

Universitas Bohemiae Meridionalis  
Budvicensis  
Facultas Pedagogica



**Studia Kinanthropologica**

2<sub>(issue)</sub>

Volume 17.  
2016  
ISSN 1213-2101

## **STUDIA KINANTROPOLOGIA**

**Vědecký časopis pro kinantropologii/ Scientific journal for kinanthropology**

### **Vydavatel/ Publisher:**

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy a sportu  
University of South Bohemia, Faculty of Education, Department of Sport Studies

MK ČR E 18825

### **Redakční rada/ Editorial Board**

#### **Předseda/ Editor – in – chief:**

PhDr. Renata Malátová, Ph.D. – Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, České Budějovice  
University of South Bohemia, Faculty of Education

#### **Zástupce předsedy/ Deputy editor – in – chief:**

Doc. PaedDr. Jan Štumbauer, CSc. – Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, České Budějovice  
University of South Bohemia, Faculty of Education

#### **Členové/ Members:**

Doc. PaedDr. Elena Bendíková, Ph.D. – Univerzita Mateja Bela, Slovenská republika  
Matej Bel University, Slovakia

Prof. Knut Arne Hagtvet, Ph.D. – Universitetet i Oslo, Norsko  
University of Oslo, Norway

Prof. PhDr. Václav Hošek, DrSc. – Palestra, Praha  
Palestra, Prague

dr hab. Ewa Kałamacka, prof. nadzw. – AWF im. Bronisława Czecha w Krakowie  
University of Physical Education in Krakow

Prof. PhDr. František Man, CSc. – Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, České Budějovice  
University of South Bohemia, Faculty of Education

Prof. Remco Polman Ph.D, CPsychol, AFBPsS, CSci. – Victoria University, Austrálie  
Victoria University, Australia

Doc. RNDr. Vladimír Psalman, Ph.D. – Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, České Budějovice  
University of South Bohemia, Faculty of Education

Doc. PaedDr. Emil Řepka, CSc. – Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, České Budějovice  
University of South Bohemia, Faculty of Education

Doc. MUDr. Pavel Stejskal, CSc. – Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií, Brno  
Masaryk University, Faculty of Sport Studies

Prof. PaedDr. Iva Stuchlíková, CSc. – Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, České Budějovice  
University of South Bohemia, Faculty of Education

Prof. PaedDr. Jaromír Šimonek, Ph.D. – UKF Nitra, Slovenská republika  
Constantine the Philosopher University in Nitra, Slovakia

Prof. RNDr. Pavel Tlustý, CSc. – Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, České Budějovice  
University of South Bohemia, Faculty of Education

Mgr. Tomáš Tlustý, Ph.D. – Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, České Budějovice  
University of South Bohemia, Faculty of Education

Prof. PhDr. Marek Waic, CSc. – Univerzita Karlova, FTVS, Praha  
Charles University, Faculty of Physical Education and Sport

#### **Tisk/ Printing:**

Tiskárna Typodesign s.r.o., Hany Kvapilové 10, České Budějovice

#### **Náklad/ Number of copies:**

200 kusů

200 pieces

## Studia Kinanthropologica 2016, XVII, 2

---

**Studia Kinanthropologica**, vědecký časopis pro kinantropologii. Vydává Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, katedra tělesné výchovy a sportu. Vychází dvakrát ročně. Příspěvky jsou přijímány průběžně. Katedra tělesné výchovy a sportu začala vydávat odborné periodikum již v roce 1996, které od roku 2000 nese název *Studia Kinanthropologica* a splňuje požadavky na recenzovaný časopis. **V roce 2010 Rada pro výzkum, vývoj a inovace zařadila *Studia Kinanthropologica* na Seznam recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v České republice**, které uvedla v oborech Národního referenčního rámce excelence (NRRE). Časopis je nadále uveden i v aktualizovaném Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR v roce 2014. Časopis *Studia Kinanthropologica* je indexován v databázi Medvik – Bibliographia medica Čechoslovaca (BMČ), Národní lékařské knihovny Praha. **Dne 29. dubna 2016 byl zařazen do databáze ERIH PLUS** (European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences).

Adresa redakce: KTVS PF JU Jeronýmova 10, České Budějovice, 371 15

tel. 387 773 170, fax 387 773 187

Internet: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/studiaka.html>

e-mail: [studiakin@pf.jcu.cz](mailto:studiakin@pf.jcu.cz)

Časopis *Studia Kinanthropologica* je určen pro zveřejňování původních sdělení, které souvisí s problematikou sportovní kinantropologie. Cílem je podporovat rozvoj vědeckého poznání v oblasti struktury a funkce cílevědomých pohybových činností člověka, podporovat jejich rozvoj a sledovat účinky, u různých věkových skupin populace a to v podmínkách školní tělesné výchovy, sportu, sportovního tréninku, aplikovaných pohybových aktivit, fyzioterapie, rekreace, zdravotní tělesné výchovy apod.

*Studia Kinanthropologica* akceptuje příspěvky, které dosud nebyly publikovány a nejsou přijaty k publikování v jiném časopisu. Všechny texty procházejí recenzním řízením a jsou posuzovány nejméně dvěma nezávislými recenzenty. Recenzní řízení je oboustranně anonymní (redakce si vyhrazuje právo na odstranění údajů identifikujících autora či recenzenta). Autoři jsou vždy vyrozuměni o výsledku recenzního řízení a instruováni k provedení případných změn v předloženém textu. Statě mohou být publikovány v jazyce českém, slovenském nebo anglickém. Autor je zodpovědný za odbornou, jazykovou a formální správnost příspěvku. O zveřejnění příspěvku rozhoduje redakční rada se zřetelem na vědecký význam a oponentské posudky. Za obsahovou a jazykovou správnost odpovídá autor, autoři jednotlivých příspěvků.

---

**Studia Kinanthropologica** is scientific journal for kinanthropology. The journal is published in two issues per year. The contributions are accepted continuously throughout the year. In 2010 the Government Council for Research and Development classified journal *Studia Kinanthropologica* as a "Reviewed Journal". It is also on the updated list from 2014. *Studia Kinanthropologica* journal is indexed in the database Medvik – Bibliographia Medica Čechoslovaca of National Medical library Prague, Czech Republic. **Since April 2016 is this journal indexed in ERIH PLUS database.**

The address of editor's office: KTVS PF JU Jeronýmova 10, České Budějovice, 371 15

tel. +420 387 773 170, fax +420 387 773 187

Internet: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/studiaka.html>

e-mail: [studiakin@pf.jcu.cz](mailto:studiakin@pf.jcu.cz)

Scientific Journal for Kinanthropology is mainly a place for publishing reports of empirical studies, review articles, or theoretical articles. Articles are published in Czech, Slovak, and/or English language. The author (senior author) is responsible for special and formal part of the article. All texts are subject to review process and assessed by at least two expert referees. The review procedure is authorless. Board of editors decide about article's publishing having regard to scientific importance and review process. For content and linguistic correctness is responsible author, authors of individual contributions.

# Obsah

|                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| J. BĚLKA, K. HŮLKA, P. HÁP, D. PRYCL, M. ŠIMEK, I. HAPKOVÁ,<br>L. MRÁZ & R. WEISSER<br>Rešerše odborné literatury zaměřené na rychlostní kategorie a specifické<br>pohybové činnosti hráčů během utkání a tréninku ve vybraných „indoor”<br>sportovních hrách . . . . . | 73  |
| J. BĚLKA, K. HŮLKA, R. WEISSER, M. ŠAFÁŘ & M. SIGMUND<br>Průpravné hry s klouzavou hráčkou v tréninku házené . . . . .                                                                                                                                                  | 85  |
| L. FLEMR & L. VODIČKOVÁ<br>Finanční náročnost sportu ve sportovních klubech – Radotín a Zbraslav . . . . .                                                                                                                                                              | 95  |
| J. HOLICKÝ & J. JIROVEC<br>Konfirmativní faktorová analýza u BOT-2 (Bruininks-Oseretsky Test<br>of Motor Proficiency Second Edition) pro věkovou kategorii 4 – 7 let . . . . .                                                                                          | 105 |
| M. MATUŠOV, V. PŘIDAL, L., ODRÁŠKA, L. GRZNÁR & M. HAGARA<br>Faktory korelující s rychlostí lopty po smeči u vrcholových volejbalistek . . . . .                                                                                                                        | 113 |
| P. MUDRA & V. PSALMAN<br>Porovnanie pohybu ťažiska tela vybraných tenisových hráčov . . . . .                                                                                                                                                                           | 123 |
| M. VORLÍČEK, L. RUBÍN, J. DYGRÝN, J. MITÁŠ & V. VOŽENÍLEK<br>Využití GPS přístrojů pro monitoring pohybové aktivity – potenciál a limity . . . . .                                                                                                                      | 131 |
| POKYNY PRO AUTORY PŘÍSPĚVKŮ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                   | 139 |

# Contents

|                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| J. BĚLKA, K. HŮLKA, P. HÁP, D. PRYCL, M. ŠIMEK, I. HAPKOVÁ,<br>L. MRÁZ & R. WEISSER<br>The Review of scientific literature aimed at speed category and specific<br>of motion actions of players during matches and training session<br>in the selected "indoor" sports games . . . . . | 73  |
| J. BĚLKA, K. HŮLKA, R. WEISSER, M. ŠAFÁŘ & M. SIGMUND<br>Small sided games with the floater in the handball training . . . . .                                                                                                                                                         | 85  |
| L. FLEMR & L. VODIČKOVÁ<br>Financial demands of sports in sport clubs - Radotín and Zbraslav . . . . .                                                                                                                                                                                 | 95  |
| J. HOLICKÝ & J. JIROVEC<br>Confirmatory Factor Analysis the BOT-2 (Bruininks-Oseretsky Test<br>of Motor Proficiency Second Edition) for the age group 4 - 7 years . . . . .                                                                                                            | 105 |
| M. MATUŠOV, V. PŘIDAL, L., ODRÁŠKA, L. GRZNÁR & M. HAGARA<br>The several factors correlated with spike velocity in womens volleyball . . . . .                                                                                                                                         | 113 |
| P. MUDRA & V. PSALMAN<br>Comparison of center of gravity movement in selected tennis players . . . . .                                                                                                                                                                                 | 123 |
| M. VORLÍČEK, L. RUBÍN, J. DYGRÝN, J. MITÁŠ & V. VOŽENÍLEK<br>The use of GPS devices to monitor physical activity - potential and limits . . . .                                                                                                                                        | 131 |
| AUTHOR INSTRUCTIONS . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                          | 139 |



## REŠERŠE ODBORNÉ LITERATURY ZAMĚŘENÉ NA RYCHLOSTNÍ KATEGORIE A SPECIFICKÉ POHYBOVÉ ČINNOSTI HRÁČŮ BĚHEM UTKÁNÍ A TRÉNINKU VE VYBRANÝCH „INDOOR” SPORTOVNÍCH HRÁCH

### THE REVIEW OF SCIENTIFIC LITERATURE AIMED AT SPEED CATEGORY AND SPECIFIC OF MOTION ACTIONS OF PLAYERS DURING MATCHES AND TRAINING SESSION IN THE SELECTED "INDOOR" SPORTS GAMES

J. Bělka,<sup>1</sup> K. Hůlka,<sup>1</sup> P. Háp,<sup>1</sup> D. Prycl,<sup>2</sup> M. Šimek,<sup>3</sup> I. Hapková,<sup>2</sup> L. Mráz<sup>3</sup> & R. Weisser<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Katedra sportu

<sup>2</sup>Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Aplikační centrum BALUO

<sup>3</sup>Sewio Networks s.r.o., Brno

---

#### ABSTRACT

The main objective of the study aimed at the literature search was to find out what they are in specialist publications in our country and abroad requirements for tracking players in selected sports games (basketball, futsal, handball, tennis, volleyball, hockey), who play in sports halls. We focused on the speed of players and specific movements during matches and training. Partial aims to find out what the speed category enjoy various sports games and generate one of the most used and what specific movements are tracked in the different sports games in analyzing matches and training sessions. The main research method was analysis of the literature. The result of the study's recommendations speed categories and specific movements for each sports games, which will be included in the analysis and interpretation of monitoring the movements of the chips SEWIO players during matches and training, which will be evaluated by a special sports software. The study originated as part of a research project "Research and data fusion of MEMS sensors and new broadband radio technology for the analysis of micro-movement person (Project identification code: FV10394)."

**Keywords:** covered distance; time-motion analysis; match analysis; training; sport games

#### SOUHRN

Hlavním cílem studie zaměřené na rešerši odborné literatury, bylo zjistit, jaké jsou v odborných publikacích u nás a v zahraničí požadavky na specifické pohybové činnosti ve vybraných sportovních hrách (basketbal, futsal, házená, tenis, volejbal, florbal), které se hrají ve sportovních halách. Zaměřili jsme se na rychlost hráčů a na pohybové činnosti při utkáních a tréninku. Dílčími cíli bylo zjistit, jaké se používají rychlostní kategorie v různých sportovních hrách a vygenerovat z nich ty nejvíce využívané a jaké specifické pohyby se sledují v jednotlivých sportovních hrách při analýzách utkání a tréninků. Hlavní výzkumnou metodou byla analýza odborné literatury. Výsledkem studie je doporučení rychlostních kategorií a specifických pohybových činností pro jednotlivé sportovní hry, které budou součástí analýz a vyhodnocení z monitoringu pohybů hráčů z čipů SEWIO při utkáních a tréninku, které bude vyhodnocovat speciální software. Studie vznikla jako součást výzkumného projektu „Výzkum fúze dat z MEMS senzorů a nové širokopásmové rádiové technologie pro analýzu mikro-pohybů osob (Identifikační kód projektu: FV10394)."

**Klíčová slova:** překonaná vzdálenost; analýza pohybu; analýza utkání; trénink; sportovní hry

---



## Úvod

Pod pojmem herní výkon ve sportovních hrách vidíme (podobně jako Nykodým et al., 2006) skupinovou a individuální činnost hráčů v ději utkání, která je charakterizována mírou splnění herních úkolů, a z toho vyplývajícím výsledku utkání. Pro herní výkon ve sportovních hrách jsou dle Táboorského (2009) charakteristické měnící se herní podmínky, velký počet pohybových dovedností hráčů, složitá pohybová jednání, taktická jednání, předvídání úmyslů soupeře a rozdělení úloh podle jednotlivých hráčských funkcí.

Hlubší poznání obsahu sportovních zákonů a specifických požadavků patří ke stěžejním cestám hledání a má zcela zásadní význam pro úspěšnou tréninkovou praxi a zvyšování výkonnosti jednotlivce (Dovalil et al., 2002). *Získat potřebné znalosti o herním výkonu znamená vyhledávat a shromažďovat četné dílčí (empirické a vědecké) informace, ale především je integrovat (zajímat se o souvislosti) a pro účely tréninku transformovat do roviny didaktické – tj. zkoumat, co je podstatou výkonu, proč dochází k jeho změnám, co má být obsahem tréninku a jak postupovat* (Dovalil et al., 2002, 12).

V současné době dochází na základě výzkumných poznatků o herním výkonu ke změně uvažování odborníků a trenérů nad podstatou a způsobem kondiční přípravy hráčů ve sportovních hrách. Při vytváření strategií tréninku se zdůrazňuje specifická kondiční připravenost hráčů. Pro její rozvoj je důležitá tato znalost herního výkonu a aplikace jeho požadavků do tréninku pro dosažení specifických adaptací organismu. Z tohoto důvodu se analýza zatížení hráčů v utkání stala jednou ze základních metod umožňujících modelovat specifické herní zatížení v utkání (DiSalvo et al., 2007; Erčulj et al., 2008; Rudkin & O'Donoghue, 2008).

Zatížení je souhrn podnětů (stresorů) vyvolaných pohybovou aktivitou, která vyvolává trvalejší funkční strukturální a psychosociální změny (Bílek, 1983). Zatěžováním je pak chápán adaptační proces, ve kterém opakováním, obměňováním a stupňováním zátěžových podnětů dochází k přeměně výchozí kvality hráče na kvalitu vyšší (Dovalil, 2002). Obvykle (Bílek, 1983; Lehnert, 2007; Martens, 2004) se rozlišuje zatížení.

- vnější – vyjadřuje parametry vykonaných pohybových činností pomocí kvantitativních a kvalitativních ukazatelů (trvání, obsah, míra vykonané práce, rychlost pohybu apod.),
- vnitřní – odezva, reakce organismu či jeho jednotlivých systémů na zatížení vnější.

Analýza vzdálenostních a rychlostních charakteristik výkonu hráče (time-motion analysis) v utkání je předmětem výzkumu od šedesátých let minulého století (Carling, Bloomfield, Nelson, & Reilly, 2008). Je považována za objektivní metodu pro kvantifikaci vnějšího zatížení hráčů a v kombinaci s výše uvedenými metodami hodnocení vnitřního zatížení poskytuje cenné informace o fyziologických nárocích na hráče v utkání (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006; Barbero-Alvarez et al., 2008; Bělka, Hůlka, Šafář, & Weisser, 2016; Bělka, Hůlka, Šafář, Weisser, & Samcová, 2014; DiSalvo, Collins, McNeill, & Cardinale, 2006); Edgecomb & Norton, 2006; Rudkin & O'Donoghue, 2008).

Zatížení hráče v utkání pak můžeme určit podle intenzity, trvání, vzdálenosti, frekvence klasifikovaných činností (chůze, poklus, běh, apod.) a intervalu zatížení a odpočinku (Drust et al., 2007; Reilly, 2001). Carling et al. (2008) dále považuje za důležité nesledovat pouze výše uvedené charakteristiky, ale i parametry agility (zrychlení, zpomalení, výskoky, změny směru), fyzický kontakt, manipulace s míčem, které také mají podíl na energetickém výdeji hráče během utkání, tedy provést činnostní analýzu výkonu hráče v utkání.

Získaná data pomocí analýzy vzdálenostních a rychlostních charakteristik výkonu hráče lze využít v tréninkové praxi (Burgess, Naughton, & Norton, 2006; Carling et al., 2008; Castellano & Casamichana, 2010; Di Salvo et al., 2006; Erčulj, Dežman, Vučkovič, Perš, Perš, & Kristan, 2008; Rudkin & O'Donoghue, 2008; Taylor, 2003):

- pro detailní popis nároků na hráče během utkání sportovních her, difference v zatížení podle hráčských rolí, což je nápomocné k individualizaci a specifičnosti tréninkového procesu jako základních předpokladů pro růst výkonu hráče (v tomto ohledu je fyziologická charakteristika výkonu v utkání nezbytná),
- pro získání zpětno-vazební informace k hodnocení výkonu hráče v utkání,



- jako podklady pro objektivní rozhodnutí v plánování struktury kondiční složky tréninkového procesu v hlavním období jako sub-přípravy na utkání a nepřímo tak k ovlivnění efektivity tréninkového procesu,
- pro optimalizaci kondiční přípravy v přípravném období, která je v současném vrcholovém sportu nezbytným aspektem tréninkového procesu,
- jako východisko pro inter a intra individuální komparaci výkonu hráčů v utkání a k hodnocení změn v kondiční připravenosti během hlavního období,
- jako prostředek k posuzování výkonu soupeře a budování strategie týmu na utkání.

Hlavním cílem studie zaměřené na rešerši odborné literatury, bylo zjistit, jaké jsou v zahraničí požadavky na sledování pohybu hráčů ve vybraných sportovních hrách (basketbal, futsal, házená, tenis, volejbal), co se týče rychlosti hráčů a specifčnosti pohybů při utkáních a tréninku. Dílčími cíli bylo zjistit, jaké se používají rychlostní kategorie v různých sportovních hrách a vygenerovat z nich ty nejvíce využívané a jaké specifické pohyby se sledují v jednotlivých sportovních hrách při analýzách utkání a tréninků. Výsledkem je doporučení rychlostních kategorií a specifických pohybů pro jednotlivé sportovní hry, které by byly součástí vyhodnocení z monitoringu pohybů z čipů SEWIO při utkáních a tréninku.

Studie vznikla jako součást výzkumného projektu „Výzkum fúze dat z MEMS senzorů a nové širokopásmové rádiové technologie pro analýzu mikro pohybů osob. (Identifikační kód projektu: FV10394)” v rámci programu „FV – TRIO” Ministerstva průmyslu a obchodu.

## Metodika

### *Analýza odborné literatury*

Byly analyzovány odborné publikace a články, které se vyhledávaly ve vědeckých databázích „Web of science”, „Scopus”, „Ebsco”, „ProQuest”, „PubMed MEDLINE”. Byla zadávána klíčová slova pouze v angličtině: time motion analysis, small sided games, basketball, volleyball, handball, tennis, floorball, futsal, covered distance, sport games, performance during games, matches, motion activities, movement intensity, competition, match analysis, physical and physiological demands, match demands, and technical and tactical analysis, players. Celkem bylo vybráno přes 40 publikací a studií, které souvisely s tématem studie.

## Výsledky a diskuse

### *Basketbal*

V basketbale je několik studií, které se zabývají analýzou časových a vzdálenostních charakteristik herního výkonu hráče v utkání a v tréninku. Nejčastěji sledované specifické pohybové činnosti v utkáních a tréninkovém procesu byly jak z hlediska četnosti-frekvence, tak z hlediska překonané vzdálenosti a rychlosti: výskok (střelba, doskok, dvojtakt), obranný pohyb (pohyb bokem a vzad), dribling, přihrávka trčením a za hlavou (Abdelkrim, et al., 2010; Abdelkrim, Fazaa, Ati, 2007; Matthew, & Delextrat, 2009; Conte, et al., 2015; Klusemann, Pyne, Foster, & Drinkwater, 2012; Scanlan, Dascombe, Reaburn, & Dalbo, 2012; Torres-Ronda et al., 2016). V analýze jsme zjistili čtyři různá rozdělení rychlostních kategorií od různých autorů. Dvě odborné práce (Bishop, & Wright, 2006; Hůlka, Bělka, & Cuberek, 2013), zaměřené na basketbal, rozdělují rychlostní kategorie na:

1. Pohybové činnosti prováděné nízkou intenzitou ( $0 - 3,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
  - stání ( $0,09 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
  - chůze ( $0,10 - 1,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
  - poklus ( $1,10 - 3,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
2. Pohybové činnosti prováděné střední intenzitou ( $3,10 - 5,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
3. Pohybové činnosti prováděné vysokou a maximální intenzitou ( $\geq 5,10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

Pouze jedna publikace (Vučković, Dežman, James, & Erčulj, 2010) zaměřená na basketbal rozděluje rychlostní kategorie:

1. Stoj a chůze (do  $1,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
2. poklus ( $1,4 - 3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
3. rychlý běh ( $3,0 - 5,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
4. sprint ( $> 5,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

Největší množství publikací v basketbalu (Abdelkrim, Castagna, Jabri, Battikh, El Fazaa, & El Ati, 2010; Abdelkrim, Fazaa, & Ati, 2007; Matthew, & Delextrat, 2009; Conte, Favero, Lupo, Francioni, Capranica, & Tessitore, 2015; Klusemann, Pyne, Foster, & Drinkwater, 2012; Torres-Ronda et al., 2016) vychází při dělení rychlostních kategorií z článku McInnes, Carlson, Jones a McKenna (1995).

McInnes et al. (1995) dělí pohybové kategorie podle intenzity pohybu v utkání basketbalu na deset kategorií:

1. Stoj ( $0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
2. chůze ( $0,1 - 6,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $0,1 - 1,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
3. poklus nebo nízká rychlost běhu ( $6,1 - 12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $1,7 - 3,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
4. běh nebo mírná rychlost běhu ( $12,1 - 18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $3,4 - 5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
5. běh vysokou rychlostí ( $18,1 - 24,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $5,1 - 6,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
6. sprint nebo maximální rychlost běhu ( $> 24 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $> 6,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),

a další dělení McInnes et al. (1995) je podle výše intenzity pohybu v obranném postoji:

1. nízká ( $\leq 6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $\leq 1,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
2. střední ( $6,1 - 9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $1,7 - 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )
3. vysoká ( $> 9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $2,6 - 3,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

Dále McInnes et al. (1995) sledoval výskok nebo doskok a běh do stran v obranném postoji ( $> 12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $3,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

Scanlan, et al. (2012) používají ve své práci další rozdělení rychlostních kategorií s upřesňujícím popisem:

1. Stoj a chůze: pohyb více směry prováděný rychlostí  $0 - 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , pokud není hráč v obranném postavení.
2. Poklus: pohyb více směry prováděný rychlostí  $1,1 - 3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , pokud není hráč v obranném postavení.
3. Běh: pohyb více směry prováděný rychlostí  $3,1 - 7,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , pokud není hráč v obranném postavení.
4. Sprint: pohyb více směry prováděný rychlostí  $> 7,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , pokud není hráč v obranném postavení.
5. Pomalý obranný pohyb: jakýkoliv několika směrový pohyb, který se provádí výhradně v obranné pozici pomalou rychlostí do  $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
6. Rychlý obranný pohyb: jakýkoliv několika směrový pohyb, který se provádí výhradně v obranné pozici pomalou rychlostí vyšší než  $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
7. Dribling: každý pohyb, ve kterém hráč je aktivně v držení míče se současným driblováním v libovolném směru.
8. Výskok: pohyb kdy hráč zahájí skok a nemá kontakt nohou se zemí – hrací plochou. Tato aktivita byla zaznamenána jako samostatný pohyb, který nebyl určen trváním ani překonanou vzdáleností.
9. Pohyby horní poloviny těla: pohyb, který zahrnuje zvednutí jedné nebo obou paží nad vodorovnou rovinou v úrovni ramene.

Abdelkrim et al. (2007) a McInnes, et al. (1995) upřesňují, že stanovení samostatných pohybů jako jsou skoky, výskoky, pohyby horní poloviny těla a obranný pohyb se zakládají na subjektivním výkladu badatelů. Nízká a vysoká intenzita obranného pohybu může být také stanovena na základě kondičního obranného testu, kdy nízká intenzita obranného pohybu byla spočítána jako 50ti procentní rychlost maximálního obranného pohybu zahrnutých do výzkumu (Abdelkrim et al., 2007; McInnes, et al., 1995).

### *Futsal*

Z analýzy literatury vyplynulo, že ve futsalu se při utkáních nejvíce sledují a analyzují specifické pohybové činnosti: výskok, obranný pohyb (pohyb bokem a vzad), vedení míče, přihrávka a střelba

(Barbero-Álvarez, Soto, Barbero-Álvarez, & Granda-Vera, 2008; Barbero-Álvarez, Soto, & Granda, 2004; Bueno et al. 2014; Castagna, D'Ottavio, Granda Vera, & Barbero Alvarez, 2009; Dogramaci, & Watsford, 2006; Dogramaci, Watsford, & Murphy, 2015; Dogramaci, Watsford, & Murphy, 2011; ).

V odborných článcích zabývajících se pohybem hráčů v tréninku nebo v utkání ve futsalu se vyskytují, tři různé rozdělení rychlostních kategorií. První je u autorů Makaje, Ruangthai, Arkarapanthu, a Yoopat (2012), kteří dělí rychlostní kategorie na sedm. Toto dělení vychází z výzkumů od autorů (Mohr, Krusturup, & Bangsbo, 2003; Barros et al., 2007) zabývajících se výzkumy překonané vzdálenosti u fotbalistů:

1. Stoj ( $0 - 0,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $0,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
2. chůze ( $1,0 - 4,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $0,26 - 1,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
3. poklus ( $5,0 - 7,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $1,5 - 2,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
4. nízká intenzita běhu ( $8,0 - 11,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $2,3 - 3,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
5. střední intenzita běhu ( $12,0 - 17,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $3,4 - 4,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
6. vysoká intenzita běhu ( $18,0 - 23,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $5,0 - 6,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
7. sprint ( $> 24 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $6,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

Jiné dělení rychlostních kategorií ve futsalu se vyskytuje u autorů Castagna, et al. (2009) a Bueno et al. (2014), které se liší oproti autorům Makaje, et al. (2012) v jiném intervalovém rozdělení rychlostí a také v počtu jednotlivých kategorií včetně jejich pojmenování:

1. Stoj a chůze ( $< 6,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $1,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
2. poklus, nízká intenzita běhu ( $6,1 - 12,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $1,7 - 3,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
3. střední intenzita běhu ( $12,1 - 15,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $3,4 - 4,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
4. vysoká intenzita běhu ( $15,5 - 18,3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $4,4 - 5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
5. sprint ( $> 18,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $5,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

Nejvíce odborných článků (Barbero-Álvarez, Soto, Barbero-Álvarez, & Granda-Vera, 2008; Barbero-Álvarez, Soto, & Granda, 2004; Dogramaci, & Watsford, 2006; Dogramaci, Watsford, & Murphy, 2015; Dogramaci, Watsford, & Murphy, 2011) se zaměřením na překonanou vzdálenost a rychlost pohybu ve futsalu rozlišují šest rychlostních kategorií:

1. Stoj ( $0 - 0,36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $0 - 0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
2. chůze ( $0,37 - 3,8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $0,2 - 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
3. poklus ( $3,7 - 10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $1,1 - 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
4. běh střední intenzity ( $10,9 - 18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $3,1 - 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
5. běh vysoké intenzity ( $18,1 - 25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $5,1 - 7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
6. sprint ( $> 25,1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $7,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

Výše uvedení autoři ještě specifikují z hlediska rychlosti obranný bokem a vzad ( $< 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Další dělení autoři (Barbero-Álvarez, et al., 2004; Barbero-Álvarez, et al., 2008; Dogramaci & Watsford, 2006; Dogramaci, Watsford, & Murphy, 2015; Dogramaci, Watsford, & Murphy, 2011) zjednodušují na nízkou pohybovou aktivitu (stání, chůze, poklus a běh střední intenzity  $< 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) a vysokou pohybovou aktivitu (běh vysoké intenzity a sprint  $> 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

### Házená

Autoři ve svých studiích sledovali několik specifických pohybových činností: výskok, blok, přihrávka-střelba, pohyb vzad a stranou, dribling, obranný pohyb (pohyb bokem a vzad). Jejich sledování bylo na základě početní analýzy i na základě překonané vzdálenosti různou rychlostí.

V publikacích zaměřených na překonanou vzdálenost v tréninku a utkáních házené se vyskytuje několik různých kategoriálních dělení rychlostí pohybu hráčů. Nejčastější rozdělení uvádějí autoři (Corvino, Tessitore, Minganti, & Sibila, 2014; Manchado, et al., 2013; Pers, Bon, Kovacic, Sibila, & Dezman, 2002; Pori, Kovačič, Bon, Pori, & Šibila, 2005; Šibila, Vuleta, & Pori, 2004 ; ) na čtyři základní kategorie:

1. Stoj a chůze (do  $1,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
2. poklus, pomalý běh ( $1,4 - 3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $5,1 - 10, \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),

3. rychlý běh ( $3,0 - 5,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $10,9 - 18,7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
4. sprint (více jak  $5,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $18,7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ).

Manchado et al. (2013) definují horizontální pohyby v utkání:

- Stání se definuje jako stojící hráč bez kroků na hrací ploše,
- chůze se definuje jako pohyby vpřed a vzad nižší intenzity,
- pomalý běh se definuje jako pohyby vpřed a vzad, které jsou vyšší rychlostí než chůze, ale jejich provedení patří do mírného stupně náležitosti – důležitosti zrychlit více – hráči nejsou pod tlakem,
- sprint je pouze pohyb dopředu vysokou intenzitou, vyznačující se vysokým úsilím a dosažením maxima rychlosti.

Manchado et al. (2013) dále sledovali akceleraci zrychlení (pozitivní) a zpomalení (negativní) mezi jednotlivými rychlostními kategoriemi ty byly stejné jako u autorů Corvino et al. (2014), Manchado et al. (2013), Pers et al. (2002), Pori et al. (2005), Šibila, Vuleta, a Pori (2004).

Póvoas et al. (2012) vychází při dělení osmi rychlostních kategorií z odborných publikací zaměřených na fotbal (Bangsbo, Norregaard, & Thorso, 1991; Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2003):

1. Stoj ( $0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
2. chůze ( $0 - 1,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $0 - 6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
3. poklus ( $1,7 - 2,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
4. rychlý běh ( $2,3 - 3,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $8,1 - 12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
5. běh střední intenzity do stran ( $2,4 - 4,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $12,1 - 15 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
6. běh vysoké intenzity do stran ( $4,3 - 5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $15 - 18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
7. sprint (více než  $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
8. běh vzad (do  $2,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp. do  $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ).

Dále dělí Póvoas et al. (2012) intenzitu pohybu na vysokou (rychlý běh, sprint a běh do stran vysoké intenzity) a nízkou (poklus, chůze a stání). Póvoas et al. (2012) dále sledovali pět typů specifických dovedností v házené: výskok, střelba, změna směru, útočná činnost jeden na jedna a zastavení po vysoké intenzitě běhu.

Michalsik Madsen a Aagaard (2014) a Michalsik, Aagaard a Madsen (2013) upravují rychlostní kategorie podle pohlaví hráčů:

Rychlostní kategorie pro ženy:

1. nízká intenzita pohybu
  - stání ( $0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
  - chůze ( $1,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
2. střední intenzita pohybu
  - poklus ( $1,1 - 1,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $4,1 - 7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
  - běh do stran ( $1,9 - 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $7,1 - 9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
  - pohyb vzad ( $< 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
  - běh ( $2,0 - 3,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $9,1 - 12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ )
3. vysoká intenzita běhu
  - rychlý běh ( $3,4 - 6,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $12,1 - 21,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
  - sprint ( $> 6,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $22 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ).

Rychlostní kategorie pro muže:

1. nízká intenzita pohybu
  - stání ( $0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
  - chůze ( $1,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
2. střední intenzita pohybu
  - poklus ( $1,1 - 2,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $4,1 - 8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
  - běh do stran ( $2,3 - 2,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $8,1 - 10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
  - pohyb vzad ( $< 2,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
  - běh ( $2,8 - 3,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $10,1 - 13 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ )

### 3. vysoká intenzita běhu

- rychlý běh ( $3,7 - 6,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $13,1 - 23,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
- sprint ( $> 6,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $24 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ).

Chelly et al. (2011) ve své studii zaměřené na hráče házené dorostového věku rozdělil rychlostní kategorie na pět částí:

1. stání ( $0 - 0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $0 - 0,36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ )
2. chůze ( $0,2 - 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $0,37 - 3,6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ )
3. poklus ( $1,1 - 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $3,7 - 10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ )
4. rychlý běh ( $3,1 - 7,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $10,9 - 25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ )
5. sprint ( $7,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $25,1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ )

Barbero et al. (2014) využívá ve své studii dělení na pět rychlostních kategorií stejně jako ve futsale Castagna et al. (2009), s odůvodněním, že je stejná hrací plocha. Stejně je to ve studiích Bělka et al. (2014, 2016), kde ale autoři vychází od autorů Barbero-Álvarez et al. (2004, 2008) publikací z utkání futsalu.

### *Volejbal*

Odborné studie zabývající se pohybem hráčů a hráček ve volejbale během utkání a tréninku je minimálně. Studie se spíše zabývají pohybem na základě pozorování a rozlišují základní specifické pohybové činnosti: smeč, výskok, blok, pohyb vzad – odstoupení, pohyb vpřed – přiblížení, kombinovaný pohyb odstoupení a přiblížení nebo přiblížení a odstoupení, pohyb stranou, vybírání míče – bagr, prsty, jednou rukou, podání – smečované a plachtící (Inkinen, Häyrinen, & Linnamo, 2013; Lehnert & Varmuža, 2014; Mroczek, Januszkiewicz, Kawczynski, Borysiuk, & Chmura, 2014; Tokuyama, Ohashi, Iwamoto, Takaoka, & Okubo, 2005; Zhuang, Cheng, Huang, Honda, & Ikenaga, 2015).

V žádné publikaci zaměřené na volejbal se nevyskytlo dělení pohybu hráčů podle rychlostních kategorií. Pouze ve studii Mroczek et al. (2014) byla uvedena celková překonaná vzdálenost hráčů v jednotlivých setech v utkání.

### *Tenis*

V tenise se vyskytují čtyři stěžejní studie (Pereira, et al., 2017; Fernandez-Fernandez et al. 2009; Fernandez-Fernandez, Sanz-Rivas, & Mendez-Villanueva, 2009; Hoppe, Baumgart, & Bornefeld, 2014), které se zabývají pohybem hráčů v utkáních. Ve všech třech publikacích dělí autoři rychlostní kategorie na pět základních:

1. Chůze ( $0 - 1,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $0 - 7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
2. poklus ( $1,9 - 3,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $7 - 12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
3. běh ( $3,3 - 5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $12 - 18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
4. sprint ( $5,0 - 6,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $18 - 24 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),
5. maximální rychlost ( $\geq 6,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  resp.  $24 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ).

### *Florbal*

Ve florbalu jsme našli pouze jednu studii (Hůlka, Bělka, & Weisser, 2014), která se zabývala pohybem hráčů na hřišti. Autoři sledovali pouze překonanou vzdálenost hráčů včetně rychlostních parametrů, které byly rozděleny na základě publikace z futsalu podle Barbero-Álvarez et al. (2004, 2008).

### **Závěr**

Z analýzy odborné literatury jsme se pokusili formulovat doporučení pro jednotlivé sportovní hry, co se týče sledování jednotlivých specifických pohybů z hlediska kvality a dělení rychlostních kategorií pro jednotlivé sportovní hry. Jedním cílem předložené studie je tato doporučení přenést do praxe v rámci projektu TRIO, který se zabývá vývojem mikročipů pro sledování pohybové struktury hráčů ve sportovních hrách, která hrají svá utkání a trénují ve sportovních halách. Dalším cílem studie bylo zjednodušení porovnání výsledků z měření sledování pohybu hráčů na hřišti s výsledky z obdobných výzkumů v zahraničí.

V basketbale doporučujeme během utkání a tréninku sledovat specifické pohyby výskok (při střelbě, blokování a doskakování), pohyb v obranném postoji, běh pozpátku, počet zrychlení, počet zpoma-

lení, počet změn směru, četnost kombinací lokomocí (lokomočních řetězců jako podkladu pro trénink agility), vedení míče, přihrávání, střelba. Rychlostní kategorie i pro pohyb v obranném postoji by bylo vhodné použít podle rozdělení McInnese, et al. (1995).

Ve futsalu by bylo vhodné v utkáních a tréninku sledovat výskok, obranný pohyb (pohyb bokem a vzad), vedení míče, přihrávka, střelba a rozdělení rychlostních kategorií by mohlo být použito podle Barbero-Álvarez, Soto, & Granda (2004).

Sledované specifické pohybové činnosti v utkání a tréninku házené by měly být: výskok, blok, přihrávka-střelba, pohyb vzad a stranou, dribling, obranný pohyb (stranou a vzad). Rozdělení rychlostních kategorií bychom doporučili od autorů Pers, et al. (2002) a z novější studie od autorů Michalsik et al. (2013 resp. 2014), ve kterých zohledňují autoři i pohlaví sledovaného souboru.

Ve volejbale je nejvíce různých specifických pohybových činností, které mají vliv na herní výkon, proto v tomto parametru doporučujeme sledovat smeč, výskok, blok, pohyb vzad – odstoupení, pohyb vpřed – přiblížení, kombinovaný pohyb odstoupení a přiblížení nebo přiblížení a odstoupení, pohyb stranou, vybírání míče – bagr, prsty, jednou rukou, podání – smečované a plachtící. Složitější situace je u dělení rychlostních kategorií, kdy jsme nenašli studii pro toto dělení ve volejbale, proto by možná bylo vhodné využít dělení jako v tenise (také síťová sportovní hra) podle Pereiry, et al., (2017). V tenise je opět více specifických pohybových činností (pohyb vzad, pohyb stranou, pohyb vpřed, smeč – ze země z výskoku, podání, bekhend, forhend, úder do míčku z voleje a po odraze), které by bylo vhodné sledovat pro zvýšení kvality v tréninku tenisu.

Ve florbalovém utkání je vhodné sledovat obranný pohyb (pohyb bokem a vzad), vedení míče, přihrávka a střelba. Dělení rychlostních kategorií by mělo vycházet z Barbero-Álvarez, Soto, & Granda (2004) stejně jako ve futsalu.

U hráčů zmíněných sportovních her by mělo probíhat sledování a analyzování rychlosti ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) a překonané vzdálenosti hráčů případně jednotlivých herních postů, frekvence jednotlivých specifických pohybových činností, čas strávený v jednotlivých pohybových činnostech a rychlostech provedení pohybu. Dále by pak měly být monitorovány a následně analyzovány sociálně interakční mapy a „termomapy“ popisující dobu strávenou na různých částech hřiště. Další část výzkumu v rámci projektu TRIO bude, do jaké míry budou čipy pohybu schopny rozlišit doporučené jednotlivé specifické pohybové činnosti ve sportovních hrách.

## Literatura

- Abdelkrim, N. B., Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2010). Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *Journal of Strength Condition Research*, 24, 2330–2342.
- Abdelkrim, N. B., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under- 19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 69–75.
- Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadien Journal of Sport Sciences*, 16, 110–116.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–74.
- Barbero-Álvarez, J. C., Soto, V., & Granda, J. (2004). Effort profiling during indoor soccer competition. *Journal of Sports Science*, 22, 500–510.
- Barbero-Álvarez, J. C., Soto, V. M., Barbero-Álvarez, V., & Granda-Vera, J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sport Sciences*, 26(1), 63–73.
- Barbero-Álvarez, J. C., Vera, J. G., González J. C., & Coso J. D. (2014). Physical and physiological demands of elite team handball players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(3), 921–933.
- Barros, R., Milton, S. M., Rafael, P. M., Figueroa, P. J., Felipe, A., & Sergio, A. C. (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sport Science and Medicine*, 6, 233–242.
- Bělka, J., Hůlka, K., Šafář, M., & Weissner, R. (2016). External and internal load of playing positions of elite female handball players (U19) during competitive matches. *Acta Gymnica*, 46(1), 12–20.



- Bělka, J., Hůlka, K., Šafář, M., Weisser, R., & Samcová, A. (2014). Analyses of time-motion and heart rate in elite female players (U19) during competitive handball matches, *Kinesiology*, 46(1), 33-43.
- Bílek, V. (1983). *Problematika zatěžování ve sportovním tréninku basketbalistů*. Praha: Ústřední výbor Československého svazu tělesné výchovy.
- Bishop, D. C., & Wright, C. (2006). A time-motion analysis of professional basketball to determine the relationship between three activity profiles: High, medium and low intensity and the length of the time spent on court. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(1), 130-139.
- Bueno M. J. O., Caetano, F. G., Pereira, T.J. C., De Souza, N. M., Moreira, G. D., Nakamura, F. Y., Cunha, S. A., & Mour, F. A.(2014). Analysis of the distance covered by Brazilian professional futsal players during official matches. *Sports Biomechanics*, 13(3), 230-240.
- Carling, Ch., Bloomfield, J., Nelson, L., & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer. *Sports Medicine*, 38(10), 839-862.
- Castagna, C., D'Ottavio, S., Granda Vera, J., & Barbero Álvarez, J. C. (2009). Match demands of professional futsal: A case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 490-494.
- Conte, D., Favero, T. G., Lupo, C., Francioni, F. M., Capranica, L., & Tessitore, A. (2015). Time-motion analysis of Italian elite women's basketball games: Individual and team analyses. *Journal of Strength Condition Research*, 29(1), 144-150.
- Corvino, M., Tessitore, A., Minganti, C., & Sibila, M. (2014). Effect of Court Dimensions on Players' External and Internal Load during Small-Sided Handball Games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 297-303.
- Di Salvo, V., Collins, A, McNeill, B., & Cardinale, M. (2006). Validation of Prozone®: A new video-based performance analysis system. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(1), 108-119.
- Dogramaci S. N., Watsford M. L. (2006). A comparison of two different methods for time-motion analysis in team sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6, 73-83.
- Dogramaci, S. N., Watsford, M. L., & Murphy, A. J. (2011). Time-motion analysis of international and national level futsal. *Journal of Strength Condition Research*, 25(3), 646-651.
- Dogramaci, S. N., Watsford, M. L., & Murphy, A. J. (2015). Activity Profile Differences Between Sub-elite Futsal Teams. *International Journal of Exercise Science*, 8(2), 112-123.
- Dovalil, J. et al. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Drust, B., Atkinson, G., & Reilly, T. (2007). Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. *Sports Medicine*, 37(9), 783-806.
- Edgecomb, S. J., & Norton, K. I. (2006). Comparison of global positioning and computer-based tracking system for measuring player movement distance during Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1), 25-32.
- Erčulj, F., Dežman, B., Vučkovič, G., Perš, J., Perš, M., & Kristan, M. (2008). An analysis of basketball players' movements in the slovenian basketball league play-offs using the SAGIT tracking system. *Facta Universitatis. Series: Physical Education and Sport*, 6(1), 75-84.
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., & Mendez-Villanueva, A. (2009). A Review of the Activity Profile and Physiological Demands of Tennis Match Play. *Strength and conditioning journal*, 31(4), 15-26.
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Sanchez-Munoz, C., Pluim, B.M., Tiemessen, I., & Mendez-Villanueva A. (2009). A comparison of the activity profile and physiological demands between advanced and recreational veteran tennis players. *Journal of Strength Condition Research*, 23(2), 604-610.
- Hoppe, M. W., Baumgart, C., & Bornefeld, J. (2014). Running Activity Profile of Adolescent Tennis Players During Match Play. *Pediatric Exercise Science*, 26, 281-290.
- Hůlka, K., Bělka, J., & Cuberek, R. (2013). Heart rate and time-motion analyses in top junior players during basketball matches, *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 43(3), 27-35.
- Hůlka, K., Bělka, J., & Weisser, R. (2014). *Analýza herního zatížení v invazivních sportovních hrách*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Chelly, M. S., Hermassi, S., Aouadi, R., Khalifa, R., Van den Tillaar, R., Chamari, K., & Shephard, R. J. (2011). Match analysis of elite adolescent team handball players. *Journal of Strength Condition Research*, 25(9), 2410-2417.



- Inkinen, V., Häyrinen, M., & Linnamo, V. (2013). Technical and tactical analysis of women's volleyball. *Biomedical Human Kinetics*, 5, 43-50.
- Klusemann, M., Pyne, D. B., Foster, C., & Drinkwater, E. J. (2012). Optimising technical skills and physical loading in small-sided basketball games. *Journal of Sports Sciences*, 30(14), 1463-1471.
- Lehnert, M. (2007). *Současné směry teorie a praxe sportovního tréninku*. (Habilitační práce). Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Lehnert, M., & Varmuža, J. (2014). Analýza vybraných charakteristik vnějšího zatížení hráčů ve volejbale. In V. Süß. (Ed.), *Zatížení hráče v utkání* (pp. 149-155). Praha: Univerzita Karlova.
- Makaje, M., Ruangthai, R., Arkarapanthu, A., & Yoopat, P. (2012). Physiological demands and activity profiles during futsal match play according to competitive level. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 52, 366-74.
- Manchado, C., Pers, J., Navarro, F., Han, A., Sung, E., & Platen P. (2013). Time-motion analysis in women's team handball: importance of aerobic performance. *Journal of Human Sport Exercise*, 8(2), 376-390.
- Martens, R. (2004). *Úspěšný trenér*. Praha: Grada.
- Matthew, D., & Delextrat, A. (2009). Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *Journal of Sport Sciences*, 27(8), 813-821.
- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13, 387-397.
- Michalsik L. B., Aagaard, P., & Madsen, K. (2013) Locomotion Characteristics and Match-Induced Impairments in Physical Performance in Male Elite Team Handball Players. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 590-599.
- Michalsik L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2014). Match Performance and Physiological Capacity of Female Elite Team Handball Players, *International Journal of Sports Medicine*, 35(7), 595-607.
- Mohr, M., Krustup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sport Sciences*, 21, 519-528.
- Mroczek, D., Januszkiewicz, A., Kawczynski, A.S., Borysiuk, Z., & Chmura, J. (2014). Analysis of male volleyball players' motor activities during a top level match. *Journal of Sports Science and Medicine*, 28(8), 2297-2305.
- Nykodým, J. et al. (2006). *Teorie a didaktika sportovních her*. Brno: Masarykova univerzita.
- Pereira, T.J.C. et al. (2017). Analysis of the distances covered and technical actions performed by professional tennis players during official matches. *Journal of Sports Sciences*, 21(2), 119-126.
- Pers, J., Bon, M., Kovacic, S., Sibila, M., & Dezman, B. (2002). Observation and analysis of large-scale human motion. *Human Movement Science*, 21(2), 295-311.
- Pori, P., Kovačič, S., Bon, M., Pori, M. and Šibila, M. (2005). Various age category-related differences in the volume and intensity of the large-scale cyclic movements of male players in team handball. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica*, 35, 38-49.
- Póvoas, S. C. A., Seabra, A. F. T., Ascensao, A. A. M. R., Magalhaes, J., Soares, J. M. C., & Rebelo, A. N. C. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *Journal of Strength Condition Research*, 26(12), 3365-3375.
- Reilly, T. (2001). Assessment of sports performance with particular reference to field games. *European Journal of Sport Science*, 1(3), 2-12.
- Rudkin, S. & O' Donoghue, P. G. (2008). Time-motion analysis of first-class cricket fielding. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(6), 604-607.
- Scanlan A. T., Dascombe, B. J., Reaburn, P., & Dalbo, V. J. (2012). The physiological and activity demands experienced by Australian female basketball players during competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15, 341-347.
- Šibila, M., Vuleta, D., & Pori, P. (2004). Position-related differences in volume and intensity of large-scale cyclic movements of male players in handball. *Kinesiology* 36(1), 58-68.
- Táborský, F. et al. (2009). *Metodologická východiska pozorování a hodnocení herního výkonu*. Praha: Karolinum.
- Taylor, J. (2003). Basketball: Applying time motion data to conditioning. *Strenght and Conditioning Journal*, 25(2), 57-64.

- Tokuyama, M., Ohashi, H., Iwamoto, H., Takaoka, K., Okubo, S. (2005). Individuality and reproducibility in high-speed motion of volleyball spike jumps by phase-matching and averaging. *Journal of Biomechanics*, 38(10), 2050-2057.
- Torres-Ronda, L., Ric, A., Llabres-Torres, I., de las Heras, B., & Schelling i del Alcazar, X. (2016). Position-dependent cardiovascular response and time-motion analysis during training drills and friendly matches in elite male basketball players. *Journal of Strength Condition Research*, 30(1), 60-70.
- Vučković, G., Dežman, B., James, N., & Erčulj, F. (2010). Analysis of movement intensity in offence and defence in basketball. *Kinesiologia Slovenica*, 16(3), 66-76.
- Zhuang, X., Cheng, X., Huang, S., Honda, M., Ikenaga, T. (2015). Motion vector and players' features based particle filter for volleyball players tracking in 3D space. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 16th Pacific-Rim Conference on Multimedia* (pp. 393-401). Gwangju; South Korea.

**Mgr. Jan Bělka, Ph.D.**  
**FTK UP Olomouc**  
**Hynaisova 9**  
**Olomouc 77900**  
**jan.belka@upol.cz**



## PRŮPRAVNÉ HRY S KLOUZAVOU HRÁČKOU V TRÉNINKU HÁZENÉ

## SMALL SIDED GAMES WITH THE FLOATER IN THE HANDBALL TRAINING

J. Bělka,<sup>1</sup> K. Hůlka,<sup>1</sup> R. Weissner,<sup>1</sup> M. Šafář<sup>2</sup> & M. Sigmund<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Katedra sportu

<sup>2</sup>Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Katedra společ. věd v kinantropologii

<sup>3</sup>Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Katedra přírodních věd v kinantropologii

### ABSTRACT

The main objective of the study was the analysis of the external (covered distance) and internal loads (heart rate) of the handball players in the small sided games (SSG) with different numbers of players and with the "floater player" on the field. A partial aim of the study was to find out what the differences are loads of players between the small sided games with different numbers of players on the playing area. Thirteen players from an elite women's handball team from the Czech Republic participated in this study ( $22,8 \pm 4,5$  years,  $170,4 \pm 6,4$  cm,  $67,7 \pm 9,2$  kg). Players were the highest heart rate of  $179,2 \pm 9,7$  ( $90,1 \pm 4,5$  % HR<sub>max</sub>) respectively  $178,6 \pm 9,1$  ( $90,3 \pm 4,9$  % HR<sub>max</sub>) beats min<sup>-1</sup> in small sided games 3 vs. 3 respectively 4 proti 4 with floater player. The lowest estimate of the players was in the subjective perception of load (RPE) at small sided games with floater 5 proti 5 and compared with other small sided games with floater 3 vs. 3 respectively. 4 vs. 4 difference was statistically significant ( $p = 0,04$ , respectively  $p = 0,03$ ). The greatest covered distance players were in the 3 vs. 3 resp. 4 vs. 4 ( $499,7 \pm 39,7$ , respectively  $503,3 \pm 37,8$  meters). It was not statistically significant differences between small sided games. The significant difference was only in the covered distance in the speed category jogging in small sided games 3 vs. 3 ( $210,2 \pm 38,6$  meters) and 5 vs. 5 ( $168,6 \pm 34,6$  m) ( $p = 0,02$ ). Reducing the number of players on the playing area during the small sided games with the floater reduced the number of passes but increased the number of shots and dribbling.

**Keywords:** small sided games; sports games; subjective perception of load; heart rate; covered distance; speed

### SOUHRN

Hlavním cílem studie byla analýza vnějšího (překonaná vzdálenost) a vnitřního zatížení (srdeční frekvence) hráček házené v průpravných hrách s různým počtem hráček na hřišti a za přítomnosti „klouzavé hráčky“. Dílčím cílem studie bylo zjistit, jaké jsou rozdíly zatížení hráček mezi jednotlivými SSG s různým počtem hráček na hřišti. Výzkumný soubor tvořilo 13 hráček ( $22,8 \pm 4,5$  let,  $170,4 \pm 6,4$  cm,  $67,7 \pm 9,2$  kg) hrající nejvyšší mezinárodní soutěž WHIL. Nejvyšší srdeční frekvenci  $179,2 \pm 9,7$  ( $90,1 \pm 4,5$  % SF<sub>max</sub>) resp.  $178,6 \pm 9,1$  ( $90,3 \pm 4,9$  % SF<sub>max</sub>) tepů · min<sup>-1</sup> měly hráčky v průpravné hře s klouzavou hráčkou 3 proti 3 resp. 4 proti 4. Nejnižší odhad hráček u subjektivního vnímání zatížení byl u průpravné hry s klouzavým hráčem 5 proti 5 a v porovnání s ostatními průpravnými hrami s klouzavou hráčkou 3 proti 3 resp. 4 proti 4 byl rozdíl statisticky významný ( $p = 0,04$  resp.  $p = 0,03$ ). Největší vzdálenost překonaly hráčky ve hře 3 proti 3 a 4 proti 4 ( $499,7 \pm 39,7$  resp.  $503,3 \pm 37,8$  m). Rozdíl mezi jednotlivými průpravnými hrami nebyl statisticky významný. Jediný významný rozdíl v překonané vzdálenosti nastal v rychlostní kategorii poklus mezi průpravnou hrou s klouzavou hráčkou 3 proti 3 ( $210,2 \pm 38,6$  m) a 5 proti 5 ( $168,6 \pm 34,6$  m) ( $p = 0,02$ ). Při snížení počtu hráček na hřišti během průpravných her s klouzavou hráčkou došlo ke snížení počtu přihrávek, ale zvýšilo se použití driblinku a počet střel.

**Klíčová slova:** průpravné hry; sportovní hry; subjektivní vnímání únavy; srdeční frekvence; překonaná vzdálenost; rychlost

## Úvod

Házená je kontaktní týmová sportovní hra, která zahrnuje vysoce intenzivní krátkodobé pohyby hráčů, jako jsou například sprint, skoky, blokování, střelba (Gorostiaga, Granados, Ibanez, Gonzalez-Badillo, & Izquierdo, 2006; Povoas, Seabra, Ascensão, Magalhães, Soares, & Rebelo, 2012; Rannou, Prioux, Zouhal, Gratas-Delamarche, & Delamarche, 2001; Souhail, Castagna, Mohamed, Younes, & Chamari, 2010). Hráči házené musí dobře koordinovat své pohyby v běhu, ve výskoku, při změně směru se specifickými dovednostmi jako je přihrávání, chytání míče, střelba, driblíng, uvolnění s míčem (Michalsik, Aagaard, & Madsen, 2013; Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2014; Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2015a; Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2015b; Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2015c; Michalsik & Aagaard, 2015). Utkání v házené má intermitentní charakter zatížení hráčů (Bělka, Hůlka, Weisser, Šafář, & Samcová, 2014; Machado, Perš, Navarro, Han, Sung, & Platen, 2013; Michalsik & Aagaard, 2015a; Povoas, et al. 2012). Fyziologická odezva hráčů na zatížení během utkání házené, využívá výrazné zapojení obou aerobních a anaerobních energetických systémů (Lidor, Falk, Arnon, Cohen, Segal, & Land, 2005; Povoas, et al., 2012; Souhail, Castagna, Mohamed, Younes, & Chamari, 2010).

V utkání házené žen překonají hráčky  $4\,693 \pm 333 - 6\,796 \pm 391$  m (Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2014; Bělka et al. 2014; Machado et al. 2013), která odpovídá  $78 - 113$  m  $\cdot$  min<sup>-1</sup>. Průměrná intenzita srdeční frekvence se během utkání pohybuje mezi  $86,5 \pm 4,5 - 89,2$  %SF<sub>max</sub> (Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2014; Bělka et al., 2014; Machado et al., 2013).

V tréninkovém procesu je nutné na výše uvedená zjištění reagovat a jednou z možností je zařazování tzv. „Small sided games (SSG)” neboli průpravných her do tréninku. SSG jsou průpravné hry, které umožňují trenérům manipulovat s několika proměnnými, které mohou změnit intenzitu cvičení, jako je počet hráčů na hřišti, velikosti hřiště, změna pravidel, intervence trenéra, zavedení klouzavého hráče atd. (Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri, & Coutts, 2011). Do tréninkového procesu ve sportovních hrách by se měly zařazovat herní cvičení, které se co nejvíce podobají svou intenzitou zatížení a charakterem vlastního utkání (Bompa, 1983) a měly by napodobit kondiční, technické a taktické požadavky na hráče, které jsou blízké pro danou sportovní hru (Jones, & Drust, 2007; Hill-Haas, Coutts, Rowsell, & Dawson, 2009). Z tohoto důvodu se v posledních letech zařazují do tréninku ve sportovních hrách SSG. Trenéři v posledních letech upřednostňují používání SSG v tréninku, aby se zvýšil počet kontaktů s míčem, zvýšila se intenzita zatížení hráčů (Dellal et al., 2011a), a aby hráči řešili herní situace, které jsou podobné herním situacím v soutěžních utkáních (Owen, Twist, & Ford, 2004). Jednou z možností modifikací SSG je změna počtu hráčů na hřišti nebo zařazení tzv. klouzavého hráče („floater”), který hraje vždy s útočící stranou tj. s hráči, kteří mají v držení míč (Hill-Haas, Dawson, Coutts, & Rowsell, 2010). V této obměně dochází k herním situacím v početní nerovnováze a je zvýšen tlak na obránce, kterých je méně, a řeší se opět specifické herní situace blízké vlastního utkání (Hill-Haas, et al., 2010). Výzkumy zaměřené na SSG s klouzavým hráčem jsou zatím jen ve fotbale (Hill-Haas, et al., 2010; Halouani, Chtourou, Gabbett, Chaouachi, & Chamari, 2014).

Momentálně se v odborných publikacích vyskytují jen čtyři publikace zaměřené na SSG v házené a jen na mužské probandy (Buchheit, et al. 2009; Corvino, Tessitore, Minganti, & Sibila, 2014; Abade, Abrantes, Ibanez, & Sampaio, 2014; Iacono, Eliakim, & Meckel, 2015), ale zatím žádná neanalyzovala SSG s klouzavým hráčem. Pro rozšíření znalostí a zvýšení efektivity a specifčnosti v tréninkovém procesu v házené je nutné analyzovat tréninkový proces v reálných podmínkách sportovní přípravy. Z tohoto důvodu jsme se rozhodli provést analýzu SSG s klouzavým hráčem u hráček házené. Hlavním cílem studie je analýza vnějšího (překonaná vzdálenost) a vnitřního zatížení (srdeční frekvence) hráček házené v SSG s různým počtem hráček na hřišti a za přítomnosti „klouzavé hráčky”. Dílčím cílem je zjistit jaké jsou rozdíly zatížení hráček mezi jednotlivými SSG s různým počtem hráček na hřišti.

## Metodika

### *Výzkumný soubor*

Výzkumný soubor tvořilo 13 hráček, české i slovenské národnosti. Věkový průměr hráček je  $22,8 \pm 4,5$ . Věkové rozmezí 17 – 30 let. Průměrná výška hráček zkoumaného souboru byl  $170,4 \pm 6,4$  cm,

hmotnost  $67,7 \pm 9,2$  kg, ukazatel BMI  $23,0 \pm 2,2$  (svalová tkáň  $28,2 \pm 3,1$  kg a tuky  $16,2 \pm 6,1$  kg). Somatodiagnostické hodnoty hráček byly zjištěny na InBody 720 před zahájením výzkumu. Hráčky hrají nejvyšší mezinárodní soutěž WHIL (Woman handball international league) v České republice a patří mezi nejlepší pět týmů v České republice. Hráčky hrají házenou v průměru 15 let a mají během jednoho týdne šest tréninků a o víkendu jedno soutěžní utkání. Výzkum byl schválen Etickou komisí FTK UP Olomouc (52/2014).

#### *Popis výzkumu*

Měření tréninků proběhlo ve sportovní hale s polyuretanovým povrchem, pravidelně v pondělí (19.00 – 20.30) šest týdnů po sobě v soutěžní části sezony. Teplota během tréninků byla v hale 21 do 23°C. Velikost házenkářské hřiště byla standardní ( $40 \times 20$  m) s rozlohou 800 m<sup>2</sup>. Trénink vždy začal stejným 15 min rozcvičením (lehký běh, protažení, přihrávky s míčem, rozchytání brankářky). Potom probíhaly průpravné hry – small sided games (SSG) s různým počtem hráčů v posloupnosti 5 proti 5 + klouzavá hráčka, 4 proti 4 + klouzavá hráčka a 3 proti 3 + klouzavá hráčka. Každá průpravná hra trvala 4 minuty s 3 minutovou přestávkou mezi nimi stejně jako ve studiích na basketbal a fotbal (Rampinini et al., 2007; Castagna, Impellizzeri, Rampinini, D'Ottavio, & Manzi, 2008; Coutts, Rampinini, Marcora, Castagna, & Impellizzeri, 2009; Castagna, Impellizzeri, Chaouachi, Abdelkrim, & Manzi, 2011; Dellal et al., 2008). Součástí každého týmu byla vždy jedna brankářka. Hrál se podle pravidel házené a týmy bránili zónovou obranou 0:5, 0:4 resp. 0:3. Jediné dvě výjimky v pravidlech byly, že nedocházelo k vyloučení na 2 minuty (faul na vyloučení byl posuzován jako normální faul) a nestřílely se sedmimetrové hody (posuzováno opět jako běžný faul). Každá hra byla řízena trenérem. Během jedné tréninkové jednotky bylo měřeno pouze šest hráček, které nastoupily ve všech třech formách SSG a jedna „klouzavá“ hráčka. „Klouzavá“ hráčka hrála vždy s družstvem, které mělo v držení míč. Po třech tréninkových jednotkách se tyto hráčky vyměnily za jiných šest sledovaných hráček a vyměněna byla i klouzavá hráčka. Celkem bylo tedy změřeno dvanáct různých hráček a dvě klouzavé hráčky.

Pro zjištění subjektivního vnímání námahy bylo použito Borgovy škály (RPE 6 – 20). Vždy 1 min po ukončeném cvičení (SSG) zaznamenaly hráčky do připravených archů hodnotu od 6 – 20. Každá měla svou propisku. Hráčky při zaznamenání RPE do záznamového archu byly od sebe vzdáleny 2 m.

#### *Srdeční frekvence*

Srdeční frekvence hráčů byla monitorována během tréninku pomocí monitoru srdeční frekvence TEAM Polar2Pro sport testers (Polar Electro, Kempele, Finland). Maximální srdeční frekvence byla zjištěna pomocí terénního kondičního testu "Yo-Yo intermittent level 1 recovery test (YYIRT1) (Bangsbo, Iaia, & Krstrup, 2008), který hráčky běžely na začátku přípravného období jako součást testování kondiční připravenosti hráček před zahájením přípravného období a každá hráčka byla sledována individuálně (Krstrup, et al., 2003). Test YYIRT1 probíhal ve sportovní hale. Hráčky Yo-Yo test znaly, protože během sezony ho absolvují několikrát.

Zóny intenzity zatížení byly rozděleny do intervalů podle McInnese, Carlson, Jones a McKenna (1995):  $< 75 \% SF_{max}$ ,  $75 - 80 \% SF_{max}$ ,  $80 - 85 \% SF_{max}$ ,  $85 - 90 \% SF_{max}$ ,  $90 - 95 \% SF_{max}$ ,  $95 - 100 \% SF_{max}$ . Průměrná srdeční frekvence (SF) byla předena, podle individuální maximální srdeční frekvence ( $SF_{max}$ ), na intenzitu srdeční frekvence ( $\% SF_{max}$ ).

#### *Analýza pohybu hráček*

Ze sledovaných tréninkových jednotek a průpravných cvičení byl pořízen záznam. Záznam byl pořízen dvěma statickými videokamerami Canon HF10 a Panasonic SDR-H80, z nichž každá snímala jednu polovinu hřiště. Jedna kamera byla umístěna kolmo k postranní čáře (620 cm nad zemí, 840 cm vzdálená od čáry) a uprostřed snímání poloviny házenkářského hřiště. Druhá kamera byla umístěna tak, aby stejným způsobem zaznamenala druhou polovinu hřiště. Získané videozáznamy z tréninkových jednotek a z průpravných her byl nahrán do specializovaného softwaru Video Manual Motion Tracker 1.0 (Univerzita Palackého Olomouc, Česká republika), kde byly analyzovány pohyby hráček na hřišti z hlediska překonané vzdálenosti a rychlosti pohybu (Hůlka, Cuberek, & Svoboda, 2014; Hůlka, & Bělka, 2014). Hřiště na házenou mělo standardní rozměry  $40 \times 20$  m a barevně se odlišovalo od dresů probandů. Hřiště bylo barvy zelené a povrch hřiště byl litý polyuretanový (umělý gumový povrch plochy).



Rychlostní kategorie pohybu hráčů jsme rozdělili podle atutorů Castagna, D'Ottavio, Granda Vera, a Barbero Alvarez, (2009) a Bueno et al. (2014) na:

1. Stoj a chůze ( $< 6,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $1,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
2. Poklus, nízká intenzita běhu ( $6,1 - 12,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $1,7 - 3,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
3. Střední intenzita běhu ( $12,1 - 15,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $3,4 - 4,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
4. Vysoká intenzita běhu ( $15,5 - 18,3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $4,4 - 5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),
5. Sprint ( $> 18,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  resp.  $5,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

Z videozáznamů bylo analyzováno počet střel na bránu, počet přihrávek a kolikrát byl hráčkami použit driblink. Jednoúderový nebo víceúderový driblink jednou hráčkou bylo vždy zaznamenáno jako jedno použití driblinku.

#### Statistické zpracování dat

Pro vyhodnocení statistických údajů bylo použito softwaru Statistica (12.0 version, StatSoft, Inc., Tulsa, USA). Z deskriptivní statistiky bylo použito aritmetického průměru a směrodatné odchylky. Pro komparaci dat byla využita jednosměrná ANOVA a Bonferroni post-hoc test. Předpoklady z ANOVA analýzy byly kontrolovány Lillieförým testem normality a Levenovým testem homogenity. Statistická významnost byla určena na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

#### Výsledky

Nejvyšší srdeční frekvenci  $179,2 \pm 9,7$  resp.  $178,6 \pm 9,1$  tepů  $\cdot \text{min}^{-1}$  měly hráčky v průpravné hře s klouzavou hráčkou 3 proti 3 resp. 4 proti 4 (tabulka 1). Mezi srdečními frekvencemi nenastal statisticky významný rozdíl ( $p > 0,05$ ). Významný rozdíl nenastal ani u srdeční frekvence v průpravné hře s klouzavou hráčkou 5 proti 5 a ostatními průpravnými hrami s klouzavou hráčkou 3 proti 3 resp. 4 proti 4 ( $p > 0,05$ ). Jinak tomu bylo i u RPE, kdy nejnižší odhad subjektivního vnímání zatížení byl u průpravné hry s klouzavým hráčem 5 proti 5 a v porovnání s ostatními průpravnými hrami s klouzavou hráčkou 3 proti 3 resp. 4 proti 4 byl rozdíl statisticky nevýznamný ( $p = 0,04$  resp.  $p = 0,03$ ).

Tabulka 1./ Table 1.

*Vnitřní zatížení hráček během SSG s klouzavou hráčkou./ Internal load of the female players during SSG with floater player.*

| Typ „SSG“ | RPE         | Průměrná srdeční frekvence (tepů/ min <sup>-1</sup> ) | Průměrná intenzita srd. frekvence (%SF <sub>max</sub> ) | Zóny intenzity zatížení                      |                                            |                                            |                                            |                                            |                                            |
|-----------|-------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|           |             |                                                       |                                                         | $\leq 75 \%$ SF <sub>max</sub> (%hrací doby) | 75 – 79 % SF <sub>max</sub> (% hrací doby) | 80 – 84 % SF <sub>max</sub> (% hrací doby) | 85 – 89 % SF <sub>max</sub> (% hrací doby) | 90 – 94 % SF <sub>max</sub> (% hrací doby) | 95 – 100 % SF <sub>max</sub> (%hrací doby) |
| 5:5+1     | 14,9 ± 1,6  | 173,2 ± 9,5                                           | 87,2 ± 4,3                                              | 2                                            | 13                                         | 15                                         | 26                                         | 24                                         | 20                                         |
| 4:4+1     | 16,1 ± 1,8* | 178,6 ± 9,1                                           | 90,1 ± 4,5                                              | 1                                            | 11                                         | 14                                         | 22                                         | 25                                         | 27                                         |
| 3:3+1     | 16,5 ± 1,7* | 179,2 ± 9,7                                           | 90,3 ± 4,9                                              | 1                                            | 12                                         | 11                                         | 24                                         | 23                                         | 29                                         |

*Vysvětlivky.* \*  $p < 0,05$  v porovnání s 5:5+1; RPE – subjektivní hodnocení únavy.

Největší vzdálenost překonaly hráčky ve hře 3 proti 3 a 4 proti 4 ( $499,7 \pm 39,7$  resp.  $503,3 \pm 37,8 \text{ m}$ ) (tabulka 2). Rozdíl mezi jednotlivými průpravnými hrami nebyl statisticky významný. Jediný významný rozdíl v překonané vzdálenosti nastal v rychlostní kategorii poklus mezi průpravnou hrou s klouzavou hráčkou 3 proti 3 ( $210,2 \pm 38,6 \text{ m}$ ) a 5 proti 5 ( $168,6 \pm 34,6 \text{ m}$ ) ( $p = 0,02$ ). Z tabulky 3 je zřejmé, že při snížení počtu hráček na hřišti během průpravných her s klouzavou hráčkou dochází ke snížení počtu přihrávek a dochází ke zvýšení použití driblinku a počtu střel.

Tabulka 4 specifikuje vnější a vnitřní zatížení klouzavé hráčky, která se snižujícím se počtem hráček na hřišti byla méně zatížena. V porovnání s hráčkami se srdeční frekvence se snížením hráček na hřišti u klouzavé hráčky snižovala ( $158,9$ ,  $158,2$  a  $155,8$  tepů  $\cdot \text{min}^{-1}$ ) a stejný jev se objevil i u překonané vzdálenosti ( $461,1$ ,  $454,2$  a  $432,0 \text{ m}$ ). U hráček byly výsledky opačné.

Tabulka 2./ Table 2.

*Překonaná vzdálenost hráček v jednotlivých SSG s klouzavou hráčkou./ Covered distance of female players in SSG with floater player.*

| Typ „SSG” | Překonaná vzdálenost (m) | Překonaná vzdálenost $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ | Chůze a stání    | Poklus            | Rychlostní kategorie   |                       |                 |
|-----------|--------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
|           |                          |                                                       |                  |                   | Střední intenzita běhu | Vysoká intenzita běhu | Sprint          |
| 5:5+1     | 475,3 $\pm$ 55,3         | 118,8 $\pm$ 13,3                                      | 146,6 $\pm$ 26,9 | 168,6 $\pm$ 34,6  | 104,1 $\pm$ 36,3       | 44,3 $\pm$ 19,5       | 20,8 $\pm$ 17,2 |
| 4:4+1     | 499,7 $\pm$ 39,7         | 124,9 $\pm$ 9,9                                       | 133,0 $\pm$ 23,8 | 188,8 $\pm$ 39,1  | 109,9 $\pm$ 26,5       | 54,4 $\pm$ 30,9       | 20,4 $\pm$ 13,8 |
| 3:3+1     | 503,3 $\pm$ 37,8         | 125,8 $\pm$ 9,5                                       | 125,2 $\pm$ 25,8 | 210,2 $\pm$ 38,6* | 1 $\pm$ 24,9           | 43,4 $\pm$ 21,2       | 15,3 $\pm$ 10,6 |

*Vysvětlivky.* \*  $p < 0,05$  v porovnání s 5:5+1.

Tabulka 3./ Table 3.

*Specifické herní činnosti v SSG./ Specific playing skills in the SSG.*

| Typ „SSG” | Přihrávky    | Počet střel  | Použití driblinku |
|-----------|--------------|--------------|-------------------|
| 5:5+1     | 84 $\pm$ 1,6 | 15 $\pm$ 0,2 | 9 $\pm$ 0,1       |
| 4:4+1     | 76 $\pm$ 5,7 | 20 $\pm$ 1,3 | 17,5 $\pm$ 1,2    |
| 3:3+1     | 68 $\pm$ 0,8 | 21 $\pm$ 0,1 | 15,5 $\pm$ 2,9    |

Tabulka 4./ Table 4.

*Vnitřní a vnější zatížení klouzavé hráčky během SSG./ Internal and external load of the floater player during SSG.*

| Typ „SSG” | RPE | Průměrná srdeční frekv. ( $\text{tepů} \cdot \text{min}^{-1}$ ) | Průměrná intenzita srdeční frekv. (% $\text{SF}_{\text{max}}$ ) | Překonaná vzdálenost (m) | Překonaná vzdálenost ( $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ) |
|-----------|-----|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 5:5+1     | 12  | 158,9                                                           | 88,3                                                            | 461,1                    | 115                                                       |
| 4:4+1     | 12  | 158,2                                                           | 87,9                                                            | 454,2                    | 113,5                                                     |
| 3:3+1     | 10  | 155,8                                                           | 86,6                                                            | 432,0                    | 108                                                       |

## Diskuse

Výsledky hráček v SSG s klouzavou hráčkou je třeba interpretovat s opatrností, vzhledem k nízkému velikost výzkumného vzorku. Na druhou stranu je výzkumný vzorek podle našeho názoru velmi reprezentativní pro danou věkovou a výkonnostní skupinu, kdy se jedná o hráčky z nejvyšší soutěže se zkušenostmi z reprezentačních výběrů. V tréninkovém procesu je třeba reagovat na aktuální požadavky utkání a trénink přizpůsobit těmto požadavkům. Z několika výzkumů z utkání házené žen vyplývá, že hráčky házené během utkání překonají 4 693  $\pm$  333 – 6 796,6  $\pm$  391 m z čehož plyne, že během minuty překonají hráčky vzdálenost 78,2  $\pm$  5,5 – 113,3  $\pm$  8,6  $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$  (Bělka et al. 2016; Manchado et al. 2013, Michalsik, Madsen & Aagaard, 2014). Tato překonaná vzdálenost je různá u jednotlivých herních postů, kdy překonají křídla 4 086  $\pm$  523 – 6 915,3  $\pm$  362,6 pivoti 4 067  $\pm$  485 – 6 337,1  $\pm$  477,3 spojky 3 867  $\pm$  386 – 7 138,3  $\pm$  334,4 (Bělka et al. 2016; Michalsik et al., 2014). V našich modifikovaných hrách hráčky překonaly vzdálenost od 118,8 – 125,8  $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ , která se blíží nebo je dokonce vyšší než v utkání. Mezi jednotlivými SSG s klouzavým hráčem nebyl statisticky významný rozdíl pouze mezi modifikovanými hrami 4:4+1 a 3:3+1 v překonané vzdálenosti. Významný rozdíl nastal především mezi 5:5+1 a dalšími hrami 4:4+1 resp. 3:3+1.

Překonaná vzdálenost se snížením hráček na hřišti zvyšuje, ale důležité je zjištění, že není již statisticky významný rozdíl v překonané vzdálenosti v modifikovaných hrách 4:4+1 a 3:3+1, protože v tréninkovém procesu je vhodnější využít větší počet hráček, kdy hráčky řeší složitější herní situace a intenzita zatížení je vyšší.

Z hlediska intenzity rychlosti pohybu se opět v průpravných hrách blížily hráčky k hodnotám z utkání, kde hráčky 30,8  $\pm$  5,9 – 52,6 % překonané vzdálenosti stojí nebo chodí, 27,8 % jsou v poklusu, 12,4 % běží střední intenzitou běhu, 2,3 % běží vysokou intenzitou běhu a 0,2 – 10,5  $\pm$  4,1 % sprintují

(Manchado et al. 2013; Michalsik et al., 2014). Sprint v utkání není jen při rychlém útoku, ale při mnoha dalších krátkých zrychleních během utkání. Průměrná doba a délka takového sprintu je 0,9 resp. 6 m (Michalsik et al., 2014). Podle Michalsika et al. (2014) jsou jen zřídka hráčky u rychlého útoku, který trvá 4 – 5 s a je do 30 m, po celou dobu trvání ve sprintu. V házené u žen jsou pro sprint typické činnosti jako rychlé změny směru, akcelerace a přímý běh, které mají délku do 15 m (Michalsik, Madsen & Aagaard, 2014). Všechny zmíněné informace jsou, ale závislé na charakteru utkání, taktice, pohlaví, výkonnostní úrovni atd. V tréninku by se měla především objevovat cvičení zaměřená na rozvoj reakční a akcelerační rychlosti spojené s rozvojem síly (Michalsik et al., 2014), ale i cvičení na rychlé zpomalení pohybu případně zastavení.

Použití průpravných her s různým počtem hráčů v tréninku umožňuje simulaci pohybových činností, které musejí hráči vykonávat pod tlakem a únavou jako v utkání (Gabbett, 2002 a 2006).

V utkání házené se hráči běžně dostávají do situací, kdy dochází k početní nerovnováze ve vztahu ke svým protihráčům. Jsou to především situace při rychlém útoku, při vyloučení a při přecházení v postupném útoku. Z tohoto důvodu je důležité, aby se v tréninku tyto situace vyskytovaly a aby z hlediska vnějšího a vnitřního zatížení hráčů, byly co nejvíce podobné hodnotám v utkání. Jako vhodná forma se jeví využít neutrálního hráče tzv. klouzavého hráče při modifikovaných hrách jako je tomu např. ve fotbale. Tento klouzavý hráč hraje vždy s týmem, který má v držení míč a tím dočasně vytvoří "větší tlak na obranu" anebo „naopak zjednoduší útočné situace". Tento typ SSG se obvykle používá k rozvoji obranných nebo útočících dovedností hráčů a pro zvýšení fyzického zatížení hráčů a „klouzavého" hráče (Hill-Haas, et al. 2011).

Při snížení počtu hráček na hřišti během průpravných her s klouzavou hráčkou dochází ke snížení počtu přihrávek a dochází ke zvýšení použití driblinku a počtu střel. Hlavním důvodem bylo, že hráčky využívaly častěji při řešení herních situací driblink, protože se zvětšil volný prostor mezi hráčkami v obraně. Hráčky se tak mohly lépe přemístit driblinkem především do výhodnější střelecké pozice. I z tohoto důvodu hráčky častěji zakončovaly své útoky.

U klouzavé hráčky se snižujícím se počtem hráček na hřišti snížilo vnější i vnitřní zatížení. Bylo to především z důvodu, že se snížením počtu hráčů se zvýšil počet rychlých útoků, na úkor postupného útoku, z první vlny a po rozehrání gólu, do kterých se klouzavá hráčka zapojovala spíše jako přihrávající hráčka, která se až tolik svým pohybem nezapojovala do první a druhé vlny rychlého útoku.

Přítomnost klouzavého hráče může být stimulem pro hráče v obraně, kdy se snaží získat míč, aby mohly co nejrychleji získat početní převahu nad druhým týmem, oproti tomu je ve výhodě tým, který je v početní převaze a měl by mít ulehčenou situaci v řešení útočných kombinací a obránci by měly vyvinout větší úsilí v obranných situacích (Hill-Haas, et al. 2010).

Průpravné hry s klouzavým hráčem mohou být vhodným prostředkem pro udržení nebo zvýšení anaerobní vytrvalosti hráčů házené stejně jako u podobných výzkumů ve fotbale (Castellano, Silva, Usabiaga, & Barreira, 2016; Ferrari-Bravo, et al. 2008; Los Arcos, et al. 2015, Helgerud, Engen, Wisloff, & Hoff, 2001; Ingebrigtsen, Shalfawi, Tønnessen, Krustup, & Holtermann, 2013).

Pro každého trenéra by mělo být důležité získat zpětnou vazbu o subjektivním vnímání hráčského úsilí během tréninkového procesu. Hodnocení vnímané námahy se zdá být vhodným ukazatelem velikosti intenzity pohybové aktivity ve srovnání se srdeční frekvencí a koncentrací laktátu v průpravných hrách (Coutts et al., 2009). Ve studiích na basketbal a fotbal bylo zjištěno, že méně hráčů na hřišti zvýší při hodnocení hráčů velikost vnímání zatížení (RPE) (Abade et al., 2014; Aroso et al., 2004; Hill-Haas et al., 2009; Impellizzeri et al., 2006; Klusemann et al. 2012; Rampinini et al., 2007) stejně jako v našem šetření.

Výsledky potvrdily stejné zjištění jako u jiných výzkumů na průpravné hry ve fotbale (Casamichana & Castellano, 2010; Rampinini et al., 2007) a také z házené (Corvino, et al., 2014), že se zvýšením srdeční frekvence dochází ke zvýšení RPE. Monitorování a vnímání velikosti tělesného zatížení v tréninkovém procesu je jednou z důležitých složek ve sportovní přípravě sportovců. Vnímání zátěže je ovlivněno fyziologickými, psychologickými (například hypnotická sugesce, očekávaná doba zátěže, očekávaná úroveň výkonnosti, sociální vliv dalších osob, motivaci, emoční stav, styl modulace intenzity stimulu, kognitivní styl) a dalšími faktory (prostředí, pohlaví a věk, kouření a medikace) (Borg, 1998; Eston & Connolly, 1996; Haskvitz et al., 1992; Noble, & Robertson, 1996; Sidney, et al., 1993; Navlas, & Marisi, 1996; Watt, & Grove, 1993). Mezi další faktory patří signály z pracujících svalů a kloubů, krevní laktát, srdeční frekvence, ventilace, spotřeba kyslíku, hormonální sekrece, cvičením vzniklá bo-

lest atd. (Watt et al., 1993, Mocková, 2000). Psychologické faktory se podílejí na vnímání námahy asi 33 %, převážně u nízké a střední intenzity (Morgan, 1973; Noble, & Robertson, 1996). U vysoké intenzity převažují fyziologické podněty, kde jsou silnějším signálem fyziologické vjemy (Morgan, 1973; Noble, & Robertson, 1996). Zde můžeme jmenovat například hypnotickou sugesci, očekávanou dobu zátěže, očekávanou úroveň výkonnosti, sociální vliv dalších osob, motivaci, emoční stav, styl modulační intenzity stimulu, kognitivní styl a další faktory (Borg, 1998; Noble, & Robertson, 1996). Dalšími faktory ovlivňujícími vnímání zátěže jsou prostředí, pohlaví, věk, kouření a medikace (Watt et al. 1993, Mocková, 2000). Již v roce 1985 Carton a Rhodes označovali anaerobní práh (ANP) za určitou hranici vnímání zátěže. Za primární stimul vnímání intenzity zátěže během nízké úrovně intenzity považovali fyziologickou perцепci ze svalů. Tvrdili, že pokud intenzita překročí hranici ANP, zvýšená hladina laktátu působí společně s podněty z neuromuskulárního aparátu. Při dosažení anaerobního prahu (ANP) k vnímání námahy přispívají i centrální podněty (srdeční frekvence, VO<sub>2</sub>) (Carton & Rhodes, 1985). Periferní podněty (krevní laktát, koncentrace adenosin-trifosfátu, kreatin-fosfokinázy, glykogenu) ve většině případů převažují, ale i vysloveně centrální podněty mohou ovlivnit vnímání námahy. Carton a Rhodes (1985) zvažovali také možnost ovlivnění vnímání námahy tréninkem, což prokázali u vyšších intenzit zátěže.

## Závěr

Hlavním zjištěním studie je, že průpravné hry s klouzavým hráčem na hřišti v tréninku házené žen svým charakterem (srdeční frekvence, překonaná vzdálenost, řešení herních kombinací) korespondují nebo jsou dokonce vyšší než v utkání. Průpravné hry 3 proti 3 s klouzavou hráčkou jsou spíše na rozvoj rychlého útoku a s tím spojený rozvoj anaerobní vytrvalosti. V průpravných hrách 4 proti 4 s klouzavou hráčkou se hráčky již více dostanou do situací v postupném útoku než ve hře 3 proti 3 a řeší mnohem složitější situace. Z kondičního hlediska bylo vnitřní i vnější zatížení hráček na vysoké úrovni, které mělo vyšší parametry než v utkání. V průpravných hrách 5 proti 5 s klouzavou hráčkou řešily hráčky mnohem složitější herní situace (v porovnání se zmíněnými průpravnými hrami s klouzavou hráčkou 3 proti 3 a 4 proti 4), které korespondovaly se podobnými herními situacemi jako v utkání při hře v nerovnoměrném počtu hráčů na hřišti. Z výsledků nám vyplynulo, že průpravné hry 3 proti 3 s klouzavou hráčkou jsou vhodné využívat v tréninku k rozvoji kondičních parametrů, střelby, driblíngu a rychlého útoku. Oproti tomu nám výsledky ukázaly, že v průpravných hrách 5 proti 5 s klouzavou hráčkou hráčky spíše řeší výhodu nerovnoměrného počtu hráček v postupném útoku a využívají při nich více přihrávek. I přesto ve všech sledovaných průpravných hrách je vnější a vnitřní zatížení na velmi vysoké úrovni a svými parametry splňují požadavky na vysoko intervalový intenzivní trénink (High interval intenzity training - HIIT) v házené.

## Literatura

- Abade, E., Abrantes, C., Ibáñez, S., & Sampaio, J. (2014). Acute effects of strength training in the physiological and perceptual response in handball small-sided games. *Science and sports*, 29(5), 83-89.
- Aroso, J., Rebelo, A. N., & Gomes-Pereira, J. (2004). Physiological impact of selected game-related exercises. *Journal of Sports Sciences*, 22, 522-531.
- Bělka, J., Hůlka, J., Weisser R., Šafář, M., & Samcová, A. (2014). Analyses of time-motion and heart rate in elite female players (U 19) during competitive handball matches. *Kinesiology*, 46(1), 33-43.
- Bělka, J., Hůlka, K., Šafář, M., & Weisser, R. (2016). External and internal load of playing positions of elite female handball players (U19) during competitive matches. *Acta Gymnica*, 46(1), 12-20.
- Bompa, T. (1983). *Theory and methodology of training*. Dubusque, Iowa: Kendall/Hunt.
- Borg, G. (1998). *Borg's Perceived exertion and pain scales*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Buchheit, M., Laursen, P. B., Kuhnle, J., Ruch, D., Renaud, C., & Ahmaidi, S. (2009). Game-based training in young elite handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 30(4), 250-258.
- Carton, R. L., & Rhodes, E. C. (1985). A critical review of the literature on ratings scales for perceived exertion. *Sports Medicine*, 2, 198-222.
- Casamichana, D., & Castellano, J. (2010). Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1615-1623. doi: 10.1080/02640414.2010.521168.

- Castellano, J., Silva, P., Usabiaga, O., & Barreira, D. (2016). The Influence of Scoring Targets and Outer-Floaters on Attacking and Defending Team Dispersion, Shape and Creation of Space During Small-Sided Soccer Games. *Journal of Human Kinetics*, 51, 153-163.
- Corvino, M., Tessitore, A., Minganti, C., & Sibila, M. (2014). Effect of Court Dimensions on Players' External and Internal Load during Small-Sided Handball Games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 297-303.
- Coutts, A., J., Rampinini, E., Marcora, S. M., Castagna, C., & Impellizzeri, F. M. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 79-84.
- Dellal A, Lago-Penas C, Wong D. P., & Chamari K. (2011). Effect of the number of ball touch within bouts of 4 vs. 4 small-sided soccer games. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 6(2), 78-89.
- Eston, R., & Connolly, D. (1996). The use of Ratings of Perceived Exertion for exercise prescription in Patients Re-ceiving beta-blocker therapy. *Sports Medicine*, 21, 176-90.
- Ferrari-Bravo D., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International Journal of Sports Medicine*, 29, 668-674.
- Gabbett, T. J. (2002). Training injuries in rugby league: an evaluation of skill-based conditioning games. *Journal of Strength Condition Research*, 16, 236-241.
- Gabbett, T. J. (2006). Skill-based conditioning games as an alternative to traditional conditioning for rugby league players. *Journal of Strength Condition Research*, 20, 309-314.
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J., Gonzalez-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine Science Sports and Exercise*, 38, 357-366.
- Halouani, J., Chtourou, H., Gabbett, T., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2014) Small-sided games in team sports training: A brief review. *Journal of Strength Conditioning Research*, 28(12), 3594-3618.
- Haskvitz E., et al. (1992). The effect of training intensity on Ratings of Perceived Exertion. *Journal of Sports Medicine*, 13, 377-83.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1925-1931.
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football: A systematic review. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220.
- Hill-Haas, S., Coutts, A., Rowsell, G., & Dawson, B. (2009). Generic versus small-sided game training in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30, 636-642.
- Hill-Haas, S., Dawson, B., Coutts, A., & Rowsell, G. (2009). Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sports Sciences*, 27, 1-8.
- Hill-Haas, S., V., Coutts, A., J., Dawson, B., T., & Rowsell, G., J. (2010). Time-motion characteristics and physiological responses of small-sided games in elite youth players: The influence of player number and rule changes. *Journal of Strength Conditioning and Research*, 24, 2149-2156.
- Hůlka, K., & Bělka, J. (2014). Ověření reliability měření překonané vzdálenosti hráčů během utkání v házené pomocí systému Video Manual Motion Tracker 1.0 (VMMT 1.0), *Česká kinantropologie*, 18(2), 58-65.
- Hůlka, K., Cuberek, R., & Svoboda, Z. (2014). Time-motion analysis of basketball players: a reliability assessment of Video Manual Motion Tracker 1.0 software. *Journal of Sports Sciences*, 32(1), 53-59.
- Iacono A.D., Eliakim, A., & Meckel, Y. (2015). Improving fitness of elite handball players: small-sided games vs. high-intensity intermittent training. *Journal of Strength Condition Research*, 29(3), 835-843.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27, 483-492.
- Ingebrigtsen, J., Shalfawi, S. A., Tønnessen, E., Krstrup, P., & Holtermann, A. (2013). Performance effects of 6 weeks of aerobic production training in junior elite soccer players. *Journal of Strength Condition Research*, 27, 1861-1867.



- Jones, S., & Drust, B. (2007). Physiological and Technical Demands of 4 vs. 4 and 8 vs. 8 games in elite youth soccer players. *Kinesiology*, 39(2), 150-156.
- Klusemann, M. J., Pyne, D. B., Foster, C., & Drinkwater, E. J. (2012). Optimising technical skills and physical loading in small-sided basketball games. *Journal of Sports Sciences*, 30(14), 1463-1471.
- Lidor, R., Falk, B., Arnon, M., Cohen, Y., Segal, G., & Land, Y. (2005). Measurement of talent in team handball: the questionable use of motor and physical tests. *Journal of Strength Condition Research*, 19, 318-325.
- Los Arcos A., et al. (2015). Effects of Small- Sided Games vs. Interval Training in Aerobic Fitness and Physical Enjoyment in Young Elite Soccer Players. *PLoS ONE* 10(9), 1-10.
- Manchado, C., Perš, J., Navarro, F., Han, A., Sung, E., & Platen, P. (2013). Time-motion analysis in women's team handball: importance of aerobic performance. *Journal of human sport & exercise*, 8(2), 376-390.
- Michalsik L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2015). Physiological capacity and physical testing in male elite team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(5), 415-29.
- Michalsik, L. B., & Aagaard, P. (2015). Physical demands in elite team handball: comparisons between male and female players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(9), 878-91.
- Michalsik, L. B., Aagaard, P., & Madsen, K. (2013). Locomotion Characteristics and Match-Induced Impairments in Physical Performance in Male Elite Team Handball Players. *International Journal of Sports Medicine*, 34(7), 590-599.
- Michalsik, L. B., Aagaard, P., & Madsen, K. (2012). Physical demands in elite team handball: comparisons between male and female players. In *17th Annual ECSS-Congress*. Bruges.
- Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2014). Match performance and physiological capacity of female elite team handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 35(7), 595-607.
- Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2015). Technical match characteristics and influence of body anthropometry on playing performance in male elite team handball. *Journal of Strength Conditioning Research*, 29(2), 416-28.
- Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2014). Match Performance and Physiological Capacity of Female Elite Team Handball Players, *International Journal of Sports Medicine*, 35(7), 595-607.
- Mocková, K., Radvanský, J., & Matouš, M. (2000). Vztah odhadnuté intenzity zatěže (RPE-Rating of Perceived Exertion) k tepové frekvenci, spotřebě kyslíku a zátěži o pacientů léčených beta-blokátory sympatiku. *Med. Sport Boh. Slov.* 9, 58-67.
- Morgan, W. P. (1973). Psychological factors influencing perceived exertion. *Medicine of Science Sports*, 5, 97-103.
- Morgan, W. P. (1993). Psychological components of effort sense. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 26, 1071-1077.
- Navlas, A. K., & Marisi, D. Q. (1996). Perceived exertion during physical exercise among individuals high and low fit- ness. *Percept Motor Skills*, 82, 419-424.
- Noble, B. J., & Robertson, R. J. (1996). *Perceived exertion*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Owen, A., Twist, C., & Ford, F. (2004). Small-sided games: The physiological and technical effect of altering pitch size and player numbers. *Insight*, 7, 50-59.
- Povoas, S. C., Seabra, A. F., Ascensão, A. A., Magalhães, J., Soares, J. M., & Rebelo, A. N. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *Journal of Strength Condition Research*, 26, 3365-3375.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal Sports Science*, 25, 659-666.
- Rannou, F., Prioux, J., Zouhal, H., Gratas-Delamarche, A., & Delamarche, P. (2001). Physiological profile of handball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 349-353.
- Sidney, S. et al. (1993). Cigarette smoking and submaximal exercise test duration in bira- cial population of young adults: the CARD IA study. *Medicine Science of Sports Exercise*, 25, 911-916.
- Souhail, H., Castagna, C., Mohamed, H. Y., Younes, H., & Chamari, K. (2010). Direct validity of the yo-yo intermittent recovery test in young team handball players. *Journal of Strength Condition Research*, 24, 465-470.



Watt, B., & Grove, R. (1993). Perceived exertion. Antecedents and Applications. *Sports Medicine*, 15, 225-41.

**Mgr. Jan Bělka, Ph.D.**  
**FTK UP Olomouc**  
**Hynaisova 9**  
**Olomouc 77900**  
**jan.belka@upol.cz**

## FINANČNÍ NÁROČNOST SPORTU VE SPORTOVNÍCH KLUBECH – RADOTÍN A ZBRASLAV

## FINANCIAL DEMANDS OF SPORTS IN SPORT CLUBS - RADOTÍN AND ZBRASLAV

L. Flemr & L. Vodičková

Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, katedra pedagogiky, psychologie, a didaktiky  
TV a sportu

---

### ABSTRACT

The aim of this paper is to map the financial demands of sport in sports clubs from the suburbs of the capital city of Prague - Radotín and Zbraslav. The subjects of this research were children, youth (under 18 years of age) and adults. The study was undertaken with the help of the department of the local municipality council, the websites of the sports clubs and primarily through semi-structured interviews with sports clubs leaders. Tennis (Radotín) and ice-hockey (Zbraslav) were found to be the most financially demanding sports. Direct costs are between 18-20 thousand CZK per year. On the other hand among low cost sports were identified pétanque and volleyball in Radotín, and fishing (both localities). The average costs per month for sport for children and youth in sports clubs (excluding tennis and ice-hockey) are 466 CZK (Radotín) and 533 CZK (Zbraslav). Paradoxically sport activity for adults in sports clubs are cheaper than children and youth: 466 CZK in Radotín and 533 CZK in Zbraslav (also excluding tennis and ice-hockey). It follows from the survey that the sport associations based in Radotín do, indeed, function better than those situated in Zbraslav. This is especially true with regards to their price policy. They offer more expensive sports, which has a tendency to raise ambitions. In these sports clubs members must pay more money not only for regular training, but also for additional preparation, training camps and entrance fees to various events and so on.

**Keywords:** sport associations; structured interview; descriptive analysis; comparison

### SOUHRN

Cílem příspěvku je zmapování finanční náročnosti sportování ve sportovních klubech v okrajových částech hl. města Prahy – Radotíně a Zbraslavi, jak u dětí a mládeže (v tomto případě do 18 let), tak i dospělých. Výzkum byl realizován prostřednictvím příslušných odborů městských částí, webových prezentací klubů a zejména polostrukturovaných rozhovorů s předními představiteli klubů. Mezi nejvíce finančně náročné sporty v daných lokalitách se řadí tenis v Radotíně a lední hokej ve Zbraslavi. Přímé náklady sportovců jen v klubu se pohybují mezi 18 – 20 tis. za rok. Naopak mezi nejméně zpoplatněné sporty patří – pétanque a volejbal v Radotíně a rybářství (obě lokality). Průměrné měsíční náklady na sportování dětí a mládeže ve sportovním klubu (bez tenisu a ledního hokeje) se vyšplhají na 466 Kč (Radotín) a 533 Kč (Zbraslav). Paradoxně sportování dospělých je levnější – 393 Kč v případě Radotína a 367 Kč v případě Zbraslavi (též bez tenisu a ledního hokeje). Z realizovaného výzkumu se zdá, že radotínské sportovní spolky fungují lépe než spolky zbraslavské, nejen z hlediska cenové politiky. V daných lokalitách jsou zpravidla dražší ty sporty, ve kterých je kladen důraz na závodní činnost. V těchto klubech musí členové vynakládat více finančních prostředků nejen na pravidelné tréninky, doplňkovou přípravu, přítomnost na přípravných kempech či placení poplatků na celostátních soutěžích.

**Klíčová slova:** sportovní spolky, strukturované interview, popisná analýza, komparace

---

## Úvod

Finanční stránka sportu je jednou z nejdůležitějších otázek domácností, které přihlašují své děti do sportovních klubů. Finance jsou zpravidla prvním bodem, na který se lidé zaměřují, pokud si chtějí vybrat sport, kterému se budou věnovat. Na tuto problematiku upozorňuje např. Olejníček (2011), který uvádí, že lední hokej by děti rády provozovaly, ale finanční nedostupnost jim to ze strany rodičů nedovoluje. V širším kontextu – o ekonomických aspektech aktivního životního stylu pojednává např. Hejtman (2013).

Největší část finančních prostředků do sportovních klubů (SK) plyne z domácností (42 %), kam můžeme zařadit příspěvky – členské, oddílové, příp. mimořádné, zápisné, dále dopravu, soustředění, materiální zabezpečení apod. a rozpočtu krajů a obcí (17 %). Naopak nejnižší část finančních zdrojů do SK plyne z loterijních společností (1 %) a státního rozpočtu (2 %; KPMG 2012).

Výdaje rodin za mimoškolní aktivity svých dětí řešil průzkum mezi 325 rodinami, který realizoval Sociologický ústav AV ČR. Z tohoto výzkumu vyplynulo, že na sportovní aktivity a oddíly platí rodiče vysokoškoláci za své děti 290 Kč měsíčně. Naproti tomu rodiče ze základním vzděláním pouze 150 Kč měsíčně. Celkově za kroužky (i nesportovní) vydávali rodiče měsíčně přes 600 Kč (Špaček et al., 2010). Celkem 60 % Čechů za sportovní aktivity svého dítěte měsíčně platí do 500 Kč za měsíc. Pro 84 % rodičů je nepřekročitelnou hranicí 1 000 Kč za měsíc. Nejvyšší výdaje jsou platby za zimní sporty (Pospíšil, 2012). Zde autor také potvrzuje tu skutečnost, že čím vyšší příjem, vyšší dosažené vzdělání a sportovní zkušenost rodičů znamená i větší sportovní aktivitu potomků. I z tohoto důvodu by bylo dobré, kdyby dětský a mládežnický sport byl, co možná nejprístupnější všem.

Skala (2012) uvádí průměrné roční náklady na sport jednoho dítěte na hodnotě 13 303 Kč, přičemž největší podíl na výsledné částce mají náklady na sportovní vybavení s 31 %, což představuje 4 167 Kč v průměru.

Olejníček (2011) v brněnských podmínkách uvádí tyto finanční náklady na sportování dětí. U ledního hokeje se příspěvky pohybují okolo 2 000 Kč za měsíc. Zde autor upozorňuje na to, že je velký rozdíl, zda je to bez výstroje (dále zpravidla brusle i hokejových holí) či je možné vybavení si od klubu třeba zapůjčit. U fotbalu uvádí ca 300 Kč za měsíční příspěvky, ale s dovětkem, že je to hodně individuální. V tomto kontextu Lebeda (2015) upozorňuje na příkladu stolního tenisu, že se zpravidla se zvyšující sportovní úroveň také zvyšují finanční nároky (častější tréninky atd.). U plavání uvádí Olejníček (2011) až 1 000 Kč měsíčně, přičemž příspěvky uvádí 1 500 – 2 000 Kč za půl roku; u synchronizovaného plavání v Kometě Brno uvádí měsíční náklady mezi 900 – 1 000 Kč. Měsíční příspěvky jsou u florbalu 600 Kč, juda 400 – 500 Kč, atletiky 200 Kč. U gymnastiky autor uvádí příspěvek ve výši 1 000 Kč za rok, u in-line bruslení 4 700 Kč za rok, ale včetně vybavení a u volejbalu 1 900 – 2 500 Kč za pololetí bez vybavení. U tenisu a sjezdového lyžování hodně záleží na provozované úrovni, ale obecně sezóna začíná na ca 25 000 Kč až klidně po 100 000 Kč.

Zvláště u některých sportů jsou měsíční klubové příspěvky zkreslující, jelikož finančně podstatná položka je materiální vybavení na daný sport (např. bicykl) a taktéž vysoké průběžné výdaje na „spotřební materiál“ či oblečení (např. taneční úbory na závody apod.).

Článek je zaměřen na sport v organizované formě, nicméně i neorganizovaná forma sportování u dětí a mládeže může být finančně nákladná, jelikož děti preferují uměle vytvořená sportoviště indoor charakteru. V porovnání s dospělými, kterým zpravidla stačí příroda (např. Flemr, 2010).

## Metodika

Studie byla realizována v záměrně vybraných lokalitách – Radotín a Zbraslav. Předmětem zkoumání byly spolky zaměřené na sport – „SK“ (sportovní klub). Tímto se naším předmětem zájmu staly tyto subjekty: sportovní kluby sdružující sportovní oddíly; samostatné sportovní kluby; místní organizace zaměřené na sport; skautská střediska.

Pro výběr výzkumného souboru jsme si stanovili techniku vhodného úsudku, při které, podle Kozla et al. (2011), vybíráme respondenty, u kterých máme větší šanci na získání správných údajů. Usoudili jsme, že nejvíce věrohodných informací o SK získáme od hlavních funkcionářů SK. V Tabulka 1 je znázorněn seznam SK zařazených do výzkumu.

Tabulka 1./ Table 1.

*Sportovní kluby zařazené do výzkumu./ Sport clubs involved in the survey.*

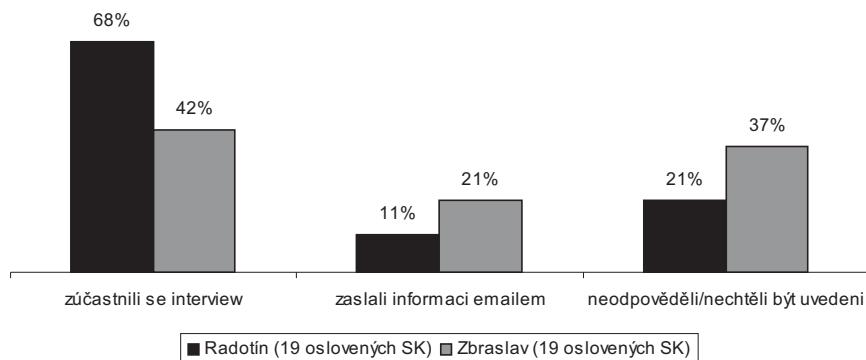
| RADOTÍN                           | ZBRASLAV                                |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|
| Radotín SK oddíl softballu        | LTC Judo Zbraslav                       |
| Radotín SK oddíl basketbalu       | GYM CLUB REDA                           |
| Radotín SK oddíl pétanque         | SK Sport Zbraslav                       |
| Junák – Svaz skautů a skautek ČR, | HC Slavoj Zbraslav                      |
| Středisko 5. květen Radotín       | Skautské středisko Uragan               |
| Radotín SK oddíl volejbalu        | TJ Sokol Zbraslav oddíl lakrosu         |
| SC Radotín oddíl fotbalu          | TJ Sokol Zbraslav oddíl tancování KAT   |
| SC Radotín oddíl kuželek          | TJ Sokol Zbraslav oddíl mažoretek       |
| SC Radotín oddíl atletiky         | Centrum Třešňovka oddíl badmintonu      |
| TJ Sokol Radotín oddíl lakrosu    | Centrum Třešňovka oddíl stolního tenisu |
| TJ Sokol Radotín oddíl badmintonu | Centrum Třešňovka oddíl curlingu        |
| TJ Sokol Radotín oddíl gymnastiky | ČRS MO Zbraslav                         |
| KPO cyklistický klub              |                                         |
| LTC Radotín                       |                                         |
| Vodácký oddíl Radotín             |                                         |
| MO ČRS Radotín                    |                                         |

#### Interview

Ve výzkumu jsme použili typ polostrukturovaného rozhovoru nestandardizovaného – interview. Podle Perglera (1969) nestandardizovaný rozhovor umožňuje zaznamenat i širší souvislosti mezi zkoumanými jevy, a dokonce i umožňuje vyloučit některé chyby, jež mohou vzniknout špatným porozuměním dotazovaného položené otázce. Tuto metodu jsme použili především proto, že jsme na základě informací z městských úřadů Radotína a Zbraslavi a webových prezentací jednotlivých SK získali různé a neucelené informace. Navíc bylo třeba tyto informace verifikovat, zda jsou aktuální a pravdivé. Respondenty byli jednatele jednotlivých SK. Interview probíhalo zpravidla osobně, ale v některých případech zaslali své odpovědi emailovou formou (viz graf 1). Bylo osloveno celkově 38 radotínských a zbraslavských SK.

Graf 1./ Graph 1.

*Ochota radotínských a zbraslavských sportovních klubů spolupracovat./ Sport clubs willingness to participate in the survey.*



Pro popisnou analýzu byla stanovena následující data týkající se SK: příspěvky (různé druhy), ostatní finanční náklady a z toho pak vyplynula celková finanční náročnost sportu. Poté následovala popisná neboli deskriptivní analýza, kterou lze definovat jako uspořádání veškerých získaných údajů

a dat, na které navazuje jejich podrobné popsání (Hendl, 2009). Druhou fází našeho výzkumu byla komparační analýza (Hendl, 2012), tzn. porovnání získaných dat ze dvou lokalit – Radotína a Zbraslavi.

#### Limity studie

Limitujícím faktorem pro zařazení SK do výzkumného souboru byla ochota hlavních funkcionářů klubů spolupracovat na výzkumu. Z tohoto důvodu, nebylo možné do hlavního výzkumu zahrnout všechny SK ve sledovaných lokalitách. Do výzkumu jsme zařadili SK, jejichž funkcionáři byli ochotní zúčastnit se interview nebo nám potřebné informace poskytnout alespoň prostřednictvím emailu. Na základě těchto podmínek bylo do výzkumu zařazeno celkově 27 SK (15 radotínských SK a 12 zbraslavských SK). Limitem vědecké zobecnitelnosti je záměrný výběr zkoumaných lokalit.

## Výsledky a diskuze

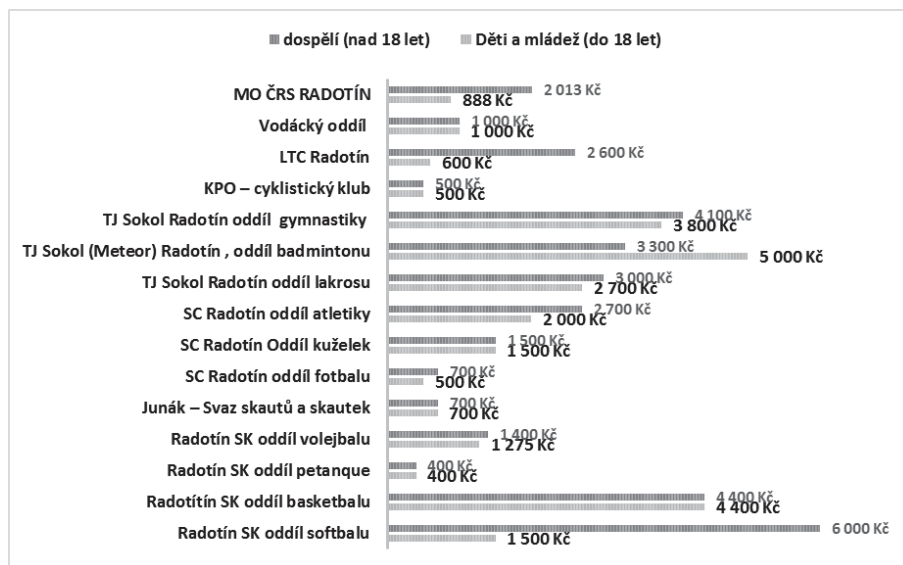
### Příspěvky

Sportovní kluby ustanovují do své činnosti placení různých typů příspěvku – členské, oddílové či mimořádné. V případě Radotína a Zbraslavi se setkáváme nejčastěji se dvěma typy příspěvků, a to členskými a oddílovými. Pouze v jednom případě, a to u oddílu kuželek, se jednou za 3 roky vyhlašuje placení příspěvků mimořádných, které jsou využity například na rekonstrukci areálu či dokoupení různých sportovních potřeb.

Do výzkumu jsme zařadili pouze příspěvky členské a oddílové. Výši členských a oddílových příspěvků jsme zpracovali zvlášť pro děti a mládež (do 18 let) a zvlášť pro dospělé (nad 18 let). Přehlednou výši příspěvků zvlášť pro obě kategorie můžeme vidět v porovnání v grafu 2 (Radotín) a grafu 3 (Zbraslav).

Graf 2./ Graph 2.

*Výše příspěvků za rok v jednotlivých sportovních klubech v Radotíně./ The financial demands in sports clubs in Radotín per year.*

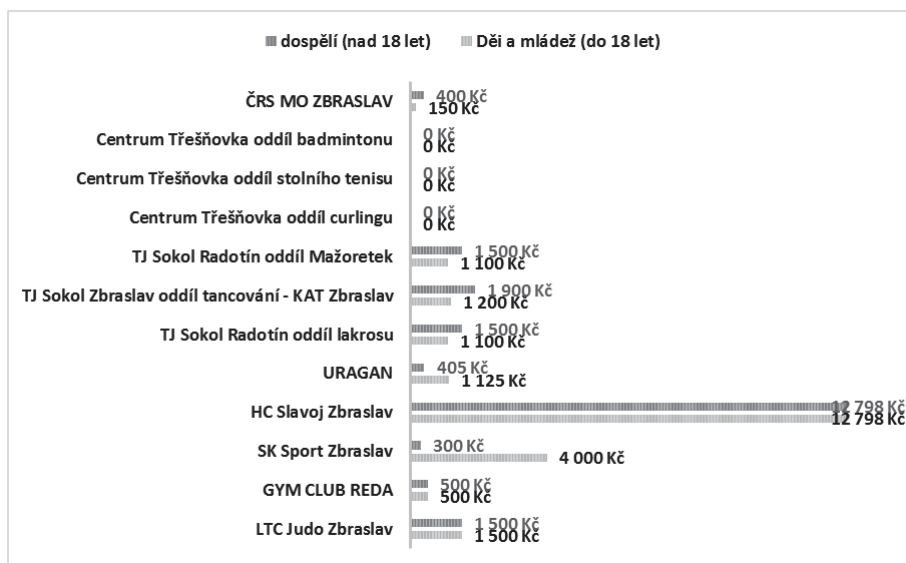


V mnoha případech kluby nerozlišují příspěvky pro děti a mládež a dospělé a mají je stanovené stejně. Vyskytuje se to ve 40 % případů radotínských SK a ve 33 % u zbraslavských SK. Převažuje tedy většina klubů, kde jsou příspěvky rozdělené dle věkových kategorií.

V grafech 2 a 3 si můžeme povšimnout, že se vyskytují i případy, kdy jsou příspěvky vyšší u dětí a mládeže do 18 let (oddíl badmintonu v Radotíně a oddíl rychlostní kanoistiky ve Zbraslavi). Funkcionáři klubů nám byla tato skutečnost objasněna tak, že v těchto klubech mají děti a mládež do 18 let pravidelné tréninky (mnohem více tréninkových jednotek než dospělí), proto museli vytvořit cenu, která by odpovídala této frekvenci tréninků.

Graf 3./ Graph 3.

*Výše příspěvků za rok v jednotlivých sportovních klubech ve Zbraslavi./ The financial demands in sports clubs in Zbraslav per year.*

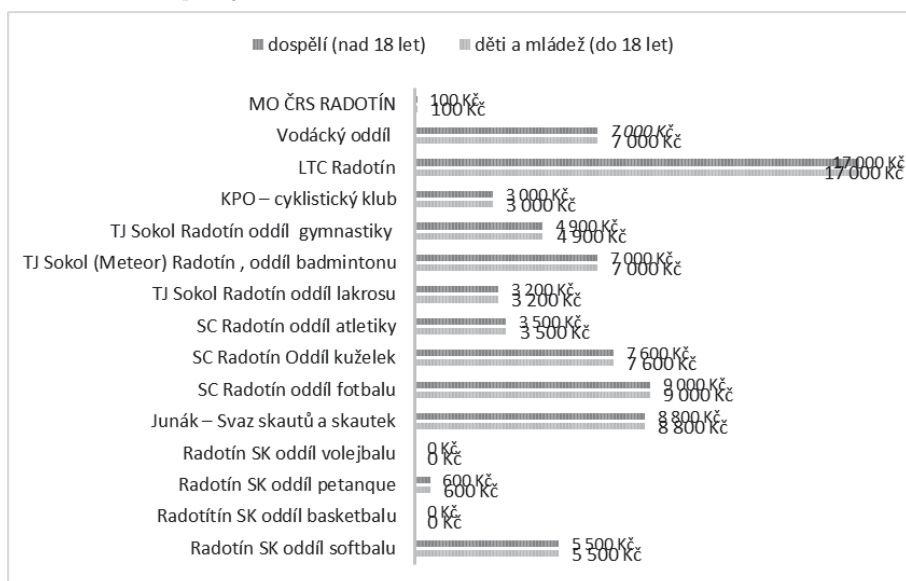


Při porovnání obou grafů, můžeme upozorovat propracovanost příspěvků v radotínských SK, která je na lepší úrovni než ve Zbraslavi. V radotínských SK jsou od sebe finančně odděleny příspěvky (které jsou ještě děleny na členské a oddílové – 53 % případů) a ostatní finanční náklady. Tato skutečnost se dle našeho názoru odráží v přehledné systematizaci sportovních klubů v Radotíně, kde je mnoho oddílů organizovaných právě v klubech, které tyto příspěvky ustanovují a rozlišují.

Ve Zbraslavi jsou příspěvky přehledné pouze u Sokola, který je jedním ze 3 klubů, který sdružuje oddíly (další klub SK Zbraslav – není zahrnut do výzkumu a Centrum Třešňovka). Ve Zbraslavi existují i 3 oddíly, kde nejsou zavedeny žádné příspěvky, a to právě u nově otevřeného sportovního centra Centrum Třešňovka. Toto centrum má ale v plánu příspěvky zavádět.

Graf 4./ Graph 4.

*Další finanční náklady za rok v jednotlivých sportovních klubech v Radotíně./ Next financial demands in sports clubs in Radotín per year.*





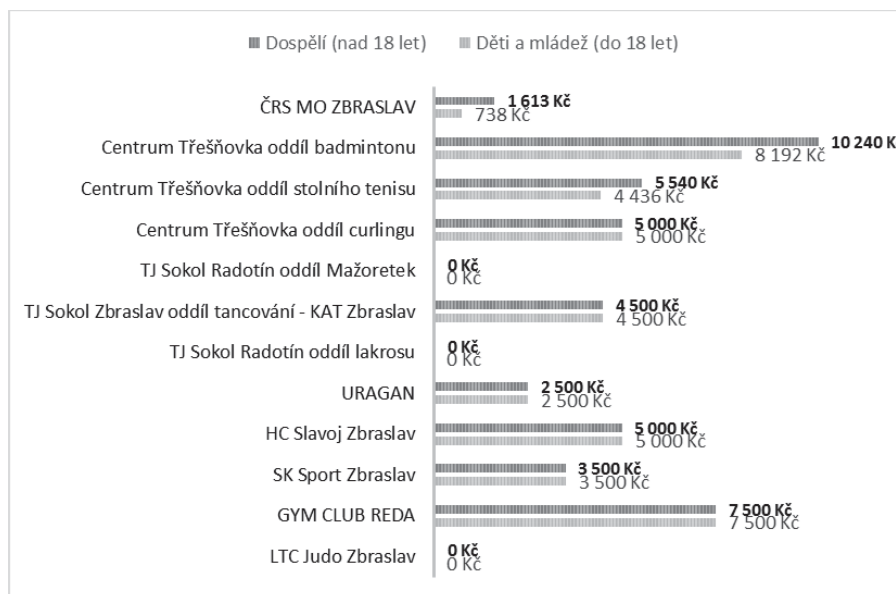
Setkáváme se zde s případy, kdy jsou ostatní finanční náklady na sportování členů zakomponovány v příspěvcích. V Radotíně se tento fakt vyskytuje ve 40 % případech a ve Zbraslavi se s touto skutečností můžeme setkat až u 50 % případů. V těchto případech se členské příspěvky razantně navyšují.

#### *Další finanční náklady*

Mezi další finanční náklady jsme zařadili poplatky za tréninky, tábory, soustředění či soutěže. Poplatky jsme sečetli a jejich výsledné hodnoty v jednotlivých SK jsme znázornili v grafech 4 (Radotín) a 5 (Zbraslav).

Graf 5./ Graph 5.

*Další finanční náklady za rok v jednotlivých sportovních klubech ve Zbraslavi./ Next financial demands in sports clubs in Zbraslav per year.*



Můžeme si povšimnout, že jsou ostatní náklady stejné u obou věkových kategorií. Mezi náklady se totiž řadí poplatky za soustředění, příp. tábory (u skautů) a dále za tréninky, kde se už cena víceméně nerozlišuje tak, jako u příspěvků. Vyšly nám pouze tři případy, kdy se cena liší, a to právě u nově otevřených oddílů curlingu, badmintonu a stolního tenisu v Centru Třešňovka. Oddíly mají totiž zavedenou 20 % slevu na sportování dětí a mládeže.

Ve 13 % případů radotínských SK a ve 33 % případů zbraslavských SK můžeme narazit na nulové finanční náklady. Je to z důvodu toho, že všechny náklady tréninky a kempy jsou zakomponovány v příspěvcích. Dále jsou nulové náklady příčinou toho, že SK nepořádají žádné soustředění a tábory, které jsme započítali právě mezi ostatní náklady.

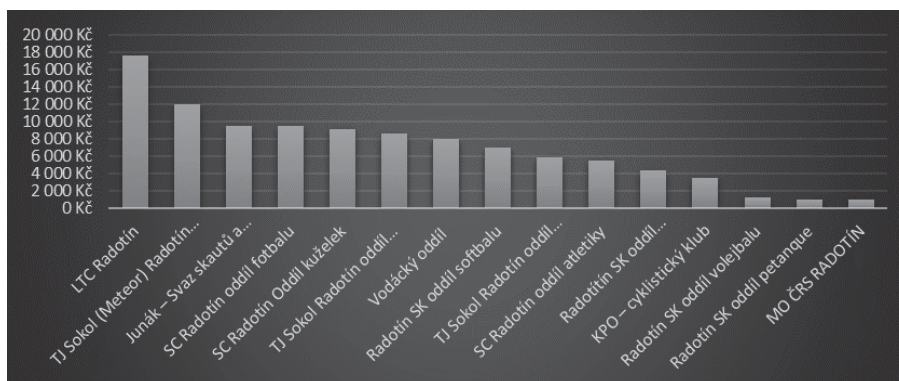
Nejvíce dalších finančních nákladů je vynaloženo na sporty, jejichž kluby pořádají mnoho akcí pro své členy. V případě radotínského tenisu jsou v klubu organizovány drahé letní kempy, které celkové hodnoty navyšují. Obecně známo je tenis finančně náročný sport a výzkum to jen potvrzuje (více např. Olejníček, 2011). Stejně tomu je u gymnastiky a tancování ve Zbraslavi a fotbalu, vodáctví, kuželek, badmintonu a skautů v Radotíně. Tyto oddíly pro své členy každoročně pořádají soustředění, tábory či víkendové akce. V případě skautských oddílů jsou pro členy pořádány pravidelné víkendové výpravy, které jsou také zpoplatněné.

#### *Celková finanční náročnost sportu*

Nyní jsme sečetli příspěvky s ostatními finančními náklady v jednotlivých klubech. V grafech jsou zobrazeny jednotlivé kluby od nejdražších sportů ke sportům méně finančně náročným. Opět rozlišujeme mezi sportováním dětí a mládeže do 18 let a dospělých nad 18 let.

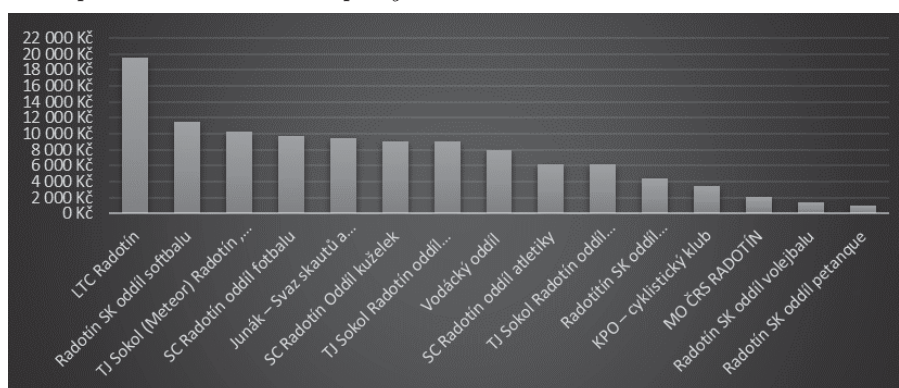
Graf 6./ Graph 6.

*Celková finanční náročnost sportu pro děti a mládež do 18 let v radotínských sportovních klubech za rok./ Total financial demands in sports clubs in Radotín per year - children and youth (under 18 years of age).*



Graf 7./ Graph 7.

*Celková finanční náročnost sportu pro dospělé v radotínských sportovních klubech za rok./ Total financial demands in sports clubs in Radotín per year - adults.*



V grafech 6 a 7, které znázorňují finanční náročnost sportování v jednotlivých SK v Radotíně, zvláště pro obě věkové kategorie, si můžeme povšimnout, že jsou rozdílné ceny u klubů s nejvyšší finanční náročností a nejnižší finanční náročností. Ostatní kluby vyskytující se uprostřed těchto řad mají ceny u obou věkových kategorií obdobné.

V následujících grafech 8 a 9, které se týkají SK působících ve Zbraslavi, vychází 3 nejdražší sporty stejně u obou věkových kategorií. V nejnižších příčkách se vyjímá rybářství, které je u mládežnických kategorií nastaveno cenově níže, což může být zapříčiněno přilákáním této věkové kategorie do daného klubu. Je nutné zde také vyčlenit SK Sport Zbraslav, oddíl rychlostní kanoistiky, kde je cena u dětí a mládeže podstatně vyšší než u dospělé kategorie.

V obou grafech nás upoutala poměrně vysoká finanční náročnost skautských středisek, u kterých jsme tuto skutečnost nečekali. Dále nás překvapila i finanční náročnost gymnastických oddílů. Celková cena sportu je především způsobena pořádáním dvou letních kempů.

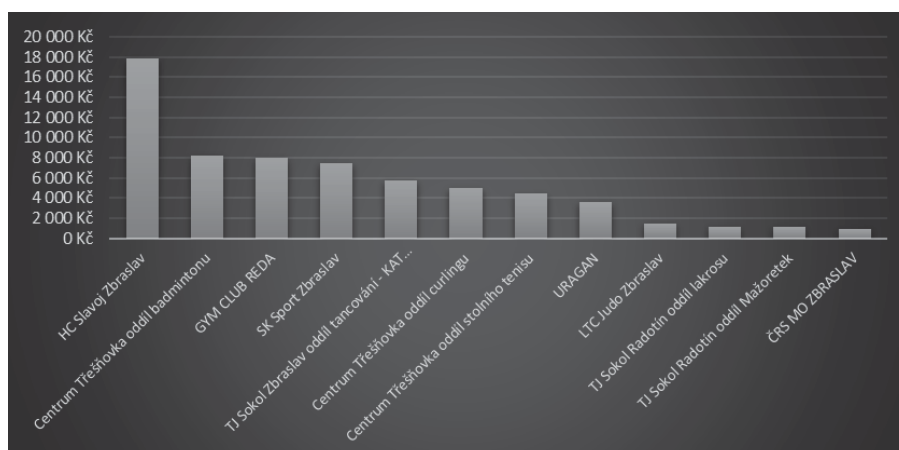
V daných lokalitách jsou zpravidla dražší ty sporty, ve kterých je kladen důraz na výkonnostní hledisko. V případě zbraslavského klubu, který této skutečnosti neodpovídá, je judo. Zbraslavské judo se může pyšnit dlouholetými závodními úspěchy svých členů. Nízká cena tohoto sportu se odráží v nenáročnosti sportu například na zakoupení vybavení pro tento sport (pro začátek stačí pouze pořízení kimona). Důvodem nízké ceny také může být absence soustředění či víkendových akcí pro členy.

V Radotíně se podobný případ objevuje u atletiky. Atletika se za poslední 3 roky dostala více do podvědomí obyvatel Radotína, možná díky vysoké aktivní činnosti svého nového jednatele. Za tyto

roky se členská základna navýšila o téměř 100 členů. Atletika, stejně jako již zmiňované judo, není po finanční stránce náročná. Atletika, na rozdíl od zbraslavského juda, pořádá jedno soustředění v Kolíně, které ale není opět z hlediska vynaložení finančních nákladů na organizaci nákladné.

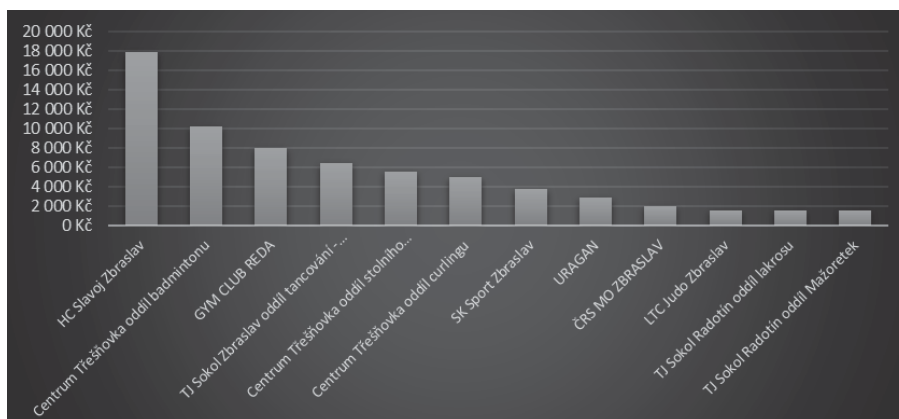
Graf 8./ Graph 8.

*Celková finanční náročnost sortu pro děti a mládež do 18 let ve zbraslavských sportovních klubech za rok./ Total financial demands in sports clubs in Zbraslav per year - children and youth (under 18 years of age).*



Graf 9./ Graph 9.

*Celková finanční náročnost sportu pro dospělé ve zbraslavských sportovních klubech za rok./ Total financial demands in sports clubs in zbraslav per year - adults.*



Opět je v grafech zjevná větší vyváženost finanční náročnosti klubů v Radotíně než ve Zbraslavi. Příčinou může být opět lepší organizovanost sportovních klubů v Radotíně, což způsobuje větší vyrovnanost klubových příspěvků, což nám celkovou cenu vyrovnává.

Závěrem bychom shrnuly finanční náročnost v obou lokalitách, opět zvlášť, pro děti, mládež a dospělé. K výpočtu jsme použili medián. Celkově zjišťujeme, že ceny sportování mezi těmito dvěma lokalitami zase až tak rozdílné nejsou. Potvrzuje se větší zaměřenost sportovních klubů na děti a mládež ve Zbraslavi, kde jsou ceny vyšší – 533 Kč než u kategorie dospělých – 367 Kč. Totéž platí i v Radotíně, ale s menším rozdílem – 466 Kč u dětí a mládeže a 393 Kč u dospělých.

## Závěr

Tenis v Radotíně a hokej ve Zbraslavi se řadí mezi nejvíce finančně náročné sporty v daných lokalitách. Naopak nejméně se platí za sporty – pétanque a volejbal v Radotíně a rybářství (obě lokality).

V daných lokalitách jsou zpravidla dražší ty sporty, ve kterých je kladen důraz na závodní činnost. V těchto klubech musí členové vynakládat více finančních prostředků nejen na pravidelné tréninky, doplňkovou přípravu, přítomnost na přípravných kempech či placení poplatků na celostátních soutěžích. Ve většině případů nám grafy tuto skutečnost potvrzují, ale můžeme zde narazit na dva překvapivé případy. V případě zbraslavského klubu, který této skutečnosti neodpovídá, je judo. Zbraslavské judo se může pyšnit dlouholetými závodními úspěchy svých členů. Nízká cena tohoto sportu se odráží v nenáročnosti sportu například na zakoupení vybavení pro tento sport (pro začátek stačí pouze pořízení kimona). Důvodem nízké ceny také může být absence soustředění či víkendových akcí pro členy. V Radotíně se podobný případ objevuje u atletiky. Atletika se za poslední 3 roky dostala více do podvědomí obyvatel Radotína, možná díky vysoké aktivní činnosti svého nového jednatele. Za tyto roky se členská základna navýšila o téměř 100 členů. Atletika, stejně jako již zmiňované judo, není po finanční stránce náročná. Atletika, na rozdíl od zbraslavského juda, pořádá jedno soustředění v Kolíně, které ale není opět z hlediska vynaložení finančních nákladů na organizaci nákladné.

Nicméně zásadním zjištěním je fakt, že finanční náklady na sportování dětí a mládeže – co se týče oddílových příspěvků – jsou vyšší než u dospělé populace, což se nám potvrdilo v obou zkoumaných lokalitách.<sup>1</sup>

## Literatura

- Flemer, L., Bunc, V., Dohnal, T., Hobza, V., Kopřiva, M., Kovář, K., & Numerato, D. (2010). *Prostorové podmínky pro podporu aktivního životního stylu současné populace*. Praha: Karolinum.
- Hejtman, P. (2013). Některé ekonomické aspekty aktivního životního stylu. *Studia Kínanthropologica*, 14(3), 177-186.
- Hendl, J. (2012). *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.
- Hendl, J. (2009). *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.
- Kozel, R., Mynářová, L., & Svobodová, H. (2011). *Moderní metody a techniky marketingového výzkumu*. Praha: Grada.
- KPMG (2012). Koncepce financování sportu v České republice. Analyticko-koncepční studie. Dostupné 13. září 2016, z [http://www.olympic.cz/financovani/docs/koncepce\\_financovani\\_sportu\\_prezentace\\_v9a.pdf](http://www.olympic.cz/financovani/docs/koncepce_financovani_sportu_prezentace_v9a.pdf)
- Lebeda, M. (2015). *Ekonomika sportovního oddílu*. (Bakalářská práce). Hradec Králové: UHK Fakulta informatiky a managementu.
- Olejníček, L. (2011). *Výběr sportovní činnosti dítěte vzhledem k finančním možnostem rodiny*. (Bakalářská práce). Brno: FSpS MU.
- Pergler, P. et al. (1969). *Vybrané techniky sociologického výzkumu*. Praha: Svoboda - Libertas.
- Pospíšil, A. (2012). Za sportovní aktivity svých dětí Češi utrácejí stejně jako za telefon a restaurace. Tisková zpráva. Dostupné 13. září 2016, z <https://www.erasvet.cz/informace-z-ps/pro-media/stranky/tz121204.aspx>
- Skala, L. (2012). *Sportovní aktivity dětí a jejich důsledky pro rodinný rozpočet*. (Bakalářská práce). Brno: FSpS MU.
- Špaček, O., Šafr, J., & Vojtíšková, K. (2010). *Rodiče a výchova 2010. Závěrečná zpráva z výzkumu*. Praha: Sociologický ústav AV ČR.

**PhDr. Libor Flemer, Ph.D.**

**FTVS UK Praha**

**José Martino 31**

**162 52 Praha 6**

**flemer@ftvs.cuni.cz**

<sup>1</sup>Článek vznikl díky podpoře Programu rozvoje vědních oblastí na Univerzitě Karlově (PRVOUK) v rámci programu Škola a učitelská profese v kontextu rostoucích nároků na vzdělávání (P15).



## KONFIRMATIVNÍ FAKTOROVÁ ANALÝZA U BOT-2 (BRUININKS-OSERETSKY TEST OF MOTOR PROFICIENCY SECOND EDITION) PRO VĚKOVOU KATEGORII 4 – 7 LET

## CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS THE BOT-2 (BRUININKS-OSERETSKY TEST OF MOTOR PROFICIENCY SECOND EDITION) FOR THE AGE GROUP 4 - 7 YEARS

J. Holický & J. Jirovec

Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, katedra pedagogiky, psychologie, a didaktiky TV a sportu

---

### ABSTRACT

The main aim of the study was to determine the suitability of diagnostic tools Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Second Edition (BOT-2) using confirmatory factor analysis in children aged 4-7 years in the Czech Republic. The research group consisted of 88 probands aged 4-7 years. The group was made up of children from two primary schools and two kindergartens in Prague. The selection was held with the help of quota selection. The results of the confirmatory factor analysis BOT-2 in children in the Czech Republic were compared with the results of original artwork by Bruininks (2005). The monitored parameters were resulting index values phosphite:  $TLI > 0.95$ ,  $SPDC < 0.08$ ,  $CFI > 0.95$ , or  $RMSE < 0.08$ . In the original draft BOT-2 amounted the correlations between manifest variables range from 0.57 to 0.91 for the age group 4-7 years. In the Czech model was the highest correlation 0.91 (between variables "Strength & Agility"). Fit model indicators  $CFI > 0.95$  and  $RMSE < 0.08$  was identical by original artwork and by the Czech model. The results indicated the appropriate model BOT-2 for the age group 4-7 years in the Czech Republic.

**Keywords:** bruininks-Oseretsky test; confirmatory Factor Analysis; structural equation model

### SOUHRN

Hlavním cílem této studie bylo ověření vhodnosti diagnostického nástroje Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2) v českých podmínkách u dětí ve věku 4 – 7 let pomocí konfirmativní faktorové analýzy. Výzkumný soubor tvořilo 88 probandů ve věku 4 – 7 let. Skupina byla tvořena dětmi ze dvou základních škol a dvou mateřských škol v Praze, jejichž výběr proběhl kvótně. Výsledky konfirmativní faktorové analýzy BOT-2 u české populace byly porovnány s výsledky originální předlohy podle Bruininks (2005). Sledovanými parametry byly výsledné hodnoty indexů fitu:  $TLI > 0,95$ ,  $SRMR < 0,08$ ,  $CFI > 0,95$  nebo  $RMSEA < 0,08$ . V originální předloze BOT-2 pro věkovou kategorii 4 – 7 let dosahovala korelace mezi manifestními proměnnými rozpětí 0,57 až 0,91. U českého modelu činila nejvyšší korelace také 0,91 (mezi proměnnými „strenght & agility”). Fit model ukazatelů  $CFI > 0,95$  a  $RMSEA < 0,08$  byl jak u originální předlohy, tak u českého modelu totožný. Z výsledků byl indikován vhodný model BOT-2 pro věkovou kategorii 4 – 7 let u české populace.

**Klíčová slova:** bruininks-Oseretsky test; konfirmativní faktorová analýza; strukturální modelování

---

### Úvod

BOT-2 (Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Second Edition) slouží k hodnocení vývoje motoriky. Hlavními výhodami BOT-2 jsou zejména: vysoká vypovídající hodnota, velké věkové rozpětí, možnost využití krátké formy testu a vysoká validita a reliabilita testu. Navíc je u jednotlivých subtestů BOT-2 stanovena faktorová struktura a to dokonce i pro určité věkové kategorie, což u ostatních baterií nenajdeme (Holický & Musálek, 2013).



BOT-2 je určen a nejvíce využíván v oblastech dětského lékařství (pediatrii, fyzioterapeuti, učitelé TV s adaptivní výukou). BOT-2 je uznávaným diagnostickým nástrojem i díky tomu, že je možné jej využívat jak u běžné populace, tak i na specifických skupinách populace (Cairney et al., 2005; Deitz, Kartin, & Kopp, 2007).

Samotný test obsahuje 53 položek, rozdělených do subtestů, zaměřených na koordinaci, přesnost a spojení různých pohybů (Wang, Long, & Liu, 2012; Wuang, Lin, & Su, 2009).

#### *Strukturální modelování (SEM)*

Strukturální modelování je obecným přístupem k mnohorozměrné analýze, jež se používá k prozkoumání komplexních závislostí mezi proměnnými. Rozšiřuje standardní techniky, jako jsou regresní a faktorová analýza (Urbánek, 2000).

Strukturální modelování používá dva typy proměnných (McDonald & Marsh, 1990): manifestní proměnnou (pozorovatelná – exogenní) a latentní proměnnou (nepozorovatelná – endogenní). Důvodem, proč využíváme tuto techniku, je snaha o přezkoumání vztahů, zda se proměnné vzájemně ovlivňují předpokládaným způsobem a jak silně. Testujeme komplexní vztahy. Porovnáváme skupiny nebo provádíme analýzy longitudinálních výzkumů. Strukturální model popisuje přímé efekty exogenních proměnných na endogenní proměnnou a popisuje chybu v predikci (Muthén & Muthén, 2012).

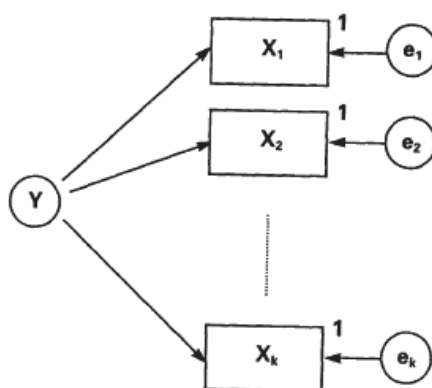
Modely ve strukturálním modelování (SEM) mohou být grafické a numerické. U každého modelu je nutné definovat, jaké proměnné budou jeho součástí. U proměnných manifestních je potřeba vědět, zda jsou závislé nebo nezávislé a jak kvalitně jsou měřeny. Přestože veškeré parametry modelu jsou odhadovány na základě manifestních proměnných, musíme zvolit vhodnou metodu odhadu. Nezbytnou podmínkou použitelnosti modelu je jeho identifikovatelnost (Kline, 2011).

V této studii jsme využili konfirmační faktorovou analýzu, která je součástí faktorové analýzy. Primárním zájmem konfirmační faktorové analýzy je ověření strukturálních hypotéz o povaze vztahů mezi manifestně a latentně proměnnými (Urbánek, 2000).

Na obrázku 1. je znázorněn obecný model konfirmační faktorové analýzy. Šipky směřují od latentně proměnné  $Y$  k manifestně proměnným  $X$ . Tento vztah nazýváme kauzálním efektem, jeho interval se pohybuje zpravidla v rozpětí  $-1$  až  $1$  (Urbánek, 2000). Vztahy mezi latentně proměnnými jsou vyjádřeny úsečkami, jež mají na obou koncích šipky. Tento vztah nazýváme korelaci a její interval se zpravidla nachází v rozpětí  $-1$  až  $1$  (Urbánek, 2000). V současné době mezi softwary pracující s těmito modely řadíme LISREL (Jöreskog & Sörbom, 1996), Mplus (Muthén & Muthén, 2012) či SPSS Amos (Arbuckle, 2005).

Obrázek 1./ Figure 1.

*Obecný model konfirmační faktorové analýzy (Urbánek, 2000)./ The general model of confirmatory factor analysis (Urbánek, 2000).*



#### **Cíl**

Hlavním cílem této studie je ověření vhodnosti diagnostického nástroje Bruininks-Oseretzky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2) v českých podmínkách u dětí ve věku 4 – 7 let pomocí konfirmativní faktorové analýzy (CFA).

## Metodika

Výzkumný soubor tvořilo 88 dětí ve věku 4 – 7 let ze dvou mateřských škol a ze dvou základních škol v Praze. Výběr škol proběhl kvótním výběrem podle doporučení Hendla (2006). Kritériem výběru bylo demografické umístění školy, zároveň se jednalo o školy bez rozšířené výuky tělocviku a speciálních úprav v rámci vzdělávacího systému. Vedení školy a zákonní zástupci byli seznámeni s testovacím protokolem a průběhem testování a všichni podepsali informovaný souhlas k měření, které schválila etická komise Univerzity Karlovy Fakulty tělesné výchovy a sportu.

Celý výzkum se řídil předepsanými pravidly testování, popsány v manuálu BOT-2, aby byla vypovídající hodnota testu co nejvyšší. Testování a vyhodnocování provedli pouze osoby k tomu proškolené. Byla zvolena nejkompaktnější metoda testování pomocí kompletní formy BOT-2, kdy proband absolvoval postupně dílčí úkoly na 8 stanovištích (celkem 53 úkolů).

Při ověřování vhodnosti diagnostického nástroje pomocí strukturálního modelování byla použita originální předloha SEM BOT-2 (Bruininks, 2005). Byl použit model pro věkovou kategorii 4 až 7 let, který obsahuje grafické i numerické rozhraní a hodnotící fit model. Následně jsme provedli komparaci s originální předlohou.

U grafických modelů hodnotíme výsledcích korelace mezi latentními proměnnými a kauzální vztahy mezi latentní a manifestní proměnnou.

Pro přehlednost při provádění komparace mezi originální předlohou a výsledky naší studie zůstaly názvy latentních a manifestních proměnných stejné, používáme tedy anglická, ale i česká označení. Latentní proměnné v diagramech představují: (1) „fine manual control” (jemná manuální kontrola), (2) „manual coordination” (manuální koordinace), (3) „body coordination” (tělesná koordinace), (4) „strenght & agility” (síla a agility). Mezi manifestní proměnné patří: „FMP” (jemná motorika – přesnost), „FMI” (jemná motorika – integrace), „MD” (manuální zručnost), „ULC” (horní končetiny – koordinace), „BLC” (bilaterální koordinace), „BAL” (rovnováha), „RSA” (rychlost a agility) a „STR” (síla).

Konfirmační faktorová analýza byla udělána pomocí statistického programu SPSS Amos.

### *Použité indexy modelu*

Po formulaci a výběru modelu existuje zásadní otázka, zda je model vhodný. Platnost modelu je možno hodnotit ze dvou hledisek: (1) z hlediska shody modelu s daty získanými během měření nebo (2) vzhledem k nějakému vnějšímu kritériu.

K ověření vhodnosti modelu využíváme řady ukazatelů (Hu & Bentler, 1998):

1. Chí-kvadrát test představuje základní a pravděpodobně nejpoužívanější fit model testu. Platí zde obecné pravidlo, že čím vyšší je hodnota chí-kvadrát testu, tím horší je fit model. Hladina významnosti tohoto testu je stanovena na  $p > 0,05$ . Pokud je hodnota  $p$  nižší než 0,05, je vhodnost modelu zamítnuta. Chí-kvadrát ovšem není vždy spolehlivý, neboť platí pravidlo, že čím větší je velikost souboru, tím vyšší je hodnota chí-kvadrátu a naopak (Iacobucci, 2010; McDonald & Marsh, 1990).

2. RMSEA index označuje odmocninu z průměrného čtverce chyby odhadu (root mean square of approximation). Byl původně vytvořen Steigerem a Lindem a později pojmenován Brownem a Cudeckem (Arbuckle, 1994). Modely, které by měly být akceptovatelné, mají hodnotu indexu pod 0,08. V případě hodnot vyšších než 0,1 by měl být model zamítnut (Nevitt & Hancock, 2000).

3. SRMR index (standard root mean square of residual) je možné vypočítat pomocí reziduální matice, odmocninu z průměru čtverce reziduí. Problém tohoto indexu spočívá v tom, že hodnota 0 sice znamená dokonalou shodu modelu s daty, ovšem není jasné, jakou hodnotu lze ještě u modelu akceptovat. Záleží mimo jiné i na počtu proměnných, použitých v modelu (Schermelleh, Moosbrugger, & Müller, 2003; Urbánek, 2000). Modely s hodnotou do 0,08 můžeme akceptovat (Kline, 2011).

### *Indexy založené na teorii informace*

1. Akaikeovo informační kritérium (AIC) – zde se používají hodnoty diskrepanční funkce a míra složitosti modelu. AIC měří neshodu mezi výběrovou a odhadovanou kovarianční maticí. Toto kritérium nemá žádnou škálu, slouží k porovnávání modelů. Čím menší je jeho hodnota, tím je model lepší. Rozdíl mezi modely o 10 již značí lepší model (Byrne, 2013).

2. Tucker-Lewisův index (TLI) – typický rozsah hodnot tohoto indexu leží mezi 0 a 1, ale jeho extrémní hodnoty mohou tento interval přesahovat. Výbornou míru shody naznačují podobně jako

u jiných indexů hodnoty blízké 1. Doporučené hodnoty jsou alespoň 0,9 nebo nad 0,95 (Bollen, 1990; Urbánek, 2000).

3. Komparativní index shody (CFI) – Bentlerův (1992) komparativní index shody (CFI, comparative fit index) je totožný index s McDonaldovým a Marshovým indexem relativní necentrality (RNI). Na rozdíl od tohoto indexu má CFI omezené rozpětí v intervalu od 0 do 1. Hodnoty blíží se k 1 značí dobrou shodu (Steiger, 1990; Urbánek, 2000).

## Výsledky

Tabulka 1./ Table 1.

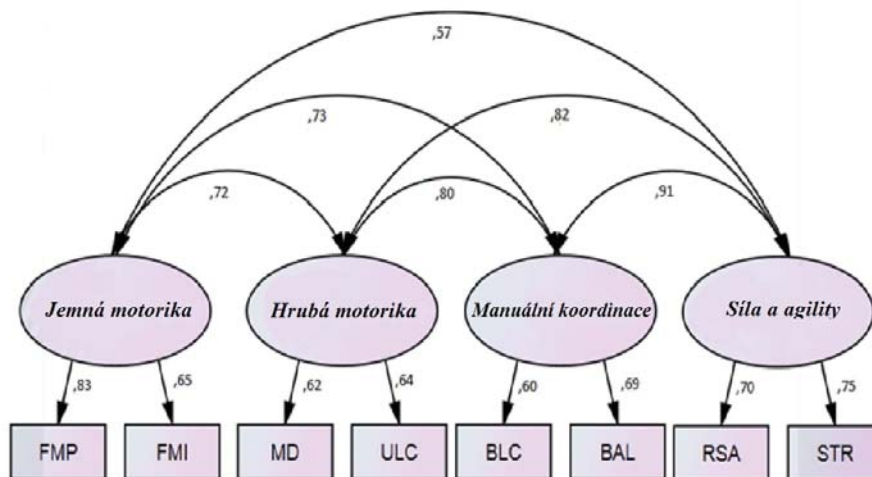
*Fit model pro věkovou kategorii 4 – 7 let podle originální předlohy BOT-2 (Bruininks, 2005)./ Fit model of original draft BOT-2 for the age group 4-7 years (Bruininks, 2005).*

| Věková kategorie 4 – 7 let (n = 620) | $\chi^2$ | df | p      | CFI   | RMSEA |
|--------------------------------------|----------|----|--------|-------|-------|
| Čtyřfaktorový model                  | 51,9     | 14 | < 0,01 | *0,97 | *0,06 |

*Legenda.*  $\chi^2$  – hodnota chí-kvadrát testu; df – stupně volnosti; p – hladina významnosti modelu, \*p > 0,05 vhodný model; CFI – comparative fit index (komparativní index shody), \*CFI > 0,95 vhodný model; RMSEA – root mean square of approximation, \*RMSEA < 0,08 vhodný model.

Obrázek 2./ Figure 2.

*Diagram čtyřfaktorového modelu pro věkovou kategorii 4 – 7 let podle originální předlohy BOT-2 (Bruininks, 2005)./ Diagram of four factor model according to the original draft BOT-2 for the age group 4-7 years (Bruininks, 2005).*



*Legenda.* FMP – jemná motorika přesnost, FMI – jemná motorika integrace, MD – manuální zručnost, ULC – horní končetiny koordinace, BLC – bilaterální koordinace, BAL – rovnováha, RSA – rychlost a agilita, STR – síla.

Tabulka 1 a obrázek 2 představují výsledky z originální předlohy BOT-2 pro věkovou kategorii 4 – 7 let. Podle výsledků diagramu fit modelu u originální předlohy (viz tabulka 1) indikujeme model jako vhodný. Pouze výsledek chí-kvadrátu (p < 0,01) zamítá jeho vhodnost.

Diagram originální předlohy čtyřfaktorového modelu pro věkovou kategorii 4 – 7 let dosahuje mezi manifestními proměnnými korelace v rozpětí 0,57 až 0,91 (viz obrázek 2). Nejvyšší mezifaktorová korelace 0,91 byla zjištěna mezi proměnnými „strenght & agility” (síla a agilita) a „body coordination” (tělesná koordinace), indikujeme tedy možnost vytvoření jednoho faktoru. Zbývající korelace se pohybovaly v doporučené normě. V případě kauzálních vztahů mezi latentními a manifestními proměnnými dosahuje model rozpětí 0,60 až 0,83 (viz obrázek 2), což odpovídá doporučené normě.

Originální předlohu BOT-2 pro věkovou kategorii 4 – 7 let jsme srovnávali s českým modelem (viz tabulka 2 a obrázek 3).

Tabulka 2./ Table 2.

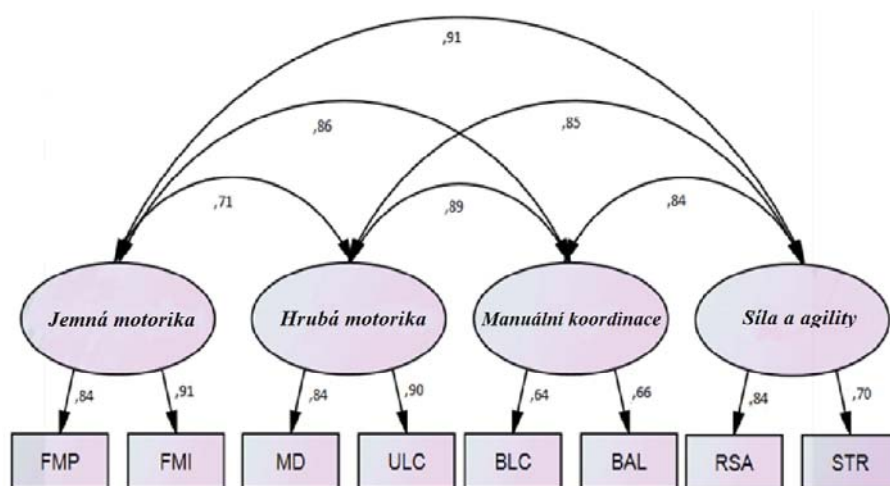
*Fit model pro věkovou kategorii 4 – 7 let u české populace./ Fit model for the age group 4-7 in the Czech population.*

| Věková kategorie 4 – 7 let<br>(n = 88) | $\chi^2$ | df | p     | CFI   | RMSEA  | TLI   | SRMR  | AIC     |
|----------------------------------------|----------|----|-------|-------|--------|-------|-------|---------|
| Čtyřfaktorový model                    | 19,43    | 14 | *0,14 | *0,98 | *0,067 | *0,97 | *0,03 | 4 108,5 |

*Legenda.*  $\chi^2$  – hodnota chí-kvadrát testu; df – stupně volnosti; p – hladina významnosti modelu, \*p > 0,05 vhodný model; CFI – comparative fit index (komparativní index shody), \*CFI > 0,95 vhodný model; RMSEA – root mean square of approximation, \*RMSEA < 0,08 vhodný model; TLI – Tucker-Lewis index, \*TLI > 0,95 vhodný model; SRMR – standard root mean square of residual, \*SRMR < 0,08 vhodný model; AIC – Akaike informatic criterion (Akaikeovo informační kritérium).

Obrázek 3./ Figure 3.

*Diagram čtyřfaktorového modelu pro věkovou kategorii 4 – 7 let u české populace./ Diagram of four-factor model for the age group 4-7 in the Czech population.*



*Legenda.* FMP – jemná motorika přesnost, FMI – jemná motorika integrace, MD – manuální zručnost, ULC – horní končetiny koordinace, BLC – bilaterální koordinace, BAL – rovnováha, RSA – rychlost a agility, STR – síla.

Výsledky čtyřfaktorového modelu ukazují, že pro věkovou kategorii 4 – 7 let indikujeme model jako vhodný. Oproti předloze byla dokonce zjištěna významnost modelu i z hlediska výsledku chí-kvadrát testu (p > 0,05), což však připisujeme významně nižšímu počtu probandů (n = 88), na němž jsme strukturu BOT-2 pro věkovou kategorii 4 – 7 let ověřovali. Korelace mezi faktory na obrázku 14 se pohybuje v rozpětí 0,71 až 0,91. Její nejvyšší hodnota 0,91 byla nalezena mezi latentními proměnnými „strengh & agility” (síla a agility) a „fine manual control” (jemná manuální kontrola). Síla vztahu potvrzuje zákonitost ontogeneze lidské motoriky. Velikost kauzálních vztahů se nachází v rozpětí 0,64 až 0,90 (viz obrázek 3). Normalizovaná residua se pohybují v doporučeném rozpětí -2 až +2 (viz tabulka 3).

Tabulka 3./ Table 3.

*Residuální matice čtyřfaktorového modelu pro věkovou kategorii 4 – 7 let u české populace./ Residual matrices of four factor model for the age group 4-7 years in the Czech population.*

| <i>Residuální matice - korelace, kovariance</i> |        |        |        |        |        |  |
|-------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
|                                                 | FMP    | FMI    | MD     | ULC    | BLC    |  |
| FMP                                             | 0.000  |        |        |        |        |  |
| FMI                                             | 0.000  | 0.000  |        |        |        |  |
| MD                                              | 0.925  | 0.102  | 0.000  |        |        |  |
| ULC                                             | 0.008  | -0.349 | 0.000  | 0.000  |        |  |
| BLC                                             | 0.287  | 0.073  | 0.821  | 0.313  | 0.000  |  |
| BAL                                             | -0.662 | 0.119  | -0.893 | -0.258 | 0.000  |  |
| RSA                                             | -0.034 | 0.009  | 0.064  | -0.136 | 0.168  |  |
| STR                                             | 0.223  | -0.097 | -0.108 | 0.274  | -0.285 |  |

| <i>Residuální matice - korelace, kovariance</i> |        |       |       |
|-------------------------------------------------|--------|-------|-------|
|                                                 | BAL    | RSA   | STR   |
| BAL                                             | 0.000  |       |       |
| RSA                                             | 0.040  | 0.000 |       |
| STR                                             | -0.167 | 0.000 | 0.000 |

*Legenda.* FMP – jemná motorika přesnost, FMI – jemná motorika integrace, MD – manuální zručnost, ULC – horní končetiny koordinace, BLC – bilaterální koordinace, BAL – rovnováha, RSA – rychlost a agility, STR – síla.

Podle zjištěných výsledků představuje BOT-2 vhodný diagnostický nástroj pro českou populaci ve věkové kategorii 4 – 7 let.

## Diskuze

V naší studii jsme pomocí konfirmativní faktorové analýzy ověřovali vhodnost použití diagnostického nástroje BOT-2 v českých podmínkách. Evaluace CFA proběhla na skupině dětí ( $n = 88$ ) ve věku 4 – 7 let ze dvou mateřských a dvou základních škol v Praze, zapsaných v oficiálním registru MŠMT ČR. Výsledky konfirmativní faktorové analýzy u české populace byly porovnány s výsledky originální předlohy podle Bruininks (2005). Originální předloha je rozdělena do tří věkových kategorií: 4 – 7 let, 8 – 11 let a 12 – 21 let. My se zaměřili na věkovou kategorii 4 – 7 let. Sledovanými parametry byly výsledné hodnoty indexů fitu:  $TLI > 0,95$ ,  $SRMR < 0,08$ ,  $CFI > 0,95$  nebo  $RMSEA < 0,08$ .

V originální předloze BOT-2 pro věkovou kategorii 4 – 7 let dosahovala korelace mezi manifestními proměnnými rozpětí 0,57 až 0,91, přičemž nejvyšší hodnota byla zaznamenána mezi proměnnými „strenght & agility” (síla a agility) a „body coordination” (tělesná koordinace). U českého modelu činila nejvyšší korelace také 0,91, ale v tomto případě mezi proměnnými „strenght & agility” (síla a agility) a „fine manual control” (jemná manuální kontrola). Je tedy možné, že právě oblast síly ve vývoji jedince výrazně ovlivňuje i zbývající složky psychomotorického vývoje (Gabbard, 2011). Fit model ukazatelů  $CFI > 0,95$  a  $RMSEA < 0,08$  byl jak u originální předlohy, tak u českého modelu totožný. Z výsledků byl tedy indikován vhodný model BOT-2 pro věkovou kategorii 4 – 7 let u české populace.

## Závěr

Hlavním úkolem této studie bylo ověření vhodnosti diagnostického nástroje Bruininks-Oseretzký Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2) v českých podmínkách.

Bližší analýza výsledků pro diagnostický nástroj BOT-2 podala přesvědčivý důkaz o tom, že výstupní údaje splňují strukturální hypotézy originální předlohy. Tento diagnostický nástroj může být tudíž využit i v českých podmínkách. Při ověřování strukturálních hypotéz byla testována věková kategorie 4 – 7 let podle originálního čtyřfaktorového modelu BOT-2. Konfirmativní faktorová analýza u všech věkových kategorií v české populaci vykazovala vhodný fit model ( $TLI > 0,95$ ,  $SRMR < 0,08$ ,  $CFI > 0,95$  nebo  $RMSEA < 0,08$ ), a to i v případě stanovené hladiny významnosti modelu u chí-kvadrátu  $p > 0,05$ .<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tento příspěvek byl realizován s podporou projektu SVV 2016-260346.



## Literatura

- Arbuckle, J. (1994). Computer announcement amos: Analysis of moment structures. *Psychometrika*, 59(1), 135-137.
- Arbuckle, J. (2005). *Amos 6.0 user's guide*. Marketing Department: SPSS Incorporated.
- Bentler, P. M. (1992). On the fit of models to covariances and methodology. *Psychological Bulletin*, 112(3), 400.
- Bollen, K. A. (1990). Overall fit in covariance structure models: Two types of sample size effects. *Psychological Bulletin*, 107(2), 256.
- Bruininks, R. H. (2005). *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, (BOT-2)*. Minneapolis: Pearson Assessment.
- Byrne, B. M. (2013). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming*. Routledge.
- Cairney, J., Hay, J. A., Faught, B. E., Wade, T. J., Corna, L., & Flouris, A. (2005). Developmental coordination disorder, generalized self-efficacy toward physical activity, and participation in organized and free play activities. *The Journal of pediatrics*, 147(4), 515-520.
- Deitz, J. C., Kartin, D., & Kopp, K. (2007). Review of the Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency, (BOT-2). *Physical & occupational therapy in pediatrics*, 27(4), 87-102.
- Gabbard, C. P. (2011). *Lifelong motor development*. Pearson Higher Ed.
- Hendl, J. (2006). *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.
- Holický, J., & Musálek, M. (2013). Evaluační nástroje motoriky podle vývojových norem u české populace. *Studia sportiva*, 7(2), s. 103-109.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1998). Fit indices in covariance structure modeling: Sensitivity to underparameterized model misspecification. *Psychological methods*, 3(4), 424.
- Iacobucci, D. (2010). Structural equations modeling: Fit indices, sample size, and advanced topics. *Journal of Consumer Psychology*, 20(1), 90-98.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1996). *LISREL 8: User's reference guide*: Scientific Software International.
- Kline, R. B. (2011). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*. Guilford Press.
- McDonald, R. P., & Marsh, H. W. (1990). Choosing a multivariate model: Noncentrality and goodness of fit. *Psychological Bulletin*, 107(2), 247.
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2012). *Mplus: Statistical Analysis with Latent Variables: User's Guide*. Muthén & Muthén.
- Nevitt, J., & Hancock, G. R. (2000). Improving the root mean square error of approximation for nonnormal conditions in structural equation modeling. *The Journal of experimental education*, 68(3), 251-268.
- Schermelleh, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of psychological research online*, 8(2), 23-74.
- Steiger, J. H. (1990). Structural model evaluation and modification: An interval estimation approach. *Multivariate behavioral research*, 25(2), 173-180.
- Urbánek, T. (2000). *Strukturální modelování v psychologii*. Brno: Pavel Křepela.
- Wang, H. Y., Long, I. M., & Liu, M. F. (2012). Relationships between task-oriented postural control and motor ability in children and adolescents with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 33(6), 1792-1798. doi: 10.1016/j.ridd.2012.05.002.
- Wuang, Y. P., Lin, Y. H., & Su, C. Y. (2009). Rasch analysis of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-Second Edition in intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 30(6), 1132-1144. doi: 10.1016/j.ridd.2009.03.003.

**Mgr. Jan Jirovec**

**FTVS UK**

**José Martího 269/31**

**162 52, Praha 6**

**jirovec7@seznam.cz**





## FAKTORY KORELUJÚCE S RÝCHLOSŤOU LOPTY PO SMEČI U VR- CHOLOVÝCH VOLEJBALISTIEK

## THE SEVERAL FACTORS CORRELATED WITH SPIKE VELOCITY IN WOMENS VOLLEYBALL

M. Matušov<sup>1</sup>, V. Přidal<sup>1</sup>, L. Odráška<sup>1</sup>, L. Grznár<sup>1</sup> & M. Hagara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzita Komenského Bratislava, Fakulta telesnej výchovy a športu

<sup>2</sup>Slovenská technická univerzita Bratislava, Fakulta elektroniky a informatiky

### ABSTRACT

The aim of this study was investigate the relationship between ball velocity after spike and anthropometrics and muscle power characteristics. Anthropometrics characteristics measured in this study was age, body weight, body high. Ball velocity after spike was measured with Bushnell radar gun. Power in bench press was measured with FiTROdyne Premium. Power in the concentric phase of contraction of the preferred half of trunk was measured by FiTRO Torso dyne. Vertical jump measuring device was used to measure high of the jump after 3 step run-up. Eleven elite female players of age  $17,39 \pm 2,21$ , with mean sports experience  $6,55 \pm 2,02$  volunteers in this study. The mean ball velocity after spike was  $22,25 \pm 1,06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (max.  $23,61 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , min.  $20,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ). The mean high of the jump after 3 step run-up was  $2,94 \pm 0,07 \text{ m}$  ( $3,08 \text{ m}$ ; min.  $2,83 \text{ m}$ ). Correlations were found between the velocity of the ball after spike and power during concentric phase of the movement during bench press Pmax ( $R = 0,85$ ;  $p < 0,01$ ); Pmean<sub>20kg</sub> ( $R = 0,81$ ;  $p < 0,01$ ); Pmean<sub>22,5kg</sub> ( $R = 0,73$ ;  $p < 0,05$ ) and number of years of sport experience ( $R = 0,81$ ;  $p < 0,01$ ). There was found significant correlations ( $R = 0,83$ ;  $p < 0,01$ ) between body weight and ball velocity after spike. The results showed significant relationship between power in bench press, number of years of sport experience, body weight and ball velocity after spike.

**Keywords:** volleyball; spike; ball velocity; power

### SÚHRN

Štúdia sa zaoberala identifikáciou vzťahov medzi rýchlosťou lopty po smeči a vybranými silovými a antropometrickými parametrami (kalendárny vek, telesná hmotnosť, telesná výška). Meranie rýchlosti lopty po smeči bolo realizované prostredníctvom radarového prístroja Bushnell radar gun. Diagnostické zariadenia FiTROdyne Premium a FiTRO Torso dyne (FiTRONiC s. r. o.) boli použité na zaznamenávanie parametrov svalového výkonu v diagnostickej sérii v cvičení tlaku na lavičke a cvičení rotačného pohybu trupu v koncentrickej fáze kontrakcie preferovanej polovice trupu. Bol zaznamenaný výkon v teste merania výšky smečiarskeho dosahu po trojkrokovom rozbehu na útočný úder. Výskumný súbor tvorilo jedenásť vrcholových volejbalistiek s priemerným vekom  $17,39 \pm 2,21$  rokov a s priemernou športovou praxou  $6,55 \pm 2,02$  z najvyššej súťaže žien na Slovensku. Priemer rýchlosti lopty po smeči hráčok dosiahol hodnoty  $22,25 \pm 1,06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (max.  $23,61 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , min.  $20,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Priemerný výkon výšky smečiarskeho dosahu mal hodnoty  $2,94 \pm 0,07 \text{ m}$  ( $3,08 \text{ m}$ ; min.  $2,83 \text{ m}$ ). Vzťahy boli preukázané medzi rýchlosťou lopty po smeči a parametrami svalového výkonu počas koncentrickej fázy pohybu v cvičení tlaku na lavičke Pmax ( $R = 0,85$ ;  $p < 0,01$ ); Pmean<sub>20kg</sub> ( $R = 0,81$ ;  $p < 0,01$ ); Pmean<sub>22,5kg</sub> ( $R = 0,73$ ;  $p < 0,05$ ) a počtom rokov športovej praxe ( $R = 0,81$ ;  $p < 0,01$ ). Z pomedzi antropometrických parametrov vykázala pozitívnu koreláciu telesná hmotnosť ( $R = 0,83$ ;  $p < 0,01$ ). Výsledky výskumu naznačujú, že niektoré rýchlostno-silové parametre a antropometrické ukazovatele, ako aj počet rokov športovej praxe môžu pozitívne vplývať na rýchlosť lopty po smeči realizovaného v stabilných podmienkach prípravného cvičenia.

**Kľúčové slová:** volejbal; smeč; rýchlosť lopty; svalový výkon

## Úvod

Začiatky volejbalu siahajú do polovice 90. rokov 19. storočia (Tlustý, 2014). Moderný volejbal, ako aj množstvo ostatných športových hier v súčasnosti kladie oveľa vyššie nároky na prejav rýchlostno-silových, ale aj koordinačných schopností v porovnaní s minulosťou. Volejbalové družstvo môže dosiahnuť bod v sete viacerými spôsobmi, no najfrekventovanejšou hernou činnosťou je útočný úder – smeč. V súvislosti s technikou a variabilitou smeča je najsledovanejším hodnoteným faktorom smeča prejav výbušnej sily, ktorá sa v celkovej štruktúre herného výkonu vo volejbale považuje za limitujúci faktor. Množstvo autorov považuje útočný úder za prediktor úspešnosti družstva v sete (Eom & Schutz, 1992; Přidal, 2001, 2002, 2007, 2008; Hairinen, Hoivala & Blomqvist, 2004; Monteiro, 2009; Marcelino et al., 2010; Hančák & Přidal, 2012 a ďalší).

Hľadaniu vzťahov medzi faktormi ovplyvňujúcimi výslednú rýchlosť lopty po smeči sa venovalo viacero výskumných prác. Maximálna rýchlosť, akú smečiar dokáže udeliť lopte po údere súvisí s veľkosťou produkovanej sily, ktorá úzko súvisí s rozsahom pohybu pri švihu paže. Dôležitou súčasťou sú aj pohyby ostatných segmentov tela a ich vhodné načasovanie a koordinácia navzájom Li-Fang et al. (2008). Pozitívna korelácia bola preukázaná na mužskej vzorke volejbalistov medzi rýchlosťou letu lopty a výškou zásahu lopty pri smeči ( $r = 0,509$ ,  $p = 0,026$ ), výkonnosťou v hode 800 g lopty ( $r = 0,504$ ,  $p = 0,028$ ), výskokom s protipohybom s rukami ( $r = 0,444$ ,  $p = 0,056$ ), telesnou hmotnosťou ( $r = 0,445$ ,  $p = 0,056$ ), body mass indexom ( $r = 0,474$ ,  $p = 0,04$ ) a silovým tréningom v hodinách za týždeň ( $r = 0,463$ ,  $p = 0,046$ ). Ďalej sa nepreukázala významnosť techniky vybranej hernej činnosti jednotlivca vo vzťahu k rýchlosti letu lopty (Cloes et al., 2004). Technika prevedenia švihu pri smeči môže ovplyvniť výslednú maximálnu rýchlosť z rôznych zón pri úderoch vedených rôznymi smermi (Plawinski, 2008).

## Cieľ práce

Cieľom práce bolo objasniť existenciu vzťahov medzi rýchlosťou lopty po smeči, svalovým výkonom nameraným počas diagnostickej série v tlaku na lavičke, svalovým výkonom rotačného pohybu trupu preferovanej časti trupu, výškou smečiarskeho dosahu, antropometrickými ukazovateľmi a dĺžkou športovej praxe u nami sledovaných volejbalistiek.

## Metodika

Výskumný súbor tvorili 11 volejbalistiek hrajúcich za volejbalové kluby Slávia UK Bratislava, COP Nitra, ŠŠK pri gymnáziu Bilíková v súťažnom ročníku 2015/2016. Probandky participujúce vo výskume sú hráčky útočiace z okrajov siete a vo svojich kluboch zastávajú hráčsku funkciu smečiar alebo diagonálny hráč.

Tabuľka 1./ Table 1.

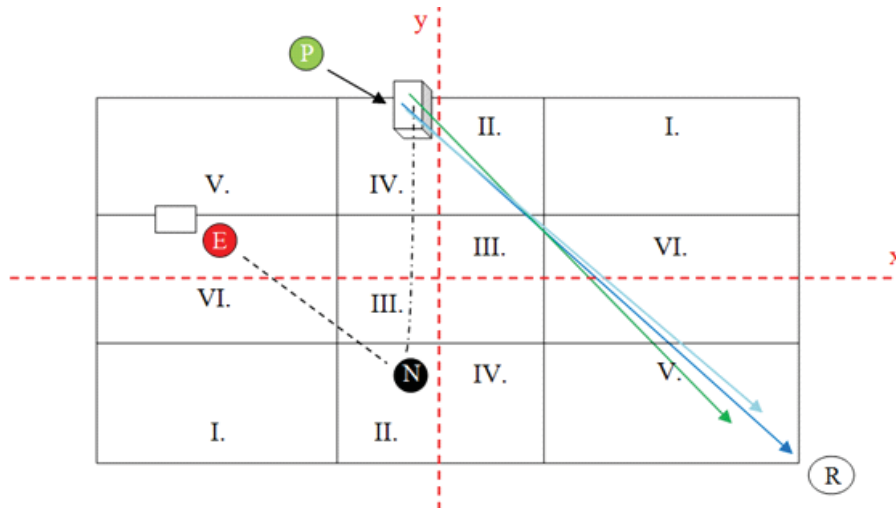
*Základné charakteristiky súboru./ Main characteristics file.*

| Charakteristiky       | Priemer $\pm$ SD |
|-----------------------|------------------|
| Kalendárny vek (roky) | 17,39 $\pm$ 2,21 |
| Športový vek (roky)   | 6,55 $\pm$ 2,02  |
| Telesná hmotnosť (kg) | 71,38 $\pm$ 6,47 |
| Telesná výška (m)     | 1,83 $\pm$ 0,03  |

Probandi boli informovaní krátkou prezentáciou s cieľom výskumu a priebehom testovania. Ako prvé sa realizovalo meranie antropometrických ukazovateľov a hráčky odpovedali na otázky ohľadom športovej praxe. Pred meraním rýchlosti lopty pri smeči v nami stanovených podmienkach prípravného cvičenia hráčky realizovali pre nich bežné rozcvičenie s loptou. Následne sme pristúpili k meraniu výkonov v jednotlivých testoch v nasledovnom poradí: výška smečiarskeho dosahu, cvičenie tlak na lavičke, rotačný pohyb trupu preferovanej časti trupu.

Obrázok 1./ Figure 1.

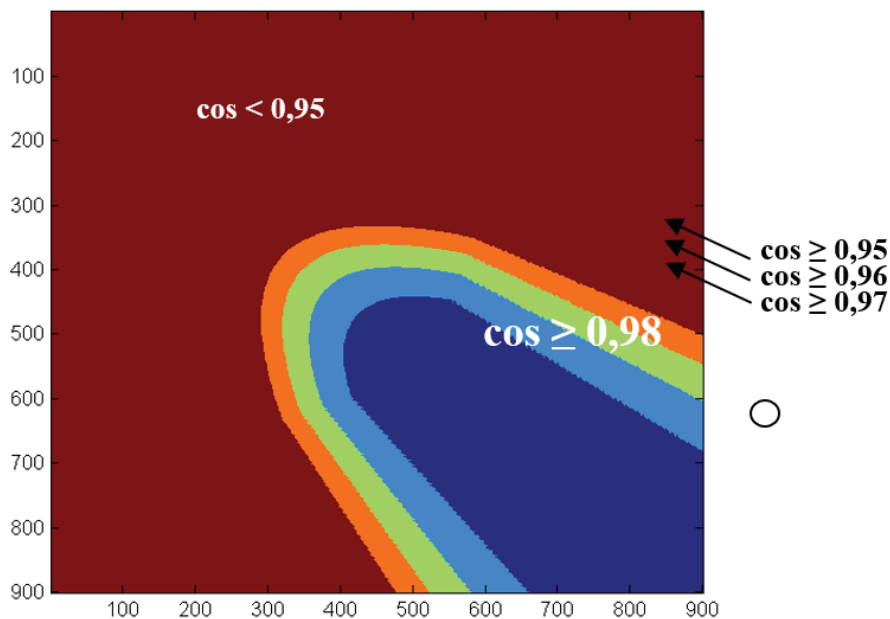
*Priestorová organizácie a priebeh realizácie merania rýchlosti letu lopty pri smeči. (N – nahrávač, E – examinátor, P – proband, R – radarový prístroj)./ Spatial organization and progress of the measurement of airspeeds of the ball in the smash. (N - setter, E - Examiner, P - proband, R - radar devices).*



Na realizáciu merania rýchlosti lopty sme použili lopty značky MIKASA PRESTIGE MVA200 pri vnútornom tlaku vzduchu v lopte 32,5 kPa. Každá hráčka realizovala 12 platných pokusov. Interval odpočinku medzi opakovaniami sme stanovili na 60 sekúnd. Za platný pokus sa považoval smeč realizovaný v danom smere, teda zo zóny IV. do vymedzeného priestoru zóny V (u pravákov) (Obr. 1) a naopak zo zóny II. do zóny I. u ľavákov. Hráčka musela taktiež vysloviť súhlas, že je spokojná s realizáciou pokusu, ktorý podľa jej vlastných pocitov realizovala s maximálnym úsilím s dosiahnutím, čo možno najvyššej rýchlosti. Kritériom v teste bol najlepší nameraní pokus.

Obrázok 2./ Figure 2.

*Hodnoty  $\cos \alpha$  pre rýchlosť lopty od  $11,11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  do  $25,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ./  $\cos \alpha$  for the ball speed of  $11.11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  to  $25.00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .*



Na meranie rýchlosti letu lopty bola použitá radarová pištoľ „Bushnell radar gun”. Absolútna chyba merania udávaná výrobcom pre dané zariadenie je  $\pm 0,28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Pre stanovenie chyby merania spôsobenej priestorovou organizáciou merania rýchlosti lopty po smeči sme v našom výskume vychádzali z metodiky Matušov & Přidal (2015). Autori uvádzajú chybu merania spôsobenú organizáciou merania pri dopade lopty po smeči do vymedzeného územia zóny V. (Obr. 2) v rozmedzí rýchlosti od  $11,11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  do  $25,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  menšiu ako hodnoty  $\cos \alpha \geq 0,98$ ; teda chyba merania bude menšia ako 2 %. Hodnoty spoľahlivosti merania rýchlosti lopty po opakovaných smečoch sme hodnotili prostredníctvom korelačného koeficientu vnútro triednej korelácie R. Štatistickým softvérom IBM SPSS 19 boli vypočítané nasledovné hodnoty  $\text{ICC} = 0,91$ . Štandardná chyba meraných hodnôt (Standard errors of measurements) =  $0,99 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Zvolenú metódu považujeme za spoľahlivú.

Po nameraní rýchlosti lopty po smeči sme pristúpili k meraniu výkonov výšky smečiarskeho dosahu. Každá hráčka realizovala 4 pokusy, ktoré vykonala po sebe. Medzi každým realizovaným pokusom bol 60 sekundový interval odpočinku (upravené podľa Zapletalová, 2005).

Merania parametrov v tlaku na lavičke boli realizované prostredníctvom zariadenia FiTRO Dyne Premium (FiTRONiC s. r. o.). Spoľahlivosť testovania prostredníctvom tohto zariadenia vykazovalo vysoký stupeň spoľahlivosti  $r = 0,97$  (Jennings et al., 2005); resp.  $\text{ICC} = 0,82 - 0,90$ ;  $p < 0,01$  (Fry et al., 2006). V diagnostickej sérii sme zisťovali výkonové maximum ( $P_{\text{max}}$ ) a priemerné hodnoty ( $P_{\text{mean}}$ ) pri jednotlivých hmotnostiach 20,0 kg; 22,5 kg; 25,0 kg atď. S každou hmotnosťou hráčky realizovali 3 pokusy. Pred meraním výkonov v tlaku na lavičke hráčky realizovali dorozcvičenie. Šírku úchopu sme stanovili ako úzky úchop, kde sa podľa záverov Vanderka, Kojnok & Longová (2012) vo výraznej miere zapája do pohybu mm. triceps brachii. Z hľadiska techniky pohybu smeča považujeme dobu trvania extenzie v laktovom kĺbe v momente úderu za jeden z kľúčových momentov pre udelenie finálnej rýchlosti lopte. Medzi jednotlivými opakovaniami dodržíme interval odpočinku s minimálnou dĺžkou = 2 min.

Merania parametrov rotačného pohybu trupu v koncentrickej fáze kontrakcie preferovanej polovice trupu zapájanej pri smeči v stoju s činkou na ramenách prebehlo za pomoci zariadenia FiTRO Torso Dyne (FiTRONiC, s. r. o.). Princíp zariadenia vychádza z II. Newtonovho zákona sily ( $F = m \cdot a$ ). Prostredníctvom uhlového snímača sa zaznamenáva uhlová rýchlosť a pomocou softvéru sa z nej vypočítava obvodová rýchlosť. V diagnostickej sérii sme zisťovali výkonové maximum ( $P_{\text{max}}$ ) a priemerné hodnoty ( $P_{\text{mean}}$ ) pri nasledovných hmotnostiach: 6 kg, 10 kg, 12 kg, 16 kg, 20 kg, 22 kg a 26 kg, resp. až po stanovenie 1 rázového výkonového maxima. Meranie sa realizovalo v stoju na vyznačených značkách s vystretými nohami. Činku, s ktorou hráčky realizoval rotácie trupu si pridržovali pažami na ramenách podobne ako to je pri vykonávaní drepov. Všetky hráčky začínali pohybom „náprahom” do preferovanej strany, následne bolo úlohou čo najrýchlejšie zmeniť smer na konci náprahovej fázy do opačnej strany a v konečnej fáze brzdiť pohyb na opačnej strane po vytočení trupu. Postupne sa hráčka vrátila do východiskovej pozície. Pri každej hmotnosti boli realizované 4 pokusy s intervalom odpočinku 60 sekúnd.

Na objasnenie vzťahov medzi sledovanými premennými sme využili Spearmanov koeficient poradovej korelácie a koeficient determinácie. Na overenie reliability metódy merania rýchlosti letu lopty po smeči sme zvolili korelačný koeficient vnútro triednej korelácie R (ICC). Na spracovanie a pri výpočtoch sme využili softvér Microsoft Excel 2007 a IBM SPSS 19. Signifikantnú závislosť medzi premennými sme posudzovali na 5% hladine pravdepodobnosti.

## Výsledky

Hodnoty priemerného svalového výkonu nameraného počas diagnostickej série v cvičení tlaku na lavičke uvádzame na obrázku 4, ako aj hodnoty ostatných sledovaných parametrov. Priemerná rýchlosť lopty po smeči sledovaného súboru bola  $22,25 \pm 1,06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Najvyššia nameraná rýchlosť lopty dosiahla hodnotu  $23,61 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  a najnižšia rýchlosť hodnotu  $20,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Vzťahy boli preukázané medzi rýchlosťou lopty po smeči a niektorými sledovanými parametrami svalového výkonu počas koncentrickej fázy pohybu v cvičení tlaku na lavičke (Obr. 3). Najsilnejšia korelácia bola preukázaná medzi rýchlosťou lopty a maximálnym priemerným svalovým výkonom ( $P_{\text{max}}$ );  $R = 0,85$ ;  $p < 0,01$ . Koeficient determinácie  $R^2$  predstavuje v tomto prípade hodnotu 72,25 %, teda 72,25 % výkonu rýchlosti letu lopty môže byť vysvetlené výkonom ( $P_{\text{max}}$ ) v cvičení tlaku na lavičke. Ďalej sa preukázala korelácia medzi rýchlosťou lopty a priemernými hodnotami výkonu pri

hmotnostiach doplnkovej záťaže 20,0 kg a 22,5 kg; ( $P_{mean_{20kg}}$ );  $R = 0,81$ ;  $R^2 = 65,61\%$ ;  $p < 0,01$ ; resp. ( $P_{mean_{22,5kg}}$ );  $R = 0,73$ ;  $R^2 = 53,29\%$ ;  $p < 0,05$ . Pri hmotnosti doplnkovej záťaže 25,0 kg ( $P_{mean_{22,5kg}}$ )  $p > 0,05$  sa štatisticky významný vzťah s rýchlosťou lopty po smeči nepreukázal.

Medzi ďalším sledovaným faktorom, výškou smečiarskeho dosahu a rýchlosťou lopty po smeči sa pozitívny vzťah nepreukázal  $R = 0,52$ ;  $R^2 = 27,04\%$ ;  $p > 0,05$  (Obr. 4). Priemerný výkon výšky smečiarskeho dosah dosiahol hodnotu  $2,94 \pm 0,07$  m. Najlepší nameraný výkon mal hodnotu 3,08 m a najhorší 2,83 m.

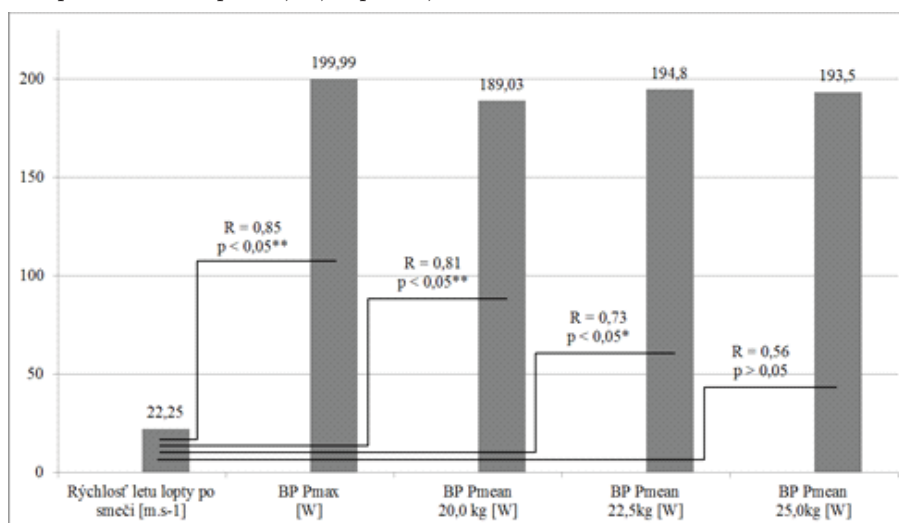
Tabuľka 2./ Table 2.

*Namerané parametre v testoch rýchlosti lopty po smeči, tlaku na lavičke, rotačného pohybu trupu a výšky smečiarskeho dosahu./ The measured parameters in a test of speed of the ball in the smash, the bench press, rotational movement of the trunk and reach heights.*

|         | Tlak na lavičke [W] |               |               |               |               |                               | Rýchlosť lopty po smeči [m.s <sup>-1</sup> ] |
|---------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|----------------------------------------------|
|         | Pmax                | Pmean         | Pmean         | Pmean         | Pmean         | Pmean                         |                                              |
|         |                     | 20 kg         | 22,5 kg       | 25,0 kg       | 25,7 kg       | 30,0 kg                       |                                              |
| počet   | 11                  | 11            | 11            | 10            | 6             | 4                             | 11                                           |
| priemer | 199,99              | 189,03        | 194,80        | 193,50        | 206,38        | 199,23                        | 22,25                                        |
| SD      | 29,57               | 32,86         | 28,07         | 33,51         | 25,57         | 28,49                         | 1,06                                         |
| max.    | 258,00              | 254,30        | 248,70        | 258,00        | 247,90        | 237,20                        | 23,61                                        |
| min.    | 146,10              | 132,70        | 146,10        | 136,90        | 169,80        | 170,30                        | 20,00                                        |
|         | RPT Pmax [W]        | RPT Pmean [W] | RPT Pmean [W] | RPT Pmean [W] | RPT Pmean [W] | Výška smečiarskeho dosahu [m] |                                              |
|         |                     | 6 kg          | 10 kg         | 12 kg         | 16 kg         |                               |                                              |
| počet   | 11                  | 11            | 11            | 11            | 11            | 11                            |                                              |
| priemer | 183,22              | 145,96        | 151,10        | 174,95        | 173,73        | 2,94                          |                                              |
| SD      | 22,59               | 24,54         | 26,38         | 29,81         | 35,45         | 0,07                          |                                              |
| max.    | 215,60              | 196,60        | 193,40        | 215,60        | 212,50        | 3,08                          |                                              |
| min.    | 138,90              | 114,00        | 91,40         | 102,30        | 89,80         | 2,83                          |                                              |

Obrázok 3./ Figure 3.

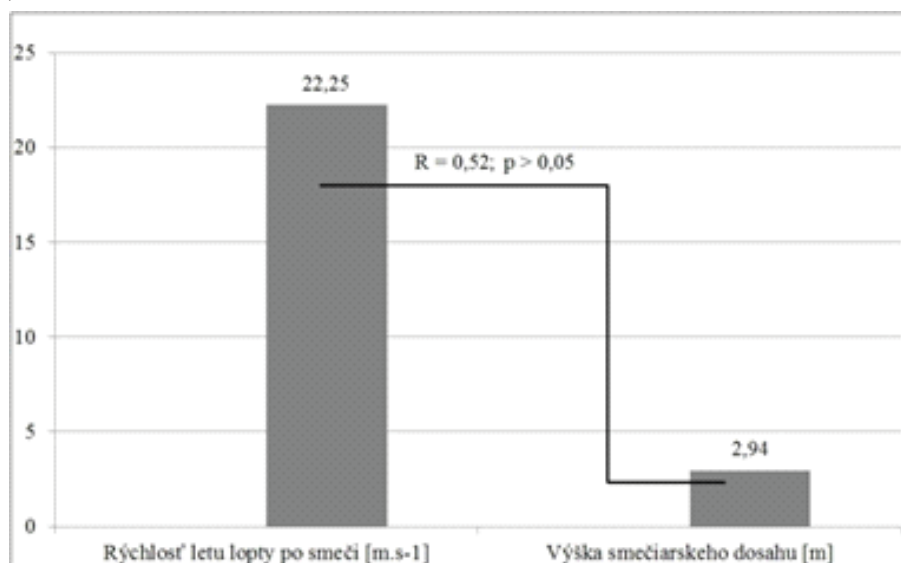
*Vzťah medzi rýchlosťou letu lopty po smeči a parametrami tlaku na lavičke. Závislosť: \*\*  $p < 0,01$ ; \*  $p < 0,05$ ./ The relationship between the speed of the ball flight parameters at the smash and the bench press. Dependence: \*\*  $p < 0,01$ ; \*  $p < 0,05$ .*





Obrázok 4./ Figure 4.

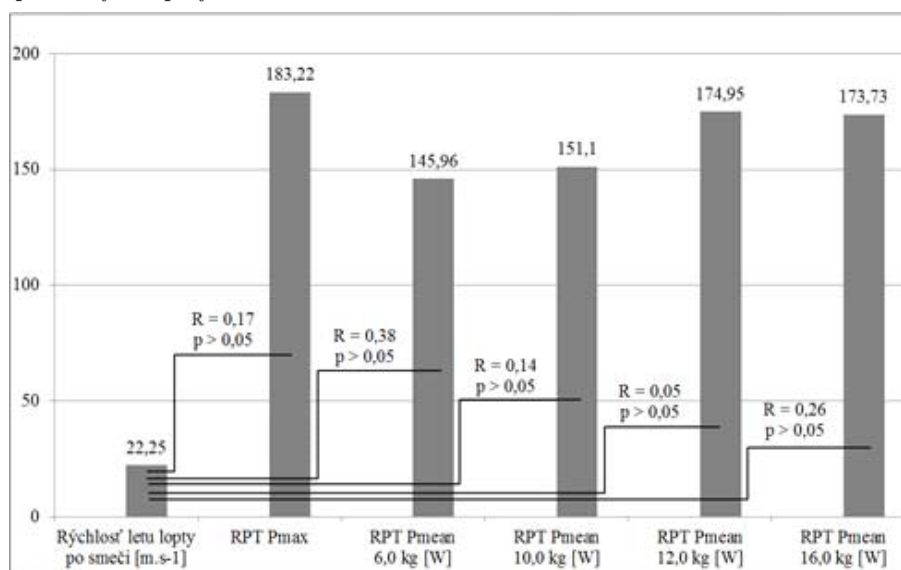
Vzťah medzi rýchlosťou letu lopty po smeči a výškou smečiarskeho dosahu. Závislosť:  $\star\star p < 0,01$ ;  $\star p < 0,05$ ./ The relationship between airspeed and smash the ball at a height range.



Medzi rotačným pohybom trupu v koncentrickej fáze kontrakcie preferovanej polovice trupu zapájanej pri smeči a rýchlosťou lopty po smeči nebol preukázaný štatisticky významný vzťah ani pri jednom sledovanom parametri (Obr. 5): (Pmax)  $R = 0,17$ ;  $R^2 = 2,89$  %;  $p > 0,05$ ; (Pmean<sub>6kg</sub>)  $R = 0,38$ ;  $R^2 = 14,44$  %;  $p > 0,05$ ; (Pmean<sub>10kg</sub>)  $R = 0,14$ ;  $R^2 = 1,96$  %;  $p > 0,05$ ; (Pmean<sub>12kg</sub>)  $R = 0,05$ ;  $R^2 = 0,25$  %;  $p > 0,05$ ; (Pmean<sub>16kg</sub>)  $R = 0,26$ ;  $R^2 = 6,76$  %;  $p > 0,05$ . Najvyšší maximálny priemerný výkon dosiahol hodnotu 215,6 W a bol zaregistrovaný pri cvičení s 12 kg doplnkovou záťažou.

Obrázok 5./ Figure 5.

Vzťah medzi rýchlosťou letu lopty po smeči a rotačným pohybom trupu v koncentrickej fáze kontrakcie preferovanej polovice trupu zapájanej pri smeči. Závislosť:  $\star\star p < 0,01$ ;  $\star p < 0,05$ ./ The relationship between the speed of the ball in flight smash and rotational movement of the trunk in concentric contraction phase of the preferred mid-torso involvement in the smash.



Korelácie boli preukázané medzi rýchlosťou lopty po smeči a telesnou hmotnosťou sledovaného súboru  $R = 0,83$ ;  $R^2 = 26,89\%$ ;  $p < 0,01$ ; a dĺžkou športovej praxe  $R = 0,81$ ;  $R^2 = 65,61\%$ ;  $p < 0,05$ . Vzťah medzi rýchlosťou letu lopty po smeči a kalendárnym vekom, ako aj telesnou výškou sa nepotvrdil (Tab. 3).

Tabuľka 3./ Table 3.

*Vzťah medzi rýchlosťou letu lopty a základnými charakteristikami výskumného súboru./ The relationship between the speed of the ball flight and essential characteristics of the research group.*

| Rýchlosť letu lopty<br>po smeči | Kalendárny vek | Telesná výška | Telesná hmotnosť | Športová prax |
|---------------------------------|----------------|---------------|------------------|---------------|
|                                 | 0,15           | 0,14          | 0,83**           | 0,81**        |

Závislosť: \*\*  $p < 0,01$ ; \*  $p < 0,05$ .

## Diskusia

Nami namerané priemerné hodnoty rýchlosti lopty po smeči (tab. 2) v kategórii žien  $22,25 \pm 1,06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  sú výrazne vyššie v porovnaní s výsledkami iných prác zaoberajúcich sa meraním rýchlosti lopty po smeči. Christopher (2002) uvádza hodnoty  $19,0 \pm 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  a Ying, Cheng & Chenfu (2008) hodnoty  $18,93 \pm 1,32 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . V prípade uvádzaných autorov bol súbor tvorený hráčkami majstrovského vysokoškolského družstva. Rozdiel prisudzujeme výkonnostnej úrovni sledovaných súborov, kde v našom prípade išlo o vybranú reprezentatívnu zložku talentovaných, resp. mladých no napriek tomu skúsených hráčov z najvyššej domácej súťaže, ako aj mládežníckych reprezentácií.

Pozitívnu koreláciu sme zaznamenali medzi rýchlosťou letu lopty po smeči a maximálnym priemerným svalovým výkonom v cvičení tlaku na lavičke (Pmax);  $p < 0,01$ , ako aj inými sledovanými parametrami (Pmean<sub>20kg</sub>)  $p < 0,01$ ; resp. (Pmean<sub>22,5kg</sub>)  $p < 0,05$ . Pri hmotnosti doplnkovej záťaže 25,0 kg sa nám nepotvrdil pozitívny vzťah. Ukazuje sa, že sledovaný súbor bol schopný transformovať maximálny svalový výkon (Pmax) najlepšie z pomedzi sledovaných parametrov sily do rýchlosti jednorazového pohybu realizovaného pri smeči. Zistenia sú v súlade s predchádzajúcimi výskumnými prácami Cloes et al. (2004), Gorostiaga et al. (2004) a Zatsiorsky & Kraemer (2006).

Pri nameraných parametroch výšky smečiarskeho dosahu sme nepreukázali štatistickú významnosť  $R = 0,52$ ;  $p > 0,05$ ; a mohlo by sa zdať, že tieto dve premenné spolu zjavne nesúvisia, alebo ich vzťah je náhodný. Koeficient determinácie ( $R^2$ ) nám poukazuje na isté percentuálne zastúpenie sledovanej premennej vysvetľujúcej výslednú rýchlosť letu lopty po smeči na 27,04 %.

Podobne štatisticky nevýznamný vzťah sme zaznamenali pri vyhodnotení vzťahu medzi parametrami diagnostickej série rotačného pohybu trupu v koncentrickej fáze kontrakcie preferovanej polovice trupu zapájanej pri smeči a priemernou rýchlosťou letu lopty po smeči. Najvyššie hodnoty koeficientu korelácie boli zaznamenané pri cvičení s najnižšou doplnkovou záťažou Pmean<sub>6kg</sub>;  $R = 0,38$ ;  $p > 0,05$ . Zistená korelácia predstavovala vo vyjadrení koeficientom determinácie  $R^2 = 14,44\%$ . Usudzujeme, že aj napriek nevýznamným vzťahom môže rotačný pohyb trupu prispieť k výslednej rýchlosti letu lopty po smeči a vplývať na štruktúru športovej techniky pohybu hernej činnosti smeča, ako faktor druhého, resp. tretieho rádu. Trénované svalstvo v oblasti trupu umožňuje vykonávať vyvážené, silné a výbušné pohyby i keď nemusí priamo zaručovať lepší športový výkon. Pri prenose síl medzi hornou a dolnou polovicou trupu v zložitých pohybových reťazcoch hernej činnosti jednotlivca – smeču, kde finálna časť prenosu síl vplývajúci na výslednú rýchlosť sa odohráva v letovej fáze nemôžeme vylúčiť význam týchto svalov v celkovom štruktúre športovej techniky daného pohybu. Hoghes & Richardson (1997) považujú schopnosť svalstva trupu za kľúčovú v oblasti kontroly zrýchlenia, resp. spomalenie telesných segmentov v priebehu športových výkonov. Niektorí autori (Akuthota & Nadler, 2004; Kibler, 2006) považujú svalstvo oblasti trupu za kinematické spojenie medzi dolnými a hornými končatinami, akýsi stred kinematického reťazca. Aj vzhľadom k týmto poznatkom je potrebné posudzovať silu svalov trupu vo vzťahu k technike jednotlivých herných činností jednotlivca a vymedziť ich pomer a vplyv na ich finálnu realizáciu.

Medzi sledovanými základnými charakteristikami súboru sa objasnil pozitívny vzťah medzi telesnou hmotnosťou  $71,38 \pm 6,47 \text{ kg}$  ( $R = 0,83$ ;  $R^2 = 68,89\%$ ;  $p < 0,01$ ) a dĺžkou športovej praxe  $6,55 \pm 2,02$

( $R = 0,81$ ;  $R^2 = 65,61$  %;  $p < 0,05$ ). Potvrdili sme tak poznatky Cloesa et al. (2004) o pozitívnom vplyve telesnej hmotnosti na finálnu rýchlosť predmetu hry vo volejbale potvrdili.

Medzi telesnou výškou, ako aj kalendárnym vekom nebola preukázaná štatistická závislosť ( $R = 0,14$ ;  $R^2 = 1,96$  %;  $p > 0,05$ ), resp. ( $R = 0,15$ ;  $R^2 = 2,25$  %;  $p > 0,05$ ). Vzhľadom k priemernému kalendárnemu veku sledovaného súboru  $17,39 \pm 2,21$  rokov, kde ide v prevažnej miere o hráčky junior-ského veku, sa môžeme domnievať, že dĺžka športovej praxe vo vzťahu k pohybovej skúsenosti hráčok zohráva významnú úlohu pri prenose pohybovej schopnosti do špecifického pohybu. Významnú úlohu tak pravdepodobne zohráva v štruktúre športového výkonu aj dĺžka športovej praxe.

Vyhodnotenie nameraných parametrov poukazuje vo všeobecnosti na komplikovaný a zložito prepojený komplex sledovaných premenných. Najväčší vplyv na výslednú rýchlosť lopty po smeči má pravdepodobne silová zložka z cvičenia tlaku na lavičke so zreteľom na rýchlostný prejav vo vzťahu k športovému veku a telesnej hmotnosti probandky. Ostatné sledované premenné zohrávajú menšiu no z vecne logického hľadiska nemožno povedať, že bezvýznamnú úlohu. Zvýšenie kvality týchto premenných by malo pravdepodobne znamenať zvýšenie rýchlosti letu lopty po smeči.

Vyššia rýchlosť lopty po smeči vytvára vyššie nároky, v dôsledku zníženia časového úseku, na hráčky brániaceho družstva a s tým spojenú realizáciu obrannej fázy hry, resp. reakciu na zasmečovanú loptu a vznikajúcu hernú situáciu. Zvyšovanie rýchlosti letu lopty identifikujeme ako predpoklad k zvyšovaniu úspešnosti sledovanej finálnej hernej činnosti jednotlivca v samotnej hre. Uvedomujeme si však, že náš výskum prebiehal v upravených, modelovaných podmienkach tréningového procesu (prípravné cvičenia). Prípravné cvičenia nerešpektujú špecifické zvláštnosti herného výkonu v športových hrách, akými sú neštandardnosť podmienok herného výkonu, utilizácia, variabilita herných situácií a ich tvorivé riešenie, ktoré môžu pravdepodobne významne ovplyvniť výsledky takéhoto typu výskumu v prirodzených podmienkach zápasu. V zápase sa totiž, nie vždy hráčka snaží realizovať smeč maximálnym úsilím v jednom smere, ako je tomu v našom výskume. Mnohokrát je konfrontovaná so súperovým obranným systémom a je nútená reagovať tvorivo na vznikajúce herné situácie, napr. variabilitou útočného úderu. Ak sa však dokáže vyrovnáť s rôznymi deformačnými faktormi, ktoré na ňu pôsobia počas samotnej hry, vtedy má možnosť plne využiť svoj pohybový potenciál napr. v útočnom údere.

## Záver

Domnievame sa, že stanovený cieľ práce sme splnili. Predkladané výsledky prinášajú aktuálne poznatky z vrcholového volejbalu žien na Slovensku o rýchlosti letu lopty po smeči realizovaného v stabilných podmienkach prípravného cvičenia vo vzťahu na nami stanovené a sledované premenné. Vzťahy boli preukázané medzi rýchlosťou lopty po smeči a parametrami svalového výkonu počas koncentrickej fázy pohybu v cvičení tlaku na lavičke  $P_{max}$  ( $R = 0,85$ ;  $p < 0,01$ );  $P_{mean_{20kg}}$  ( $R = 0,81$ ;  $p < 0,01$ );  $P_{mean_{22,5kg}}$  ( $R = 0,73$ ;  $p < 0,05$ ), telesnou hmotnosťou ( $R = 0,83$ ;  $p < 0,01$ ) a dĺžkou športovej praxe ( $R = 0,81$ ;  $p < 0,05$ ).

Homogenita súboru a výkonnostná úroveň hráčok bola vhodným výberom pre takýto typ výskumu, ale je potrebné podotknúť skutočnosť, že ide o nízky počet probandov na formulovanie všeobecných záverov. Pre určenie kombinovaného vzťahu medzi nezávislými premennými (prediktormi) a závislou premennou je potrebný komplexnejší výskum na dostatočnom veľkom výskumnom súbore a následne vytvorenie regresného modelu za pomoci viacnásobnej regresnej analýzy a viacnásobnej korelácie. Takýto typ výskumu by mohol priniesť skutočné poznatky o váhe sledovaných nezávislých premenných na finálnu rýchlosť letu lopty po smeči. Podobne aj verifikácia poznatkov na iné vekové a výkonnostné kategórie si vyžaduje osobitné sledovania.<sup>1</sup>

## Literatúra

Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthenin. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation Journal*, 85(3), 86-92.

<sup>1</sup>Príspevok vznikol za podpory grantu Univerzity Komenského č. UK/279/2015 „Závislosť rýchlosti letu lopty po smeči od vybraných rýchlostno-silových parametrov hráčok vo vrcholovom volejbale žien”.

- Cloes, M., Croiser, J. L., Barsin, M., Ciccaroneet, G., & Forthomme, B. (2004). *Analysis of the volleyball spike: relationship between several parameters and the speed of the ball*. Dostupné z: <http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/107039/1/Cloes%20et%20al,%202004,%20Thessaloniki,%20poster.pdf>.
- Christopher, G. A. (2001). *Shoulder biomechanics in volleyball spiking: Implications for injuries*. Dostupné z: [http://web.uta.edu/faculty/ricard/pdfs/christopher\\_wcb\\_2002.pdf](http://web.uta.edu/faculty/ricard/pdfs/christopher_wcb_2002.pdf).
- Eom, H. J., & Schutz, R. V. (1992). Statistical Analyses of Volleyball Team Performances. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63(1), 11-18.
- Fry, A. C., Schilling, B. K., Weiss, L. W. & Chiu, L. (2006).  $\beta$ -Adrenergic receptor downregulation and performance decrements during high-intensity resistance exercise overtraining. *Journal of Applied Physiology*, 101(6), 1664-1672.
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J., & Izquierdo, M. (2004). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball player. *Int. J. Sport Med.*, 26, 225-232.
- Hančák, J., & Přidal, V. (2012). Vzťah medzi úspešnosťou družstva v sete a kvalitou realizácie útočného úderu. *Telesná výchova a šport*, 22(2), 27-31.
- Häyrinen, M., Hoivala, T., & Blomqvist, M. (2004). Differences between winning and losing teams in men's European top-level volleyball. *Proceedings of VI Conference Performance Analysis* (pp. 168-177). Belfast: St. Mary's University College.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1997). Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles. *Ergonomics*, 40(11), 1220-1230.
- Jennings, C. L., Viljoen, W., Durandt, J., & Lambert, M. (2005). The Reliability of the FitroDyne as a Measure of Muscle Power. *The journal of Strength Cond. Res.*, 19(4), 859-863.
- Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). *The role of core stability in athletic function*. *Sports Medicine*, 36(3), 189-198.
- Li-Fang, L., Gin-Chang, L., Chiao-Wen, S., & Chen-Fu, H. (2008). *The application of range of motion (ROM) and coordination on volleyball spike*. Dostupné z: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/1983/1851>.
- Marcelino, R., Mesquita, I., & Sampaio, J. (2010). Efficacy of the Volleyball Game Actions Related to the Quality of Opposition. [online]. *The Open Sports Sciences Journal*, 3(1-2), 34-35. Dostupné z: <http://bentham.org/open/tossj/articles/V003/34TOSSJ.pdf>.
- Matušov, M., & Přidal, V. (2015). Vzťah medzi rýchlosťou lopty pri smeči a svalovým výkonom počas tlaku na lavičke a výkonom v hode 1 kg medicínbalu u vrcholových volejbalistiek. In *Zborník vedeckých prác Katedry športových hier FTVŠ UK*, 2. Bratislava: KO&KA, 56-70.
- Monteiro, R., Marcelino, R., & Mesquita, I. (2009). Relationship between the set outcome and the dig and attack efficacy in elite male Volleyball game. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(3), 294-305.
- Plawinski, M. P. (2008). *An analysis of the different spike attack arm swing used in elite levels of men's volleyball*. Dizertačná práca. Ontario: Queens Univerzity Kingston.
- Přidal, V. (2001). Závislosť úspešnosti družstva od kvantitatívnych a kvalitatívnych charakteristík herných činností jednotlivca vo volejbale. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 42, 5-55.
- Přidal, V. (2002). Závislosť úspešnosti družstva od kvality herných činností jednotlivca pri zakladaní a zakončení útoku vo volejbale. *Česká kinantropologie*, 6(1), 27-35.
- Přidal, V. (2007). Vplyv presnosti zakladania útoku na účinnosť jeho zakončenia vo vrcholovom volejbale mužov. In *Zborník vedeckých prác Katedry hier FTVŠ UK*, 7. Bratislava: Občianske združenie Športové hry, 54-61.
- Přidal, V. (2008). Teoretické východiská diagnostiky herného výkonu vo volejbale. In *Zborník vedeckých prác Katedry hier FTVŠ UK*, 10. Bratislava: Občianske združenie Športové hry, 10-24.
- Thustý, T. (2014). Nástin historie volejbalu v československé YMCA do roku 1939. *Česká kinantropologie*, 18(4), 44-59.
- Vanderka, M., Kojnok, M., & Longová, K. (2012). Parametre výkonu v závislosti na šírke úchopu v benčprese. *Studia Sportiva*, 6(2), 5-12.
- Van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2004). Effect of body size and gender in overarm throwing performance. *European Journal of Applied Physiology*, 91(4), 413-418.

- Ying-Cheng, CH., & Chen-Fu, H. (2008). *Kinematical analysis of female volleyball spike*. Dostupné z: <http://www.ntnu.edu.tw/acad/rep/r97/a7/a702-1.pdf>.
- Zapletalová, L. (2005). Výber talentov vo volejbale. In L. Zapletalová, V. Přidal & J. Tokár. *Volejbal: učebné texty pre školenie trénerov I. stupeň*. (pp. 138-149). Bratislava: PEEM.
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2014). *Silový trénink. Praxe a věda*. Praha: Mladá fronta a. s.

**Mgr. Michal Matušov, PhD.**  
**Fakulta telesnej výchovy a športu**  
**Univerzita Komenského**  
**Nábr. arm. gen. L. Svobodu 9**  
**814 69 Bratislava**  
**matusovsvk@gmail.com**

## POROVNANIE POHYBU ŤAŽISKA TELA VYBRANÝCH TENISOVÝCH HRÁČOV

### COMPARISON OF CENTER OF GRAVITY MOVEMENT IN SELECTED TENNIS PLAYERS

P. Mudra<sup>1</sup> & V. Psalman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Masaryk University, Faculty of Sports Studies, Department of Kinesiology

<sup>2</sup>University of South Bohemia, Faculty of Education, Department of Sports Studies

---

#### ABSTRACT

Tennis is a very nice sport, which can be played on different performance levels. Optimal tennis technique requires the activation of the whole body. While the dominant upper extremity plays a crucial role, the correct tennis shot should also be based on adequate activities of other body parts, e.g. non-hitting upper extremity, legs, body core, etc. We focus on comparison of the trunk (core) activity in three players of different tennis quality. Three-dimensional kinematic analysis with the help of Simi Motion software has been used and we achieved precise kinematic parameters of 13 body segments and tennis racket. However, the most important in this study were trajectories, velocities and accelerations of center of gravity during the tennis shots. We took into consideration forward-backward, side (lateral) and vertical motion of center of gravity (x, y and z axis) and absolute velocities and accelerations of hitting upper extremity with tennis racket and center of gravity as well. We were comparing data taken from three tennis players. The first represented the highest tennis level (international) – 751st in ATP ranking, the second ranked 23rd in Slovak national ranking and the lowest quality was a Slovak junior tennis player ranked 2nd in Slovak national junior ranking. Their ages were 25, 25 and 17 respectively. Each player made 10 shots, which were recorded, and the best one was selected. This data has been evaluated and compared to each other. Based on this analysis and comparison of the motion of center of gravity, its range, velocity and acceleration before, during and after forehand tennis shot we found significant differences between the tested players. This confirmed the very important role of the core during tennis movements, which has influence on the quality of tennis strokes.

**Keywords:** tennis; center of gravity; kinematic parameters of tennis motion

#### SÚHRN

Tenis je nádherný šport, ktorý môžu hrať hráči s rôznou hernou kvalitou. Optimálna tenisová technika si vyžaduje aktivovať celé telo. Samozrejme, že hrajúca horná končatina je dominantná ale správny tenisový úder je založený aj na adekvátnej aktivite iných častí tela, akými sú napríklad nedominantná horná končatina, nohy, trup, atď. Zamerali sme sa na porovnanie aktivity trupu u troch hráčov rozličnej tenisovej kvality. Bola použitá troj-rozmerná kinematická analýza a s pomocou softvéru Simi Motion sme získali výsledky kinematických ukazovateľov 13 vybraných segmentov tela a tenisovej rakety. Ale za najdôležitejšie v tejto štúdii sme považovali porovnanie trajektórií, rýchlostí a zrýchlení ťažiska tela, čo poukazuje na prácu trupu v priebehu vykonávania tenisových úderov. Braný do úvahy bol predozadný, stranový (laterálny) a vertikálny pohyb (vo všetkých osiach x, y a z) a absolútne rýchlosti a zrýchlenia hrajúcej hornej končatiny a ťažiska tela. Porovnávali sme troch hráčov rôznej tenisovej úrovne. Najlepší z nich bol 25 ročný 751. v profesionálnom rebríčku ATP (medzinárodná úroveň), druhý najlepší vo veku 25 rokov patril do národnej úrovne (23. v slovenskom národnom rebríčku) a najnižšiu tenisovú úroveň mal 17 ročný junior patriaci do slovenskej juniorskej špičky (2. v slovenskom juniorskom rebríčku). Každý hráč tejto testovanej skupiny absolvoval 10 pokusov, úderov typu forhend, z ktorých bol vybraný ten, ktorý bol tenisovo najlepší. Po vyhodnotení a porovnaní získaných



výsledkov sme zistili významné rozdiely medzi hráčmi, čo potvrdzuje dôležitosť práce trupu pri hraní vysoko kvalitných tenisových úderov.

**Kľúčové slová:** tenis; ťažisko tela; kinematické parametre tenisového pohybu

---

## Introduction

Tennis technique is an important factor in sport performance, which is the main reason why it should be analyzed in detail. There are differences between tennis players not only in their sport performance but also in a different quality of various tennis shots. This may be examined using a 3D biomechanical analysis, which provides more accurate data and different points of view (Psalman, 2008; Vaverka & Černošek, 2013). Additionally, spatial simulations of selected parts of movement are created and these simulations help us understand sport performance in tennis and identify strengths and weaknesses of any player. In order to evaluate a sport technique certain kinematic characteristics must be identified; these characteristics may be temporal, spatial or spatio-temporal. Trajectory and angle changes of functional parts of movement are a spatial phenomenon while duration is a temporal phenomenon and velocity and acceleration are spatio-temporal phenomena. Movement is defined as a change of the system position in space and also position of its functional parts – i.e. movement is a spatio-temporal phenomenon. Some scholars who dealt with the issues of sport techniques thus contributing to broaden the knowledge of the sport included the following: Baláž, 2005; Durovič, Lozovina & Mrduljaš, 2008; Ivančević, 2008. New findings and development tendencies from other sports are also adapted as they include some common and useful information for practice. Skiing is included here as an example for comparison (Štumbauer & Vobr, 2007).

## Methods

The tested sample contained three players at different tennis performance levels. The highest level player was 25 years old and 181 cm tall. His sport performance was at the level of a professional player and his best ATP ranking was 751. This was also his career-high as the player chose his university studies and coaching job in a tennis academy over a professional player career. The second tested player was 184 cm tall who played at Slovakian national level and his ranking at the time of the testing was 23 in the Slovakian chart. The third tested player has, despite his current low tennis level, very promising perspective. At the time of the testing he was 17 years old, 184 cm tall and ranking 2 in the Slovakian junior chart. Using a 3D kinematic analysis and Simi Motion software, we acquired the results of kinematic indicators of 13 selected segments of the body and tennis racket (head, shoulders, elbows, wrists, hips, knees, etc.) which were marked by reflective markers. The main aim of this study was to compare trajectories, velocities and acceleration of the center of gravity which indicates the cooperation of the body during the performance of tennis strokes. We have considered anterior/posterior, lateral and vertical movement (in all axis x, y and z) and absolute velocity and acceleration of the hitting hand and the center of gravity of the body. The center of gravity of the body was calculated by Simi Motion software according to the Gubitz model based on the values of other body segments. Every player from the tested group had 10 attempts at forehand of which the best hit was selected for further analysis. The best hit was selected based on the fastest movement of the tennis racket head and the fastest movement of the ball with the most accurate landing in the selected area. The standardization of the conditions was ensured by the tennis machine which provided the same balls with the same speed and accuracy and the same time intervals between attempts.

## Results and Discussion

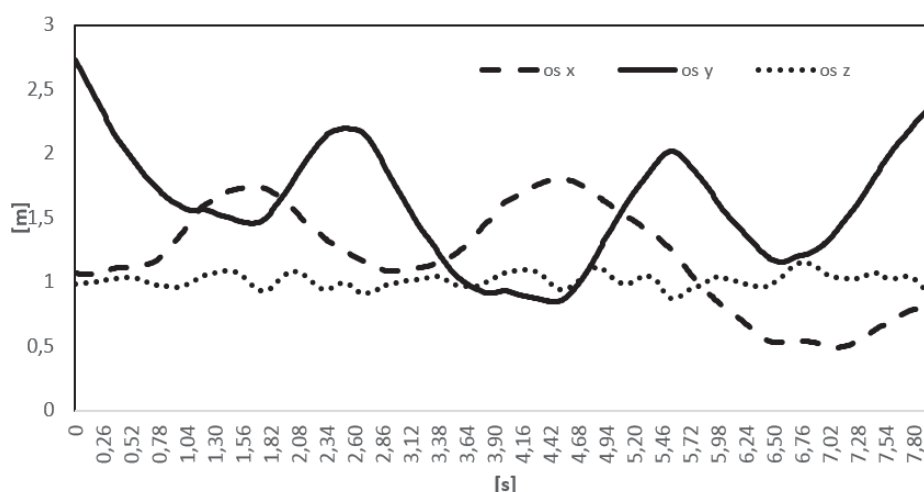
The best forehand stroke of the ten attempts was selected. In the high-impact position, the ball speed after stroke was 22.536 m/sec and acceleration was 41.228 m/s<sup>2</sup> for the first player while the second player reached velocity and acceleration of 21.744 m/sec and 36.997 m/s<sup>2</sup> respectively. The youngest player reached the speed of 19.577 m/s and acceleration of 9.258 m/s<sup>2</sup>. The numbers for acceleration for the third player require further improvement as negative values were measured in three of the attempts which means the player actually slowed down the racket on impact which proves bad timing and a subsequent stroke of worse quality.

### *The movement of the center of gravity in anterior/posterior, lateral and vertical direction*

A good quality tennis stroke requires synchronization of all participating body parts distal to the body center with the hitting hand being the most important distal end together with the tennis racket head which has the most significant influence on the quality of the stroke. Another, although less observed factor is the body of a tennis player. The exact movement of centers of gravity in different directions in the tested players during the preparation phase, hitting phase and follow through (8 seconds containing two complete strokes) is illustrated in Fig 1, 2 and 3. The values of movement show the distance in meters. The dashed line in the graph illustrates the movement of the center of gravity in anterior/posterior direction when the player estimates the landing area and subsequent bouncing the ball of the tennis court. The best player in our sample moved 0.6 m in his first hit which seem to be optimal. The same player had more time for his second hit as he followed the rhythm of the tennis machine which resulted in the increase of the distance to 1.2 m (Fig. 1). The second tested player reached the same distance for his first hit as the first tested player (0.6 m) and increased distance of 0.8 m for his second hit. Here, the difference is not as significant as for the first player as the second player has less time (Fig. 2). Figure 3 illustrates the third tested player who reached 0.6 m in his first hit. However, in his second hit he reached distance of only 0.5 m. This proves an overall worse quality of movement on the tennis court in the hitting phase as well as before and after the hit. As the player reaches shorter distances, he gets a time deficit which means he has to improvise during hitting.

Obrázok 1./ Figure 1.

*Pohyb ťažiska tela probanda 1 v jednotlivých smeroch (x, y, z)./ Movement of center of gravity of tested person 1 in all directions (x, y and z).*



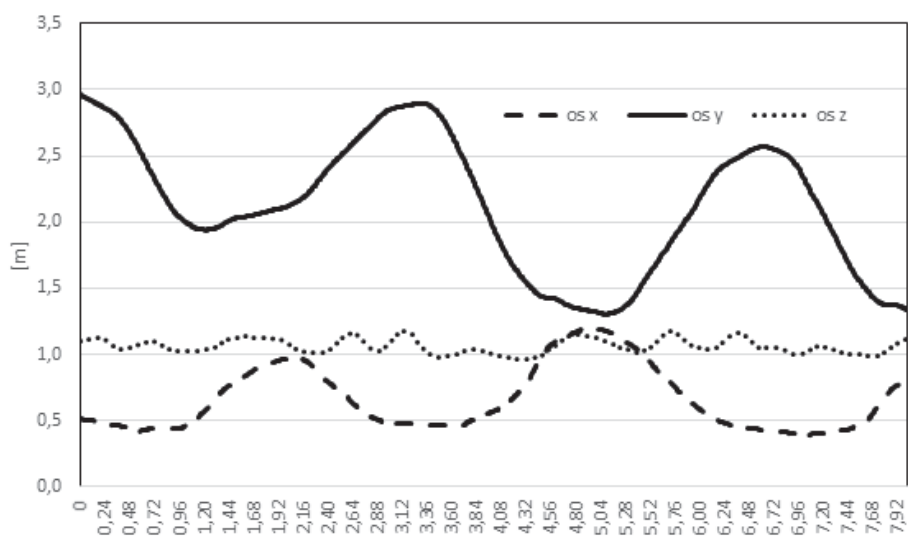
When evaluating the movement of the center of gravity in lateral direction (approach to the ball is from the same side, for the right-handed forehand it is always to the right) the observed activities were similar as in anterior/posterior direction. On the graphs this is presented by a single line. Between the hits, the player 1 reached the biggest distance of 4.5 m as he made a side approach to the cross forehand stroke and returned to the center of the baseline. The second tested player also showed a nice and effective movement to the forehand side but failed to return to the original position at the center of the baseline. The second player covered the lateral distance of 3.7 m. However, the weakest lateral movement was observed in the third tested player who covered only 3.1 m (Fig 1, 2 and 3).

The movement of the center of gravity in the vertical direction may not seem important but a more careful analysis of the curves (dotted lines) in Fig 1, 2 and 3 together with the numerical values in Fig 1 show that a perfect extent of movement with knee-bending allows better correction during hitting-phase and a finer approach to the ball. The ball may then be hit in the optimal position and at the best place. The bold line in Fig 1 shows the variation span which is the biggest in the first player

(28.5 cm). The second tested player showed excellent speed of movement but his footwork failed to be fine enough and the extension in the vertical direction was 21.4 cm. It was this fine motor skill before and during the hitting phase which proved to be limiting factor preventing the player from reaching higher performance level. This tennis player reached his technical ceiling and his ranking in the thirties of the national chart seems adequate. The third tested player reached the second best result (22.9 cm) in the vertical movement which, considering his age of 17, may be a sign for further improvement of sport technique and for an improvement of fine motor skills in the important phases and microphases of tennis game.

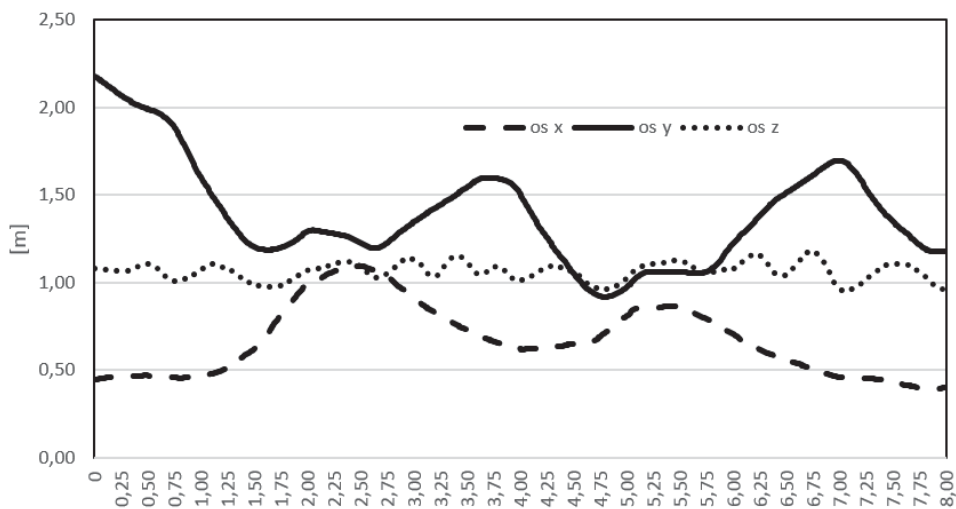
Obrázok 2./ Figure 2.

*Pohyb ťažiska tela probanda 2 v jednotlivých smeroch (x, y, z)./ Movement of center of gravity of tested person 2 in all directions (x, y and z).*



Obrázok 3./ Figure 3.

*Pohyb ťažiska tela probanda 3 v jednotlivých smeroch (x, y, z)./ Movement of center of gravity of tested person 3 in all directions (x, y and z).*



Tabuľka 1./ Table 1.

*Vertikálny pohyb ťažiska tela v priebehu tenisových úderov u vybraných hráčov (v metroch)./ Vertical movement of center of gravity during tennis shots in chosen players (in meters).*

|                                  | Tested player 1 | Tested player 2 | Tested player 3 |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| min.                             | 0.870           | 0.961           | 0.950           |
| max.                             | 1.155           | 1.175           | 1.179           |
| average                          | 1.012           | 1.064           | 1.066           |
| Height of COG at the time of hit | 1.050           | 1.128           | 1.079           |
| Variation span                   | 0.285           | 0.214           | 0.229           |

*Note.* min – minimal vertical height of the body center of gravity, max – maximal vertical height of the body center of gravity, average – average vertical height of the body center of gravity, var – variation span (max-min).

#### *Velocity and acceleration of the body center of gravity*

Figures 2 and 3 show data on velocity and acceleration which include maximum, minimum and average values and also values at the hitting phase – i.e. the contact of the ball with the racket. The data in bold in the tables show the quantity and quality of the involvement of the body in the hitting phase which peaks at the time of the hit. The best involvement of the body and thus reaching the highest velocity of 0.607 m/s was performed by the first tested player (see Fig 1). Lower speed and less involvement of the body was performed by the second tested player (0.527 m/s) and the lowest velocity was reached by the weakest tennis player (Fig 1) whose value of 0.294 m/s shows minimal activity of the body – i.e. the center of gravity. In this case, the most important role is played by the hitting hand while other body parts are less important. Acceleration and the measured data offer another proof on the quality of a tennis stroke. It is generally known that at the hitting phase and immediately before a certain aiming phase is taking place. At this time, acceleration of the tennis racket head is decreased while keeping the values positive for a good quality stroke. This was proved in every test attempt. The same is expected of the body activity; however, the body already completed its most important part of the kinematic chain at the hitting point so for the right hit also the negative values of acceleration are accepted. This is actually the deceleration of the movement performed by the body and identified by the center of gravity. The measured values of acceleration were lower at the time of hit than a few milliseconds before and reached the following values (Fig 3): Tested player 1 – 2.405 m/s<sup>2</sup>, tested player 2 – 0.272 m/s<sup>2</sup> and tested player 3 only 2.094 m/s<sup>2</sup>. While the best performing tennis player had positive values of acceleration, the second player the acceleration value was above zero (minimal acceleration) and the lowest performing tennis player had negative values. This proves that the youngest player failed to involve his body in the hitting phase which results in the worse quality of the stroke. However, the acceleration data of the center of gravity of the best player show that even at the hitting phase the involvement of the body is needed as most body mass is centered there which is known to, together with velocity, create the required momentum of the object.

Tabuľka 2./ Table 2.

*Rýchlosti ťažiska tela v priebehu tenisových úderov u vybraných hráčov (v m/s)./ Velocities of center of gravity during tennis shots in chosen players (in m/s).*

|                               | Tested player 1 | Tested player 2 | Tested player 3 |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| min.                          | 0.191           | 0.143           | 0.011           |
| max.                          | 1.801           | 1.935           | 1.312           |
| average                       | 1.122           | 1.023           | 0.687           |
| velocity at the hitting phase | 0.607           | 0.527           | 0.294           |
| Variation span                | 1.610           | 1.792           | 1.301           |

*Note.* min – minimal velocity of the body center of gravity, max – maximal velocity of the body center of gravity, average – average velocity of the body center of gravity, var – variation span (max-min).

Tabuľka 3./ Table 3.

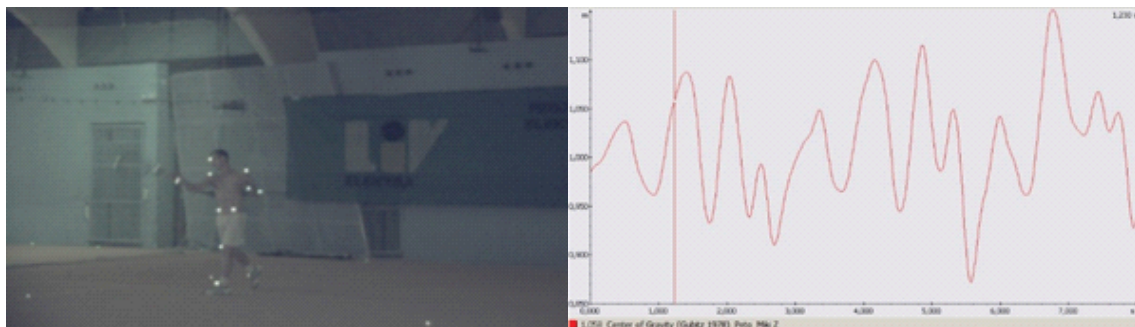
*Zrýchlenia ťažiska tela v priebehu tenisových úderov u vybraných hráčov (v m/s<sup>2</sup>)./ Accelerations of center of gravity during tennis shots in chosen players (in m/s<sup>2</sup>).*

|                                  | Tested player 1 | Tested player 2 | Tested player 3 |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| min.                             | -13.560         | -9.052          | -10.055         |
| max.                             | 10.441          | 9.344           | 8.503           |
| average                          | -0.158          | 0.021           | -0.025          |
| acceleration at the time of shot | 2.405           | 0.272           | -2.094          |
| Variation span                   | 24.001          | 18.396          | 18.558          |

*Note.* min – minimal acceleration of the body center of gravity, max – maximal acceleration of the body center of gravity, average – average acceleration of the body center of gravity, var – variation span (max-min).

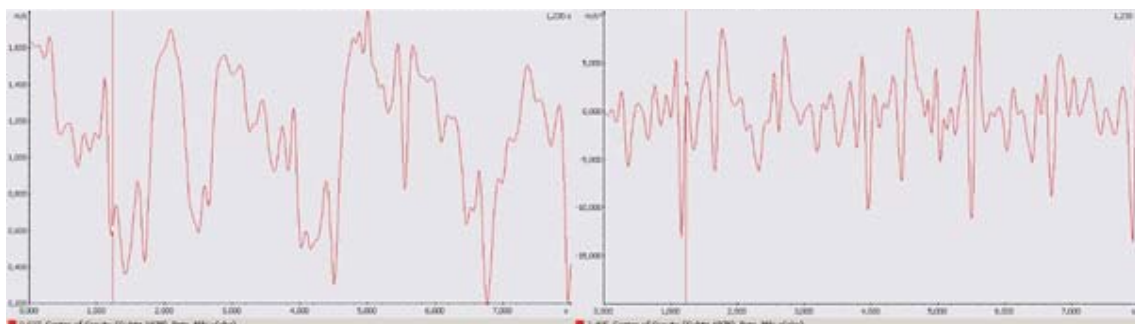
Obrázok 4a, b./ Figure 4a, b.

*Reálna poloha probanda 1 v čase úderu ( $t = 1,230$  s) a pohyb ťažiska vo vertikálnom smere počas testovania s vyznačením hodnoty v čase forhendového úderu (zvislá čiara, 1,058 m)./ Real position of tested person 1 at the time of forhand shot ( $t = 1.230$  s) and motion of center of gravity in vertical direction (vertical line indicates accurate value which is 1.058 m).*



Obrázok 5a, b./ Figure 5a, b.

*Rýchlosť ( $v = 0,607$  m/s) a zrýchlenie ( $a = 2,405$  m/s<sup>2</sup>) pohybu ťažiska tela v čase forhendového úderu ( $t = 1,230$  s)./ Velocity ( $v = 0.607$  m/s) and acceleration ( $a = 2.405$  m/s<sup>2</sup>) of motion of center of gravity at the time of forhand stroke ( $t = 1.230$  s).*



The following figures of 4a, b and 5a, b focus on the most important moment of the tennis stroke. This is the moment when the ball is hit and this moment confirms the correctness of the whole kinematic chain and also shows the positions of the tennis player (Fig 4a). To understand the needed trajectory (vertical movement of the body center of gravity) and spatial-trajectory (velocity and acceleration of the center of gravity movement) characteristics, we have selected the exact values measured in the best tennis player at the hitting phase. The body center of gravity was at the hitting

phase exactly at 1.058 m above the tennis court. When analyzing the whole process we found out that after the initial lowering of the body and maximum bending of the knees during the hitting phase, the body straightens again. This vertical movement is useful for the control of the ball.

Figure 5a shows the decrease of the movement velocity of the body center of gravity from 1.4 m/s to the 0.607 m/s at the hitting point. This velocity positively supports the velocity of the hitting hand which is decisive for the quality of the stroke. This fact also confirms the progress of acceleration of the body center of gravity in Fig 5b where the measured value of  $2.405 \text{ m/s}^2$  is sufficient and the body with its acceleration contributes to the overall sports performance.

## Conclusion

The values for trajectory, velocity and acceleration of the body center of gravity are individual and should be optimized for every stroke considering the bounce of the ball, individual hitting technique and the body build. A tennis player with sufficient training in sport technique is able to accurately estimate the bounce of the ball off the tennis court and make corresponding corrections in the milliseconds prior to the hit. This is, however, managed only by top tennis players who are able to involve their whole bodies in the process while considering all microphases of the movement.

## References

- Baláz, J. (2005). Dominantné tendencie a rovnováha systémov v tvorbe športového výkonu. Brno, *Sborník FSS MU, Sport a kvalita života*, 13-15.
- Durovič, N., Lozovina, V., & Mrduljaš, D. (2008). New biomechanical model for tennis serve. *Acta Kinesiologica*, 2(2), 45-49.
- Ivančević, T. (2008). Biomechanical analysis of shots and ball motion in tennis and the analogy with handball throws. *Physical Education and Sport*, 6(1), 51-66.
- Psalman, V. (2008). Dynamic balance and its diagnostics by using 3D biomechanical analysis. *The scientific Journal Facta Universitatis*, 6(2).
- Štumbauer, J., & Vobr, R. (2007). *Carving*. České Budějovice: Kopp.
- Vaverka, F., & Černošek, M. (2013). Association between body height and serve speed in elite tennis players. *Sport Biomechanics*, (12)1, 30-37.

**Mgr. Pavel Mudra**  
**Skřivanova 16**  
**Brno 60200**  
**mudra@fsps.muni.cz**





## VYUŽITÍ GPS PŘÍSTROJŮ PRO MONITORING POHYBOVÉ AKTIVITY – POTENCIÁL A LIMITY

### THE USE OF GPS DEVICES TO MONITOR PHYSICAL ACTIVITY - POTENTIAL AND LIMITS

M. Vorlíček,<sup>1</sup> L. Rubín,<sup>2</sup> J. Dygrýn,<sup>2</sup> J. Mitáš & V. Voženílek<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Palacký University Olomouc, Faculty of Physical Culture

<sup>2</sup>Palacký University Olomouc, Faculty of Science

---

#### ABSTRACT

Physical activity (PA) is one of the factors that positively affect health. Recent studies confirm that the type of the built environment can influence the physical activity behaviour. This relationship can be examined by a variety of methods (questionnaires, pedometers and accelerometers). At present, use of geographic information systems (GIS) and satellite positioning systems such as the global positioning system (GPS) appears to be very appropriate. Using GPS devices can locate PA in space and time. This information can help us understand the issue of active lifestyle. The main objective of this study is to clarify the use of GPS technology for PA monitoring in the Czech Republic. PA monitoring using GPS devices was conducted in Olomouc in 2014. One-week measurement was performed by 160 students (63 boys) from three primary schools. PA intensity was monitored by ActiGraph GT3X and localized by GPS logger Holux RCV – 3000. The combination of data from the accelerometer and GPS logger allows us to predict more easily where and at what intensity level the participants were active. Data imported into GIS can be analyzed and compared with the type of environment. We can easily estimate the influence of environmental elements such as parks or bike paths to the structure of participants' PA. The use of GPS devices can very effectively contribute to the localization of PA and facilitate formulation of recommendations to promote PA in municipal practice. Such recommendations can be helpful in improving health of the population. However, usage of these devices in practice has many restrictions such as inaccuracy, battery capacity, slow first satellite connection and negative participants' attitude towards this type of research.

**Keywords:** environment; GIS; health; PALMS; PA localization

#### SOUHRN

Zdraví člověka ovlivňuje celá řada faktorů. Jedním z faktorů, který zdraví člověka ovlivňuje pozitivně je pohybová aktivita (PA). Současné studie potvrzují, že typ zastavěného prostředí může pohybové chování ovlivnit. Tento vztah je možné zkoumat pomocí mnoha různých metod. V minulosti byly využívány dotazníky, krokoměry a akcelerometry. V současnosti se ukazuje jako velmi vhodné využití geografických informačních systémů (GIS) a družicových polohových systémů jako je například globální poziční systém (GPS). Pomocí přístrojů GPS můžeme lokalizovat PA v prostoru a čase. Tyto informace mohou přispět k porozumění problematiky aktivního životního stylu. Hlavním cílem této studie je ověřit využití GPS technologie pro monitoring PA v českém prostředí. Monitoring PA s využitím GPS přístrojů proběhl v Olomouci v roce 2014. Měření se zúčastnilo 160 žáků (63 chlapců) ze třech základních škol. Sběr dat trval 7 dní. Intenzita PA byla monitorována přístrojem ActiGraph GT3X a lokalizována přístrojem GPS logger Holux RCV – 3000. Kombinace dat z akcelerometru a GPS loggeru nám umožňuje snáze odhadnout kde, a jak intenzivně se účastník pohyboval. Data importována do GIS je možno analyzovat a porovnávat například s typem zástavby nebo odhadnout vliv existence parků na strukturu PA obyvatel. Využití GPS přístrojů může velmi efektivně přispět k lokalizaci PA a napomoci tak k tvorbě doporučení do komunální praxe, která přispěje k podpoře PA a tím zlepšení zdraví populace. Využití těchto přístrojů má však v praxi řadu omezení jako jsou na-

příklad přesnost zařízení, kapacita baterie, pomalé připojení a negativní přístup participantů a jejich rodičů k tomuto typu výzkumu.

**Klíčová slova:** prostředí; GIS; zdraví; PALMS; lokalizace PA

---

## Introduction

Physical activity (PA) is defined as any bodily movement produced by skeletal muscles that results in energy expenditure (Caspersen et al., 1985). Moderate PA, such as walking or riding a bike, positively affects human health (WHO, 2015). Previous studies showed that built environment may have impact on physical activity behaviour (Frank, Schmid, Sallis, Chapman & Saelens, 2005; Humpel, Owen & Leslie, 2002; McCormack, Giles-Corti & Bulsara, 2008), in particular on active transport (Van Dyck, Deforche, Cardon & De Bourdeaudhuij, 2009). The association between built environment and PA has been assessed by numerous interdisciplinary studies (Frank, Schmid, Sallis, Chapman & Saelens, 2005; Humpel, Owen & Leslie, 2002; McCormack, Giles-Corti & Bulsara, 2008; Saelens, Sallis, Black & Chen, 2003; Sallis, Bauman & Pratt, 1998; Van Dyck, Deforche, Cardon & De Bourdeaudhuij, 2009; Bauman et al, 2009; Mitáš, Dygrýn & Frömel, 2008). The influence of built environment on human PA might be assessed using questionnaires, pedometers, accelerometers and geographic information systems (GIS) (Oliver, Badland, Mavoa & Duncan, 2010). Usage of satellite positioning systems is considered as a fairly new method to assess the associations between built environment and PA both in the Czech and foreign literature.

Global positioning system (GPS) is the most widespread positioning system currently. The GPS is a navigation system used to determine position, velocity and time. This technology has been initially developed for the purposes of the U.S. Army. Nowadays, it is used often for civil navigation and research activities. The GPS devices allow us to localize place and duration of physical activities. This provides us with new information that can contribute to deeper understanding of the active lifestyle issues. In the past years, the GPS data has been collected across all population groups (Krenn et al., 2011). The studies have often combined the GPS-derived data with objective PA monitoring using accelerometers (Jones, Coombes, Griffin & van Sluijs, 2009; Quigg, Gray, Reeder, Holt & Waters, 2010; Troped, Wilson, Matthews, Cromley & Melly, 2010). Using the records from the GPS devices, it is also possible to specify individual physical activity behaviour, such as walking, running, riding a bike or using other mode of transport, more accurately. The studies might help investigate where respondents have the highest energy expenditure during physical activities (Kerr et al., 2011). Moreover, the GPS data provide information on time spent in buildings and free spaces (Cooper, Page, Wheeler, Hillsdon, Griew & Jago, 2010). The GPS technologies have become used also for identification of spaces with increased occurrence of risk behaviours including smoking, alcohol drinking and drug use. If urbanists or designers decide to avoid these or other social pathological phenomena related to environment in new built-up areas, they may find information of this nature essential (Kerr et al., 2011). Concerning the deteriorating health of population, the combination of GPS and PA monitoring appears as a potentially promising way of research in kinanthropology. The present study therefore aimed to analyse options of GPS technology use in the field of physical activity monitoring.

## Methods

### *Participants*

The PA monitoring using the GPS devices and accelerometers was conducted in Spring and Autumn 2014. In total, 160 pupils from three primary schools in Olomouc took part in the monitoring. The GPS record was obtained from 129 pupils, with 63 of them being boys ( $13,7 \pm 0,9$  years;  $167,4 \pm 10,8$  cm;  $58,4 \pm 12,5$  kg; BMI  $20,6 \pm 3,2$  kg · m<sup>-2</sup>) and 66 girls ( $13,5 \pm 0,8$  years;  $161,9 \pm 7,2$  cm;  $51,0 \pm 9,7$  kg; BMI  $19,4 \pm 3,1$  kg · m<sup>-2</sup>). The pupils were informed about the purpose of the study and functions and principles of the devices during a single school lesson. Then, they were shown demonstratively how to complete the accelerometer recording sheet. In the course of a week-long monitoring the participants had to charge the GPS logger several times. It was also emphasized to the participants that unless they provide the records on sufficient number of days (at least 4) and hours per day (at least 8), the data is useless for the research purposes. The study design was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Physical Culture, Palacký University Olomouc.

### Research techniques

Research material was distributed in plastic envelopes (A4 size). The content of the envelope included the GPS device, accelerometer, elastic band with two pockets intended for attachment of the devices, GPS device charger, research instructions, recording sheet for the ActiGraph accelerometer, information leaflet on the IPEN Adolescent project and questionnaire investigating environment and PA, which was to be filled in by participants' parents. The ActiGraph GT3X accelerometer was used to assess PA intensity. Concurrently with the accelerometer wearing, the participants were instructed to record the data into the recording sheet. They wrote down the time of start of wearing the accelerometer and the time they removed it. Moreover, the participants recorded the start and end of school, organized and unorganized PA. The wireless GPS logger Holux RCV – 3000 was used for PA localization. This device comprises the MT3329 chipset working at the frequency of 1 575 MHz. The logger sizes are  $62 \times 41 \times 17$  millimetres and it weighs 53 grams. The device has 4 MB integrated memory and frequency of logging, i.e. recording of position was set to 5 seconds. The participants were shown and recommended to put devices on the belt on their right hip. They were also given a CZ charger and told to charge the logger each night.

### Data cleaning and processing

The GPS data consists of immense number of points, with its record being disturbed by a number of external factors. Currently, there is not a unified methodology for cleaning and processing of the GPS data in the PA monitoring. In the present study, we used the Personal Activity and Location Measurement System (PALMS) software developed in the Center for Wireless and Population Health Systems, University of California, San Diego. The PALMS is a web application created to localize PA of individuals. Within the software, the GPS data processing consists of several stages:

- 1) Filtering out invalid points
- 2) Determining the points inside and outside buildings
- 3) Estimating the mode of transport
- 4) Investigation of locations where PA takes place

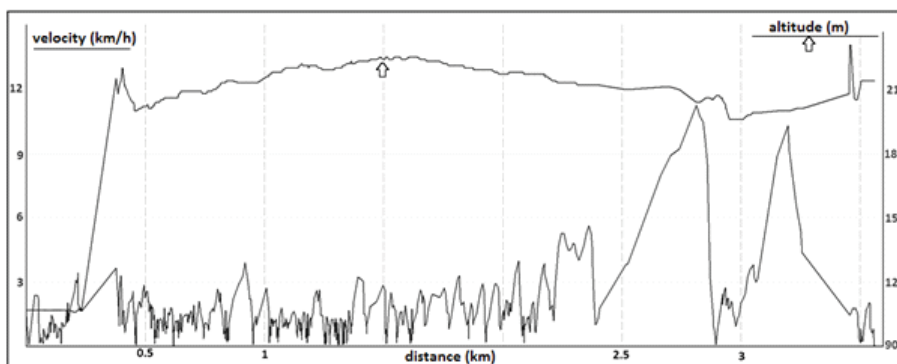
After the GPS data cleaning, the information on location is merged with accelerometer-derived data. The dataset can be then exported to geographic information systems (GIS) for data analyses. There is also an option to export the files in the KML format, which is suitable for data visualisation in the Google Earth interface.

## Results

Due to communication with satellites orbiting the Earth, the GPS device is able to localize its position pretty accurately on the Earth surface. Based on the changes of the location and time records, it is possible to calculate the distance travelled and speed of movement. The GPS data also contain the information on altitude (Figure 1).

Obrázek 1./ Figure 1.

Příklad záznamu trasy v Olomouci./ The example of track record in Olomouc.

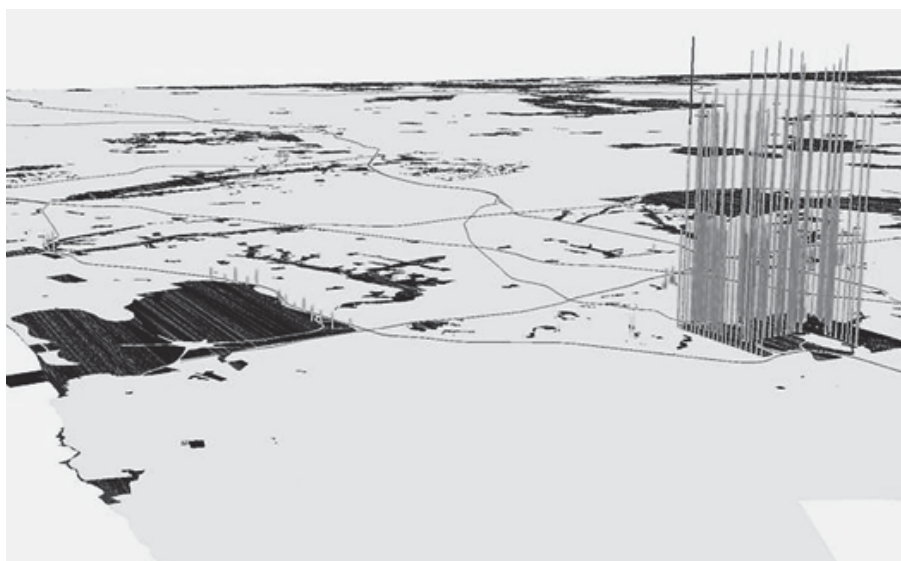


Poznámka./ Note. (velocity – rychlost, altitude – nadmořská výška, distance – vzdálenost).

In combination with the accelerometer-derived data, which provides information on PA intensity, it is possible to localize PA. Data derived from these two devices facilitate the estimation of where and at what intensity level a participant was physically active. The data imported to GIS might be analysed and compared, for instance, with type of built-up area. Another option of the GIS analysis is a visualization of PA intensity in the selected locations. Comparison of PA intensity in selected city parks enables to estimate for example, influence of park setting on the PA structure of inhabitants in its vicinity (Figure 2).

Obrázek 2./ Figure 2.

*Intenzita pohybové aktivity ve vybraných městských parcích (upraveno dle PALMS, 2014)./ Physical activity intensity in the selected city parks (modified in line with PALMS, 2014).*



If we were able to measure influence of specific elements of built environment on PA or active transport, it would promote development of recommendations for PA promotion in specific communities. The aim of these practical recommendations is to develop active lifestyle of population and, in turn, to enhance their health.

## Discussion

### *The accuracy of portable GPS loggers*

To include the GPS devices to scientific research, it is important to focus on accuracy of the data acquired. First, the devices were tested in a static position, i.e. the device does not change its location. In this case, the deviation of 1,5 – 10 m was observed for devices of specific types (Townshend, Worringham & Stewart, 2008). A more notable measurement error (40 – 50 m) was found in the environment where the signal between satellites and the device might be shaded (Duncan, Oliver & MacRae, 2011). In the built environment, such shading might be caused by so-called city canyons – high-rise buildings at both sides of a street. Another study (Rodriguez, Brown & Troped, 2005) shown the measurement deviation to be  $0,90 \pm 0,74$  m in case that the GPS signal was not shaded.

### *Slow connection*

During the initial start-up of the device or its recurrent attempts to re-establish communication with satellites, the process of track recording is often lagged. Such lagging is known as so-called cold start. The problem might occur when a person moves in a speed exceeding 50 km/h (Kerr et al., 2011). The device tries to adjust the position repeatedly, which hinders the establishment of stable connection with satellites. If a person enters a building with restricted connection at such a moment it might appear that the person did not move at all or data is shown as missing.

### *Physical obstacles*

Communication with satellites might be interrupted by high-rise buildings, trees, tunnels or bridges. The older GPS devices lose signal under these conditions. The more recent models of the GPS devices are able to maintain connection even in the interiors of buildings. It mostly depends on construction materials and design of a building.

### *Environment*

The GPS data might contain the record which is very unlikely (Figure 3). These deviations can be caused by actual location of a satellite at the orbit. The higher the satellite is above horizon, the better the signal is and the more accurate data is provided. The atmospheric conditions can affect the signal transfer as well (Jun, Guensler & Ogle, 2007).

### *Process complications*

Adolescents' and their parents' attitude towards research is a very important and hardly influenceable variable. If the attitude of parents and adolescents is positive, the probability that data will be of high quality is pretty large. Using the examples (Figures 3 and 4) of two outputs we illustrate the variation in quality of data collected by the same devices, in the same school class, after the identical initial instructions by research team. As is apparent in Figure 3, the device was located almost exclusively at one place. The "beams" (lines running away from this point) are caused by the movement of satellites or incorrect transfer of GPS signal. Although it is theoretically possible that the participant was at a single place for the whole week, such data is useless for research and the record is classified as irrelevant. We therefore try to prepare the top-quality information materials for parents and personally persuade the participants about the importance of their attitude towards monitoring.

Obrázek 3./ Figure 3.

*Příklad nekvalitního GPS záznamu trasy v Olomouci./ Example of a low-quality GPS data record in Olomouc.*





*Příklad kvalitního GPS záznamu trasy v Olomouci./ Example of a high-quality GPS data record in Olomouc.*



The combination of two devices might be a complication during research. The participants must wear two devices attached to a belt and, as result, receive a lot of information to comply with during a week-long monitoring. It is, however, a desirable trend of modernisation and the combination of these two devices' functions into a single one – for instance sport trackers. The capacity of the GPS battery might be a limitation for studies conducted over several days. To avoid loss of data because the device turned off during day, it is recommended to remind the participants to charge them by text messages. Furthermore, it is reasonable to advise them to charge the device at such a place so that they will notice it on the next day (e.g. next to their cell phone or bed).

## Conclusions

Thanks to the combination of the GPS devices recording location on the Earth surface and accelerometers monitoring PA volume and intensity we are able to localize the activity. If we know where and under what conditions the PA takes place, we will be able to develop suitable recommendations for communities, which will facilitate PA promotion. PA localization using the GPS devices is,

however, limited by several factors including accuracy of the device, battery capacity, slow connection, influence of high-rise objects and hesitant attitude of participants and their parents toward this type of research.<sup>1</sup>

## References

- Bauman, A., Bull, F., Chey, T., Craig, C. L., Ainsworth, B. E., Sallis, J. F. et al. (2009). The international prevalence study on physical activity: results from 20 countries. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6(21).
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126-131.
- Cooper, A. R., Page A.S., Wheeler B.W., Hillsdon M., Griew P., & Jago R. (2010). Patterns of GPS measured time outdoors after school and objective physical activity in English children: the PEACH project. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(31).
- Duncan, J. S., Oliver, M., & MacRae, D. (2011). Positional accuracy of seven portable GPS receivers under a variety of environmental conditions. In *Active Living Research Annual Conference*; Feb 22-24; San Diego CA; [www.activelivingresearch.org/node/12191](http://www.activelivingresearch.org/node/12191).
- Frank, L. D., Schmid, T. L., Sallis, J. F., Chapman, J., & Saelens, B. E. (2005). Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form: Findings from SMARTAQ. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2), 117-125.
- Humpel, N., Owen, N., & Leslie, E. (2002). Environmental factors associated with adults' participation in physical activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 22(3), 188-199.
- Jones, A. P., Coombes, E. G., Griffin, S. J., & van Sluijs, E. M. (2009). Environmental supportiveness for physical activity in English schoolchildren: a study using Global Positioning Systems. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6(42).
- Jun, J., Guensler, R., & Ogle, J. (2007). Smoothing methods to minimize impact of global positioning system random error on travel distance, speed, and acceleration profile estimates. *Journal of the Transportation Research Board*, (1972), 141-150.
- Kerr, J., Duncan, S., & Schipperijn, J. (2011). Using global positioning system in health research: a practical approach to data collection and processing. *American Journal of Preventive Medicine*, 41(5), 532-540.
- Krenn, P. J., Mag, D. I., Titze, S., Oja, P., Jones, A., & Ogilvie, D. (2011) Use of global positioning systems to study physical activity and the environment. *American Journal of Preventive Medicine*, 41(5), 508-15.
- McCormack, G. R., Giles-Corti, B., & Bulsara, M. (2008). The relationship between destination proximity, destination mix and physical activity behaviors. *Preventive Medicine*, 46(1), 33-40.
- Mitáš, J., Dygrýn, J., & Frömel, K. (2008). Využití geografických informačních systémů při sledování ukazatelů pohybové aktivity. *Česká kinantropologie*, 12(4), 21-29.
- Morse, D. T. (1999). MINSIZE2: A computer program for determining effect size and minimum sample size for statistical significance for univariate, multivariate and nonparametric tests. *Educational and Psychological Measurement*, 59(3), 518-531.
- Oliver, M., Badland, H., Mavoa S., Duncan, M. J., & Duncan S. (2010). Combining GPS, GIS, and accelerometry: Methodological issues in the assessment of location and intensity of travel behaviors. *Journal of physical activity & health*, 7(1), 102-108.
- PALMS. (2014). Dostupné 28. duben 2016, z <http://www.ucsd-palms-project.wikispaces.com>.
- Quigg, R., Gray, A., Reeder, A.I., Holt, A., & Waters, D. L. (2010). Using accelerometers and GPS units to identify the proportion of daily physical activity located in parks with playgrounds in New Zealand children. *Preventive Medicine*, 50(5), 235-40.

---

<sup>1</sup>This paper was supported by the research grant of Czech Science Foundation (No. 14-26896S) "Multifactorial research on built environment, active lifestyle and physical fitness in Czech adolescents" and Palacký University, Internal university grant (IGA\_FTK\_2015\_003) "New technologies and approaches to physical activity monitoring: Utilization in kinanthropology research".

- Rodriguez, D. A., Brown, A. L., & Troped, P. J. (2005). Portable global positioning units to complement accelerometry-based physical activity monitors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(11), 572-81.
- Saelens, B. E., Sallis, J. F., Black, J. B., & Chen, D. (2003). Neighborhood-based differences in physical activity: An environment scale evaluation. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1552-1558.
- Sallis, J., Bauman, A., & Pratt, M. (1998). Environmental and policy interventions to promote physical activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 15(4), 379-397.
- Townshend, A. D., Worringham, C. J., & Stewart, I. B. (2008). Assessment of speed and position during human locomotion using nondifferential GPS. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(1), 124-32.
- Troped, P. J., Wilson, J. S., Matthews, C. E., Cromley, E. K., & Melly, S. J. (2010). The built environment and location-based physical activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 38(4), 429-38.
- Van Dyck, D., Deforche, B., Cardon, G., & De Bourdeaudhuij, I. (2009). Neighbourhood walkability and its particular importance for adults with a preference for passive transport. *Health & Place*, 15(2), 496-504.
- World Health Organization (WHO). (2015). Dostupné 15. duben 2016, z <http://www.who.int/topics/physical.activity/en/>.

**Mgr. Michal Vorlíček**  
**IZS FTK UP**  
**Třída Míru 117**  
**771 11 Olomouc**  
**michal.vorlicek@upol.cz**

## POKYNY PRO AUTORY PŘÍSPĚVKŮ

Časopis Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity je určen pro zveřejňování původních výzkumných studií, teoretických studií, přehledových studií a předběžných sdělení, které souvisí s problematikou kinantropologie. Akceptuje příspěvky, které dosud nebyly publikované a nejsou přijaté k publikování v jiném časopisu. Všechny texty procházejí recenzním řízením a jsou posuzovány nejméně dvěma odborníky. Recenzní řízení je anonymní. Statě mohou být publikovány v jazyce českém, slovenském nebo anglickém. Autor je zodpovědný za odbornou, jazykovou a formální správnost příspěvku. O zveřejnění příspěvku rozhoduje redakční rada se zřetelem na vědecký význam a oponentské posudky.

**Struktura příspěvku představuje formální a obsahové členění v souladu s konvencí pro vědecké sdělení.**

### 1. Titulní strana obsahuje

- (a) *Nadpis* (název práce) má být stručný, výstižný, má poskytovat jasnou informaci o obsahu článku. Nemá přesáhnout 10 slov, 80-85 úhozů včetně mezer. První se uvádí název práce v českém jazyce, pod ním v anglickém jazyce.
- (b) *Jméno autora* (autorů) se uvádí bez titulů, v pořadí jméno (iniciála), příjmení, např. R. Naul<sup>1</sup>, R. Telama<sup>2</sup> & A. Rychtecký<sup>3</sup>. Příjmení se v případě potřeby opatří indexem.
- (c) *Pracoviště autorů* se uvede v pořadí indexů, např. <sup>1</sup>University of Essen, Sportpädagogik, <sup>2</sup>University of Jyväskylä, Faculty of Physical Education and Sport, <sup>3</sup>Univerzita Karlova Praha, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra pedagogiky, psychologie a didaktiky TV a sportu.
- (d) *Abstract* (krátký souhrn) se nejdříve uvádí v anglickém jazyce. Jasně stanoví cíl, stručný popis problému, metody, výsledky a závěry. Doporučuje se rozsah 100 až 200 slov (Word – panel nabídek – Nástroje – Počet slov). Nemá se opakovat název článku a nemají se uvádět všeobecně známá tvrzení.
- (e) *Klíčová slova* v angličtině nemají přesáhnout 5 slov, doporučuje se používat klíčová slova platná pro databázi CAB, řadí se od obecnějších ke konkrétnějším, navzájem se oddělují středníkem.
- (f) *Souhrn* (neboli abstrakt) a *klíčová slova* v českém, resp. slovenském jazyce – platí stejná pravidla jako pro abstrakt a klíčová slova v anglickém jazyce.

### 2. Další strany

- (a) *Úvod* obsahuje nejnutnější údaje k pochopení tématu, krátké zdůraznění, proč byla práce uskutečněna, velmi stručně stav studované problematiky. Je možné uvést citace autorů vztahující se k práci.
- (b) *Metodika* (metoda) umožňuje zopakování popsaných postupů. Podrobný popis metodiky se uvádí tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvést případné odchylky. Způsob získání podkladových dat se popisuje stručně.
- (c) *Výsledky* zahrnují věcné, stručné vyjádření výsledků, zjištění, nálezů a pozorovaných jevů. Vedle tabulek se doporučuje používat grafů. Graf nemá být „kopií“ tabulky, má vyjadřovat nové skutečnosti. Tabulky mají shrnovat výsledky statistického vyhodnocení. Popis výsledků má být věcný, obsahovat pouze faktické nálezy, nikoliv závěry a dedukce autora.
- (d) *Diskuze* vyhodnocuje zjištěné výsledky, konfrontuje je s literárními údaji, zaujímá stanoviska, diskutuje o možných nedostacích. Srovnává je s dříve publikovanými údaji, pokud mají s prací souvislost (uvádět jen autory, kteří mají k nové práci bližší vztah). Vyžaduje-li to charakter práce, je možné popis výsledků a diskuzi spojit do jedné statí „Výsledky a diskuze“.

Pokud to autoři považují za účelné, může být zařazen do příspěvku *závěr*. Zahrnuje základní informace o materiálu a metodice, stručně vystihuje nové a podstatné poznatky. Je nekritickým informačním výběrem významného obsahu příspěvku, včetně hlavních statistických dat, nikoliv jen jeho pouhým popisem. Má být psaný celými větami (ne heslovitě), nemá překročit 10 řádků.

Podle uvážení autora je možné na tomto místě uvést *poděkování* spolupracovníkům.

- (e) *Literatura* se uvádí pouze ta, která byla skutečným podkladem pro napsání příspěvku. Musí odpovídat publikačnímu manuálu APA (6. vydání, 2010).
- (f) *Citace* se řadí abecedně podle jména prvních autorů.

Schématické znázornění hlavních citací:

- periodika (pravidelně vydávané žurnály, časopisy, sborníky apod.) ⇒ Autor, A., Autor, B., & Autor, C. (1998). Název článku. *Název časopisu*, ročník(číslo), stránky.

- neperiodika (knihy, monografie, sborníky, skripta, brožury, manuály, audio-vizuální média apod.) ⇒ Autor, A. (1998). *Název díla*. Místo vydání: vydavatel.
- část z neperiodika (kapitoly ve sborníku, knize apod.) ⇒ Autor, A., & Autor, B. (1998). Název kapitoly. In A. Editor, B. Editor, & C. Editor, (Ed.), *Název knihy* (pp. xx–xx). Místo vydání: Vydavatel.
- webová stránka ⇒ Titulek stránky. (1998). Dostupné 9. říjen 2015, z <http://...>

V textu se odkaz na literaturu uvádí příjmením autora a rokem vydání. Do seznamu se zařazují všechny práce citované v textu, na práce uvedené v seznamu literatury musí být v textu odkaz. Pro citaci příspěvku uveřejněného v tomto časopisu se používá plných názvů. U *historických textů* je požadována přesná citace (př.: poznámka pod čarou).

(g) *Adresa prvního autora* (kontaktní adresa) se uvádí jako poslední údaj v příspěvku. Obsahuje plné jméno, příjmení, tituly, přesnou adresu s PSČ, číslo telefonu, faxu, příp. e-mail.

#### Technická úprava rukopisu

Příspěvky jsou přijímány ve formě zpracované textovým editorem, nejlépe Microsoft Word (popř. editorem s ním plně kompatibilním) při dodržení následujícího nastavení a úprav:

- formát A4
- všechny okraje 2,5 cm
- velikost písma pro název časopisu 9, název práce (česky, resp. slovensky a anglicky) 11, ostatní 10
- písmo pro název práce (česky, resp. slovensky a anglicky) Arial pro ostatní text Times New Roman
- řádkování pro oponování 1,5 (možnost poznámek oponenta), pro konečnou verzi 1,0
- za nadpisy úvod, materiál a metodika, výsledky, diskuze a literatura
- odsazení prvního řádku odstavce 0,5 cm

Název práce, souhrn a klíčová slova (česky, resp. slovensky a anglicky), jméno autora (autorů). **Ne velkými písmeny.**

- text a přílohy (tj. tabulky, grafy apod.) musí být zpracovány s využitím jednotek SI (ČSN 01 1300).
- zkratky se používají pouze pokud se jedná o mezinárodně platnou symboliku. Prvně použitou zkratku je nutno v závorce vysvětlit. V názvu práce není vhodné zkratkou používat.
- latinské názvy se píší kurzívou, netučně, a to i v názvu příspěvku. Na tabulky, grafy atd. musí být v textu odkazy. Předkládaný rukopis vědecké práce by neměl přesáhnout 15 stran včetně příloh. Tabulky, obrázky a grafy se zařazují do přílohy.

*Tabulky* – rozměry musí respektovat vymezenou stránku. Názvy tabulek a textů v tabulkách se uvádí dvojjazyčně, tj. česky, resp. slovensky a anglicky, přičemž je možné využít indexování českých textů v tabulce a uvést seznam anglických překladů pod tabulkou. Doplnující informace se uvádějí pod tabulku.

Table 4

*APA Style Problems Identified by Journal Editors*

| Problem Area                | Frequency |                 | Influence |                 |
|-----------------------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|
|                             | Mean      | SD <sup>a</sup> | Mean      | SD <sup>a</sup> |
| References (Documentation)  | 3.23      | 1.07            | 2.27      | 1.39            |
| Tables & Figures (Graphics) | 3.00      | 0.98            | 2.23      | 1.27            |
| Mathematics & Statistics    | 2.81      | 0.99            | 2.31      | 1.32            |

*Note.* Values are the mean of reported scores on a 5-point scale (1 = none, 5 = a lot). A frequency score of 3 indicates a fairly common occurrence; an influence score of 2 indicates some influence on the decision to accept or reject a paper. Adapted from "The Elements of (APA) Style: A Survey of Psychology Journal Editors," by B. W. Brewer, C. B. Scherzer, J. L. Van Raalte, A. J. Petipas, and M. B. Andersen, 2001, *American Psychologist*, 56, p. 266.

<sup>a</sup>Standard deviation.

*Grafy, obrázky* apod. jsou zpravidla samostatnými listy zpracovanými v kvalitě, která odpovídá požadavkům přímé předlohy pro tisk (černobílé obrázky a grafy a tomu odpovídající popisky, rozlišení min. 300 dpi). Rozměry musí respektovat vymezenou stránku. Použité názvy a popisy musí být uvedené rovněž dvojjazyčně, tj. česky, resp. slovensky a anglicky. Doplňující informace se uvádějí pod obrázek či graf. Obrázky a grafy se nerámují.

Autoři, jejichž příspěvek má vazbu na projekt *grantové agentury* a je součástí dílčí nebo závěrečné *zprávy výzkumného projektu* musí toto uvést. Např.: Empirická data byla získána v rámci řešení grantového projektu např. GAČR (název a číslo).

Příspěvky k oponentnímu řízení pošlou autoři elektronickou poštou (řádkování 1,5) na adresu redakce: studiakin@pf.jcu.cz.

Po úpravách vyvolaných oponentním řízením pošlou autoři na adresu redakce opravené rukopisy (řádkování jednoduché) v elektronické podobě.

*Upozornění:* Od roku 2011 je vybírán manipulační poplatek za příspěvek do časopisu *Studia Kinnanthropologica* ve výši 500 Kč nebo 20 €, číslo účtu: 104725778/0300, Specifický symbol: 1214.



## INSTRUCTIONS FOR THE AUTHORS OF THE ARTICLES

Scientific Journal for Kinanthropology is mainly a place for publishing reports of empirical studies, review articles, or theoretical articles. Articles are published in Czech, Slovak, and/or English language. The author (senior author) is responsible for special and formal part of the article. All texts are subject to review process and assessed by at least two expert referees. The review procedure is authorless. Board of editors decide about article's publishing having regard to scientific importance and review process.

Most journal articles published in kinanthropology are reports of empirical studies, and therefore the next section emphasizes their preparation.

### Parts of a Manuscript

#### 1. Title page consists of

(a) *Title*. A title should summarize the main idea of the paper simply and, if possible, with style. It should be a concise statement of the main topic and should identify the actual variables or theoretical issues under investigation and the relation between them. The recommended length for a title is 8 to 10 words. A title should be fully explanatory when standing alone.

(b) *Author's name and affiliation*

(c) *Abstract*. An abstract is brief, comprehensive summary of the contents of the article. A good abstract is accurate, self-contained, concise and specific, nonevaluative, coherent and readable. An abstract of a report of an empirical study should describe in 150 to 200 words

- the problem under investigation, in one sentence if possible;
- the subjects, specifying pertinent characteristics, such as number, type, age, sex, and species;
- the experimental method, including the apparatus, data-gathering, and complete test names, etc.
- the findings, including statistical significant levels, and
- the conclusions, and the implications or applications.

(d) *Keywords*. Not more than 5.

#### 2. Next pages

(a) *Introduction*. The body the paper body of a paper opens with an introduction that presents the specific problem under study and describes the research strategy. Definition of variables and formal statement of your hypotheses give clarity. Because the introduction is clearly identified by its position in article, it is not labeled.

(b) *Method*. The Method section describes in detail how the study was conducted. Such a description enables the reader to evaluate the appropriateness of your method and the reliability and the validity of your results. It also permits experienced investigators to replicate the study if they so desire. Method section is divided into labeled subsections. These usually include description of subject, the apparatus (measures or materials), and the procedure. If the design of the experiment is complex or the stimuli require detailed description, additional subsections or subheadings to divide the subsections may be warranted to help readers find specific information, include in this subsections only the information essential to comprehend and replicate the study. Given insufficient detail, the reader is left with questions, given too much detail, the reader is burdened with irrelevant information. Method section is usually divided into: Subject; Measures (Apparatus or Materials) and Procedure.

(c) *Results*. This section summarizes the data collected and the statistical treatment of them. First, briefly state the main results or findings. Then report the data in sufficient detail to justify the conclusions. Mention all relevant results, including those that run counter the hypothesis. Do not include individual scores or raw data, with the exception, e.g. of single-subject designs or illustrative samples.

(d) *Tables and figures*. To report data, choose the medium that presents them clearly and economically. Tables provide exact values and can efficiently illustrate main effects. Figures of professional quality attract the reader's eye and best illustrate interactions and general comparisons. Although summarizing the results and the analysis in tables or figures may be helpful, avoid repeating the same data in several places and using tables for data that can be easily presented in the text. Refer to all tables as tables, and to all graphs, pictures, or drawings as figures. Tables and figures supplemented

the text; they cannot do the entire job of communication. Always tell the reader what to look for in tables and figures and provide sufficient explanation to make them readily intelligible.

(e) *Discussion*. After presenting the results, you are in a position to evaluate and interpret their implications, especially with respect to examine, interpret, and qualify the results, as well as to draw inferences from them. Emphasize any theoretical consequences of the results and the validity of your conclusions. When the discussion is relatively brief and straightforward, some authors prefer to combine it with the previous Result section, yielding Results and Conclusion or Results and Discussion).

(f) *Conclusion*. Conclusion part contrary to Abstract is not obligatory. This part could also be in section Results and Conclusions.

(g) *References*. Just as data in the paper support interpretations and conclusions, so reference citation document statements made about the literature. All citations in the ms. must appear in the reference list, and all references must be cited in text. Choose references judiciously and cite them accurately. The standard procedure for citations ensure that references are accurate, complete, and useful to investigators and readers. In references section follow the APA-Publication Manual (6th edition, 2010).

(h) *Appendix*. Appendix is although seldom used, is helpful if the detailed description of certain material is distracting in, or inappropriate to the body of this paper. Some examples of material suitable for an appendix are (1.) new computer program specifically designed for your research and unavailable elsewhere, (2.) an unpublished test and its validation, (3.) a completed mathematical proof, (4.) list of stimulus material (e. g. those used in psycholinguistic research), or (5.) detailed description of a complex piece of equipment. Include an appendix only if it helps readers to understand, evaluate, or replicate the study.

(i) *Author's address* (contact address) – the author presents his/her address and address of his/her co-workers as the last information in the article. He/she presents family name, first name, degrees, complete address, City Code, telephone number and mainly e-mail.

#### Technical form of (hand) writing

Articles are basically accepted in the form of text editor, Microsoft Word or by editing, keeping following setting and arrangements:

- form A4
- all outsides 2.5 cm
- size of letters 11, for the name of work a 10 for the other text
- single lines
- letters Times New Roman CE
- distance from the first line of the column – 0.5 cm
- gaps behind the headlines – 6 points
- all headlines extra bold and situated in the centre, Tables can be presented direct in the manuscript or mostly are presented as supplement enclosures of the article.

Dimensions of the *tables* (including title) can't be over width and height of the page limited by above mentioned page's appearance. The name of the Table and all languages, in English and in Czech, it is possible to use English text in the Table and the list of Czech translations is presented under the table (or contrary).

*Figures* (graphs, pictures, drawings, etc.) are regularly sheets in the quality replying to the requirements of the sample for print (black and white images and graphs with the corresponding descriptions, resolution min. 300 dpi). The figure's dimension including all descriptions can't be bigger than above mentioned page's dimension. The name of figure and all descriptions used in figure are also in two languages – in English and Czech.

To the authors, whose articles are connected with the project of some Grant Agency, is recommended to emphasize this fact (i. e. name of the project and its number).

**Please note:** From January 2011 there will be a handling fee of 500 Kč (or 20 €) for articles accepted by Studia Kinantropologica, Account number: 104725778/0300, Specific symbol: 1214.

e-mail: studiakin@pf.jcu.cz

www.pf.jcu.cz

http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/studiaka.html



### **Upozornění**

Od roku 2011 je vybírán manipulační poplatek za příspěvek do časopisu *Studia Kinanthropologica* ve výši 500 Kč nebo 20 €.

Číslo účtu: 104725778/0300

Specifický symbol: 1214

IBAN: CZ20 0300 0000 0001 0472 5778

SWIFT (BIC) CEKOCZPP

Do zprávy pro příjemce uvádějte jméno prvního autora.

### **Please note**

From January 2011 there is a handling fee of 500 Kč (or 20 €) for articles submitted by *Studia Kinanthropologica*.

Account number: 104725778/0300

Specific symbol: 1214

IBAN: CZ20 0300 0000 0001 0472 5778

SWIFT (BIC) CEKOCZPP

In a message for the recipient to enclose the name of the first of the author.

