ktoré si vyžaduje ako krátkodobé tak aj dlhodobé plánovanie v oblasti tréningového zaťaženia s cieľom napomôcť plavcom k dosiahnutiu svojho úplného

potenciálu. V tomto ohľade za prípravu plavca na dôležité podujatia zodpovedá samotný tréner, pre ktorého je každý tréning skúškou. Úlohou trénera je naplánovať tréningový proces s využitím svojich doposiaľ nadobudnutých skúseností, tvorivosti a intuície s cieľom vypracovania najlepšieho možného plánu (Rădulescu, Marinescu, Ticală, 2017).

Z pohľadu dĺžky trvania rozdeľujeme plánovanie tréningového procesu podľa Sedliaka (2012) na krátkodobé plánovanie a dlhodobé plánovanie. Krátkodobé plánovanie v sebe zahŕňa plán na vybranú tréningovú jednotku, týždenný plán alebo mesačný plán. Naopak dlhodobé plánovanie sústreďuje na vypracovanie plánu vedúceho ku konkrétnemu podujatiu, ročný plán alebo olympijský cyklus (zahŕňajúci štvorročný plán).

Autori Bomp (1999), Lynn (2008), Bomp a Haff, (2009), Feč a Feč (2013) rozdeľujú tréningový proces z hľadiska organizácie na mikrocyklus, mezocyklus a makrocyklus. Mikrocyklus v sebe zahŕňa niekoľkodňový alebo týždenný tréningový cyklus. Mezocyklus predstavuje tréningový cyklus viacerých na seba nadväzujúcich týždňov a makrocyklus je systematicky usporiadaný tréningový proces v trvaní pol roka, jedného ročného cyklu alebo niekoľkých na seba nadväzujúcich ročných cyklov.

Mikrocyklus by mal podľa Zatsiorskeho a Kraemera (2016) trvať minimálne dva dni, no jeho trvanie sa bežne pohybuje v rozmedzí jedného týždňa. Objem tréningového zaťaženia sa v priebehu mikrocyklu mení a typický mu je vlnovitý priebeh. Mikrocyklus by mal v sebe zahŕňať hlavné dve fázy (stimulačná a regeneračná). Použitie regeneračnej fázy neznamena pre nás nutne koniec prebiehajúceho mikrocyklu. Regeneračná fáza sa tiež často využíva v priebehu mikrocyklu. Mikrocykli sa ďalej odvíjajú od nastavenia tréningových jednotiek a od schopností, ktoré chceme rozvíjať (všeobecne alebo špeciálne) alebo mikrocyklus zameraný na rozvoj taktiky a techniky.

Ďalej podľa druhu rozdeľujú Lynn (2008); Bomp a Haff (2009) mikrocykly na: tréningový mikrocyklus, všeobecne-prípravný mikrocyklus, špeciálne-prípravný mikrocyklus, súťažný mikrocyklus a regeneračný mikrocyklus.

Mezocyklus podľa Zatsiorskeho a Kraemera (2006) trvá zvyčajne 4 týždne, ale môže sa pohybovať v rozmedzí 2 až 6 týždňov. Mezocyklus by mal pozostávať aspoň z dvoch mikrocyklov a tréningové jednotky v rámci mezocyklu sa prispôbujú potrebám daného obdobia. Objem tréningového zaťaženia má počas mezocyklu vlnovitý priebeh. Najčastejšie sa využíva v mezocykle princíp zaťaženia 3 + 1, čo znamená že tri mikrocykly sú určené na tréning a jeden mikrocyklus je venovaný regenerácii.

Avšak ako je uvedené vyššie, tak mezocyklus môže mať aj dlhšie trvanie ako iba štyri týždne. Podľa Bomp a Haffa (2009) je v takomto prípade najčastešie používaný princíp tréningového zaťaženia 4 + 1, kde prvé štyri

mikrocykly sú charakteristické postupným nárastom zaťaženia a posledný mikrocyklus je zameraný na regeneráciu.

Matvejev (1982) rozdeľuje mezocykly na: uvádzajúci mezocyklus, bazový mezocyklus, všeobecno-prípravný mezocyklus, špeciálne-prípravný mezocyklus, stabilizujúci mezocyklus, kontrolno-prípravný mezocyklus, predpretekový mezocyklus, pretekovo-súťažný mezocyklus, regeneračno-prípravný mezocyklus a regeneračno-udržiavací mezocyklus.

- Uvádzajúci mezocyklus – prevláda na samom začiatku prípravného obdobia.
- Bazový mezocyklus – v priebehu prípravného obdobia predstavuje základný cyklus.
- Všeobecno-prípravný mezocyklus – jeho cieľom je rozvíjanie a zapracovávanie všeobecných pohybových schopností do tréningového procesu v prípravnom období (obdobie prvej fázy).
- Špeciálne-prípravný mezocyklus – v tréningovom procese sa zameriavame na napredovanie v oblasti špeciálnych pohybových schopností v prípravnom období (obdobie druhej fázy).
- Stabilizujúci mezocyklus – pri tomto mezocykle je hlavným cieľom zastabilizovanie úrovne pohybových schopností (všeobecných alebo špeciálnych).
- Kontrolno-prípravný mezocyklus – predstavuje prechodné obdobie tréningového procesu medzi prípravným a súťažným obdobím.
- Predpretekový mezocyklus – svoju prípravu v tréningovom procese koncentrujeme na vrcholné podujatie.
- Pretekovo-súťažný mezocyklus – najčastejšie používaný v súťažnom období bezprostredne pred vrcholným podujatím.
- Regeneračno-prípravný mezocyklus – má veľmi podobný priebeh ako bazový mezocyklus, avšak zahŕňa väčšie množstvo mikrocyklov zameraných na regeneráciu. Tento typ mezocyklu sa najčastejšie používa medzi dvomi po sebe idúcimi náročnými podujatiami.
- Regeneračno-udržiavací mezocyklus – využívané hlavne v priebehu prechodného obdobia (Matvejev, 1982).

Autori Maglisco (1994), Feč (2013), Zacca et al. (2020) delia makrocyklus z pohľadu obdobia na prípravné obdobie, hlavné obdobie (súťažné) a prechodné obdobie.

Je potrebné si vopred stanoviť náš cieľ a podľa neho sa bude ďalej odvíjať plánovanie tréningového procesu vedúceho k vrcholnému podujatiu.

CIEĽ

Cieľom príspevku je analyzovať význam a aplikáciu dlhodobého plánovania objemu a intenzity v plávaní.

METÓDY

Príspevok tvorí sumarizácia odbornej a vedeckej literatúry. Zdroje sme čerpali z odborných knižných publikácií, článkov z databáz Pubmed, Scopus, Web of science, EBSCO a zahraničnej odbornej literatúry. Pomocou dedukcie sme zo všeobecných informácií o dlhodobom plánovaní objemu a intenzity dokázali vyhodnotiť prednosti jednotlivých zásad v plávaní.

VÝSLEDKY

Práce a štúdie, ktoré sa zaoberali dlhodobým plánovaním objemu a intenzity špecificky v oblasti plávania boli napríklad (González-Ravé et al., 2021; Chatard a Stewart, 2011; Balamutova, Shyryaeva, 2014; Solonenco et al., 2020; Borresen a Lambert, 2009; Hermosilla et al., 2021).

Touretski (1998) sledoval tréningový proces v ročnom tréningovom cykle austrálskeho plavca (majster sveta, olympijsky šampión a bývalý držiteľ svetového rekordu). Celý plán ročného tréningového cyklu bol rozdelený na štyri časti. Príprava pozostávala zo všeobecnej prípravy, špecifickej prípravy a pretekového obdobia. Všeobecná príprava začínala prvé dva týždne so zameraním na technické cvičenia jednotlivých plaveckých spôsobov. Objem zaťaženia v týždennom mikrocykle bol v rozmedzí 35 – 50 km, čo predstavuje približne 10 tréningových jednotiek za týždeň. Objem zaťaženia dosahoval 40 – 50 % z maximálneho objemu počas ročného tréningového cyklu. Ďalším cieľom v príprave bolo postupné zvyšovanie objemu zaťaženia na úroveň v rozmedzí 80 – 100 km za týždeň. Tréningové jednotky pozostávali z plávania v nízkej intenzite (aeróbne pásmo) a technických cvičení. V špecifickej časti prípravy je potrebné pripraviť plavca a jeho energetické systémy na pretekové situácie. Cieľom tejto časti je maximalizácia objemu zaťaženia v pásme anaeróbnej vytrvalosti a zároveň postupne znižovať celkový objem zaťaženia. Celkový objem zaťaženia v tejto časti prípravy bol v rozmedzí 50 – 60 km za týždeň rozdelených v 10 – 12 tréningových jednotkách. Autor ďalej dodáva že objem anaeróbnej vytrvalosti by nemal presiahnuť podiel 20 % z celkového objemu zaťaženia. V pretekovom období sa sústreďovali na ladenie športovej formy smerom k vrcholnému podujatiu. Plavcovi by sa mala zlepšovať výkonnosť už počas všeobecnej a špecifickej časti prípravy a mal by dosahovať konkurencieschopné časy aj pri vysokom objeme zaťaženia. Znížením celkového objemu zaťaženia zabezpečili superkompenzačný efekt a zlepšenie regenerácie plavca. Pretekové obdobie pozostávalo z troch dní simulácie pretekových podmienok tri týždne pred vrcholným podujatím a následne jeden simulovaný deň 10 dní pred prvým štartom. Posledná tréningová jednotka vo vysokej intenzite bola naplánovaná 5 dní pred prvým štartom.

Chatard a Stewart (2011) vo svojej publikácii popisujú prácu s objemom zaťaženia počas ročného tréningového cyklu. Samotný začiatok ročného

tréningového cyklu je charakteristický nízkym objemom aj intenzitou. V priebehu času sa objem zaťaženia postupne zvyšuje najmä v pásme aeróbnej vytrvalosti. Následne po niekoľkých týždňoch až mesiacoch tréningového zaťaženia s vysokým objemom prichádza krátke obdobie s postupným znižovaním tréningového zaťaženia. Toto obdobie by malo trvať v rozmedzí dva až štyri týždne a viesť k výraznému zlepšeniu športovej výkonnosti. Autori Maglischo (1982) ; Costill (1985); Houmard a Johns (1994); Mujika et al. (1995); Stewart, Hopkins a Sanders (1997) Mujika (1998); Stewart a Hopkins (2000) potvrdzujú toto tvrdenie s dosiahnutými totožnými výsledkami. Chatard a Stewart (2011) dodávajú že v priebehu obdobia so zníženým objemom zaťaženia predstavuje intenzita kľúčový faktor. Počas tohto obdobia je potrebné zvýšiť intenzitu zaťaženia v podobe šprintu a zároveň znížiť objem ostatných charakteristík. Znížený objem ostatných charakteristík dáva dostatočný priestor na zotavenie a optimalizáciu športovej výkonnosti. V závere autori poukazujú na skutočnosť, že zvyšovanie objemu zaťaženia u plavcov s vysokou úrovňou trénovanosti stráca schopnosť stimulácie.

Vo výskume Solonenco et al. (2020) bol sledovaný proces tvorby tréningového programu vrcholových plavcov. Cieľom bolo sledovať rozvoj charakteristík, ktoré dovedli plavcov k najlepším výsledkom na vrcholných podujatiach. Plánovanie zaťaženia pozostávalo z makrocyklov, mezocyklov a mikrocyklov. V ich celom priebehu prípravy boli použité rôzne metódy na rozvoj sily, vytrvalosti, rýchlosti, techniky, taktiky, štartu a obrátok, avšak s rozdielnym dôrazom podľa špecifického obdobia. V prípravnom období bolo cieľom zvýšenie úrovne aeróbnej vytrvalosti, sily, techniky, štartu a obrátky. Obsah tréningových jednotiek bol tvorený hlavne dlhými vzdialenosťami v nízkej intenzite, prvkovým plávaním paží, prvkovým plávaním nôh, technickými cvičeniami a plávaním úsekov s malým odporom. V priebehu súťažného obdobia počas ktorého mali plavci naplánované najdôležitejšie podujatia sa prechádzalo z nízkej intenzity zaťaženia do vysokej. Tréningové jednotky v tomto období pozostávali so šprintu a plávaní úsekov s ťažkým odporom pre všetkých plavcov a fáza ladenia športovej formy bola naplánovaná na sedem trojdňových mikrocyklov kedy plavci štartovali na medzinárodných podujatiach (Olympijské hry Tokyo, 2020).

V publikácii Hermosilla et al. (2021) bolo cieľom sledovať kľúčové prvky periodizácie tréningového zaťaženia plavca v disciplíne 400 m polohové preteky. Sezóna plavca bola rozdelená do troch fáz. Prvou bola „všeobecná fáza“, druhou „špecifická fáza“ a tretou „súťažná fáza“. Počas všeobecnej fázy dbali hlavne na rozvoj aeróbnej vytrvalosti (40 až 30 úderov pod SFmax.), technických cvičení a postupné zvyšovanie objemu zaťaženia. Do poslednej časti všeobecnej fázy je možné zaradiť aj tréning na úrovni laktátového prahu. Pri rozvoji aeróbnej vytrvalosti používali v tréningu úseky od 200 do 1500 metrov. V tejto fáze odporúčajú autori týždenný objem zaťaženia v rozmedzí

55 – 65 km. V priebehu špecifickej fázy je potrebné udržiavať úroveň aeróbnej vytrvalosti, no zároveň pridať tréning v pásme anaeróbnej vytrvalosti (30 až 20 úderov pod SFmax.) a postupne zvyšovať jeho objem. Navyše v strednej a poslednej časti špecifickej fázy sa zaraďovalo do tréningového programu aj pretekové tempo. Toto tempo pozostávalo buď z rozdelenia pretekovej vzdialenosti na niekoľko úsekov rozličných vzdialeností s prestávkami alebo opakované plávanie rovnakej vzdialenosti s intervalom odpočinku. Týždenný objem zaťaženia v tejto fáze by mal byť v rozmedzí 65 – 90 km. V špecifickej fáze boli naplánované hlavné podujatia, kde mohol plavec splniť kvalifikačné limity pre medzinárodné podujatia. V súťažnej fáze bolo hlavnou úlohou dotiahnutie všetkých tréningových faktorov k dokonalosti vďaka čomu mohol plavec štartovať na olympijských hrách. V súťažnej fáze bolo najdôležitejším prvkom v tréningoch hlavne pretekové tempo, no svoje zastúpenie tam mal aj objem v anaeróbnom pásme a technické cvičenia. Objem celkového zaťaženia sa progresívne znižoval s cieľom dosiahnutia najlepšieho výkonu na olympijských hrách. V závere autori odporúčajú fázu ladenia športovej formy v trvaní od 8 – 21 dní, čo predstavuje zníženie objemu zaťaženia o 40 – 60 % . Pre porovnanie s Mujika a Padilla (2003), kde autori uvádzajú zníženie zaťaženia o 60 – 90 % a udržiavanie intenzity za predpokladu zníženia ostatných premenných v tréningovom procese a zamedzenia pretrénovania. Hermosilla et al. (2021) popisujú, že pokles objemu zaťaženia nastal už počas špecifickej fázy a pokračoval až do súťažnej fázy. Pokles začínal pri objeme 60 km za týždeň a končil pri objeme v rozmedzí 20 – 30 km.

Pupišová, Žilíková a Pavlík (2016) sledovali účinnosť vplyvu športovej prípravy na úroveň výkonnosti slovenskej reprezentantky v plávaní počas šiestich mesiacov. Pri analýze vychádzali z kvantity a kvality všeobecných a špeciálnych tréningových ukazovateľov. Ukazovatele boli sledované v mikrocykloch (jeden týždeň). Autori uvádzajú, že probandka absolvovala veľmi totožné objemy rozplávania a vyplávania (ŠTU 102) vo všetkých v mikrocykloch. Úroveň aeróbnej vytrvalosti (ŠTU 103) mala stúpajúcu tendenciu a svoj najvyšší objem mala v osemnástom v mikrocykle. Anaeróbná vytrvalosť (ŠTU 104) mala v priebehu šiestich mesiacov dva vrcholy, a to v štvrtom a dvadsiatom v mikrocykle. Pretekové tempo (ŠTU 105) a prvkové plávanie paží (ŠTU 106) boli konštantne rovnaké v priebehu celého obdobia prípravy. Prvkové plávanie nohy (ŠTU 107) malo stúpajúcu tendenciu objemu a intenzity v štvrtom, siedmom, desiatom, štrnástom, osemnástom a dvadsiatom druhom mikrocykle. Posledným tréningovým ukazovateľom boli technické cvičenia (ŠTU 108), ktoré mali zvýšené objemy v totožných mikrocykloch (pred pretekmi) ako prvkové plávanie nohy. Z čoho usudzujeme, že v krátkom období pred pretekmi sa sústreďovali na technické cvičenia, prvkové plávanie nohy a úseky pretekového tempa, ktoré patrili z

pohľadu špeciálnych tréningových ukazovateľov medzi determinanty športovej výkonnosti danej probandky.

González-Ravé et al. (2022) analyzovali periodizáciu tréningového zaťaženia plavca, ktorý štartoval na Majstrovstvách Európy 2018 (Glasgow) a vo finále Olympijských hier 2016 (Rio de Janeiro). Z hľadiska periodizácie bola príprava rozdelená do troch makrocyklov. V každom jednom makrocykle kládli dôraz na iný ukazovateľ tréningového zaťaženia. V prvom makrocykle bolo v príprave prioritou postupný rozvoj aeróbnej vytrvalosti plavca a zvyšovanie objemu zaťaženia v nízkej intenzite. Druhý makrocyklus bol charakteristický zvýšeným objemom zaťaženia v pásme anaeróbnej vytrvalosti plavca a zároveň udržiavanie úrovne aeróbnej vytrvalosti. Tretí makrocyklus bol zameraný na objem zaťaženia v pretekovom tempe a zníženie celkového objemu zaťaženia smerovaný k vrcholnému podujatiu.

Vorontsov (2002) analyzoval a popísal priebeh ročného tréningového cyklu ruských plavcov. Ročný tréningový cyklus pozostával z nasledujúcich piatich období: základné obdobie č.1, základné obdobie č. 2, obdobie špecifického tréningu, predsúťažné obdobie a súťažné obdobie. Počas základného obdobia č. 1 sa dbalo na rozvoj aeróbnej vytrvalosti a technické cvičenia všetkých štyroch plaveckých spôsobov. Toto obdobie trvalo 2 – 6 týždňov a bolo charakteristické vysokým objemom zaťaženia, prvkovým plávaním nôh a paží. Základné obdobie č. 2 trvalo 3 – 5 týždňov, kde cieľom bolo rozvíjanie špeciálnej sily vo vode v rámci aeróbnej vytrvalosti, zdokonaľovanie techniky dvoch najlepších plaveckých spôsobov a rozvíjanie psychickej odolnosti voči dlhotrvajúcim a monotónnym tréningom. V období špecifického tréningu sa kládol dôraz na rozvoj anaeróbnej vytrvalosti, udržiavanie úrovne aeróbnej vytrvalosti a zdokonaľovanie techniky plaveckých spôsobov vo vyššej dosahovanej rýchlosti. Trvanie tohto obdobia by malo byť 3 – 4 týždne. Predsúťažné obdobie sa odporúča v trvaní 2 – 3 týždne. Počas tohto obdobia je cieľom zvýšenie objemu pretekového tempa, rozvoj špecifickej sily vo vode s využitím odporových pomôcok, zdokonaľovanie techniky 1 – 2 najlepších plaveckých spôsobov, štartov, obrátok a budovanie pretekovej taktiky. Súťažné obdobie je charakteristické najvyšším objemom pretekového tempa, doladovaním techniky počas maximálnej rýchlosti, jasne stanovenou pretekovou taktikou a zníženým objemom celkového zaťaženia. Toto obdobie trvá 1,5 – 3 týždne pred vrcholným podujatím a má plavcovi poskytnúť dostatočný fyzický aj psychický odpočinok.

ZÁVERY

Na základe analýzy aktuálnych vedeckých poznatkov a odbornej literatúry zaoberajúcej sa dlhodobým plánovaním objemu a intenzity zaťaženia v plávaní možno konštatovať, že športová príprava plavcov predstavuje

komplexný a multifaktoriálny proces, ktorý vyžaduje systematické plánovanie, individuálny prístup a neustále monitorovanie.

Moderný prístup k periodizácii favorizuje delenie ročného cyklu do 2-3 makrocyklov, pričom každý makrociklus kladie dôraz na rozvoj iných tréningových charakteristík

Literatúra konzistentne poukazuje na delenie ročného tréningového cyklu do troch až piatich základných období. Najčastejšie používaný model zahŕňa všeobecné prípravné obdobie, špecifické prípravné obdobie a pretekové obdobie.

Analyzované štúdie potvrdzujú špecifické zákonitosti práce s objemom a intenzitou počas ročného cyklu: Aeróbná vytrvalosť predstavuje základný pilier tréningovej prípravy a jej rozvoj je prioritou najmä v prípravných obdobiach. Výskumy poukazujú na to, že 40-50% celkového objemu by malo byť realizovaných v aeróbnom pásme. Anaeróbná vytrvalosť by mala byť rozvíjaná predovšetkým v špecifických prípravných obdobiach, pričom jej podiel by nemal presiahnuť 20% celkového objemu zaťaženia. Pretekové tempo by malo byť prítomné počas celého ročného cyklu, ale jeho objem výrazne narastá v predsúťažnom a súťažnom období.

Všetky analyzované štúdie sa zhodujú na kľúčovom význame fázy ladenia športovej formy pred vrcholnými podujatiami. Optimálne trvanie tejto fázy je 1,5-3 týždne pričom zníženie celkového objemu zaťaženia by malo predstavovať 40-90%. Kritickým faktorom úspechu je zvýšenie intenzity pri súčasnom znížení objemu. Tento prístup zabezpečuje superkompenzačný efekt, optimálnu regeneráciu a dosiahnutie maximálnej výkonnosti v požadovanom čase.

LITERATÚRA

- AYABAKAN, C. et al. (2006). *Athlete's heart in prepubertal male swimmers*. Cardiol Young 16(1), pp. 61–66, DOI: 10.1017/S1047951105002106
- BALAMUTOVA, M. N., SHYRYAEVA, V. S. (2014). *Study of special performance and volume training loadings at swimmers in the year preparation*. Physical Education of Students. p. 8 – 12, DOI: 10.6084/m9.figshare.903686
- BOMPA, T. O. (1999). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics. 405 s. ISBN 0880118512
- BOMPA, T. O., HAFF, G. (2009). *Periodization : Theory and Methodology of Training. (5th edition)*. USA : Champaign : Human Kinetics, 2009, 409 s., ISBN 1-800-747-4457
- BORRESEN, J., LAMBERT, I. M. (2009). *The Quantification of Training Load, the Training Response and the Effect on Performance*. Sports Medicine. p. 779–795, DOI: 10.2165/11317780-000000000-00000

- CSAJÁGI, E. et al. (2015). Left Ventricular Morphology in Different Periods of the Training Season in Elite Young Swimmers. *Pediatric Exercise Science* 27(2), p. 185-191, DOI: 10.1123/pes.2014-0094
- COSTILL, D. (1985). *Practical problems in exercise physiology research*. Research Quarterly for Exercise and Sport, 56: pp. 378-384.
- FEC, R., FEC, K. (2013). *Teória a didaktika športového tréningu*. Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, 264 s. ISBN 978-80-8152-087-7
- GONZÁLEZ-RAVÉ, M. J. et al. (2021). *Training intensity distribution, training volume, and periodization models in elite swimmers: a systematic review*. International Journal of Sports Physiology and Performance. p. 913 – 926, DOI: 10.1123/ijsp.2020-0906
- GONZÁLEZ-RAVÉ, M. J. et al. (2022). *Training periodization for a world-class 400 meters individual medley swimmer*. Biol Sport. 39(4), p. 883–888. DOI: 10.5114/biol sport.2022.109954
- HELLARD, P. et al. (2017). *Modelling of optimal training load patterns during the 11 weeks preceding major competition in elite swimmers*. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 42(10), p. 1106-1117. DOI: 10.1139/apnm-2017-0180
- HERMOSILLA, F. et al. (2021). *Periodization and Programming for Individual 400 m Medley Swimmers*. Int. J. Environ. Res. Public Health, 18, 6474, DOI: 10.3390/ijerph18126474
- HOUMARD, J. A., JOHNS, R. A. (1994). *Effects of taper on swim performance. Practical implications*. Sports Medicine, 17: p. 224-32.
- CHATARD, C. J., STEWART, M. A. (2011). *Training load and performance in swimming*. Biomechanics and medicine in swimming. ISBN: 978-1-61668-202-6
- ISSURIN, V. B. (2010). *New Horizons for the Methodology and Physiology of Training Periodization*. Sports Medicine, 40(3), pp. 189–206. DOI: 10.2165/11319770-000000000-00000
- LYNN, A. (2008). *High Performance Swimming*. Ramsbury, Wiltshire, UK: The Crowood Press, ISBN 978-18-4797-038-1
- MAGLISCHO, E. (1982). *Swimming faster*. Mayfield Publishing Company, Palo Alto, California, 1-472
- MATVEJEV, L. P. (1982). *Základy športového tréningu*. Bratislava: Šport, 303 s.
- MORGADO, J. P. et al. (2018). Long-term swimming training modifies acute immune cell response to a high-intensity session. *Eur J Appl Physiol* 118, pp. 573–583, DOI: 10.1007/s00421-017-3777-8
- MUJKA, I. et al. (1995). *Effects of training on performance in competitive swimming*. Canadian Journal of Applied Sport Sciences, 20: pp. 395-406.

- MUJKA, I. (1998). *The influence of training characteristics and tapering on the adaptation in highly trained individuals: a review*. International Journal of Sports Medicine, 19: pp. 1-8.
- MUJKA, I., PADILLA, S. (2003). *Scientific bases for precompetition tapering strategies*. Med. Sci. Sports Exerc. 35 (7): pp. 1182–1187, DOI: 10.1249/01.MSS.0000074448.73931.11.
- PUPIŠOVÁ, Z., ŽILÍKOVÁ, N., PAVLÍK, J. (2016). *Vplyv 6-mesačnej športovej prípravy na plaveckú výkonnosť reprezentantky slovenskej republiky*. In: *Šport a rekreácia*. Nitra : KTVŠ PF UKF, 2016. ISBN 978-80-558-1018-8, p. 68 – 74.
- RĂDULESCU, A., MARINESCU, G., TICALĂ, L. (2017). *Theoretical aspects of training periodization in swimming*. Discobolul – Physical Education, Sport and Kinetotherapy Journal, 4(50), ISSN 2286 – 3702.
- SOLOMONCO, G. et al. (2020). *Analysis of training programs of the performance swimmers within the basic macrocycle of the annual training cycle*. Instrumental bibliometric national. p. 78 – 84, DOI: 10.52449/1857-4114.2020.35-1.09
- SEDLIAK, M. (2012). *Vzpieranie I-učebné texty pre trénerov*. ICM Agency, Bratislava, 74 s. ISBN 978-80-89257-56-0
- STEWART, A. M., HOPKINS, W. G., SANDERS, R. H. (1997). *Enhancement of seasonal training of competitive swimmers*. In B. O. Eriksson, & L. Gullstrand (Eds.), *Proceedings of the XII FINA World Sports Medicine Congress*, pp. 269-290, Göteborg: Chalmers Reproservice.
- STEWART, A. M., HOPKINS, W. G. (2000). *Seasonal training and performance of competitive swimmers*. *Journal of Sports Sciences*, 18, pp. 873-884.
- TOURETSKI, G. (1998). *Preparation of Sprint Swimmers. Presented at ASCTA (Australian Swimming Coaches and Teachers Association) Convention 1998*. Published in Swimming in Australia
- VORONTSOV, A. R. (2002). *Practical aspects of periodisation and annual planning of training in sport swimming*. Russian State Academy of Physical Education.
- ZATSIORSKY, V., KRAEMER, W. J. (2006). *Science and Practice of Strength Training*. Human Kinetics, 2006. 251 s. ISBN: 13: 978-0-7360-5628-1.
- ZATSIORSKY, M. V., KRAEMER, W. (2016). *Krafttraining: Praxis und Wissenschaft*. Meyer & Meyer, 384s. ISBN 978-3-8403-1187-1

SUMMARY

PLANNING THE VOLUME AND INTENSITY OF SWIMMING LOADS

A properly set system of training load periodization is one of the most important components of sports training theory in swimming. The aim of this paper was to analyze the importance and application of long-term planning of the volume and intensity of training load in swimming. The method was a summary of professional and scientific literature from the PubMed, Scopus, Web of Science, and EBSCO databases. We analyzed works specifically focused on long-term planning in swimming. The results show that the annual training cycle is most often divided into 2-3 macrocycles with three basic periods. Aerobic endurance accounts for 40-50% of the total training volume, anaerobic endurance for a maximum of 20%, with the race pace increasing towards the competition period. A 1.5-3 week phase of fine-tuning athletic form, with a 40-90% reduction in volume while maintaining intensity, is a critical factor for success. It has been confirmed that systematic planning with an individual approach and a progressive increase in the specificity of training is essential for achieving maximum performance at the desired time.

Keywords: volume, intensity, swimming, training process

MONITOROVANIE ZAKRIVENIA CHRBTICE ŽIAKOV ATLETICKÝCH TRIED

Simon Miloš FUKAS, Janka KANÁSOVÁ

Katedra telesnej výchovy a športu UKF

ABSTRAKT

Cieľom príspevku bolo analyzovať posturálne charakteristiky chrbtice u mladých atlétov pomocou neinvazívneho diagnostického systému Spinálna myš (Spinal Mouse, Idiag AG). Výskumný súbor tvorilo 20 žiakov (10 chlapcov a 10 dievčat) 7. ročníka základnej školy. Merania sa realizovali v neutrálnej vzpriamenej polohe, pričom boli hodnotené uhlové parametre hrudnej, drierkovej a sakrálnej časti chrbtice v sagitálnej rovine. Výsledky deskriptívnej štatistiky poukázali na to, že väčšina hodnôt sa nachádzala v rozpätí fyziologických noriem, s miernymi odchýlkami v prechodových oblastiach Th12/L1 a L5/S1. U chlapcov sa prejavila hlbšia drierková lordóza, zatiaľ čo dievčatá vykazovali mierne zvýšenú hrudnú kyfózu. Hodnoty panvového sklonu naznačili tendenciu k retroverzii panvy, čo môže súvisieť s dominantnou aktivitou extenzorov bedrového kĺbu pri športovej záťaži. Získané poznatky potvrdzujú význam pravidelného monitorovania držania tela v tréningovom procese a praktickú využiteľnosť systému Spinálna myš pri včasnej identifikácii funkčných odchýlok v oblasti chrbtice. Uvedený príspevok vznikol s podporou grantu VEGA 1/0460/23 „Posturálne zdravie u detí a adolescentov a možnosti jeho ovplyvňovania.“

Kľúčové slová: držanie tela, spinálna myš, atletika, posturálna analýza

ÚVOD

Atletika kladie vysoké nároky na pohybový aparát, pričom správne posturálne usporiadanie chrbtice je nevyhnutné pre efektívny výkon aj prevenciu preťaženia. U športovcov sa často objavujú odchýlky v držaní tela, najmä v oblasti hrudnej kyfózy a drierkovej lordózy, ktoré môžu byť dôsledkom jednostrannej záťaže a opakovaných pohybových stereotypov (GRABARA, 2014). Štúdie potvrdzujú výskyt posturálnych asymetrií aj v individuálnych športoch, ako je atletika, čo ovplyvňuje biomechaniku pohybu (MUYOR et al., 2013). Pre ich objektívne hodnotenie sa v súčasnosti využívajú neinvazívne diagnostické systémy, ako je Spinálna myš (Spinal Mouse, Idiag AG), umožňujúca meranie tvaru a pohyblivosti chrbtice bez röntgenového žiarenia (LIVANELIOGLU et al., 2016; ROGHANI et al., 2017). Metóda sa vyznačuje vysokou spoľahlivosťou a praktickým využitím v športe a bola aplikovaná u mladých tenistov, gymnastov či futbalistov (MUYOR et al., 2013; GRABARA, 2014). Napriek tomu v oblasti atletiky chýba systematický

výskum, ktorý by pomocou tejto metódy komplexne monitoroval posturálne charakteristiky mladých atlétov.

CIEĽ

Cieľom výskumu bolo monitorovať posturálne charakteristiky atlétov staršieho školského veku prostredníctvom neinvazívneho diagnostického systému Spinálna myš (Spinal Mouse) a získať objektívne údaje o tvarových a uhlových parametroch chrbtice v sagitálnej rovine.

METODIKA

Výskumný súbor tvorilo 20 žiakov (10 chlapcov a 10 dievčat), (decimálny vek CH=12.72 a D=12.66 rokov) zo ZŠ Nábřežie mládeže v Nitre, aktívne trénujúcich v atletických triedach. Zaradení boli športovci bez akútnych či chronických ochorení pohybového aparátu. Meranie prebiehalo v telocvični školy pomocou diagnostického systému Spinálna myš (Spinal Mouse, Idiag AG), ktorý umožňuje neinvazívne snímanie tvaru a zakrivenia chrbtice v sagitálnej a frontálnej rovine. Účastníci stáli bosí, v neutrálnej polohe s uvoľnenými hornými končatinami a hlavou v predĺžení trupu. Senzor Spinálnej myši sa pohyboval po pokožke pozdĺž chrbtice od výbežku C7 po S3 plynulým tempom. Examinátor pomaly posúval senzor Spinálnej myši po pokožke od výbežku C7 po S3, pričom zariadenie kontinuálne zaznamenávalo priestorové súradnice jednotlivých segmentov chrbtice. Každé meranie trvalo približne 3 minúty. Získané údaje z meraní Spinálnou myšou boli spracované pomocou softvérov Microsoft Excel 365 a IBM SPSS Statistics. Na vyhodnotenie dát bola použitá deskriptívna štatistika.

VÝSLEDKY

Na základe údajov získaných pomocou systému Spinálna myš (Spinal Mouse, Idiag AG) boli vyhodnotené posturálne parametre chrbtice v sagitálnej rovine. Výsledky zahŕňajú torakálnu, lumbálnu a sakrálnu časť chrbtice u 20 mladých atlétov (10 chlapcov a 10 dievčat).

Tabuľka 1 Deskriptívna štatistika torakálna časť (chlapci)

C-to	Výška	Váha	Th1/2	Th2/3	Th3/4	Th4/5	Th5/6	Th6/7	Th7/8	Th8/9	Th9/10	Th10/11	Th11/12	Th12/L1
Priemer	167.40	52.70	3.20	3.10	4.50	2.10	3.00	3.50	4.00	4.40	6.40	5.70	4.10	1.40
SD	8.42	7.09	4.08	2.92	2.88	2.60	3.09	2.01	2.16	2.12	1.84	1.77	1.66	2.91
Min	155.00	38.00	-3.00	-3.00	1.00	-8.00	-2.00	0.00	0.00	1.00	4.00	3.00	1.00	-3.00
Max	184.00	65.00	11.00	6.00	11.00	4.00	6.00	6.00	7.00	7.00	11.00	9.00	6.00	6.00
Medián	166.00	53.50	2.50	4.00	4.50	3.00	2.50	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00	4.50	1.00
Modus	X	55.00	1.00	5.00	2.00	3.00	1.00	5.00	3.00	4.00	6.00	6.00	5.00	-1.00
Rozptyl	70.93	50.23	16.62	8.54	8.28	6.77	9.56	4.06	4.67	4.49	3.38	3.12	2.77	8.49
Skúsenosť	0.73	-0.48	0.82	-1.12	1.19	-2.69	0.68	-0.56	-0.41	-0.05	1.81	0.27	-0.74	0.25
Späťkroky	0.50	1.80	0.70	0.84	2.12	7.91	-0.46	-0.97	-0.43	-1.00	4.94	0.01	-0.31	-0.98

Tabuľka 1 obsahuje priemerné hodnoty uhlových odchýlok jednotlivých torakálnych segmentov (Th1/2 – Th12/L1) v sagitálnej rovine. Hodnoty ukazujú plynulý priebeh hrudnej kyfózy bez výrazných odchýlok od fyziologickej normy. Vyššie hodnoty v segmentoch Th9/10 a Th10/11

potvrďujú prirodzené zvýšenie zakrivenia v dolnej časti hrudnej chrbtice, ktoré je bežné u mladších športovcov.

Tabuľka 2 Deskriptívna štatistika lumbálna časť (chlapci)

10 ₋	L1/2	L2/3	L3/4	L4/5	L5/S1
Priemer	-0.50	-0.30	-3.10	-6.00	-7.10
SD	1.27	2.45	2.51	2.36	1.85
Min	-3.00	-3.00	-9.00	-10.00	-11.00
Max	1.00	6.00	0.00	-3.00	-5.00
Medián	0.00	-1.00	-2.50	-5.00	-6.00
Modus	0.00	-1.00	-2.00	-5.00	-6.00
Rozptyl	1.61	6.01	6.32	5.56	3.43
Šikmosť	-0.82	2.13	-1.48	-0.57	-1.13
Špičatosť	0.25	5.57	2.99	-1.02	0.71

Tabuľka 2 prezentuje základné štatistické charakteristiky uhlových odchýlok driekových segmentov (L1/2 – L5/S1). Priemerné hodnoty ukazujú postupne sa prehĺbujúcu lordotickú krivku smerom k dolným driekovým stavcom, pričom najvyššie hodnoty sa dosiahli v segmente L5/S1. Získané údaje potvrdzujú fyziologický tvar driekovej lordózy bez prejavov hyperlordotického zakrivenia.

Tabuľka 3 Deskriptívna štatistika sakrálna časť (chlapci)

C=10	Sac/Hip
Priemer	7.50
SD	2.37
Min	4.00
Max	12.00
Medián	7.00
Modus	7.00
Rozptyl	5.61
Šikmosť	0.50
Špičatosť	0.16

Tabuľka 3 zobrazuje základné štatistické ukazovatele panvového uhla v neutrálnej vzpriamenej polohe. Priemerná hodnota naznačuje miernu retroverziu panvy, ktorá je typická pre športovcov s posilnenou extenznou zložkou pohybového aparátu. Rozpätie nameraných hodnôt sa pohybovalo v rámci fyziologických limitov, čo poukazuje na stabilnú polohu panvy bez patologických prejavov.

Tabuľka 4 Deskriptívna štatistika torakálna časť (dievčatá)

C=10	Height	Weight	Th1/2	Th2/3	Th3/4	Th4/5	Th5/6	Th6/7	Th7/8	Th8/9	Th9/10	Th10/11	Th11/12	Th12/L1
Priemer	163.6	51.4	5.20	1.00	1.70	3.40	3.00	1.60	1.90	3.20	4.70	4.60	3.00	1.60
SD	7.2	7.6	1.69	2.94	2.00	1.84	1.05	0.97	1.52	1.75	1.64	1.51	2.16	3.17
Min	147.0	35.0	1.00	-6.00	-3.00	1.00	1.00	0.00	-1.00	0.00	2.00	2.00	0.00	-3.00
Max	175.0	65.0	7.00	4.00	5.00	6.00	4.00	3.00	4.00	6.00	7.00	7.00	6.00	8.00
Medián	163.0	50.5	5.00	2.00	2.00	3.00	3.00	1.50	2.00	3.50	5.00	4.50	3.50	2.00
Modus	163.0	50.0	5.00	2.00	2.00	3.00	4.00	1.00	2.00	4.00	6.00	4.00	4.00	2.00
Rozptyl	52.5	58.0	2.84	8.67	4.01	3.38	1.11	0.93	2.32	3.07	2.68	2.27	4.67	10.04
Šikmosť	-1.1	-0.6	-1.78	-1.76	-1.15	0.20	-0.71	0.11	-0.26	-0.22	-0.35	-0.12	-0.25	0.30
Špičatosť	2.7	2.6	4.64	3.21	3.93	-1.12	-0.45	-0.62	0.24	-0.06	-1.09	-0.37	-1.39	1.26

Tabuľka 4 uvádza základné štatistické charakteristiky uhlových odchýlok jednotlivých torakálnych segmentov v sagitálnej rovine. Priemerné hodnoty poukazujú na fyziologický priebeh hrudnej kyfózy s miernym zvýšením v horných segmentoch (Th1/2 – Th4/5). Získané údaje naznačujú, že držanie tela dievčat je charakterizované jemne zvýšenou kyfotickou tendenciou, ktorá zodpovedá typickým pohlavne špecifickým rozdielom v posturálnych parametroch.

Tabuľka 5 Deskriptívna štatistika lumbálna časť (dievčatá)

C=10	L1/2	L2/3	L3/4	L4/5	L5/S1
Priemer	-0.60	0.10	-0.50	-2.30	-4.90
SD	1.84	1.37	1.96	2.00	1.66
Min	-3.00	-2.00	-4.00	-6.00	-9.00
Max	3.00	2.00	2.00	2.00	-3.00
Medián	-1.00	0.50	-0.50	-2.50	-4.50
Modus	-1.00	1.00	-1.00	-3.00	-4.00
Rozptyl	3.38	1.88	3.83	4.01	2.77
Šikmosť	1.00	-0.54	-0.44	0.51	-1.83
Špičatosť	0.53	-0.87	-0.29	2.89	4.21

Tabuľka 5 zobrazuje základné štatistické ukazovatele uhlových odchýlok driekových segmentov (L1/2 – L5/S1) v sagitálnej rovine. Priemerné hodnoty naznačujú mierne plytšiu lordotickú krivku v porovnaní s chlapcami, čo zodpovedá typickému posturálnemu profilu dievčat v období rastu. Hodnoty zostávajú v rozpätí fyziologických noriem, bez prejavov hyperlordózy alebo funkčnej asymetrie.

Tabuľka 6 Deskriptívna štatistika sakrálna časť (dievčatá)

C=10	Sac/Hip
Priemer	0.80
SD	8.26
Min	-14.00
Max	12.00
Medián	0.00
Modus	-3.00
Rozptyl	68.18
Šikmosť	-0.22
Špičatosť	-0.56

Tabuľka 6 uvádza základné štatistické ukazovatele panvového uhla v neutrálnej vzpriamenej polohe. Priemerné hodnoty poukazujú na miernu retroverziu panvy, ktorá sa vyskytuje v rámci fyziologických hraníc. V porovnaní s chlapcami boli hodnoty retroverzie nižšie, čo naznačuje stabilnejšie postavenie panvy a lepšiu svalovú rovnováhu v oblasti trupu a bedier u dievčat.



Graf 1 Priemerné odchýlky jednotlivých stavcov u chlapcov v základom postavení (thorakálna časť)

Z grafu 1 je zrejmé, že najvyššie hodnoty odchýlok sa nachádzajú v oblasti strednej až dolnej hrudnej chrbtice (segmenty Th9/10 a Th10/11), kde boli zaznamenané priemerné hodnoty $5,7^\circ$ a $5,6^\circ$. Hodnoty v hornej časti chrbtice (Th1/2 – Th4/5) boli nižšie, v rozmedzí $2\text{--}3^\circ$, čo poukazuje na fyziologické zakrivenie hrudnej kyfózy bez výrazných posturálnych odchýlok.



Graf 2 Priemerné odchýlky jednotlivých stavcov u chlapcov v základom postavení (lumbálna časť)

Graf 2 zobrazuje klesajúci trend uhlových hodnôt smerom od horných driekových stavcov (L1/2, L2/3) k dolnej časti driekovej chrbtice (L4/5, L5/S1). Najväčšie odchýlky boli zaznamenané v segmente L5/S1 ($-7,1^\circ$), čo predstavuje fyziologickú lordotickú krivku driekovej oblasti. Celkové hodnoty

sa nachádzajú v rozpätí bežných posturálnych noriem (-5° až -10°) a naznačujú stabilnú driekovú oblasť bez patologických prejavov hyperlordózy.



Graf 3 Priemerné odchýlky jednotlivých stavcov u dievčat v základom postavení (torakálna časť)

Z grafu 3 vyplýva, že najvyššie hodnoty uhlových odchýlok boli zaznamenané v oblasti horných a stredných hrudných stavcov (Th1/2 = $5,2^\circ$) a v úsekoch Th9/10 = $4,7^\circ$ a Th10/11 = $4,6^\circ$, čo zodpovedá typickému priebehu hrudnej kyfózy. Hodnoty v dolnej časti (Th11/12 – Th12/L1) sa pohybovali okolo $1,5\text{--}3^\circ$, čo naznačuje fyziologicky vyvážené zakrivenie bez známk hyperkyfózy. V porovnaní s chlapcami mali dievčatá mierne vyššie priemerné odchýlky v hornej oblasti hrudníka, čo potvrdzuje ich väčšiu pohyblivosť a jemne zvýšenú kyfotickú tendenciu.



Graf 4 Priemerné odchýlky jednotlivých stavcov u dievčat v základom postavení (lumbálna časť)

Graf 4 poukazuje na postupné zvyšovanie uhlových hodnôt smerom k dolným driekovým stavcom, pričom najväčšia odchýlka bola zaznamenaná v segmente L5/S1 ($-4,9^\circ$). Hodnoty v ostatných úsekoch (L1/2 až L4/5) sa pohybovali medzi $-0,5^\circ$ a $-2,3^\circ$, čo zodpovedá miernej lordotickej krivke v rámci fyziologickej normy. V porovnaní s chlapcami vykazovali dievčatá menšiu hĺbku lordózy, čo môže súvisieť s vyššou elasticitou mäkkých tkanív a menším sklonom k hyperlordóze v detskom veku.

DISKUSIA

Výsledky meraní potvrdili, že väčšina atlétov staršieho školského veku mala posturálne parametre chrbtice v rámci fyziologických noriem, s miernymi odchýlkami v prechodových oblastiach Th12/L1 a L5/S1. Podobný trend opisuje GRABARA (2014), podľa ktorej sú tieto segmenty najcitlivejšie na prejavy svalovej nerovnováhy. U chlapcov sa prejavila väčšia drieková lordóza, u dievčat mierne zvýšená hrudná kyfóza, čo potvrdzujú aj zistenia MUYOR, ZAMORA a MORALES (2013). Rozdiely medzi pohlaviami súvisia s rastovým obdobím, rozložením telesnej hmotnosti a pružnosťou mäkkých tkanív. Hodnoty panvového sklonu naznačili miernu retroverziu panvy, čo môže byť dôsledkom prevahy extenzorov bedrového kĺbu (GRABARA, 2014; LIVANELIOGLU et al., 2016). Podľa ROGHANI et al. (2017) už malé zmeny v postavení panvy ovplyvňujú distribúciu zaťaženia a efektívnosť pohybu. Naše výsledky sa vo všeobecnosti zhodujú s literatúrou (GRABARA, 2014; MUYOR et al., 2013), no menšie rozdiely môžu súvisieť s nižšou tréningovou záťažou a variabilitou pohybov mladších športovcov. Metóda Spinálna myš sa potvrdila ako spoľahlivý a praktický nástroj na hodnotenie držania tela v školskom a tréningovom prostredí.

ZÁVERY

Výsledky meraní uskutočnených prostredníctvom systému Spinálna myš (Spinal Mouse, Idiag AG) ukázali, že mladí atléti vykazovali posturálne parametre chrbtice prevažne v rámci fyziologických noriem. Mierne rozdiely medzi pohlaviami sa prejavili vo väčšej driekovej lordóze u chlapcov a zvýšenej hrudnej kyfóze u dievčat, čo potvrdzuje závery viacerých autorov. Zistená mierna retroverzia panvy môže súvisieť so športovou záťažou a posilnením extenzorov bedrového kĺbu. Tieto poznatky zdôrazňujú potrebu zaradenia kompenzačných a stabilizačných cvičení do tréningového procesu už v staršom školskom veku. Vzhľadom na malý počet probandov ($n = 20$) ide o pilotnú štúdiu, ktorá prináša východiskové údaje pre ďalší výskum v oblasti posturálnej diagnostiky atlétov. Do budúcnosti odporúčame realizovať rozsiahlejšie longitudinálne výskumy, ktoré by sledovali vývoj posturálnych parametrov v čase, medzi atletickými disciplínami a v rôznych vekových kategóriách. Metóda Spinálna myš sa zároveň potvrdila ako spoľahlivý a

praktický nástroj pre neinvazívne hodnotenie držania tela v školskom a tréningovom prostredí.

LITERATÚRA

- GRABARA, Małgorzata, 2014. *A comparison of posture among adolescent male athletes and non-athletes. Biology of Sport*, 31(2), pp. 77–82. DOI: 10.5604/20831862.1099045
- LIVANELIOGLU, A., KAYA, F., NABIYEV, V., DEMIRKIRAN, G. a FIRAT, T., 2016. *The validity and reliability of “Spinal Mouse” assessment of spinal curvatures in the frontal plane. European Spine Journal*, 25(2), pp. 476–482. DOI: 10.1007/s00586-015-4153-9
- MUYOR, J. M., ZAMORA, S. a MORALES, V., 2013. *Sagittal spinal morphology in young athletes. Journal of Sports Science and Medicine*, 12(3), pp. 588–594.
- ROGHANI, T., KHALKHALI ZAVIEH, M., RAHIMI, A., et al., 2017. *Reliability of standing sagittal measurements of spinal curvature and range of motion using Spinal Mouse. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 40(9), pp. 669–676. DOI: 10.1016/j.jmpt.2017.07.005
- GRABARA, M., 2014. *A comparison of posture among adolescent male athletes and non-athletes. Biology of Sport*, 31(2), s. 77 – 82. DOI: 10.5604/20831862.1099045.
- KILIÇ, B. B. et al., 2020. *Evaluation of thoracic kyphosis and lumbar lordosis in adolescent athletes. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 33(4), s. 617 – 623.

SUMMARY

MONITORING OF SPINAL CURVATURE IN YOUNG ATHLETES

The present study focused on monitoring the sagittal spinal curvature in young athletes using a non-invasive diagnostic system Spinal Mouse (Idiag AG). The research sample consisted of 20 pupils (10 boys and 10 girls) actively training in athletics at the elementary school level. Measurements were carried out in a neutral upright position to assess the thoracic, lumbar and sacral regions of the spine. The results indicated that most participants exhibited spinal curvature values within the physiological range, with only minor individual deviations observed mainly in the thoracolumbar transition (Th12/L1) and lumbosacral region (L5/S1). Boys tended to show a deeper lumbar lordosis, while girls displayed a slightly increased thoracic kyphosis, which is consistent with previously published findings in adolescent athletes. A mild posterior pelvic tilt (retroversion) was observed in both groups, possibly reflecting the influence of athletic training on muscle balance. The

study confirmed the practical applicability and reliability of the Spinal Mouse system in assessing spinal posture in young athletes. Future research should involve larger samples, include control groups of non-athletes, and focus on the longitudinal development of postural characteristics throughout training cycles. Regular posture monitoring can significantly contribute to the prevention of musculoskeletal overload and to the optimization of athletic training.

Keywords: spinal curvature, posture, Spinal Mouse, athletics, sagittal plane, youth athletes

Príspevky prešli recenziou.

Za odbornú úroveň a pôvodnosť zodpovedajú autori.

Názov zborníka:	ATLETIKA 2025
Podnázov:	Zborník vedeckých prác
Zostavovateľ zborníka:	doc. PaedDr. Jaroslav BROŽÁNI, PhD.
Recenzenti:	doc. PaedDr. Vladimír ŠUTKA, CSc. PaedDr. Peter KRŠKA, PhD. univerzitný docent
Vydavateľ:	KTVŠ PF UKF a SAZ
Miesto vydania:	Nitra
Rok vydania:	2025
Náklad:	70 kusov
Počet strán:	213
Formát:	A5
Vydanie:	Prvé
ISBN:	978-80-558-2327-0
EAN:	9788055823270

