

Universitas Bohemiae Meridionalis
Budvicensis
Facultas Pedagogica



Studia Kinanthropologica

3 (issue)

**Volume 26.
2025
ISSN 1213-2101**

STUDIA KINANTROPOLOGIA

Vědecký časopis pro kinantropologii/ Scientific journal for kinanthropology

Redakční rada/ Editorial Board

Předseda/ Editor – in – chief:

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

Zástupce předsedy/ Deputy editor – in – chief:

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

Členové/ Members:

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

Doc. PaedDr. Jaroslav Broďáni, Ph.D. – UKF Nitra, Slovenská republika
UKF Nitra, Slovakia

Prof. Ing. Václav Bunc, CSc. – Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Praha
Charles University, Faculty of Education

Filipe Conceição, Ph.D. – University of Porto, Portugalsko
University of Porto, Portugal

Gregory James Grosicki, Ph.D., CEP – Georgia Southern University, USA
Georgia Southern University, USA

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

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

dr hab. prof. AJD Eligiusz Małolepszy – Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie
Jan Długosz University in Częstochowa

Prof. Renzo Pegoraro, MD. – Fondazione Lanza, Padova, Itálie
Fondazione Lanza, Padova, Italy

Alfredo Bravo Sánchez, Ph.D. – Faculty of Sport Sciences of Toledo, Španělsko
Faculty of Sport Sciences of Toledo, Spain

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. PhDr. Jiří Suchý, Ph.D. – Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Praha
Charles University, Faculty of Education

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

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

Prof. RNDr. Pavel Tlustý, CSc. – 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

Technický redaktor/ Technical editor:

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

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

Adresa redakce/ The address of editor's office:

KTVS PF JU Jeronýmova 10, České Budějovice, 371 15
tel.: 387 773 170, fax: 387 773 187, e-mail: studiakin@pf.jcu.cz
Internet: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/studiaka.html>

Studia Kinanthropologica, vědecký časopis pro kinantropologii. Vydává Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, katedra tělesné výchovy a sportu. **Od roku 2019 vychází třikrát 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 Československa (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).

Časopis Studia Kinanthropologica je určen pro zveřejňování původních sdělení, které souvisí s problematikou sportovní kinantropologie. 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.

Zaměření časopisu:

Sportovní trénink	Humanitní vědy ve sportu
Aplikované pohybové aktivity	Fyzioterapie
Biomechanika	Behaviorální aspekty sportu
Zdravotní aspekty TVS	Dýchání ve sportu
Pedagogika TVS	Psychologie TVS

Studia Kinanthropologica is scientific journal for kinanthropology. **Since 2019 the journal is published in three 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 Československa of National Medical library Prague, Czech Republic. **Since April 2016 is this journal indexed in ERIH PLUS database.**

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.

Aims and Scope:

Sports training	Humanities in Sport
Applied physical activities	Physiotherapy
Biomechanics	Behavioural aspects of sport
Health aspects of physical education and sport	Breathing in Sport
Sport pedagogy	Sport psychology

Obsah

J. CARBOCH, T. POLÍVKA, & V. REDLICHOVÁ Analýza herních charakteristik a tempa hry u mužů a žen v úvodních a závěrečných kolech na tenisovém US Open	89
R. HEJLÍK, & P. BAHENSKÝ Srovnání trendů výkonnostního vývoje v běhu na 100 m a maratonu žen v ČR v letech 1976–2025	97
E. HURYCH Ocelový muž: Případová studie rovných příležitostí ve sportu	111
J. SUCHÝ, M. SUK, & Š. PANSKÁ Vliv suplementace kreatinu na krátkodobou paměť a interpretaci gymnastických prvků u rekreačních sportovců (pilotní ověření)	121
POKYNY PRO AUTORY PŘÍSPĚVKŮ	129

Contents

J. CARBOCH, T. POLÍVKA, & V. REDLICHOVÁ Analysis of match characteristics and rally pace in male and female players during early and late stages of US Open tennis tournament	89
R. HEJLÍK, & P. BAHENSKÝ Comparison of performance trends in women's 100 m sprint and marathon running in the Czech Republic from 1976 to 2025	97
E. HURYCH Steel Man: A Case Study on Equal Opportunities in Sport	111
J. SUCHÝ, M. SUK, & Š. PANSKÁ The effect of creatine supplementation on short-term memory and interpretation of gymnastic elements in recreational athletes (pilot study)	121
AUTHOR INSTRUCTIONS	129

ANALÝZA HERNÍCH CHARAKTERISTIK A TEMP A HRY U MUŽŮ A ŽEN V ÚVODNÍCH A ZÁVĚREČNÝCH KOLECH NA TENISOVÉM US OPEN

ANALYSIS OF MATCH CHARACTERISTICS AND RALLY PACE IN MALE AND FEMALE PLAYERS DURING EARLY AND LATE STAGES OF US OPEN TENNIS TOURNAMENT

J. Carboch, T. Polívka, & V. Redlichová

Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra sportovních her

Abstract

The character of play and match performance varies depending on playing style and opponent quality. To win a Grand Slam, a player must win seven matches in a row, and in the later rounds, players more often face opponents who are more equal and of higher quality. The aim of this study is to compare the rally pace between men and women in the early and late rounds of the US Open. Furthermore, we compare additional match characteristics (i.e., rally time, number of rally shots, time between points, and the work-to-rest ratio) between these tournament phases. In each category, selected factors from eight early-round matches and seven late-round matches were analyzed with the help of independent t-tests and Cohen *d*. The results did not show statistically significant differences between the observed variables. The rally pace in the late rounds for women ($1,25 \pm 0,04$ s) was identical to that in the early rounds, while for men a slight slowdown occurred from the early rounds ($1,18 \pm 0,06$ s) to the late rounds ($1,21 \pm 0,03$ s). In the late rounds, men played rallies with more shots on average $5,12 \pm 1,03$ ($d = 0,82$) compared to the early rounds ($4,39 \pm 0,72$). For women, the results for this variable remained comparable. However, the relative frequency distribution of shots within rallies differed slightly between tournament phases for both sexes. These findings highlight differences and match-play dynamics between the early and late rounds of the tournament, which may be useful for designing specific training for the players.

Keywords: tennis; notational analysis; match performance; load; intensity

Souhrn

Charakter hry a herní výkon se liší v závislosti na herním stylu a kvalitě soupeře. Aby hráč vyhrál grand-slam, musí vyhrát sedm utkání v daném turnaji. Navíc v závěrečných kolech se častěji střetávají vyrovnanější a kvalitnější soupeři. Cílem je porovnat tempo hry u mužů a žen v úvodních kolech a závěrečných kolech na turnaji US Open. Dále porovnáme další charakteristiky utkání, (tj. doba roze hry, počet úderů v roze hry, čas mezi roze hrami a poměr zatížení/odpočinku) mezi fázemi tohoto turnaje. V každé kategorii byly sledovány vybrané části z 8 utkání úvodních kol a 7 utkání závěrečných kol a byly analyzovány pomocí nepárových t-testů a Cohenova *d*. Výsledky neukázaly statisticky významné rozdíly mezi sledovanými proměnnými. Tempo hry v závěrečných kolech u žen ($1,25 \pm 0,04$ s) bylo totožné s tempem hry v úvodních kolech, zatímco u mužů došlo k drobnému zpomalení z úvodních kol ($1,18 \pm 0,06$ s) do závěrečných kol ($1,21 \pm 0,03$ s). V závěrečných kolech u mužů se v průměru odehrálo v roze hry více úderů v závěrečných kolech u mužů $5,12 \pm 1,03$ ($d = 0,82$) oproti úvodním kolům $4,39 \pm 0,72$. U žen zůstaly výsledky srovnatelné u této proměnné. Každopádně relativní četnost úderů v roze hry s mírně lišila mezi fázemi turnaje u obou pohlaví, především u druhého a třetího úderu. Tyto zjištění ukazují rozdíl a dynamiku hry v úvodních a závěrečných kolech turnaje, které mohou být využity pro specifický trénink hráčů.

Klíčová slova: tenis; notační analýza; herní výkon; zatížení; intenzita

Úvod

Indikátory herního výkonu poskytují informace o charakteru hry v tenise a mohou být nápomocny trenérům a hráčům pro sestavování tréninku (Bedford et al., 2010; Janák & Zháněl, 2019; Rosker et al., 2021). Hráči mají omezený čas na odehrání míče letícího od soupeře, který se snaží zahrát vítězný úder nebo ztížit soupeři odehrání míče a donutit ho k chybě. Pro tenis je charakteristické intermitentní zatížení, kde se střídají úseky s vysokou intenzitou pohybů a odpočinku a pohyb v tenise je charakteristický acyklickými a cyklickými pohyby (Crespo & Miley, 2002; Fernandez, Mendez-Villanueva & Pluim, 2006).

V tenisu mají různé povrchy vliv na strategii a taktiku hráčů (Melonio et al., 2021). Podle Galé-Ansodi et al. (2016) tenisté hrající na tvrdém povrchu vyvíjí větší počet a vyšší intenzitu akceleračních a deceleračních pohybů i vysokých rychlostí než na antuce. Pluim et al. (2023) uvádí, že na mužském okruhu ATP se průměrná délka výměny pohybuje mezi 4 a 10 sekundami, přičemž nejkratší výměny se vyskytují na travnatých dvorcích (4–5 s), zatímco nejdelší na antuce (6–9 s). Na tvrdém povrchu byla délka výměny zaznamenána v rozmezí 5–7 sekund. Fernandez et al. (2006) uvádí, že většinu míčů (80 %) hráč odehraje ve vzdálenosti do 2,5 metru od své pozice. Muži oproti ženám uběhnou (pokryjí) v zápase větší vzdálenost a vyvinou větší rychlost při pohybu po dvorci (Reid, Morgan & Whiteside, 2016). Na čistý čas hraní připadá 20–30 % z celkového času utkání na antukových dvorcích a 10–15 % na dvorcích s rychlým povrchem (Kovacs, 2006). Proto dle typu povrchu dochází ke střídání zatížení a odpočinku v poměru 1:2 až 1:5 (Pluim et al. 2023; Reid & Duffield, 2014).

Intenzita a charakter zatížení se v průběhu utkání i celého turnaje může měnit a je závislá na důležitosti utkání, rozdílnosti soupeřů, klimatických podmínkách, únavě hráče, povrchu dvorce a zapojování hráče do určitých herních situací (Martin, Bideau, Delamarche & Kulpa, 2016; Murray, Cook, Werner, Schlegel & Hawkins, 2001; Périard et al., 2013). Povrch dvorce má vliv především na pohyb hráče (Galé-Ansodi, Castellano & Usabiaga., 2016) nebo rychlost a výšku odskoku míče (Dunlop, 2000; Kleinöder, 2011). Mezinárodní tenisová federace měří rychlost dvorce a tvrdý povrch Laykold na US Open patří mezi středně rychlé povrchy (ITF, 2025).

Utkání tenisu nejsou časově omezená a mohou trvat i několik hodin. Svalová únava z dlouhotrvajících zápasů může ovlivnit výkon tenisty, a rovněž zvýšit riziko zranění (Martin et al., 2016). Navíc během zápasů několik dní po sobě může dojít ke snížení rychlosti pohybu po dvorci a ke snížení výkonu ve výbušných činnostech jakou jsou sprinty či výskoky (Gescheit, Cormack, Reid & Duffield, 2015) a ani jeden den po utkání nemusí stačit k úplné regeneraci tenisty (Ojala, & Häkkinen, 2013). Hráč, aby vyhrál grandslamový turnaj musí vyhrát 7 utkání po sobě. Hlavní soutěž grand-slamových turnajů trvá zpravidla 2 týdny a hráči mají mezi utkáními odpočinek až 48 h.

Během tenisových utkání jsou v profesionálním tenise často viděny rychlé údery v rozechrách a dvě třetiny rozeher je ukončeno do čtvrtého úderu (Schönborn, 2012). Avšak v rozechře je důležité i to jak rychle a kam zahráje hráč míč. Snahou bývá zahrát buď vítězný úder, nebo donutit soupeře k chybě. Proto hráči často hrají rychlé míče, aby poskytli soupeři co nejméně času. Z toho důvodu nás zajímá především tempo hry, tzn., jak dlouho letí míč od hráče k jeho soupeři, jinými slovy, kolik má hráč v průměru času na odehrání míče zasaženého soupeřem. S tím souvisí i počet úderů a čas roze hry, od kterých se může odvíjet pauza mezi rozechrami. Po dlouhé rozechře může hráč chtít delší pauzu, aby si odpočinul na další rozechru, nebo aby mohl hrát opět ve stejně rychlém tempu hry (např. hrát míče hned po dopadu na zem, což může být velmi náročné na pohyb hráče po dvorci a hráč tím může dát méně času soupeři pro následující úder).

Předešlé studie ukázaly, že tempo hry u žen na Australian Open 2017 bylo v závěrečných kolech turnaje (od čtvrtfinále) významně rychlejší oproti tempu hry v úvodních kolech (Carboch & Plachá, 2018). Stejní autoři uvedli, že v závěrečných kolech se odehraje méně úderů v rozechře. Po konci bodu dovolují pravidla maximálně 25 s mezi jednotlivými rozechrami (ITF, 2024). Koblinger, Grossmann & Lames (2019), kteří uvedli průměrný čas mezi body 22 s, což je o 11 s méně než zjištěný v minulosti v semifinálových a finálovém utkání na French Open 2009 (Weber et al., 2012), což ukazuje na vyšší intenzitu zatížení v současnosti.

Do závěrečných fází turnaje se dostanou jen ti nejlepší hráči a je otázkou, zda tito lepší hráči hrají v rychlejším tempu hry a jak se liší další zmíněné charakteristiky hry jako je délka roze hry, průměrný počet úderů v rozechře, pauza mezi rozechrami a poměr mezi zatížením a pauzou. Předešlý výzkum naznačuje, že u mužů se dosahuje rychlejšího tempa hry v závěrečných kolech na Wimbledonu

a Australian Open, zatímco na French Open bylo tempo hry pomalejší (Carboch & Šiman, 2018; Carboch, Blau & Sklenářik, 2019). Na US Open zatím tato problematika nebyla sledována, tudíž nás zajímá, jak se mění charakter hry mezi fázemi turnaje u mužů a žen na US Open. Cílem je systematicky porovnat tempo hry a vybrané charakteristiky utkání, tj. délku roze hry, počet úderů v roze hře, čas mezi roze hrami a poměr zatížení a odpočinku, u mužů a žen mezi úvodními a závěrečnými koly turnaje US Open 2024, za účelem identifikace rozdílů a trendů, které mohou ovlivnit tréninkovou přípravu hráčů.

Metody

Výzkumný soubor

Jednalo se o záměrný výběr výzkumného vzorku, přičemž cílem bylo zachytit vývoj herních charakteristik v průběhu turnaje. Do souboru byla proto zařazena utkání z úvodních kol (1. a 2. kolo), kde nebyli hráči a hráčky z čtvrtfinále, semifinále a finále. Celkově tak analýza zahrnovala osm utkání z úvodních kol (čtyři z 1. kola a čtyři z 2. kola) a sedm utkání ze závěrečných kol (čtyři čtvrtfinále, dvě semifinále a jedno finále), u mužů i u žen. Celkový počet roze her v mužských utkáních činil 997 odehraných ve 157 hrách a 15 sadách a u žen 858 odehraných roze her ve 132 hrách a 15 sadách.

V úvodních kolech odehráli muži celkem 513 roze her v rámci 81 her a 8 analyzovaných sad. Počet hráčů byl $N = 16$ a jejich průměrný věk činil $M = 26,3 \pm 5,7$ let. Průměrné umístění v žebříčku ATP během turnaje bylo $M = 64,6 \pm 59,1$. V závěrečných kolech činil celkový počet roze her 484 v 76 hrách a 7 sadách. Počet hráčů byl $N = 8$ a jejich průměrný věk byl $M = 26,9 \pm 3,2$ let. Průměrné umístění v žebříčku ATP během turnaje bylo $M = 8,4 \pm 6,3$. V úvodních kolech odehrály ženy celkem 405 roze her v rámci 57 her a 8 analyzovaných sad. Počet hráček byl $N = 16$ a jejich průměrný věk činil $\bar{Z} = 26,8 \pm 3,7$ let. Průměrné umístění v žebříčku WTA během turnaje bylo $\bar{Z} = 60,1 \pm 40,8$. V závěrečných kolech činil celkový počet roze her 453 v 75 hrách a 7 sadách. Počet hráček byl $N = 8$ a jejich průměrný věk byl $\bar{Z} = 26,0 \pm 3,1$ let. Průměrné umístění v žebříčku WTA během turnaje bylo $\bar{Z} = 8,4 \pm 5,7$. Tato studie byla schválena Etickou komisí UK FTVS.

Měřicí procedury

Záznamy utkání byly pořízené z televizního vysílání. Do předem připraveného kategorického systému se zaznamenávali sledované proměnné. První proměnná byla doba roze hry (1). Ta byla měřena od prvního zásahu míče při podání (v případě chybného prvního podání se čas měřil od zásahu míče při druhém podání) do ukončení roze hry. Druhou sledovanou proměnnou byl počet úderů v roze hře (2). Zaznamenával se každý dotyk rakety s míčem. Míče, které jen škrty o raketu a dále pokračovaly za hráče, se nepočítaly jako zásah míče. Třetí sledovanou proměnnou byl čas mezi roze hrami (3). Tato doba byla měřena od ukončení roze hry do dotyku rakety s míčem při prvním podání. Čas se měřil pouze během hry (tj. od konce prvního bodu dané hry do posledního bodu v dané hře), nikoli mezi hrami (střídání stran nebo přesun míčů při změně stran podání) a neměřil se ani v tie-breaku (častý přesun míčů). Čas mezi roze hrami nebyl měřen v momentě, když došlo k neobvyklé situaci, která zdržela plynulost hry (např. hráč si musel vyměnit raketu, při použití „jestřábího oka“, při ošetřování, při hádce s rozhodčím nebo při nekázní a vyrušování diváků). Čtvrtou proměnnou bylo tempo hry (4) vypočítané způsobem – čas roze hry/počet úderů. Poslední sledovanou proměnnou byl (5) poměr hry a pauzy během utkání (doba roze hry/čas pauzy). Data nebyla zaznamenávána do souboru v případě: když se hráč dopustil dvojchyby, když míč spadl mimo dvorec a dopad nebyl viditelný, když byla roze hra zahájena v době komerční přestávky.

Záznam utkání byl sledován dvakrát. Při prvním pozorování byly zaznamenávány následující proměnné: čas roze hry, počet úderů v roze hře. Při druhém pozorování byl zaznamenáván čas mezi roze hrami. Měření probíhalo tím způsobem, že všechna utkání byla analyzována jedním hodnotitelem. Ten měřil čas a zaznamenával počet úderů. Po každé roze hře pozastavil videozáznam a zaznamenal údaj do připraveného archu. V nejasných situacích se videozáznam opětovně přehrál.

Vyhodnocení dat

Všechna utkání byla vyhodnocena jedním hodnotitelem. Jeho reliabilita určena pomocí vnitrotřídního koeficientu korelace (ICC) dosáhla ve všech sledovaných proměnných $\geq 0,95$ (délka roze hry 0,99; čas mezi roze hrami 0,99; počet úderů 1,00; tempa hry 0,95 a poměr zatížení 0,98), což považujeme za

velmi spolehlivou. K vyhodnocení dat bylo využito základních deskriptivních charakteristik. Pro porovnání průměru jednotlivých proměnných v prvních a závěrečných kolech turnaje jsme použili nepárový t-test. Věcnou významnost (Cohen d) jsme vypočítali a interpretovali jako malou ($d = 0,20 - 0,49$), střední ($d = 0,50 - 0,79$) a velkou ($d \geq 0,80$) (Cohen, 1988).

Výsledky

Průměrné hodnoty sledovaných proměnných během fází ukazuje tabulka 1. Výsledky t-testů neukázaly významný rozdíl u žádné sledované proměnné mezi úvodními a závěrečnými koly turnaje. Trend tempa hry se ukázal být pomalejší v závěrečných kolech. U počtu úderů v rozeře byla ukázána i velká věcná významnost pomocí Cohen d , kdy se odehrálo více úderů během rozeře v závěrečných kolech. U žen nebyly nalezeny významné rozdíly ve sledovaných proměnných mezi úvodními a závěrečnými koly, tzn. stabilní tempo hry a srovnatelné výsledky ostatních sledovaných proměnných (tabulka 2.)

Tabulka 1./ Table 1.

Výsledky sledovaných proměnných ve sledovaných kolech u mužů./ Observed variables of men in particular tournament rounds.

	Úvodní kola/ 1st and 2nd round		Závěrečná kola/ Quarterfinal-final		T – test	p	Cohen's d
	Průměr $\pm$ SD/ Mean $\pm$ SD	95% Konfidenční interval/ 95% CI	Průměr $\pm$ SD/ Mean $\pm$ SD	95% Konfidenční interval/ 95% CI			
Čas rozeře/ Rally time (s)	5,54 $\pm$ 1,12	4,60–6,48	6,4 $\pm$ 1,42	5,09–7,71	1.29	0.22	0.67
Pauza mezi rozeřami/ Time between points (s)	23,95 $\pm$ 2,73	21,67–26,23	24,76 $\pm$ 2,80	22,17–27,35	0.57	0.58	0.29
Počet úderů v rozeře/ Number of shots in rally	4,39 $\pm$ 0,72	3,79–4,99	5,12 $\pm$ 1,03	4,17–6,07	1.56	0.15	0.82
Poměr hra/pauza/ Work/rest ratio	3,82 $\pm$ 0,79	3,16–4,48	3,42 $\pm$ 0,67	2,80–4,04	1.05	0.31	0.54
Tempo hry/ Rally pace (s)	1,18 $\pm$ 0,06	1,13–1,23	1,21 $\pm$ 0,03	1,18–1,24	1.23	0.24	0.63

Porovnání ukončení rozeher mezi úvodními a závěrečnými koly na US Open 2024 ukazuje obr. 1. Při srovnání obou fází lze pozorovat pouze drobné změny. Celkově rozeře byly ukončeny během prvních 4 úderů v úvodních kolech byla rozeře ukončena v 63 % případů a v závěrečných kolech v 58 %. Z toho můžeme vyvodit fakt, že většina rozeher u mužů měla krátké trvání. U žen je vidět největší rozdíl u četnosti druhého úderu v rozeře mezi fázemi turnaje v porovnání s muži. Největší počet výměn v úvodních kolech, konkrétně 59 %, byl ukončen v intervalu mezi prvním a čtvrtým úderem. Naopak nejnížší zastoupení měly výměny s třinácti a více údery. U závěrečných kolech to bylo do čtyř úderů v 58 % a nejméně s 13 a více.

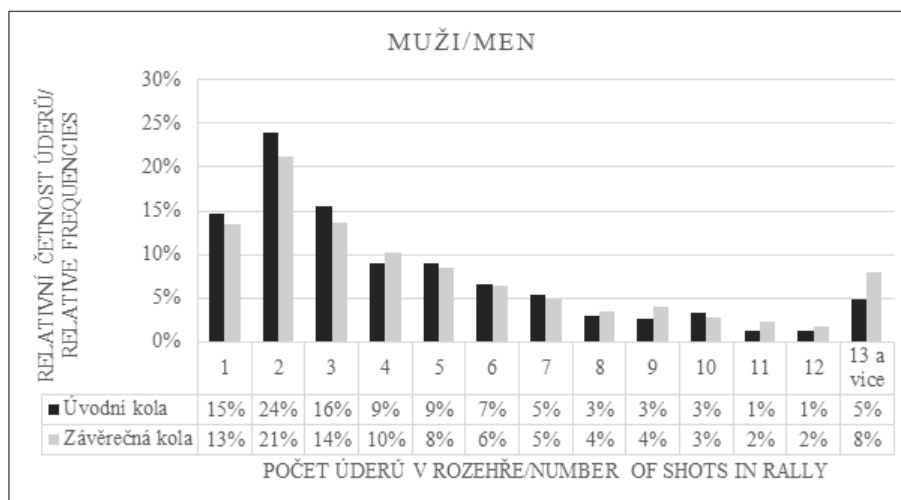
Tabulka 2./ Table 2.

Výsledky sledovaných proměnných ve sledovaných kolech u žen./ Observed variables of women in particular tournament rounds.

	Úvodní kola/ 1st and 2nd round		Závěrečná kola/ Quarterfinal-final		T – test	p	Cohen's d
	Průměr ± SD/ Mean ± SD	95% Konfidenční interval/ 95% CI	Průměr ± SD/ Mean ± SD	95% Konfidenční interval/ 95% CI			
Čas roze hry/ Rally time (s)	6,62 ± 3,33	3,84–9,40	6,35 ± 0,98	5,44–7,26	0.22	0.83	0.11
Pauza mezi rozechrami/ Time between points (s)	23,72 ± 1,87	22,16–25,28	24,89 ± 2,70	22,39–27,39	0.96	0.36	0.51
Počet úderů v rozechře/ Number of shots in rally	4,96 ± 2,25	3,08–6,84	4,85 ± 0,67	4,23–5,47	0.13	0.90	0.07
Poměr hra/pauza/ Work/rest ratio	3,69 ± 1,13	2,75–4,63	3,45 ± 0,63	2,87–4,03	0.51	0.62	0.26
Tempo hry/ Rally pace (s)	1,25 ± 0,07	1,19–1,31	1,25 ± 0,04	1,21–1,29	0.01	0.99	0.01

Obrázek 1./ Figure 1.

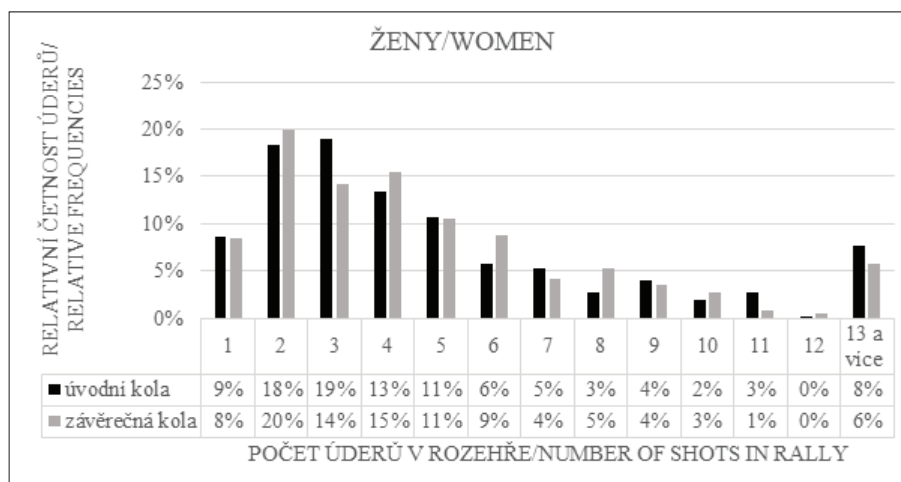
Analýza četností úderů v rozechře ve sledovaných kolech u mužů./ Frequency analysis of rally strokes of men in observed tournament rounds.



Legenda/legend. Úvodní kola (1st and 2nd rounds), závěrečná kola (quarterfinals-final).

Obrázek 2./ Figure 2.

Analýza četností úderů v rozehrě ve sledovaných kolech u žen./ Frequency analysis of rally strokes of women in observed tournament rounds.



Legenda/legend. Úvodní kola (1st and 2nd rounds), závěrečná kola (quarterfinals-final).

Diskuze

Cílem bylo porovnat tempo hry a další charakteristiky utkání u mužů a žen v úvodních a závěrečných kolech na turnajích US Open 2024. I když rozdíly v tempu hry a ostatních proměnných byly nevýznamné u obou pohlaví, u mužů došlo ke zpomalení tempa hry, zatímco u žen zůstalo stejné. U mužů se mezi úvodními a závěrečnými koly tempo hry lišilo o pouhých 0,03 sekundy, což nenaznačuje nic neobvyklého nebo zásadního, ale jistý náznak zpomalení tam je. To si nevysvětlujeme tím, že by hráči hráli pomaleji úder, ale tím, že hráči v těchto kolech v průměru odehráli o jeden úder více. Nejenže to ukazuje, že hráči jsou více vyrovnaní a vrátí více úderů do hry, ale tento jev zpomalení může být způsoben i právě tím jedním úderem navíc. To se shoduje s pomalým antukovým povrchem a pomalejším tempem hry v závěrečných kolech na French Open (Carboch, Blau & Sklenářik, 2019). Oproti tomu rychlejší povrchy na Australian Open způsobovaly rychlejší tempo hry v závěrečných kolech u mužů (Carboch & Šiman, 2018; Carboch, Blau & Sklenářik, 2019). Netvrdíme, že toto je jediný faktor, který to způsobuje; spíše uvádíme myšlenku, že pomalejší povrch dvorce může v závěrečných kolech mezi vyrovnanějšími soupeři způsobovat větší vyrovnanost hráčů, kdy se odehraje více úderů, což může celkově zpomalit tempo hry oproti rychlejším povrchům (tráva, Plexicushion).

U žen zůstalo tempo hry totožné v úvodních i závěrečných kolech, stejně tak délka roze hry i počet úderů. To se neshoduje s výsledky z Australian Open 2017, kde bylo v závěrečných kolech turnaje tempo hry významně rychlejší oproti tempu v úvodních kolech (Carboch & Plachá, 2018). Jedním z faktorů může být opět povrch dvorce, který může ovlivnit způsob hry. Tyto rozdíly mohou být důsledkem vysoké proměnlivosti hráčů a hráček postupujících do závěrečných kol, jejich herního stylu a dalších faktorů. To potvrzuje Carboch a Plachá (2018), kteří uvádějí, že tato zjištění mohou být ovlivněna strategií hráček, klimatickými podmínkami nebo únavou. Právě únava z předchozích utkání může způsobit pomalejší tempo hry a více úderů ve výměně. Také si tento fakt můžeme spojit s odlišnou taktikou hráček nebo vyšší kvalitou defenzivy, z níž plynou delší výměny.

Četnost úderů v rozehrě ukázala srovnatelné výsledky u obou pohlaví, nicméně drobné rozdíly v četnostech mezi úvodními a závěrečnými koly byly zjištěny. Závěrečná kola u mužů ukázala vyšší zastoupení v počtu úderů s 9 a více úderů, což může naznačovat více vyrovnaný charakter hry u tenistů. Dále bylo v závěrečných kolech ukončeno méně rozeher během prvních tří úderů. To může ukazovat na vyšší kvalitu příjmu podání — nejen správně vráceného do dvorce, ale i lépe umístěného, ze kterého se podávajícímu hůře hrál třetí úder jako konečný míč. I když je tato nesrovnalost malá, naznačuje jistý trend, který si vysvětlujeme kvalitou hráčů a vyrovnaností soupeřů, kteří se proboují do závěrečných kol a jsou výše na žebříčku.

Ženy dosáhly srovnatelných výsledků v relativní četnosti úderů mezi úvodními a závěrečnými koly. Podobně jako u mužů se malé rozdíly, které mohou být vnímané jako důležité, ukázaly v relativní četnosti druhého a třetího úderu. To si můžeme vysvětlit jednak odlišnými herními styly hráček, které mohou mít značný vliv na délku výměn a počet úderů, či únavou v pozdějších kolech. Druhým vysvětlením je opět jistá vyrovnanost hráček, které mají vyšší kvalitu tenisových dovedností. Vyšší zastoupení ukončení rozeher při druhém úderu a menší zastoupení při třetím úderu v závěrečných kolech může ukazovat na agresivnější přístup k returnu hráček, kdy se snaží atakovat podání soupeřky a získat bod (i více riskovat) nebo jí neumožnit zahrát vítězný úder ze třetího úderu. Stejně tak to může ukazovat na dovednost ubránit se třetímu úderu soupeřky oproti hráčkám v úvodních kolech s nižším postavením na žebříčku.

Na základě získaných výsledků můžeme doporučit specifický trénink na daném povrchu a vyzdvihnout důležitost úvodních úderů roze hry, především kvalitu returnu a dovednost ubránit se třetímu úderu soupeřky z pohledu přijímající hráčky, resp. využít třetí úder k získání výhody v roze hře z pohledu podávající hráčky. Tato studie byla limitována tím, že data byla získána na jednom povrchu dvorce, pro který jsou také interpretována. Současně je tenis dynamický sport a velmi záleží na herním výkonu soupeře, který se může lišit a ovlivňovat celkový výkon hráčů a hráček. Každopádně tato studie ukazuje jistou proměnlivost a dynamiku hry v úvodních a závěrečných kolech.

Závěr

Tempo hry na US Open zůstalo mezi úvodními a závěrečnými koly u žen stejné, zatímco u mužů došlo v závěrečných kolech k mírnému, avšak statisticky nevýznamnému zpomalení. Určité drobné rozdíly se objevily v relativní četnosti úderů mezi úvodními a závěrečnými koly, zejména u druhého a třetího úderu během roze hry, což může odrážet jemné změny v taktice hráčů a hráček či vyrovnanější charakter hry v pozdějších fázích turnaje. Zjištění mohou sloužit jako cenný podklad pro tvorbu specifického tréninku mužů a žen na daném povrchu a zdůrazňují význam úvodních úderů roze hry, jejich kvalitu a taktické provedení. Pro specifický trénink doporučujeme modelování tréninku v rychlém tempu hry s krátkými roze hrami s občasným zařazením delších roze her a respektování zápasového poměru zatížení/pauza. A dále před závěrečnými fázemi turnaje zvýšit délku roze hry o jeden úder.

Poznámka

Tato studie vznikla za podpory Univerzity Karlovy: Cooperatio Sport Science – Biomedical and Rehabilitation Medicine a Grantové Agentury Univerzity Karlovy (GAUK), projekt č. 80424.

Literatura

- Bedford, A., Barnett, T., Pollard, G., & Pollard, G. (2010). How the interpretation of match statistics affects player performance. *Medicine and Science in Tennis*, 15(2), 23–27.
- Carboch, J., Blau, M., & Sklenářik, M. (2019). Zápasové charakteristiky v úvodních a závěrečných fázích Australian Open a French Open 2017. *Česká kinantropologie*, 23(1–2), 6–14.
- Carboch, J., & Placha, K. (2018). Development of Rally Pace and Other Match Characteristics in Women's Matches in the Australian Open 2017. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(supplement issue 2), 1079–1083.
- Carboch, J., & Šiman, J. (2018). Tempo hry a charakteristiky utkání na Wimbledonu 2017. *Studia Kınanthropologica*, 19(3), 191–196.
- Crespo, M., & Miley, D. (2002). *Tenisový trenérský manuál 2. stupně: pro vrcholové trenéry*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Dunlop, J. I. (2000). Characterizing the service bouncing using a speed gun. In Haake S. J., Coe A., (Eds.) *Tennis Science & Technology*. Blackwell Science, 183–190.
- Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Pluim, B. M. (2006). Intensity of tennis match play. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 387–391.
- Galé-Ansodi, C., Castellano, J., & Usabiaga, O. (2016). Effects of different surfaces in time-motion characteristics in youth elite tennis players. *International Journal of Performance Analysis*, 16, 860–870.
- Gescheit, D. T., Cormack, S. J., Reid, M., & Duffield, R. (2015). Consecutive days of prolonged tennis match play: performance, physical, and perceptual responses in trained players. *International Jour-*

- nal of Sports Physiology and Performance*, 10(7), 913–920. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0329>
- Goodwill, S., Haake, S., Spur, J., & Capel-Davies, J. (2008). Development of a new system for measuring tennis court pace (P126). *The Engineering of Sport*, 7(1), 649–657.
- ITF (2024). ITF Rules of Tennis. ITF Ltd.
- ITF (2025). Court Pace (ITF CS 01/02). 2017; Retrieved September 30, 2025, from <https://www.itftennis.com/en/about-us/tennis-tech/classified-surfaces/>
- Janák, O., & Zháněl, J. (2019). Analysis of the game characteristics of the final juniors (female) match U14 at World Junior Tennis Finals in 2017 (case study). *Studia Sportiva*, 13(1), 40–48.
- Kleinöder, H. (2001). The return of serve. *ITF coaching & sport science review*, 2, 5–6.
- Kolbinger, O., Großmann, S., & Lames, M. (2019). A closer look at the prevalence of time rule violations and the inter-point time in men's Grand Slam tennis. *Journal of Sports Analytics*, 5(2), 75–84. <https://doi.org/10.3233/JSA-180277>
- Kovacs, M. S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *British Journal of Sports Medicine*, 40(50), 381–386.
- Martin, C., Bideau, B., Delamarche, P., & Kulpa, R. (2016). Influence of a Prolonged Tennis Match Play on Serve Biomechanics. *PLoS ONE*, 11(8), 1–14.
- Melonio, V. P. D. F., Aoki, M. S., Arruda, A. F. S., Souza, D., Capitani, C. D., & Moreira, A. (2021). Analysis of serve and serve return on different surfaces in elite tennis players. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 23, e76603.
- Murray, T., Cook, T., Werner, S., Schlegel, T., & Hawkins, R. (2001). The effects of extended play on professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 29, 137–142.
- Ojala, T., & Häkkinen, K. (2013). Effects of the Tennis Tournament on Players' Physical Performance, Hormonal Responses, Muscle Damage and Recovery. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(2), 240–248.
- Périard, J. D., Racinais, S., Knez W. L., Herrera C. P., Christian, R. J., & Girard, O. (2014). Thermal, physiological and perceptual strain mediate alterations in match-play tennis under heat stress. *British Journal of Sports Medicine*, 48, i32–i38.
- Pluim, B. M., Jansen, M. G., Williamson, S., Berry, C., Camporesi, S., Fagher, K., ... & Ardern, C. L. (2023). Physical demands of tennis across the different court surfaces, performance levels and sexes: a systematic review with meta-analysis. *Sports medicine*, 53(4), 807–836.
- Reid, M., & Duffield, R. (2014). The development of fatigue during match-play tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 48, i7–i11.
- Reid, M., Morgan, S., & Whiteside, D. (2016). Matchplay characteristics of Grand Slam tennis: implications for training and conditioning. *Journal of Sports Sciences*, 34(19), 1791–1798.
- Rosker, J., & Majcen Rosker, Z. (2021). Correlations between gaze fixations to different areas of interest are related to tennis serve return performance in two different expert groups. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 21(6), 1149–1161.
- Schönborn, R. (2012). *Strategie und Taktik im Tennis Theorien, Analysen und Problematik - begründet aus noch nie dargestelltem Blickwinkel*. Wagner.
- Weber, K., Exler, T., Marx, A., Pley, C., Röbbel, S., & Schäffkes, C. (2010). Schnellere Aufschläge, kürzere Ballwechsel und höherer Zeitdruck für Grundschnitte in der Tennis-Weltspitze. *Leistungssport*, 40(5), 36–42.

PhDr. Jan Carboch, Ph.D.

Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy

Katedra sportovních her

José Martího 269

162 52 Praha 6

jan.carboch@ftvs.cuni.cz

SROVNÁNÍ TRENDŮ VÝKONNOSTNÍHO VÝVOJE V BĚHU NA 100 M A MARATONU ŽEN V ČR V LETECH 1976–2025

COMPARISON OF PERFORMANCE TRENDS IN WOMEN'S 100 M SPRINT AND MARATHON RUNNING IN THE CZECH REPUBLIC FROM 1976 TO 2025

R. Hejlík, & P. Bahenský

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

Abstract

The 100 m sprint and the marathon represent disciplines with different demands on speed and endurance. The aim of this study was to analyze and compare the historical development of Czech women's performances in these disciplines, identify key trends, and assess the dynamics of performance improvement. For the analysis, data on the 50 best performances by Czech women for each year in the period 1976–2025 were collected. The best performances (elite), the average of 3 (sub-elite), and the average of 15 (broader performance base) of the best performances in both disciplines were compared. The analysis showed that the 100 m sprint has a long-term stable and slightly increasing trend, while the marathon is characterized by significant year-on-year variability and dynamic development, especially in the last decade. The correlation of performance curves between disciplines was significant for elite competitors ($r = 0.393$; $r_{crit} = 0.279$) and for the broader performance base ($r = 0.725$; $r_{crit} = 0.291$), but not for the sub-elite ($r = 0.207$; $r_{crit} = 0.291$). Overall, the Czech women's marathon appears to be a discipline with growing potential for further performance development, while in the 100 m run, a stable performance level with slight improvement can be expected.

Keywords: 100 m sprint; marathon; comparison; performance development; Czech women

Souhrn

Běh na 100 m a maraton představují disciplíny s odlišnými nároky na rychlost a vytrvalost. Cílem této studie bylo analyzovat a porovnat historický vývoj výkonů žen ČR v těchto disciplínách, identifikovat klíčové trendy a posoudit dynamiku zlepšování výkonů. Pro analýzu byla shromážděna data až 50 nejlepších výkonů žen ČR za každý rok v období 1976–2025. Porovnány byly nejlepší dosažené výkony (elita), průměr 3 (subelita) a průměr 15 (širší výkonnostní základna) nejlepších výkonů v obou disciplínách. Analýza ukázala, že běh na 100 m vykazuje dlouhodobě stabilní a mírně rostoucí trend, zatímco maraton se vyznačuje výraznou meziroční variabilitou a dynamickým rozvojem zejména v poslední dekádě. Korelace výkonnostních křivek mezi disciplínami byla významná u elitních závodnic ($r = 0,393$; $r_{krit} = 0,279$) a u širší výkonnostní základny ($r = 0,725$; $r_{krit} = 0,291$), nikoli u subelity ($r = 0,207$; $r_{krit} = 0,291$). Celkově se maraton českých žen jeví jako disciplína s rostoucím potenciálem dalšího výkonnostního rozvoje, zatímco v běhu na 100 m lze očekávat stabilní výkonnostní úroveň s mírným zlepšováním.

Klíčová slova: běh na 100 m; maraton; porovnání; vývoj výkonnosti; ženy ČR

Úvod

Ze všech tradičních olympijských běžeckých disciplín představují běh na 100 metrů a maraton nejvýraznější kontrast mezi rychlostí a vytrvalostí. Běh na 100 metrů je nejkratším běžeckým závodem na dráze pod širým nebem, přičemž držitelé světového rekordu v této disciplíně nesou prestižní titul nejrychlejšího člověka na světě (Majumdar & Robergs, 2011). Naproti tomu maraton patří mezi

fyziologicky nejnáročnější vytrvalostní disciplíny (Ely et al., 2007). I přesto však jeho popularita v posledních desetiletích výrazně roste (Nikolaidis et al., 2019).

Obě disciplíny se objevily již na prvních moderních olympijských hrách v Aténách roku 1896 a dodnes zůstávají součástí programu (Goh, 2021). Tehdy se atletických závodů mohli účastnit pouze muži. S ohledem na dobová přesvědčení o škodlivém vlivu závodění na ženské zdraví a reprodukci byla ženám účast na závodech odepřena. Běh na 100 m v podání žen se poprvé objevil na olympijských hrách v Amsterdamu 1928 (Knorre et al., 2004). Tento moment lze považovat za klíčový pro následný rozvoj a začlenění ženského sprintu (Guttmann, 2002). Maraton žen byl poprvé zařazen do oficiálních mezinárodních soutěží až v 80. letech, konkrétně na Mistrovství Evropy 1982, Mistrovství světa 1983 a olympijské hry v Los Angeles 1984 (Bahenský, 2021).

Sportovní výkonnost se v průběhu času formovala vlivem tréninkových metod, sociálních vlivů, technologických pokroků a regulací dopingu (Emig & Adam, 2024). Po skončení 2. světové války se sport znovu začal rozvíjet jak ve světě, tak na našem území. Postupně se obnovily domácí i mezinárodní soutěže (Kašpar, 2007). Od roku 1948 je sport úzce propojen s politickými zájmy a celý jeho propracovaný systém je řízen státem (Slavík & Osoba, 2016). Po tomto roce se řada sportovců z politických důvodů rozhodla emigrovat (Kašpar, 2007). I přes počáteční amatérské podmínky se tréninkové možnosti atletů postupně začaly zlepšovat. Nejlepší zázemí pro přípravu reprezentantů nabízely především kluby armádního sportu (Ptáčníková, 2003; Jirka et al., 1997; Slavík & Osoba, 2016). Výběr mladých talentovaných atletů fungoval efektivně, především prostřednictvím Sportovních her dělnické mládeže (Slavík & Osoba, 2016). Zlepšování tréninkových podmínek v 60. letech vedlo na území dnešní ČR k nárůstu počtu stadionů, kterých tu do té doby existovalo jen málo (Jirka et al., 1990, 1997, 2000; Slavík & Osoba, 2016). Snahy o liberalizaci a demokratizaci společnosti i tělovýchovného hnutí byly na konci 60. let potlačeny vojenskou intervencí SSSR a dalších států Varšavské smlouvy (Kašpar, 2007; Poláček, 2019).

Rozvoj sportu po 2. světové válce doprovázely i změny v oblasti tréninku. Zařazení intervalového tréninku do přípravy představovalo v této době zásadní změnu, která se významně odrazila ve výkonnosti běžců (Kučera & Truksa, 2000). Mimo to se začalo více využívat periodizovaného přístupu plánování tréninku (Kalus, 2021). V 60. letech Matveyev představil model lineární periodizace, jenž se osvědčil zejména u sportovců Sovětského svazu a Východního Německa (Haugen et al., 2019; Kalus, 2021). Také Arthur Lydiard, věhlasný běžecký trenér z Nového Zélandu, přišel s vlastním tréninkovým modelem členěným do etap. Nejprve se budovala obecná vytrvalost, pak síla dolních končetin a nakonec se ladily rychlostní a tempové schopnosti běžců (Bahenský, 2012; Červinka, 2023). Po olympijských hrách 1968 v Mexiku se vysokohorský trénink stal významnou součástí přípravy vytrvalostních běžců (Haugen et al., 2022).

Systém státní podpory sportu dosáhl svého vrcholu v polovině 70. let (Ptáčníková, 2003; Jirka et al., 1997). Podpora byla orientována především na vrcholový sport a státní reprezentaci, což přispělo k mezinárodní konkurenceschopnosti a dosažení významných úspěchů v 70. a 80. letech (Kašpar, 2007). Podle dostupných informací se v tomto období rovněž uplatňoval státem řízený doping, zahrnující podávání anabolických steroidů vrcholovým reprezentantům (Erban, 2014; Jadrný, 2018; Poláček, 2019). Politický bojkot olympijských her v Los Angeles 1984 zmařil další potenciální úspěchy československých sportovců (Kašpar, 2007).

Po roce 1989 došlo ve vrcholovém sportu k zásadním společenským a organizačním změnám, které vedly k poklesu úrovně české atletiky, a to i přes snahu Českého atletického svazu o opětovné vybudování systému podpory sportu (Slavík & Osoba, 2016). Období po těchto změnách bylo poznamenáno i dramatickým snížením financí směřujících do sportu (MŠMT, 2009). Ačkoli se situace postupně mění k lepšímu, financování sportu v ČR stále nedosahuje standardů vyspělých států (Opočenský et al., 2021). V dnešní době existuje široká škála volnočasových aktivit. Zájem dětí a mládeže o běžecké disciplíny a sport obecně je výrazně nižší než v minulosti. Nedostatek všestranných pohybových základů pak omezuje možnost pozdější specializované přípravy (Bahenský, 2017).

V poslední době se značná pozornost věnuje inovacím v běžecké obuvi, které podporují efektivitu běhu (Muniz-Pardos et al., 2021). Ovšem ani skutečnost, že disponujeme moderními pomůckami, vhodnými tréninkovými podmínkami, optimalizovanou výživou a možností specifického testování, nezaručuje vysokou úroveň sportovní výkonnosti (Marko et al., 2022). Dosáhnout úspěchu mezi elitními atlety na světové úrovni je vzhledem k jejich přirozenému tréninkovému prostředí, lepší fyziologické

adaptaci a pevně zakotveným pohybovým schopnostem velmi náročné (Bahenský & Semerád, 2014). S neustálým zlepšováním výkonů se dnes také stále častěji spekuluje o vrcholu lidských možností (Emig & Adam, 2024).

Vědci se již více než sto let snaží vysvětlit běžeckou výkonnost a předpovědět její limity (Emig & Adam, 2024). Tento zájem je posílen pozoruhodným zlepšením výkonů ve sprinterských i vytrvalostních běžeckých disciplínách během posledního století (Weiss et al., 2016). Výkony v běhu na 100 m i v maratonu jsou výsledkem působení mnoha faktorů (Majumdar & Robergs, 2011; Reusser et al., 2021). Z tohoto důvodu zůstává jejich porovnávání a predikce velmi obtížná (Kotuľa et al., 2025). Na základě analýzy vývoje výkonnosti lze však stanovit prognózu vývoje do budoucna (Tilinger, 2004). Predikci výkonů komplikuje rovněž otázka limitní výkonnosti (Karp, 2006; Tilinger, 2004). Stanovením hraničních limitů výkonnosti a prognózou výkonů se kromě Tilingera (2004) zabývali také Kovář (2007) a Broďáni (2013). Cílem této studie je proto analyzovat a porovnat historický vývoj výkonnosti žen ČR v běhu na 100 m a maratonu, identifikovat klíčové trendy a posoudit rozdíly v dynamice zlepšování výkonů mezi těmito dvěma odlišnými disciplínami.

Metodika

Pro náš výzkum jsme zvolili retrospektivní kvantitativní analýzu sekundárních dat. Naším cílem bylo porovnat historické výkonnostní trendy v běhu na 100 m a maratonu žen v ČR. Do výzkumného souboru jsme zahrnuli běžkyně, jejichž výkony byly zaznamenány ve statistických publikacích dostupných v elektronické podobě na webových stránkách Českého atletického svazu (2025).

Pro každý rok v období 1976–2025 jsme vybrali až 50 nejlepších ženských závodnic z každé disciplíny a zaznamenali jejich nejlepší dosažený čas, přičemž byly zahrnuty pouze oficiální a platné časy s povolenou podporou větru. Vzhledem k omezenému počtu zaznamenaných výkonů u maratonu bylo možné srovnávat výkonnostní trendy nejlepších závodnic mezi disciplínami od roku 1976, zatímco u širšího souboru závodnic až od roku 1980. Data jsme systematicky sbírali a zapisovali do tabulek v programu Microsoft Excel. Evidovali jsme jméno běžkyně, rok výkonu a dosažený čas. Statistické publikace do roku 1993 zahrnovaly i závodnice slovenského původu, proto jsme je z našeho výzkumného souboru vyloučili (Bahenský, 2021).

V současnosti neexistuje jednotný pohled ani terminologie pro charakterizování úrovně a tréninkového statusu jednotlivce či skupiny (McKay et al., 2022). Na základě množství a kvality dat jsme si stanovili ukazatele reflektující různé úrovně sportovní výkonnosti:

- nejlepší individuální čas – výkonnostní elita,
- průměr 3 nejlepších časů – subelita,
- průměr 15 nejlepších časů – širší výkonnostní základna (Bahenský, 2021).

U sprinterských výkonů zaznamenaných ručním měřením jsme provedli standardní korekci přičtením 0,24 s pro převod na hodnoty kompatibilní s elektronickou časomírou, jak je obecně používáno pro statistické účely po celém světě u běžeckých disciplín do 400 m (Hollings et al., 2012).

Jednotlivé časy v běhu na 100 m a maratonu jsme převedli na bodové hodnocení podle Maďarských bodovacích tabulek pro dráhu (World Athletics, 2022), čímž jsme získali jednotnou veličinu umožňující porovnání výkonů mezi různými disciplínami (Bahenský, 2021).

Pro vizualizaci dat jsme vytvořili spojnicové grafy znázorňující výkonnostní křivky v čase, doplněné o trendové linie. Na základě kritické hodnoty korelačního koeficientu pro daný rozsah dat jsme ověřili, zda mezi jednotlivými výkonnostními křivkami existuje statisticky významná korelace (Bahenský, 2021).

Dále jsme zpracovali tabulku, která pro každý sledovaný rok uvádí počet závodnic v běhu na 100 m a v maratonu splňujících námi stanovené kritérium konkurenceschopnosti. Cílem tohoto postupu bylo zjistit konkrétní šíři konkurence v jednotlivých disciplínách. Za konkurenceschopný výkon jsme považovali čas, který nepřesahoval národní rekord v dané disciplíně o více než 10 %. Při stanovení tohoto kritéria jsme se inspirovali prací McKay et al. (2022), kteří navrhli univerzální rámec pro klasifikaci účastníků podle jejich tréninkové úrovně a sportovní výkonnosti.

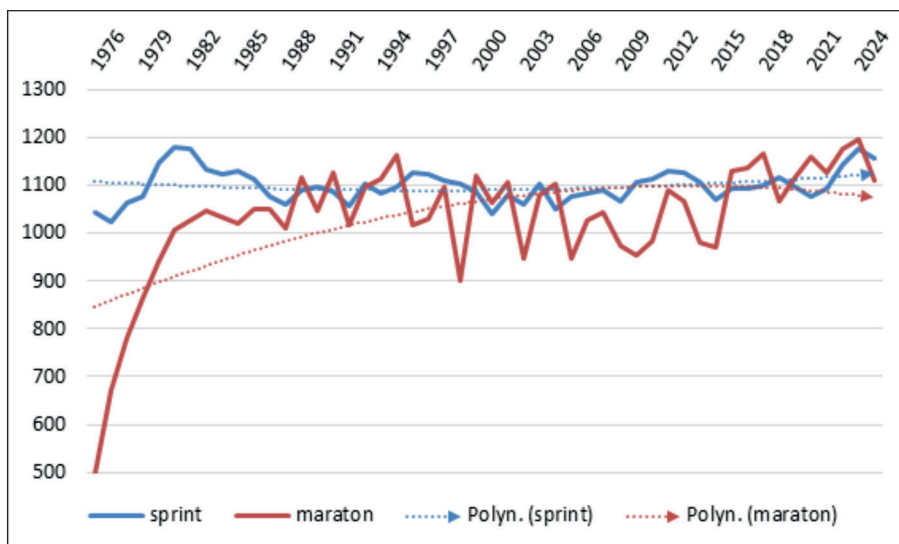
Výsledky

Vývoj výkonnosti nejlepších žen ČR v běhu na 100 metrů a v maratonu (1976–2025)

Obrázek 1 znázorňuje vývoj nejlepších výkonů žen ČR v běhu na 100 m a v maratonu na základě hodnocení podle maďarských bodovacích tabulek v období 1976–2025. Výkonnostní křivky odrážejí skutečnou špičkovou výkonnost v jednotlivých letech.

Obrázek 1./ Figure 1.

Vývoj výkonnosti nejlepších žen ČR v běhu na 100 metrů a v maratonu (1976–2025)./ Performance development of the best Czech women in the 100-meter sprint and marathon (1976–2025).



První oficiálně evidovaný maratonský výkon pochází z roku 1976. Následující dynamický nárůst výkonů v maratonu až do roku 1980 je spojen s jedinou závodnicí – Vlastou Rulcovou. Paralelně s tím dosahovala Jarmila Kratochvílová vrcholných výkonů v běhu na 100 m, přičemž v roce 1981 vytvořila dosud platný národní rekord časem 11,09 s.

V 80. letech výkonnost žen v maratonu nadále pozvolně rostla, zatímco v běhu na 100 m docházelo k postupnému poklesu výkonů. Koncem 80. let se úroveň obou disciplín vyrovnala a jejich křivky se začaly vzájemně prolínat. Ke konci 90. let je patrný celkový pokles výkonů v obou disciplínách.

Od roku 2006 jsou bodové hodnoty ve sprintu dlouhodobě vyšší než v maratonu. Výrazné zlepšení maratonských výkonů nastalo v roce 2016 a vyvrcholilo v roce 2024, kdy Moira Stewartová vytvořila nový národní rekord časem 2:23:44. Ve stejném roce se Karolína Maňasová výkonem 11,11 s přiblížila historickému sprinterskému rekordu.

Průběh výkonnostních křivek elitních českých běžkyň je z velké části prolínavý a odráží výskyt výjimečně talentovaných závodnic v daných obdobích. Maratonská křivka vykazuje oproti sprintu výrazně kolísavější průběh. Trendová linie sprintu naznačuje pozvolný nárůst výkonnosti, zatímco u maratonu spíše mírný pokles. Korelace výkonnostních křivek mezi během na 100 m a maratonem je statisticky významná ($r = 0,393$), neboť překročila kritickou hodnotu korelačního koeficientu pro 50 párů dat ($r_{krit} = 0,279$).

Vývoj průměrné výkonnosti 3 nejlepších žen ČR v běhu na 100 metrů a v maratonu (1980–2025)

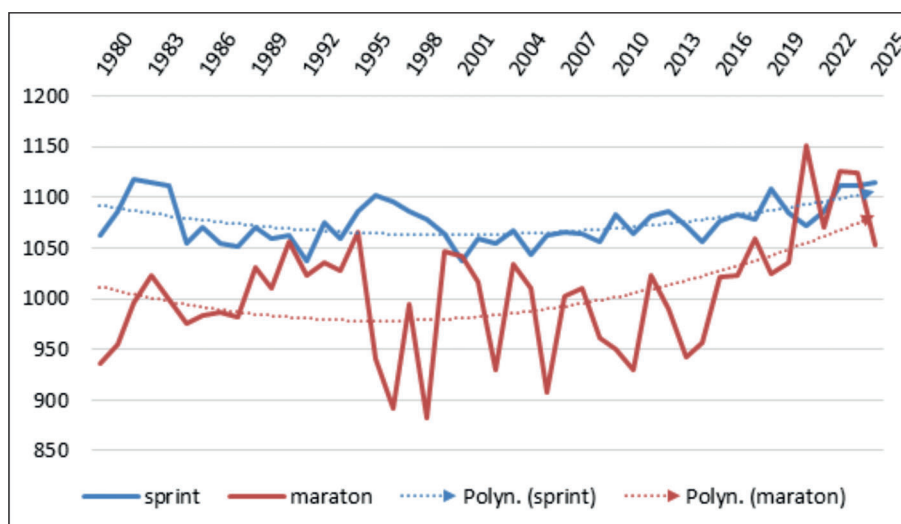
Obrázek 2 znázorňuje vývoj průměrné výkonnosti 3 nejlepších žen ČR v jednotlivých letech pro běh na 100 metrů a maraton. Časová osa zahrnuje období 1980–2025 a výkonnost je vyjádřena v bodech přepočtených podle maďarských bodovacích tabulek. Jelikož jde o výběr 3 nejvýkonnějších atletek daného roku, výsledné hodnoty reprezentují subelitu české ženské atletiky.

V běhu na 100 m lze identifikovat dvě období (1981–1985 a 1995–2001), v nichž po výraznějším růstu následoval pokles výkonnosti. Pro ostatní roky zůstává průběh křivky relativně stabilní. Od počátku nového tisíciletí lze pozorovat mírné, avšak stále zlepšování výkonnosti s mírnými výkyvy až do současnosti.

Rovněž v maratonu je patrný počáteční růst výkonnosti na začátku 80. let, který však byl po roce 1983 vystřídán poklesem výkonů. Následně se výkonnost maratonských běžkyň až do roku 1999 opět zvyšovala, načež došlo k dalšímu propadu s výkonnostním minimem v roce 1999. Další vývoj je charakteristický opakovanými nárůsty a poklesy výkonnosti. Teprve po roce 2014 nastalo výrazné a konzistentní zlepšování výkonů nejlepších českých maratonských závodnic, které vyvrcholilo v roce 2021, kdy čtyři běžkyňe (Eva Vrabcová-Nývltová, Marcela Joglová, Tereza Hrochová a Moira Stewartová) překonaly hranici 2 hodin a 30 minut. V posledních pěti letech se výkonnost maratonské subelity opakovaně dostala na úroveň, případně nad úroveň sprinterskou.

Obrázek 2./ Figure 2.

Vývoj průměrné výkonnosti 3 nejlepších žen ČR v běhu na 100 metrů a v maratonu (1980–2025)./ Development of the average performance of the top three Czech women in the 100-meter sprint and marathon (1980–2025).



Trendové křivky obou disciplín ukazují rozdílný charakter vývoje. Zatímco sprint vykazuje stabilní a mírně rostoucí trend, maraton se vyznačuje kolísavým průběhem s výraznějšími výkyvy. Přesto se výkonnost maratonských běžkyň postupně přibližuje a dostává na úroveň sprinterek. Korelace křivek průměrné výkonnosti tří nejlepších žen ČR mezi během na 100 m a maratonem není statisticky významná ($r = 0,207$), protože nedosáhla kritické hodnoty korelačního koeficientu pro 46 párů dat ($r_{krit} = 0,291$).

Vývoj průměrné výkonnosti 15 nejlepších žen ČR v běhu na 100 metrů a v maratonu (1980–2025)

Obrázek 3 znázorňuje vývoj průměrné výkonnosti 15 nejlepších žen ČR v jednotlivých letech pro běh na 100 metrů a maraton. Bodové hodnoty, přepočtené podle maďarských bodovacích tabulek, reflektují úroveň širší výkonnostní základny v každém roce. Sledované období zahrnuje roky 1980–2025.

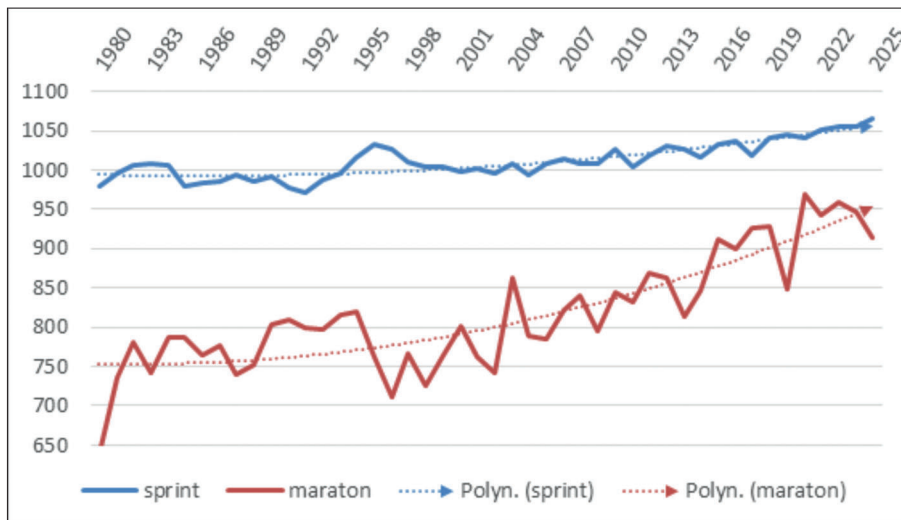
V běhu na 100 metrů je patrná dlouhodobě stabilní výkonnostní úroveň, která se pohybuje v relativně úzkém rozmezí bodových hodnot. Výjimku tvoří období 1993–1996, kdy byl zaznamenán relativně vyšší nárůst výkonnosti. Celkově dochází k pozvolnému zlepšování výkonů.

Maratonské výkony naopak vykazují značně kolísavý průběh. Po počátečním růstu v 80. letech nastal v polovině 90. let výraznější pokles výkonnosti, který dosáhl minima v roce 1997. Od tohoto roku lze sledovat postupný vzestup výkonů, doprovázený občasnými výkyvy až do současnosti.

Porovnání trendů ukazuje odlišný charakter vývoje obou disciplín. Zatímco v běhu na 100 metrů lze pozorovat dlouhodobě stabilní křivku s mírným růstem, výkonnostní křivka maratonu vykazuje dynamický vývoj s výraznými výkyvy. V posledních letech dochází k výraznějšímu zlepšení výkonů maratonských běžkyň, čímž se postupně zmenšuje výkonnostní rozdíl mezi disciplínami. Korelace křivek průměrné výkonnosti 15 nejlepších žen ČR mezi během na 100 m a maratonem je statisticky významná ($r = 0,725$), protože překročila kritickou hodnotu korelačního koeficientu pro 46 párů dat ($r_{krit} = 0,291$).

Obrázek 3./ Figure 3.

Vývoj průměrné výkonnosti 15 nejlepších žen ČR v běhu na 100 metrů a v maratonu (1980–2025)./ Development of the average performance of the 15 best women in the Czech Republic in the 100-meter sprint and marathon (1980–2025).



Vývoj počtu konkurenceschopných závodnic v běhu na 100 m a v maratonu žen v ČR (1976–2025)

Tabulka 1 ukazuje počet závodnic splňujících 10% časovou hranici od aktuálního národního rekordu v jednotlivých letech pro obě disciplíny.

V běhu na 100 m se počet závodnic splňujících toto kritérium pohyboval do roku 2013 v rozmezí 8 až 23 závodnic. Od té doby se počet závodnic téměř konzistentně zvyšuje, s maximem v posledním sledovaném roce 2025.

V maratonu byla první a po určitou dobu jedinou závodnicí Alena Peterková, která od roku 1989 pravidelně dosahovala výkonů do 10 % od současného národního rekordu. Od přelomu tisíciletí na ni svými výkony navázala Anna Pichrtová. Následovalo období, kdy povětšinou žádná závodnice nesplňovala stanovené kritérium. Od roku 2016 však alespoň jedna závodnice pravidelně dosahovala požadovaného výkonu. V posledních 5 letech se počet konkurenceschopných maratonských závodnic zvýšil, s maximem čtyř závodnic v roce 2021.

Celkově lze konstatovat, že počet konkurenceschopných závodnic byl v běhu na 100 m po celé sledované období výrazně vyšší než v maratonu, kde vyšší výkonnostní úrovně dosahovaly převážně jednotlivé závodnice. Trend poslední dekády ukazuje postupný rozvoj ženské běžecké základny v obou disciplínách.

Shrnutí

Při srovnání výkonnostních trendů běhu na 100 m a maratonu žen v ČR jsme zaznamenali jejich odlišné vývojové charakteristiky. Běh na 100 m se vyznačuje relativně stabilním průběhem výkonnosti v čase, zatímco maraton vykazuje výrazně dynamičtější vývoj spojený s vyšší variabilitou výkonů.

Na elitní úrovni dosahují nejlepší výkony žen v běhu na 100 m a maratonu v ČR srovnatelné úrovně. Při porovnání průměrů 3 a 15 nejlepších výkonů však byla zaznamenána vyšší výkonnostní úroveň u sprinterek. V poslední dekádě je patrný rozvoj ženského maratonu, díky němuž se výkony v rámci subelity mezi disciplínami pohybují na podobné úrovni. Nejvýraznější rozdíly přetrvávají u širší výkonnostní základny, kde výkonnost žen v maratonu v žádné fázi sledovaného období nedosáhla úrovně sprintu, i když dochází k postupnému snižování těchto rozdílů.

Trendové křivky pro běh na 100 m naznačují mírné zlepšování výkonů žen ČR ve všech sledovaných skupinách. Výkonnostní růst závodnic reprezentujících maratonskou subelitu a širší výkonnostní základnu vykazuje podstatně výraznější dynamiku. Výjimkou jsou elitní výkony v maratonu, u nichž trend ukazuje mírný pokles.

Součástí analýzy bylo také posouzení korelací mezi výkonnostními křivkami žen ČR v běhu na 100 m a maratonu. Byla zjištěna statisticky významná korelace mezi křivkami elitních závodnic obou

disciplín ($r = 0,393$; $r_{krit} = 0,279$) a ještě výraznější u křivek průměrů 15 nejlepších výkonů ($r = 0,725$; $r_{krit} = 0,291$). Naproti tomu křivky průměrů 3 nejlepších žen spolu statisticky nekorelovaly ($r = 0,207$; $r_{krit} = 0,291$).

Tabulka 1./ Table 1.

Počet závodnic splňujících hranici 10 % od aktuálního národního rekordu v daném roce a disciplíně./
Number of female competitors meeting the 10% threshold of the current national record in a given year and discipline.

Rok	Maraton	Běh na 100 m	Rok	Maraton	Běh na 100 m
1976	0	12	2001	2	15
1977	0	10	2002	1	19
1978	0	11	2003	0	18
1979	0	16	2004	1	19
1980	0	10	2005	1	13
1981	0	14	2006	0	17
1982	0	15	2007	0	16
1983	0	13	2008	0	17
1984	0	10	2009	0	18
1985	0	11	2010	0	17
1986	0	9	2011	0	19
1987	0	9	2012	1	17
1988	0	15	2013	1	23
1989	1	8	2014	0	27
1990	0	12	2015	0	26
1991	1	8	2016	1	29
1992	0	10	2017	1	24
1993	1	10	2018	1	28
1994	1	13	2019	1	28
1995	1	17	2020	1	30
1996	0	23	2021	4	42
1997	0	18	2022	2	41
1998	1	15	2023	3	42
1999	0	17	2024	2	49
2000	1	14	2025	1	54

Poznámka. Národní rekord v maratonu = 2:23:44; kritérium pro splnění 10 % = 2:38:06/ National record in marathon = 2:23:44; criterion for 10% fulfillment = 2:38:06; Národní rekord v běhu na 100 m = 11,09; kritérium pro splnění 10 % = 12,20./ National record in 100 m sprint = 11.09; criterion for 10% fulfillment = 12.20.

Analýza počtu konkurenceschopných závodnic ukázala početnější výkonnostní základnu v běhu na 100 m, zatímco elitní výkonnost v maratonu je založena především na individuálních výkonech jednotlivých závodnic. Období poslední dekády naznačuje postupný nárůst konkurence i v této disciplíně.

Diskuze

Cílem našeho výzkumu bylo porovnat vývoj výkonnosti žen v ČR ve dvou odlišných běžeckých disciplínách, běhu na 100 m a maratonu, v období od roku 1976 po současnost a následně interpretovat zjištěné výsledky. V první řadě jsme porovnávali nejlepší dosažené výkony v obou disciplínách za každý rok. Dále jsme sledovali průměr 3 (subelita) a 15 (širší výkonnostní základna) nejlepších výkonů v jednotlivých letech, což nám umožnilo hodnotit rozdíly mezi elitními výkony jednotlivkyň a širšími skupinami závodnic.

Celkově jsme zaznamenali rozdílné výkonnostní křivky. Výkonnost v běhu na 100 m obecně vykazuje větší stabilitu než v maratonu, kde meziroční výsledky podléhají výraznějším výkyvům. Jedním z možných vysvětlení je rozdílný charakter obou závodů. Zatímco výkon na stadionu je obecně přesně měřitelný a jen minimálně ovlivnitelný přírodními podmínkami, maraton tuto objektivitu postrádá (Suchý a Tilinger, 2004). Běh na 100 m probíhá na dráze v přímém směru, bez zatáček a s pevně

stanovenou délkou tratě (Majumdar & Robergs, 2011). Naopak maraton se nejčastěji koná na silnici s různorodým profilem tratě, přičemž skutečná uběhnutá vzdálenost se může lišit v závislosti na trajektorii běžce (Emig & Adam, 2024). Významnou roli v těchto závodech představuje strategie rozvržení tempa (Abbiss & Laursen, 2008). Na rozdíl od běhu na 100 m, v němž atleti vynakládají maximální úsilí k dosažení co nejrychlejšího času, je průběh maratonského závodu často determinován taktickými strategiemi zaměřenými na vítězství (Seiler et al., 2007; Hollings et al., 2012). Nelze opomenout ani vliv samotné délky závodů, protože delší tratě přirozeně umožňují vznik větších rozdílů ve výkonu než v běhu na 100 m. S rostoucí délkou závodu roste i význam environmentálních faktorů, které ovlivňují konečný výkon běžce, zejména proměnlivé počasí a kolísající teplota vzduchu během závodu. Podle El Helou et al. (2012) je teplota vzduchu klíčovým faktorem ovlivňujícím výkon v maratonu u běžců všech úrovní, neboť existuje dobře prokázaný vztah mezi poklesem výkonu a vyšší teplotou vzduchu.

Počet závodních příležitostí v průběhu sezóny se mezi sprinterkami a maratonkyněmi výrazně liší. I tento aspekt je třeba brát v potaz při interpretaci variability výkonů v maratonu. Sprinterky obecně absolvují během roku více závodů, někdy v rámci soutěže tři až čtyři 100m běhy ve dvou dnech. Studie Hanley & Hettinga (2021) analyzovala průběh výkonů finalistů sprinterských disciplín na mistrovstvích světa a olympijských hrách a zjistila, že medailisté postupně zlepšovali své časy od kvalifikačních rozběhů až po finále. Tento trend se však neprojevil u ostatních finalistů, jejichž výkony zůstaly stejné nebo se zhoršily. Naproti tomu maratonkyně odběhnou za rok v průměru 2 maratony (± 1) s odstupem zhruba 3 měsíců (Haugen et al., 2022).

Zjistili jsme, že křivky elitních výkonů v běhu na 100 m a maratonu se v různých obdobích prolínají a střídavě převyšují. Výsledky tohoto porovnání naznačují, že na úrovni elitních českých závodnic jsou disciplíny srovnatelné a rozdíly ve výkonnosti v jednotlivých obdobích jsou podmíněny především výskytem výjimečně talentovaných jednotlivkyň. Tento závěr je v souladu s tvrzením Suchého a Tilingera (2004), kteří poukazují na význam individuálních osobností při utváření vrcholné výkonnosti.

Podobné závěry uvádějí také Kotuľa et al. (2025), kteří sledovali vývoj časů v běhu na 100 m na MS v průběhu posledních 40 let. Autoři analyzovali průměr 16 nejlepších semifinálových časů a nejlepší čas finále. Zjistili, že zlepšování výkonů bylo především důsledkem výskytu výjimečně talentovaných jednotlivkyň, zatímco průměrná úroveň elitních závodnic se zlepšovala pouze mírně. Tyto poznatky podporují tvrzení, že výraznější změny v křivkách elitních výkonů mohou být ovlivněny přítomností mimořádně talentovaných jedinců.

Při porovnání průměrných hodnot 3 a 15 nejlepších výkonů byla prokázána vyšší výkonnostní úroveň u sprinterek. Zatímco subelita maratonu se v poslední dekádě dostala na úroveň sprinterek, výkonnost žen v širší výkonnostní základně v žádné fázi sledovaného období nedosáhla úrovně sprinterských výkonů, přestože lze pozorovat postupné snižování těchto rozdílů.

Zdá se, že čím více výkonů závodnic do průměru zahrneme, tím výraznější se budou jevit rozdíly mezi oběma disciplínami. Je pravděpodobné, že rozdílné zastoupení žen v obou disciplínách v průběhu let ovlivnilo pozorované rozdíly ve výkonnosti. V rámci metodiky našeho výzkumu jsme pro každý rok zaznamenávali výkony 50 nejlepších žen z každé disciplíny, jak jsou uvedeny ve statistických publikacích Českého atletického svazu. Ukázalo se, že v mnoha letech nebyl tento počet u maratonu dosažen, zatímco u sprinterek byl vždy splněn. Z hlediska historického vývoje je třeba zdůraznit, že běh na 100 metrů patřil mezi první atletické disciplíny, v nichž ženy směly soutěžit. Naopak účast v maratonu byla ženám umožněna až v 70. letech 20. století. Z toho vyplývá, že se ženský sprint začal vyvíjet podstatně dříve než maraton a atletické oddíly do té doby stihly získat a vychovat podstatně širší okruh sprinterek.

Do nižšího počtu žen v maratonu se může promítnout obtížnost disciplíny, časová náročnost tréninku a doba potřebná k dosažení vrcholné výkonnosti. Z hlediska fyziologických nároků představuje maraton extrémní zátěž (Ely et al., 2007). Jeho dokončení bez systematického tréninku je ve srovnání s během na 100 m nepochybně výrazně obtížnější. Dosažení špičkové úrovně ve vytrvalostním sportu obvykle vyžaduje přibližně deset let cílené přípravy (Haugen et al., 2022; Furrer et al., 2023). V letech 1945 až 2020 činil věkový průměr nejlepších českých maratonských závodnic za jednotlivé roky 33,64 let ($\pm 3,87$). Při porovnání s ostatními disciplínami středních a dlouhých tratí dosahovaly maratonkyně jednoznačně nejvyššího věkového průměru (Bahenský, 2021). Naproti tomu u závodnic v běhu na 100 m nastává vrcholné období kolem 26 let (Haugen et al., 2018; Agudo-Ortega et al., 2024). Sprinterská výkonnost navíc zůstává během jednotlivých sezón i v průběhu celé kariéry relativně

stabilní (Haugen et al., 2018; Loturco et al., 2023). Po 30. roce života je však zlepšování či udržení sprintérského výkonu velmi obtížné (Haugen et al., 2018), což kontrastuje s maratonkyněmi, jejichž vrcholná výkonnost nastává později.

Komplexním porovnáním a vývojem výkonnosti v bězích na středních a dlouhých tratích v rámci našeho území se zabýval Bahenský (2021). Při souhrnném statistickém porovnání výkonů žen ve všech běžeckých disciplínách středních a dlouhých tratí v průběhu času bylo zjištěno, že běhy na 800 m a 1 500 m vykazovaly dlouhodobě nejvyšší bodové hodnoty ze všech sledovaných tratí. Naopak nejnižší výkonnost byla zaznamenána u nejdelších běžeckých distancí, běhu na 10 000 m a maratonu. Ukázalo se, že čím větší soubor běžkyň byl porovnáván, tím větší výkonnostní rozdíly mezi disciplínami vznikaly. Při samostatném hodnocení vývoje maratonu žen se však ukázalo, že v posledních letech u této disciplíny dochází k výraznému růstu výkonnosti (Bahenský, 2021).

Bohužel se nám nepodařilo nalézt žádnou studii, která by se systematicky zabývala komplexním porovnáním výkonnosti českých žen ve sprinterských disciplínách. Taková publikace by umožnila srovnání výkonů napříč všemi běžeckými disciplínami a poskytla by ucelený pohled na specifika krátkých sprintů.

Zjistili jsme, že spolu výkonnostní křivky žen ČR v běhu na 100 m a maratonu korelují na úrovni elitních závodnic i širší výkonnostní základny. Korelace na úrovni elity je pravděpodobně důsledkem výskytu výjimečných závodnic, které posunují hranice výkonu v obou disciplínách, a současně odráží kvalitní systémovou podporu, včetně optimálních tréninkových podmínek a péče o sportovce. Tyto faktory umožňují rozvoj potenciálu závodnic a jejich konkurenceschopnost na mezinárodním poli. Statisticky pak i malý počet výjimečných výkonů může významně ovlivnit křivky výkonnosti, což částečně vysvětluje jejich vzájemnou korelaci, přestože sprint a maraton jsou fyziologicky odlišné disciplíny. Stejně tak byla shledána významná korelace u křivek průměrů 15 nejlepších žen. Tento jev může být ovlivněn rostoucím počtem aktivních žen, zkvalitněním tréninkových podmínek a širší nabídkou soutěžních příležitostí.

U průměrů 3 nejlepších žen se však mezi disciplínami korelace nepotvrdila. Jak ukazuje Obrázek 3, v některých obdobích (1996–1997, 2001–2003, 2009–2010; 2019–2021) se křivky výrazně rozcházejí. To je pravděpodobně důsledkem velmi malé velikosti souboru, protože průběh křivky u takto omezeného počtu závodnic je velmi citlivý na výkonnostní výkyvy jednotlivých atletek. Pokud navíc vezmeme v potaz relativně nízkou konkurenceschopnost závodnic v maratonské disciplíně, je možné výsledky interpretovat právě z tohoto úhlu pohledu.

Výkonnostní trendy žen ČR v běhu na 100 m ukazují pouze pozvolný růst ve všech sledovaných skupinách, zatímco v maratonu je patrné výraznější zlepšení výkonů u subelity a širší výkonnostní základny. Pokud bude tento trend pokračovat, lze očekávat postupné snižování rozdílu mezi sprinterskou a maratonskou výkonností, případně překonání sprinterské úrovně.

Naše zjištění ohledně vývoje výkonnosti v běhu na 100 m jsou podobná výsledkům studie Skalski et al. (2025), která porovnávala průměr 10 nejlepších světových sprinterských výkonů mužů a žen za každý rok v období 1976–2024. Trendová křivka rovněž ukazuje postupný růst výkonnosti sprinterek v běhu na 100 m. Nejvýraznější zlepšení bylo zaznamenáno do roku 1989, poté se tempo zlepšování zpomalilo (Skalski et al., 2025). Sportovní výsledky se budou v budoucnu více odvíjet od vědeckých a technologických pokroků než od fyziologických předpokladů sportovců (Lippi et al., 2008). Přesto je ve sprinterských disciplínách prostor pro technologické inovace poměrně omezený (Seiler et al., 2007). Současně jsou výkony ve sprintu formovány regulačními opatřeními, která udržují spravedlivé podmínky závodů (Skalski et al., 2025).

Počet startujících žen ve světových maratonech v posledních desetiletích výrazně vzrostl, což vedlo k postupnému zúžení genderového rozdílu (Knechtle et al., 2020; Reusser et al., 2021; Nesburg et al., 2023). Například prvního ročníku Berlínského maratonu se účastnilo pouhých 8 žen, zatímco v roce 2018 jich bylo 12 268 (Reusser et al., 2021). Burke et al. (2025) uvádějí, že za poslední dekádu se průměrný čas 300 nejlepších maratonských závodnic zlepšil přibližně o 4 %, zatímco průměrný cílový čas rekreačních běžkyň se naopak podstatně zhoršil. Na základě těchto údajů předpokládáme, že rostoucí účast českých žen v maratonech významně přispívá k dynamickému rozvoji disciplíny na našem území v posledních deseti letech.

Elitní maratonské výkony představují jedinou oblast, kde trend nevykazuje zlepšení, ale mírný pokles. Domníváme se, že mírný pokles trendu elitních výkonů žen ČR v maratonu je způsoben

především rychlým nárůstem výkonnosti v prvních letech závodění a následně výraznějším poklesem výkonů v posledním roce. Nicméně celkově došlo za poslední dekádu k nárůstu výkonnosti s maximem v roce 2024. Proto je třeba tento údaj interpretovat s opatrností.

Vypadá to, že běh na 100 m stále ještě nabízí prostor pro zlepšení výkonů českých žen. Podle našeho názoru je klíčem k tomuto zlepšení především systematická práce s mládeží a talenty, stabilní finanční podpora, kvalitní tréninkové zázemí a využití moderních technologických inovací. S ohledem na krátký vývoj ženského maratonu, jeho rostoucí popularitu, zvyšující se počet závodnic a technologické inovace se nám jeví maraton jako disciplína s vysokým potenciálem pro další zlepšování výkonů českých žen. V rámci našeho výzkumu jsme shledali podstatné rozdíly v kvalitě a četnosti širší výkonnostní základny mezi disciplínami. Lze tedy předpokládat, že rostoucí počet závodnic v maratonu se projeví ve zlepšení výkonů širší výkonnostní základny.

Limitace práce

Při interpretaci výsledků je třeba brát v úvahu několik omezení:

1. Pro porovnání vývoje výkonnosti mezi širšími výkonnostními základnami obou disciplín jsme stanovili počet 15 závodnic. Skutečná šíře základny se však mezi disciplínami liší.
2. Porovnávání disciplín začalo od data, kdy jsou zaznamenány první výkony českých žen v maratonu, a nezohlednili jsme raný vývoj běhu na 100 m.
3. Pro srovnání výkonů mezi disciplínami jsme využili Maďarské bodovací tabulky, jejichž přepočty nemusí dokonale odrážet relativní úroveň výkonu obou disciplín. Nenašli jsme vhodnější způsob, jak výkony převést na jednotnou veličinu.
4. Ruční přepis výkonů s sebou nese potenciální riziko vzniku chyb, tato skutečnost byla však kompenzována následnou kontrolou všech dat.
5. Na rozdíly ve výkonnosti mohly mít vliv také specifika jednotlivých disciplín, například náročnost disciplín, vliv počasí či rozdílný počet závodních příležitostí během sezóny.

Závěr

Porovnání výkonnostních trendů v běhu na 100 m a maratonu žen v ČR ukázalo odlišný charakter vývoje obou disciplín. Přesto analýza korelací prokázala, že výkonnostní křivky mezi disciplínami významně korelují na úrovni elitních závodnic ($r = 0,393$; $r_{\text{krit}} = 0,279$) i širší výkonnostní základny ($r = 0,725$; $r_{\text{krit}} = 0,291$), zatímco v rámci subelitní skupiny nebyla významná korelace zjištěna ($r = 0,207$; $r_{\text{krit}} = 0,291$). Sprint vykazuje stabilní a pozvolně rostoucí výkonnost napříč elitními i širšími skupinami závodnic, zatímco maraton je charakterizován výraznou meziroční variabilitou a kolísavými výsledky. Rozdíly mezi disciplínami pravděpodobně souvisí s historicky pozdním začleněním žen do maratonu, vyšší fyziologickou náročností vytrvalostního závodu a odlišným počtem závodních příležitostí. Poslední dekáda však ukazuje výrazný vzestup výkonů v ženském maratonu, zejména u subelity a širší výkonnostní základny, což postupně snižuje výkonnostní rozdíly mezi disciplínami. Budoucí vývoj výkonů bude s největší pravděpodobností záviset na růstu počtu závodnic, kvalitním tréninkovém zázemí a technologických inovacích.

Literatura

- Abbiss, C. R., & Laursen, P. B. (2008). Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. *Sports Medicine*, 38(3), 239–252. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838030-00004>
- Agudo-Ortega, A., Del Cerro, J. S., Salinero, J. J., & González-Rave, J. M. (2024). Unveiling the development of sprint athletes: Percentile patterns, peak performance age, and a performance progression model. *Journal of Human Kinetics*, 94, 147. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11571461/>
- Bahenský, P. (2012). Vývoj tréninkových metod v běhu na 10 000 m. In M. Zvonař, P. Kouřilová, & T. Kalina (Eds.), *Sport ve vědě, věda ve sportu 2012: Sborník příspěvků ze studentské vědecké konference* (pp. 12–24). Masarykova univerzita, FSPS.
- Bahenský, P., & Semerád, M. (2014). Analýza vývoje výkonnosti v běhu mužů na 1500 m v ČR 1945–2013. *Studia Kinanthropologica*, 15(3), 131–140.
- Bahenský, P. (2017). Analýza vývoje výkonnosti v běhu mužů na 800 m v ČR 1945–2016. *Studia Sportiva*, 11(2), 55–67.

- Bahenský, P. (2021). *Vývoj výkonnostní úrovně v bězích na střední a dlouhé tratě na území České republiky od roku 1945 po současnost*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.
- Broďáni, J. (2013). Hranice atletické výkonnosti pohľadom štatistiky. *Forum statisticum Slovaca*, 3, 19-25.
- Burke, L. M., Whitfield, J., & Hawley, J. A. (2025). The race within a race: Together on the marathon starting line but miles apart in the experience. *Free Radical Biology and Medicine*, 227, 367–378. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2024.10.277>
- Červinka, P. (2023). *Manuál běžce*. Grada Publishing.
- Český atletický svaz. (2025). *Statistické publikace*. <https://www.atletika.cz/zpravodajstvi/atletika/statistiky/statisticke-publikace/>
- El Helou, N., Tafflet, M., Berthelot, G., Tolaini, J., Marc, A., Guillaume, M., Hausswirth, C., & Toussaint, J.-F. (2012). Impact of environmental parameters on marathon running performance. *PLOS ONE*, 7(5), e37407. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037407>
- Ely, M. R., Cheuvront, S. N., Roberts, W. O., & Montain, S. J. (2007). Impact of weather on marathon-running performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(3), 487–493. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802d3aba>
- Emig, T., & Adam, G. (2024). Evolution of world running record performances for men and women: Physiological characteristics. *Frontiers in Physiology*, 15, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1372092>
- Erban, O. (2014, March 9). *Státem řízený doping v ČSSR aneb strůjce nepřekonatelných rekordů*. Česká televize. <https://sport.ceskatelevize.cz/clanek/ostatni/statem-rizeny-doping-v-cssr-aneb-strujce-neprekonatelnych-rekordu/5be0d12f0d663b6fe830221d>
- Furrer, R., Hawley, J. A., & Handschin, C. (2023). The molecular athlete: Exercise physiology from mechanisms to medals. *Physiological Reviews*, 103(3), 1693–1787. <https://doi.org/10.1152/physrev.00017.2022>
- Goh, A. (2021, February 15). *Top reasons why the Athens 1896 Olympics were important for modern sport*. International Olympic Committee. <https://www.olympics.com/en/news/top-reasons-why-the-athens-1896-olympics-were-important-for-modern-sport>
- Guttmann, A. (2002). *The Olympics: A history of the modern games*. University of Illinois Press.
- Hanley, B., & Hettinga, F. J. (2021). Meso-pacing in Olympic and World Championship sprints and hurdles: Medallists save their best for the final. *Journal of Sports Sciences*, 39(22), 2611–2617. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1947619>
- Haugen, T., Solberg, P. A., Foster, C., Morán-Navarro, R., Breitschädel, F., & Hopkins, W. G. (2018). Peak age and performance progression in world-class track-and-field athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(9), 1122–1129. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/13/9/article-p1122.xml>
- Haugen, T., Seiler, S., Sandbakk, Ø., & Tønnessen, E. (2019). The training and development of elite sprint performance: An integration of scientific and best practice literature. *Sports Medicine - Open*, 5, 44. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0221-0>
- Haugen, T., Sandbakk, Ø., Seiler, S., & Tønnessen, E. (2022). The training characteristics of world-class distance runners: An integration of scientific literature and results-proven practice. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 46. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00438-7>
- Hollings, S. C., Hopkins, W. G., & Hume, P. A. (2012). Environmental and venue-related factors affecting the performance of elite male track athletes. *European Journal of Sport Science*, 12(3), 201–206. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.552640>
- Jadrný, P. (2018, February 18). *U nás se za dopingem udělala tlustá čára, důkazy z dob totality se zlikvidovaly, říká člen výboru*. iROZHLAS. https://www.irozhlas.cz/sport/ostatni-sporty/statem-rizeny-doping-ceskoslovensko-bugar-kratochvilova-fibingerova_1802180700_pj
- Jirka, J., Popper, J., Hrnčíř, J., Skočovský, M., Vaněk, K., & Vomáčka, V. (1990). *Malá encyklopedie atletiky*. Olympie.
- Jirka, J., Havlín, J., Hrnčíř, S., Macák, F., Trkal, V., Fikejz, J., Ježek, P., Klempa, F., Jungwirth, T., Svoboda, L., Vyčichlo, J., Setnička, V., Klíma, M., & Poláček, V. (1997). *Sto let královny*. Iris.

- Jirka, J., Trkal, V., Skočovský, M., Hetflejš, J., Havlín, J., & Follprecht, L. (2000). *Kdo byl kdo v české atletice*. Olympie.
- Kalus, J. (2021). *Moderní kondiční trénink*. Jakub Gottvald.
- Karp, J. (2006). The limits of running performance. *News studies in Athletics*, 3, 51–56.
- Kašpar, L. (2007). Tělesná výchova a sport od konce II. světové války po současnost. In P. Jansa & J. Dovalil (Eds.), *Sportovní příprava: vybrané teoretické obory, stručné dějiny tělesné výchovy a sportu, základy pedagogiky a psychologie sportu, fyziologie sportu, sportovní trénink, sport zdravotně postižených, sport a doping, úrazy ve sportu a první pomoc, základy sportovní regenerace a rehabilitace, sportovní management* (s. 33–35). Q-art.
- Knechtle, B., Di Gangi, S., Rüst, C. A., & Nikolaidis, P. T. (2020). Performance differences between the sexes in the Boston Marathon from 1972 to 2017. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(2), 566–576. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002760>
- Knorre, N., Kolář, F., & Dovalil, J. (2004). *Ženy a sport v olympijském hnutí*. Český olympijský výbor. https://www.olympijskytym.cz/files/documents/55dc_zeny-a-sport-v-olympijskem-hnuti.pdf
- Kotuła, K., Loturco, I., Matusiński, A., Zajac, A., & Maszczyk, A. (2025). An overview and prediction of 100 m performance over 40 years during the Athletics World Championships. *Biology of Sport*, 42(3), 313–325. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2025.146783>
- Kovář, K. (2007). *Prognóza vývoje výkonnosti ve vybraných atletických disciplínách na období 2008–2016* [Disertační práce]. FTVS UK.
- Kučera, V., & Truksa, Z. (2000). *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Olympia.
- Lippi, G., Banfi, G., Favaloro, E. J., Rittweger, J., & Maffulli, N. (2008). Updates on improvement of human athletic performance: Focus on world records in athletics. *British Medical Bulletin*, 87(1), 7–15. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldn029>
- Loturco, I., Fernandes, V., Bishop, C., Mercer, V. P., Siqueira, F., Nakaya, K., Pereira, L. A., & Haugen, T. (2023). Variations in physical and competitive performance of highly trained sprinters across an annual training season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(5), 1104–1110. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004380>
- Majumdar, A. S., & Robergs, R. A. (2011). The science of speed: Determinants of performance in the 100 m sprint. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 6(3), 479–494. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.6.3.479>
- Marko, D., Bahenský, P., Snarr, R. L., & Malátová, R. (2022). VO₂peak comparison of a treadmill vs. cycling protocol in elite teenage competitive runners, cyclists, and swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(10), 2875–2882. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004005>
- McKay, A. K., Stellingwerff, T., Smith, E. S., Martin, D. T., Mujika, I., Goosey-Tolfrey, V. L., Sheppard, J., & Burke, L. M. (2022). Defining training and performance caliber: A participant classification framework. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(2), 317–331. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0451>
- Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. (2009). *Analýza financování sportu v České republice*. <http://www.msmt.cz/sport/analiza-financovani-sportu-v-ceske-republice>
- Muniz-Pardos, B., Sutehall, S., Angeloudis, K., Guppy, F. M., Bosch, A., & Pitsiladis, Y. (2021). Recent improvements in marathon run times are likely technological, not physiological. *Sports Medicine*, 51(3), 371–378. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01420-7>
- Nesburg, R. A., Mason, A. P., Fitzsimmons, B., & Hunter, S. K. (2023). Sex differences in marathon running: Physiology and participation. *Exercise, Sport, and Movement*, 1(3), e00010. <https://doi.org/10.1249/ESM.0000000000000010>
- Nikolaidis, P. T., Chalabaev, A., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Motivation in the Athens Classic Marathon: The role of sex, age, and performance level in Greek recreational marathon runners. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(14), 2549. <https://doi.org/10.3390/ijerph16142549>
- Opočenský, J., Gnad, T., Čechová, A., & Suchý, J. (2021). Sportovní příprava běžců na lyžích v České republice a Norsku z pohledu trenérů. *Česká kinantropologie*, 25(1–2), 64–75.
- Poláček, V. (2019). Dopingem k upevnění mezinárodní prestiže. *Paměť a dějiny*, 13(3), 44–54. https://www.ustrcr.cz/wp-content/uploads/2019/10/PD_3_19_s44-54.pdf

- Ptáčnicková, J. (2003). *Organizační vývoj Správy tělovýchovy a vrcholového sportu FMV a jejích nástupců v letech 1974–1993* [Sborník AMV 1/2003]. https://www.abscr.cz/data/pdf/sbornik/sbornik1-2003/vyvoj_stvs.pdf
- Reusser, M., Sousa, C. V., Villiger, E., Cruz, J. R. A., Hill, L., Rosemann, T., Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2021). Increased participation and decreased performance in recreational master athletes in “Berlin Marathon” 1974–2019. *Frontiers in Physiology*, 12, 631237. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.631237>
- Seiler, S., De Koning, J. J., & Foster, C. (2007). The fall and rise of the gender difference in elite anaerobic performance 1952–2006. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3), 534–540. https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2007/03000/the_fall_and_rise_of_the_gender_difference_in.17.aspx
- Skalski, D. T., Prończuk, M., Łosińska, K., Lulińska, E., Motowidło, J., Stastny, P., Maszczyk, A., & Trybek, G. (2025). The evolution of sprinting performance: Technological and regulatory influences from 1976 to 2024. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 17(2), 2. <https://doi.org/10.29359/BJHPA.17.2.02>
- Slavík, H., & Osoba, M. (2016). *120 let české atletiky*. Český atletický svaz.
- Suchý, J., & Tilinger, P. (2004). Porovnání výkonnosti žen a mužů ve vybraných disciplínách atletiky a plavání. *Tel. Vých. Šport*, 14(1). Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy. <https://www.jirisuchy.cz/dokumenty/abstrakta%20publikaci%20suchy/prognostika%20tvs%20slovenske%201-04.pdf>
- Tilinger, P. (2004). *Prognózování vývoje výkonnosti ve sportu*. Karolinum.
- Weiss, M., Newman, A., Whitmore, C., & Weiss, S. (2016). One hundred and fifty years of sprint and distance running—Past trends and future prospects. *European Journal of Sport Science*, 16(4), 393–401. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1042526>
- World Athletics. (2022). *World Athletics scoring tables of athletics*. <https://worldathletics.org/news/news/scoring-tables-2022>

Bc. Richard Hejlík
Na Sádkách 305/2a
370 05 České Budějovice
hejlir00@pf.jcu.cz

OCELOVÝ MUŽ: PŘÍPADOVÁ STUDIE ROVNÝCH PŘÍLEŽITOSTÍ VE SPORTU

STEEL MAN: A CASE STUDY ON EQUAL OPPORTUNITIES IN SPORT

E. Hurych

Department of physical education and social sciences, Faculty of Sport Studies of Masaryk University

Abstract

This study examines the ethical problem of fair opportunity in sport, using the Czech endurance-strength competition *Steel Man* (in Czech *Ocelový muž*) as a case study. The event, founded in 1999 by Karel Vydra, combines five disciplines – pull-ups, sit-ups, bench press repetitions, a 5 km run, and a 40 km cycling time trial. It involved 40–70 participants per year, including men, women, and juniors. In 2017, the organisers introduced a new scoring system with recalculations based on age, sex, and body weight to achieve greater fairness. Archival records, scoring tables, and official results from 1999 to 2019 were examined through a conceptual-ethical analysis. The findings indicate that frequent mid-season rule changes and unclear coefficients produced inconsistent results, participant dissatisfaction, and declining attendance, culminating in the end of the national cup format after 2018. This paper provides a conceptual and ethical analysis of this case, demonstrating how the pursuit of fairness became self-defeating and outlining guidelines for sustainable fairness in similar competitions. The study concludes with recommendations for sustainable procedural fairness grounded in transparent, stable rules complemented by empirically validated compensatory mechanisms.

Keywords: equality in sports ethics; equality of opportunities; deontology; consequentialism; case study; Steel Man

Souhrn

Tato studie se zabývá etickým problémem spravedlivých příležitostí ve sportu na příkladu české celorepublikové vytrvalostně-silové soutěže *Steel Man* (česky *Ocelový muž*). Soutěž, založená v roce 1999 Karlem Vydrrou, kombinuje pět disciplín – shyby, sedy-lehy, bench press na počet opakování, běh na 5 km a cyklistickou časovku na 40 km. Každoročně se jí účastnilo 40–70 závodníků včetně mužů, žen a juniorů. V roce 2017 zavedli organizátoři nový bodovací systém s přepočty podle věku, pohlaví a tělesné hmotnosti s cílem dosáhnout větší spravedlnosti. Archivní záznamy, bodovací tabulky a oficiální výsledky z let 1999–2019 byly zkoumány v rámci koncepčně-etické analýzy. Zjištění ukazují, že časté změny pravidel během sezóny a nejasné koeficienty vedly k nekonzistentním výsledkům, nespokojenosti účastníků a poklesu účasti, což vyústilo v ukončení pohárového formátu soutěže od roku 2018. Tento článek nabízí konceptuální a etickou analýzu daného případu a ukazuje, jak se snaha o spravedlnost stala sebezničující, zároveň však načrtává vodítka pro udržitelnou spravedlnost v obdobných soutěžích. Studie se uzavírá doporučeními pro udržitelnou procedurální spravedlnost založenou na transparentních a stabilních pravidlech, doplněných empiricky ověřenými kompenzačními mechanismy.

Klíčová slova: rovnost příležitostí v etice sportu; deontologie; konsekvenencialismus; případová studie; Ocelový muž

Introduction

Fairness and equality of opportunity belong among the foundational normative principles of sport. In its ideal form, sporting competition presupposes that outcomes depend primarily on relevant athle-

tic qualities—such as effort, skill, endurance, and perseverance—rather than on arbitrary or morally irrelevant factors. In practice, however, sport is unavoidably confronted with human diversity. Differences in age, sex, body composition, or physical predispositions raise persistent questions about how equality of opportunity should be understood, operationalised, and justified (Hämäläinen, 2012; Loland & McNamee, 2000).

One influential response to these challenges has been the increasing use of compensatory mechanisms and recalculation models. Age grading, weight coefficients, or category-based adjustments aim to produce fairer comparative outcomes by correcting for systematic inequalities. While such mechanisms are well established in some sports, they also introduce new ethical tensions, particularly in amateur and grassroots contexts, where transparency, stability of rules, and shared understanding among participants play a crucial role in sustaining legitimacy and trust.

This paper examines these tensions through a qualitative ethical case study of the Czech endurance-strength competition *Steel Man* (*Ocelový muž*). Founded in 1999 as a local all-round endurance challenge, the competition evolved into a national cup series before undergoing a radical reform of its scoring system in 2017. The reform introduced complex recalculations based on age, sex, and body weight with the explicit aim of increasing fairness and inclusivity. Paradoxically, these changes contributed to rule instability, participant confusion, and a rapid decline of the competition.

The central aim of this study is not merely to document the historical trajectory of the Steel Man competition, but to analyze the ethical logic underlying the reform and its consequences. Using deontological and consequentialist frameworks, the paper argues that the pursuit of outcome-based fairness, when insufficiently constrained by principles of rule stability and transparency, can undermine the very conditions that make fair competition possible. In this sense, the Steel Man case contributes to broader debates on the limits of mathematical compensation, the algorithmization of fairness, and the moral foundations of amateur sport.

Methods

This study adopts a qualitative, conceptually oriented case study design (Priya, 2021; Yin, 2018). The case study approach is particularly suitable for examining normative and ethical questions embedded in specific institutional and historical contexts, where the aim is not statistical generalization but analytical insight.

Our analysis is based on a factual comparison of the two scoring systems and follows a conceptual-ethical framework (Loland, 2007, 2024; Mindrescu et al., 2024) applied in sports. The factual component concerning the enumeration of particular rule changes is intentionally reduced. Although this article does not present an empirical output, it rests on exact and verifiable historical data. A separate qualitative study exploring competitors' opinions and attitudes toward the scoring system would undoubtedly be valuable but would require a different research design.

The main method of this study, therefore, is the analysis of selected elements of the conservative and innovative models through two ethical approaches – deontological and consequentialist. The focus is directed toward the value foundations of specific processes and the perspectives through which the issue of equal opportunities can be viewed. This includes the search for a balanced model that respects theoretical premises, remains ethically sound, and at least minimally meets criteria of practical applicability.

Data Sources and Selection

The analysis draws on multiple types of material related to the Steel Man competition (ocelovymuz.cz, 2025) between 1999 and 2019. These include:

- archived versions of competition rules and scoring systems from different years,
- official results databases and publicly available rankings,
- internal organizational documents and scoring tables,
- media reports, interviews, and online archival materials published on the competition's official website.

The selection of sources was guided by their relevance to changes in rule design, scoring logic, and category structure. Priority was given to official and publicly accessible documents that directly informed participant understanding of the competition rules.

Analytical Framework

The analysis is structured around two complementary ethical frameworks: deontological and consequentialist reasoning. Rather than applying formal qualitative coding procedures, the study employs theoretically informed analytical criteria, derived from core principles of sports ethics.

Deontological Interpretation: Stability and Procedural Justice

Deontology, rooted in Kant's *Metaphysics of Morals*, is understood as the doctrine of duty. From a deontological standpoint, the ethical legitimacy of a sport competition depends on the stability, universality, and transparency of its rules (Kant & Denis, 2017). The moral worth of an act lies not in its consequences but in adherence to duty and fairness (Freeman, 2007). Synthesising key deontological perspectives, five central principles emerge:

1. Predictability – enables moral responsibility and autonomy of action. Kant insists that an act must follow a principle that could serve as a universal law. If the rules of play or competition are changeable or unpredictable, rational and autonomous action becomes impossible (Kant & Denis, 2017).
2. Transparency – ensures legitimacy and trust. Following John Rawls's "veil of ignorance," rules must be acceptable to all, regardless of their position. Transparency guarantees equal access to information and fair consent (Freeman, 2007).
3. Comprehensibility – allows rational understanding and consensus. Habermas views moral norms as valid only if they are the result of rational discourse in understandable language (McCarthy, 1988).
4. Equality of Conditions – secures respect for every participant as an end, not a means. For Kant, this is respect for human dignity; for Rawls, it translates into the principle of fair opportunity—competition is just only if everyone has a comparable chance to succeed.
5. Consistency (Internal Coherence) – maintains the stability and moral binding force of the system. Principles such as equality and transparency must be applied continuously and coherently; otherwise, rules lose their moral authority (Rawling, 2023).

Consequentialist Interpretation: Outcomes, Utility, and Inclusion

Consequentialism assesses moral correctness based on outcomes – whether an action or rule produces greater good, justice, or satisfaction for all concerned. Four main principles apply here:

1. Utilitarian Principle – maximises overall good. Following Bentham, the moral value of a decision depends on its total positive and negative impacts (Eggleston et al., 2010; Müller-Schneider, 2022).
2. Egalitarian Principle – promotes equality of outcomes and reduces unjust disparities (Bradley & Fleurbaey, 2021; Zwolinski & Ferguson, 2022).
3. Communitarian Principle – strengthens cohesion and mutual trust (Häyry, 2021; MacIntosh & Burton, 2025; McNamee et al., 2021). Sport is a moral community, and its rules must enhance solidarity and respect.
4. Pragmatic Principle – demands empirical verification and accountability. Ethical reforms are hypotheses about outcomes; if their effects are untested, moral responsibility for consequences is lacking (Tweedy & Vanlandewijck, 2011).

Historical comparison between the pre-reform period (1999–2016) and the reform period (2017) serves as the main analytical strategy.

Author Positionality and Reflexivity

The author participated in the Steel Man competition between 2008 and 2021. This involvement provided direct experiential insight into the practical functioning of the rules but also entails a risk of interpretive bias. To mitigate this risk, the analysis relies primarily on archived rule documents, official results, and publicly available data rather than on personal recollection. Interpretative claims

are grounded in documented changes to rules and their observable consequences, allowing readers to assess the plausibility of the ethical interpretation independently.

Historical Background

The Steel Man competition began in 1999 in the town of Žebrák as a local strength-endurance challenge. By 2003, it had developed into a national cup with several host cities. Throughout its history, it remained a pentathlon comprising five disciplines: pull-ups (or static hold), sit-ups, bench press repetitions, a 5 km run, and a 40 km cycling time trial. All subsequent information is based on the results service and archive available at www.ocelovymuz.cz.

From 2001 to 2016, the rules were relatively stable. The bench press load was slightly adjusted over time – one main load and (from 2010 also for women), an auxiliary load intended for endurance athletes and awarded fewer points. The following table summarises the weights used and illustrates the contrast in 2017.

Tabulka 1./ Table 1.

Hmotnost činky pro bench press v různých obdobích (zátěž v kg)./ Bench press load across competition periods (in kilograms).

Category/ Period	Men	Men (auxiliary load)	Women	Women (auxiliary load)
1999–2009	65	50	25	–
2010–2013	65	50	32.5	25
2014–2016	70	50	35	25
2017	20–40–60–80	–	20–40	–
2018–2025	65	–	30	–

Age categories provided a clear framework, and overall rankings within each category were unambiguous. Between 1999 and 2016, minor rule adjustments also affected the execution of certain disciplines (pull-ups, bench press, sit-ups). These refinements primarily specified technique. Women competed in the same disciplines as men, though their scoring differed. Until 2009, points were assigned by a simple coefficient (1 pull-up = 5 points, 1 bench press = 3 points, 1 sit-up = 1 point). From 2010 onwards, scoring tables modelled on the decathlon were introduced, though the overall structure remained stable.

It continued to function as a cup-style series held at multiple venues across the Czech Republic. The organising group led by Martin Svoboda (an organizer of Bartošovice event) was particularly active, introducing several rule innovations. A major contribution was the establishment of a group of referees who ensured uniform judging standards across all events, replacing the earlier system where each organiser appointed their own judge. The competition also benefited from increased promotion on social media, especially from 2016 onward.

A fundamental change occurred in 2017. That year featured four cup events. While the expanded choice of bench-press weights (20–40–60–80 kg) represented one modification, the key change was the introduction of a coefficient system designed to equalise performances across age and gender. Categories were partly abolished, and each discipline was scored in a single unified table.

For bench press, the coefficient incorporated body weight, age, sex, and load; for pull-ups, body weight, sex, and grip type (underhand/overhand); for sit-ups, age and exercise type (classic or CrossFit style); and for endurance events (running and cycling), age-adjusted times were used as final. Individual discipline results were compiled into one table across all participants, though total rankings were still separated by sex.

Further changes were implemented during the season – for instance, the CrossFit sit-up (with a higher coefficient) was introduced only from the second race in Jičín, and not in the opening race in Tišnov.

A key precedent occurred at the third race in Ostrava, when two high-performing male competitors (A and B) exploited a loophole in the bench press rule. The 20 kg barbell, originally intended for juniors and women, was not explicitly restricted. Both athletes performed exactly 1,000 repetitions,

an extreme figure unanticipated by the scoring system. The best athlete using the 80 kg bar in that event completed 21 repetitions, earning 864 points. Yet, due to recalculated coefficients for age and body weight, the two 20 kg performances (A and B) yielded 1,714 and 1,635 points respectively – mathematically outscoring all realistic performances. The organisers had to keep the results which undermined the credibility of the event.

These inconsistencies, combined with frequent rule changes and the Ostrava “loophole incident,” led to a split between founder Karel Vydra’s conservative group and the reformers led by Martin Svoboda. In 2018, Vydra reinstated the original system, while the innovative group withdrew from further organisation.

The competition never recovered its former *cup structure*. Only three independent races were held in 2018 and two in each of the following years (2019–2025). The Steel Man retains its historic tables, legends, and statistics, yet its national-cup era effectively ended in 2017.

External factors such as organiser ageing, the COVID-19 pandemic (2020), and changing social preferences also influenced this decline. Still, the events of 2017 remain the pivotal moment. The Steel Man thus serves as a model case for examining how ideals of equality in sport interact with organisational practice and ethical rule-making.

Results

The following two tables present the deontological and consequentialist perspectives on the Steel Man competition by comparing the competition systems from 1999–2016 and from 2017. Through the prism of five deontological principles and four consequentialist aspects, the functioning of both systems and their impacts on participants are briefly evaluated.

Tabulka 2./ Table 2.

Deontologický pohled na oba systémy./ Deontological view of both systems.

Principle	Original System (1999–2016)	Reformed System (from 2017)
Predictability	Rules were long-term and stable; competitors could plan within a clear framework.	Frequent changes and unclear coefficients reduced trust and predictability.
Transparency	Simple rules and publicly available tables; easy to verify.	Compensatory formulas were not fully published or explained.
Comprehensibility	Clear structure; required no expert knowledge.	Complex formulas caused confusion even among experienced athletes.
Equality of Conditions	All competed under identical measurable criteria.	Coefficients aimed to equalise differences but created new disparities.
Consistency	Disciplines formed a coherent whole (strength–endurance–resilience).	Diverse calculation principles disrupted systemic coherence.

The 2017 reform, though motivated by fairness, can be interpreted as violating the implicit *categorical imperative of sporting fairness*: to treat all competitors under the same rule at the same time.

The “loophole incident” in Ostrava demonstrated the fragility of procedural ethics. Generally, it appears when rules lack clarity (Škerbić, 2021). Participants who exploited the system acted in accordance with its letter but violated its spirit (Reid, 2023) – a moral failure despite formal compliance (Imbrišević, 2024).

Tabulka 3./ Table 3.

Konsekvencialistický pohled na oba systémy./ Consequentialist view of both systems.

Aspect	Original System (1999–2016)	Reformed System (from 2017)
Utilitarian (overall good)	The competition fostered joy, respect, and a sense of belonging.	Confusion and dissatisfaction reduced participation and benefit.
Egalitarian (distribution of good)	Simple performance metrics perceived as fair despite natural differences.	Compensations introduced new inequalities and unclear advantages.
Communitarian (trust and cohesion)	Stable tradition and respect reinforced community bonds.	Reform divided the community, raising disputes about fairness.
Pragmatic (empirical verification)	Rules tested by long-term experience.	Reform introduced without pilot testing or evaluation of outcomes.

Discussion

The Steel Man case illustrates a broader ethical tension inherent in contemporary sport governance: the conflict between rule-based fairness and outcome-oriented compensation. While compensatory mechanisms aim to correct systematic inequalities, they simultaneously risk undermining the normative foundations of competition if they become opaque, unstable, or excessively complex.

Comparable mechanisms can be found across a wide range of sports. Age grading in running, the Sinclair coefficient in weightlifting, classification systems in Paralympic sport, or scaling rules in CrossFit all attempt to reconcile diversity of participants with meaningful comparison of performance. These systems demonstrate that mathematical compensation is not inherently incompatible with fairness. However, their legitimacy depends on long-term stability, transparency, empirical validation, and broad acceptance by participants.

Philosophically, the 2017 reform was motivated more by consequentialist than deontological reasoning. Consequentialism evaluates moral correctness through outcomes – whether welfare, justice, and inclusion are maximised (Singer, 2011). In theory, adjusting results by age, sex, or body weight might have improved fairness by recognising diversity. In practice, the reform produced the opposite: confusion, declining motivation, and reduced participation – an overall utilitarian failure. Mechanisms of fairness that diminish transparency and trust yield negative utility even when intended to promote equality.

Thus, consequentialist and deontological analyses converge: ethical intentions are insufficient if institutional arrangements lead to harmful consequences.

This case therefore raises a meta-theoretical question central to sports ethics:

Can fairness in sport be meaningfully reduced to algorithmic correction without losing the ethos of competition? The Steel Man experience suggests that fairness is not solely a technical problem but a shared moral practice sustained by stable rules, mutual trust, and participant consent. Mathematical models may support fairness, but they cannot replace the normative role of rules as publicly intelligible commitments.

Contemporary sport ethics (Loland, 2006; Torres & López Frías, 2023) indicates that sustainable fairness must integrate both perspectives – rule-based and outcome-based. Three practical principles follow:

1. Transparent core rules – simple, unchanging principles throughout the season (deontological).
2. Empirically tested compensations – coefficients used only when statistically validated and clearly communicated (Tweedy & Vanlandewijck, 2011).
3. Participatory governance – involving both organisers and competitors in rule revisions to ensure legitimacy and shared understanding (Hardman & Jones, 2011).

As emphasised by leading sport ethicists (Loland, 2007; Morgan, 2025; Simon et al., 2018), sustainable sport ethics must unite normative stability (deontology) with practical outcome evaluation

(consequentialism). The Steel Man exemplifies how the pursuit of result equality can threaten the very fairness of play.

An ethically sustainable model should therefore preserve five deontological principles (stability, transparency, clarity, equality, consistency) while integrating four consequentialist ones (utility, equality of outcomes, community trust, empirical verification). The Steel Man case thus illustrates the paradox of fairness: the attempt to perfect equality of outcomes can destroy the fairness of the game itself.

Tabulka 4./ Table 4.

Minimální etická kritéria pro kompenzační systémy v amatérském sportu./ Minimum Ethical Criteria for Compensatory Systems in Amateur Sport.

Criterion	Ethical rationale	Practical implication
Rule stability	From a deontological perspective, fairness presupposes predictability and temporal consistency of rules. Frequent changes undermine moral legitimacy.	Compensation formulas should remain unchanged within and preferably across seasons; revisions must be announced well in advance.
Transparency	Fairness requires that participants can understand how results are calculated and on what normative assumptions the system rests.	All formulas and coefficients must be publicly available and explained in accessible language.
Comprehensibility	Rules that cannot be reasonably understood fail to meet the conditions of informed consent.	Avoid excessively complex or opaque algorithms; provide worked examples.
Resistance to exploitation	Ethical rule design must anticipate strategic behavior and prevent systematic loopholes.	Pilot testing and stress-testing of scoring systems before implementation.
Empirical validation	Consequentialist justification depends on demonstrable effects, not intentions.	Use historical data to simulate outcomes and assess distortions prior to adoption.
Equality of formal conditions	All participants must be subject to the same procedural framework, even when outcomes are adjusted.	No ad hoc exceptions or retroactive corrections during the season.
Participatory legitimacy	Fairness in sport is a shared normative practice, not merely a technical solution.	Involve athletes and organizers in consultation before introducing reforms.

Conclusion

The ethical analysis of the Steel Man competition shows how easily fairness may be lost when the pursuit of outcome equality outweighs rule integrity. From a deontological perspective, the original system (1999–2016) maintained moral legitimacy through stability, transparency, clarity, equality of conditions, and consistency. These principles ensured predictability and mutual trust – the cornerstones of moral autonomy and respect among participants.

The 2017 reform, though motivated by inclusion, undermined these normative foundations. Frequent changes, opaque coefficients, and inconsistent application eroded both moral clarity and perceived fairness. From a consequentialist viewpoint, the reform failed to achieve its ethical aim: instead of increasing fairness, it reduced collective good, produced new inequalities, and fractured community cohesion.

Sustainable sport ethics requires balancing normative stability with practical evaluation of consequences. Rules must remain universal and transparent yet flexible enough to reflect empirical insight and contextual change.

This case study contributes to sport ethics by illustrating the limits of algorithmic approaches to fairness in amateur sport. Mathematical compensation may support inclusivity, but it cannot substitute for the ethical role of rules as publicly intelligible commitments that structure fair competition. As summarized in Table 4, compensatory systems must meet minimal ethical criteria – stability, transparency, comprehensibility, resistance to exploitation, empirical validation, and participatory legitimacy – if they are to enhance rather than erode fairness.

More broadly, the Steel Man case highlights that fairness in sport is not merely a technical problem to be solved by increasingly sophisticated models. It is a shared moral practice sustained by trust, mutual recognition, and the willingness of participants to accept common rules as binding. Sustainable sport governance therefore requires a careful balance between deontological principles of rule integrity and consequentialist evaluation of outcomes. Without this balance, well-intentioned reforms risk undermining the very ethos of competition they seek to protect.

References

- Bradley, R., & Fleurbaey, M. (2021). John Broome. In M. Fleurbaey & M. Salles (Ed.), *Conversations on Social Choice and Welfare Theory—Vol. 1* (pp. 115–127). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62769-0_7
- Eggleston, B., Miller, D., & Weinstein, D. (Ed.). (2010). *John Stuart Mill and the Art of Life*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195381245.001.0001>
- Freeman, S. (2007). *Rawls* (0 vyd.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203086605>
- Hämäläinen, M. (2012). The Concept of Advantage in Sport. *Sport, Ethics and Philosophy*, 6(3), 308–322. <https://doi.org/10.1080/17511321.2011.649360>
- Hardman, A., & Jones, C. (Ed.). (2011). *The ethics of sports coaching*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203868447>
- Häyry, M. (2021). Just Better Utilitarianism. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics*, 30(2), 343–367. <https://doi.org/10.1017/S0963180120000882>
- Imbrišević, M. (2024). Subverting the rules in sport. *Movimento*, e30056. <https://doi.org/10.22456/1982-8918.143364>
- Kant, I., & Denis, L. (2017). *The „metaphysics of morals“* (2., revised edition). Cambridge university press.
- Loland, S. (2006). Olympic Sport and the Ideal of Sustainable Development. *Journal of the Philosophy of Sport*, 33(2), 144–156. <https://doi.org/10.1080/00948705.2006.9714698>
- Loland, S. (2007). Justice in sport: An ideal and its interpretations. *Sport, Ethics and Philosophy*, 1(1), 78–95. <https://doi.org/10.1080/17511320601143017>
- Loland, S. (2024). The Elite Sport Classification System Needs Improvement, Not Replacement. *The American Journal of Bioethics*, 24(11), 24–26. <https://doi.org/10.1080/15265161.2024.2399832>
- Loland, S., & McNamee, M. (2000). Fair Play and the Ethos of Sports: An Eclectic Philosophical Framework. *Journal of the Philosophy of Sport*, 27(1), 63–80. <https://doi.org/10.1080/00948705.2000.9714590>
- MacIntosh, E. W., & Burton, L. J. (2025). *Organizational behavior in sport management* (Second edition). Human Kinetics.
- McCarthy, T. A. (1988). *The critical theory of Jürgen Habermas* (6. print). MIT Pr.
- McNamee, M., Parnell, R., & Vanlandewijck, Y. (2021). Fairness, technology and the ethics of Paralympic sport classification. *European Journal of Sport Science*, 21(11), 1510–1517. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1961022>
- Mindrescu, V., Enoiu, R. S., Lakatos, I. I., Drugau, S., Pelin, B. I., & Oancea, B.-M. (2024). A Theoretical Perspective on Understanding Ethical Principles in Sports. *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala*, 16(1), 362–372. <https://doi.org/10.18662/rrem/16.1/827>
- Morgan, W. J. (Ed.). (2025). *Ethics in sport* (Fourth edition). Human Kinetics.

- Müller-Schneider, T. (2022). Jeremy Bentham: An Introduction to the Principles of Morals and Legislation. In K. Senge, R. Schützeichel, & V. Zink (Ed.), *Schlüsselwerke der Emotionssoziologie* (pp. 63–68). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37869-1_6
- Ocelový muž (*Steel Man*). (2025). Ocelovymuz.cz. <https://www.ocelovymuz.cz/>
- Priya, A. (2021). Case Study Methodology of Qualitative Research: Key Attributes and Navigating the Conundrums in Its Application. *Sociological Bulletin*, 70(1), 94–110. <https://doi.org/10.1177/0038022920970318>
- Rawling, P. (2023). *Deontology* (1. vyd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108581196>
- Reid, H. L. (2023). *Introduction to the philosophy of sport* (Second edition). Rowman & Littlefield.
- Simon, R. L., Torres, C. R., & Hager, P. F. (2018). *Fair Play: The Ethics of Sport* (4. vyd.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429492570>
- Singer, P. (2011). *Practical ethics* (3rd ed). Cambridge University Press.
- Škerbić, M. M. (2021). How did William J. Morgan shape the ethics of sport? *Kinesiology*, 53(2), 326–335. <https://doi.org/10.26582/k.53.2.16>
- Torres, C. R., & López Frías, F. J. (2023). A just organized youth sport. *Journal of the Philosophy of Sport*, 50(1), 83–99. <https://doi.org/10.1080/00948705.2023.2165931>
- Tweedy, S. M., & Vanlandewijck, Y. C. (2011). International Paralympic Committee position stand—Background and scientific principles of classification in Paralympic sport. *British Journal of Sports Medicine*, 45(4), 259–269. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.065060>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (Sixth edition). SAGE.
- Zwolinski, M., & Ferguson, B. (2022). *The Routledge Companion to Libertarianism* (1. vyd.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367814243>

doc. PaedDr. Emanuel Hurych, Ph.D.
Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity
Katedra tělesné výchovy a společenských věd
Kamenice 1
620 00 Brno
hurych@fsps.muni.cz

VLIV SUPLEMENTACE KREATINU NA KRÁTKODOBOU PAMĚŤ A INTERPRETACI GYMNASTICKÝCH PRVKŮ U REKREAČNÍCH SPORTOVců (PILOTNÍ OVĚŘENÍ)

THE EFFECT OF CREATINE SUPPLEMENTATION ON SHORT-TERM MEMORY AND INTERPRETATION OF GYMNASTIC ELEMENTS IN RECREATIONAL ATHLETES (PILOT STUDY)

J. Suchý, M. Suk, & Š. Panská

Karlova Univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy

Abstract

This pilot study aimed to evaluate the effect of a seven-day creatine or placebo supplementation on the interpretation and execution of gymnastic elements among healthy recreational athletes ($n = 10$, age: 22–25 years). During both the pre-test and post-test sessions, participants were given one minute to study ten described and printed gymnastic floor elements. They were then asked to verbally recall the elements and immediately perform them. Between the two testing sessions, participants supplemented daily with either 20 mg of creatine ($n = 5$) or a placebo—maltodextrin ($n = 5$). No significant differences were observed between the control and experimental groups during the pre-test. In the post-test, there were no statistically or practically significant differences in the number of recalled elements. However, the number of executed elements showed a statistically significant improvement ($p < 0.05$) in the creatine group compared to the control group. The practical significance (Cohen's $d = 0.73$) indicated a medium effect size. Seven-day creatine supplementation positively influenced the execution of gymnastic positions and elements but did not enhance their memorization.

Keywords: dietary supplements; creatine; memory; gymnastics

Souhrn

Pilotní ověření vlivu sedmidenní suplementace kreatinem nebo placebem na interpretaci gymnastických prvků u skupiny zdravých rekreačních sportovců ($n = 10$, věk: 22–25 let). Při vstupním i výstupním testování probandi jednu minutu studovali deset popsaných a vytištěných gymnastických prvků na prostných, které následně vyjmenovali. Po vyjmenování ihned prvky realizovali. Mezi vstupním a výstupním testem probandi sedm dnů suplementovali 20mg kreatinu ($n = 5$) nebo placebo – Maltodextrin ($n = 5$). U vstupního testování nebyly zjištěny žádné signifikantní rozdíly mezi kontrolní a experimentální skupinou. V rámci výstupního testu nebyly zjištěny statisticky ani věcně významné rozdíly v počtu vyjmenovaných cviků. V počtu realizovaných prvků u výstupního testu byl zjištěn statisticky významný ($p < 0,05$) rozdíl vlivu kreatinu oproti kontrolní skupině. Věcná významnost (Cohenovo $d: 0,73$) pro počet realizovaných prvků byla na hodnotě středního efektu. Sedmidenní suplementace kreatinu měla efekt na počet realizovaných gymnastických poloh a prvků, nikoliv na jejich zapamatování.

Klíčová slova: doplňky stravy; kreatin; paměť; gymnastika

Introduction

The market offers a wide array of dietary supplements that claim to enhance athletic performance. For the purpose of this study, creatine monohydrate (CrM) was selected due to its popularity among athletes and its proven efficacy in numerous publications (e.g., Cooper et al., 2012; Escalante et al., 2022). Buford et al. (2007) report positive effects of CrM on both physical and mental performance.

Regular use of CrM can improve strength and anaerobic capacity (Cooper et al., 2012), and it is also used as a supplement in conventional medical treatments (Kreider & Stout, 2021).

CrM is widely available in sports nutrition stores and is relatively inexpensive compared to other forms of creatine (Cooper et al., 2012). Its price is determined by the fermentation of carbon- and nitrogen-containing raw materials, followed by isolation and purification. The final product is obtained through crystallization and drying, resulting in a powdered form (Castoldi et al., 2020).

Given these factors, CrM is a commonly preferred choice among athletes seeking an effective supplement for performance enhancement and muscle recovery (Wax et al., 2021). According to Kreider & Stout (2017), athletes use creatine not only as a short-term performance booster but also as a regular part of their training regimen.

CrM is well tolerated and considered a safe dietary supplement (Kreider & Stout, 2017). When taken in recommended doses, no serious side effects have been reported, even among pregnant women (Guinand et al., 2020). Only minimal information has been published regarding potential adverse effects of CrM supplementation. Athletes often consume up to 20 g/day for several days, followed by 5 g/day for weeks or months (Turner et al., 2015). Users typically report no adverse effects, except for weight gain. In studies involving football players who took creatine or placebo during training, no increased incidence of cramps was observed in the experimental group compared to the control group (Williams et al., 1999). Some healthy participants in relevant studies reported gastrointestinal issues and muscle cramps. Smith et al. (2023) state that controlled studies have not found conclusive evidence linking creatine supplementation to muscle dysfunction. For athletes, it is important to ensure adequate intake of water and electrolytes, as these are likely the most common causes of muscle cramps.

For the purposes of this research, short-term memory is defined according to James (1890). McMorris et al. (2017) suggest that creatine supplementation may increase brain creatine stores, contributing to improved memory, particularly in older adults. Rae et al. (2003) investigated the effects of creatine on cognitive functions, especially working memory and abstract reasoning in vegetarians. Oral creatine supplementation over six weeks had a statistically significant ($p < 0.05$) positive effect on working memory, as measured by Raven's Advanced Progressive Matrices, which require rapid information processing. These findings suggest that creatine may positively influence processes related to thinking speed and mental agility.

Gymnastics is a complex and technically demanding sport that requires a high level of coordination, balance, and flexibility (Leone et al., 2017). These demands make gymnastics an ideal sport for studying the impact of movement on neuroplasticity. Floor routines consist of a series of elements performed on a specially sprung 12×12 meter surface without any apparatus (FIG, 2025). These routines combine acrobatic, dance, jump, turn, and balance elements, performed with musical accompaniment in women's categories. In men's categories, music is not used, and routines focus more on strength skills and technically challenging acrobatic elements. The most commonly used elements in floor routines include various combinations of handsprings, somersaults, jumps, and turns, smoothly connected to demonstrate the difficulty and appeal of the performance (CGF, 2017).

Objectives

A pilot study to verify the effect of seven-day creatine monohydrate (CrM) supplementation (dose: 20 grams/day) on short-term memory through verbal recall and subsequent execution of gymnastic positions and elements in a floor routine among recreational athletes.

Methodology

The effect of CrM on the memorization of gymnastic positions and elements was examined using a randomized, single-blind, placebo-controlled experiment.

Participants: a homogeneous group of physically fit students ($n = 10$, age: 22–25 years) from the Faculty of Education, Charles University (PedF UK). Participants were randomly assigned using the “first-second” method into an experimental group ($n = 5$), which received powdered CrM, and a control group ($n = 5$), which received a placebo identical in appearance, taste, and texture (maltodextrin). Only the study authors were aware of group assignments. Participation required completion of course requirements in gymnastics within the Physical Education and Education program at PedF UK.

The study was approved by the Ethics Committee of the KTV PedF UK on September 2, 2024 (ref. no. 17/2024). At the beginning of the study, participants' health eligibility was verified, and

they were informed about the research procedure, signing an informed consent form. They were also instructed to immediately report any adverse effects of CrM supplementation or other health issues to the principal investigator and/or their physician.

During both the pre-test and post-test, participants studied printed examples of gymnastic positions and elements for one minute: standing position, kneeling, straddle stance, forward roll, dive roll, handstand, shoulder stand, backward roll, round-off, and cartwheel (Havel & Hnízdil, 2010). After one minute, each participant was asked to verbally recall all ten positions and elements in the given order. Immediately after listing the last remembered element, they performed the positions and gymnastic elements on the floor.

Assessment focused on correctly recalling the specified positions and elements in the exact order presented in the printed material. The evaluation of the gymnastic routine was based on the number of elements performed correctly and sequentially, ending when the participant could no longer continue with the next listed element. Execution technique was not assessed. These procedures ensured consistent evaluation of memory performance across all participants.

In accordance with Turner et al. (2015), participants consumed 20 grams of CrM or placebo (maltodextrin) each morning for seven days. Compliance was monitored via SMS and follow-up questioning during the post-test. The same gymnastic positions and elements were used in the post-test but presented in a different order.

To assess differences between groups and between pre- and post-tests, a paired t-test and Cohen's d were used, with effect sizes defined as 0.2 (small), 0.5 (medium), and 0.8 (large) (Hendl, 2004).

The research was supported by the Cooperatio project at PedF UK.

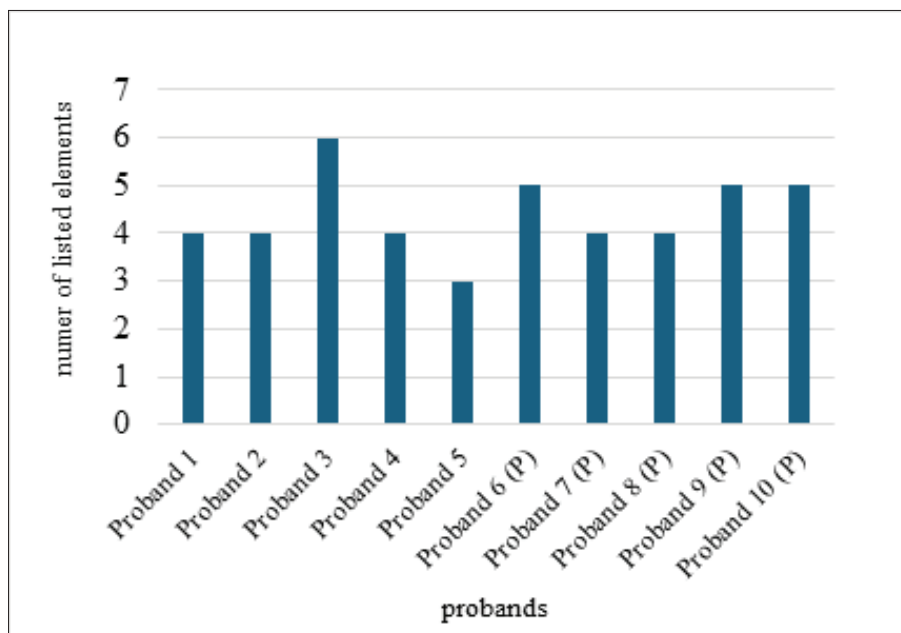
Results

The pilot study was conducted in accordance with the planned design. None of the participants reported any health issues or adverse effects during the week of CrM or placebo supplementation.

In the initial test involving verbal recall of gymnastic positions and elements, no practically significant difference was found between participants who later supplemented with CrM or placebo (Cohen's $d = 0.36$), indicating a small effect. Statistical significance assessed by t-test also showed no significant difference between groups ($p > 0.05$) (see Graph 1).

Graf 1./ Graph 1.

Vstupní testování – prvek/poloha, po kterém proband ukončil vyjmenování gymnastických poloh a prvků (P = placebo)./ Initial testing - exercise after which the proband completed the list of exercises (P = placebo).

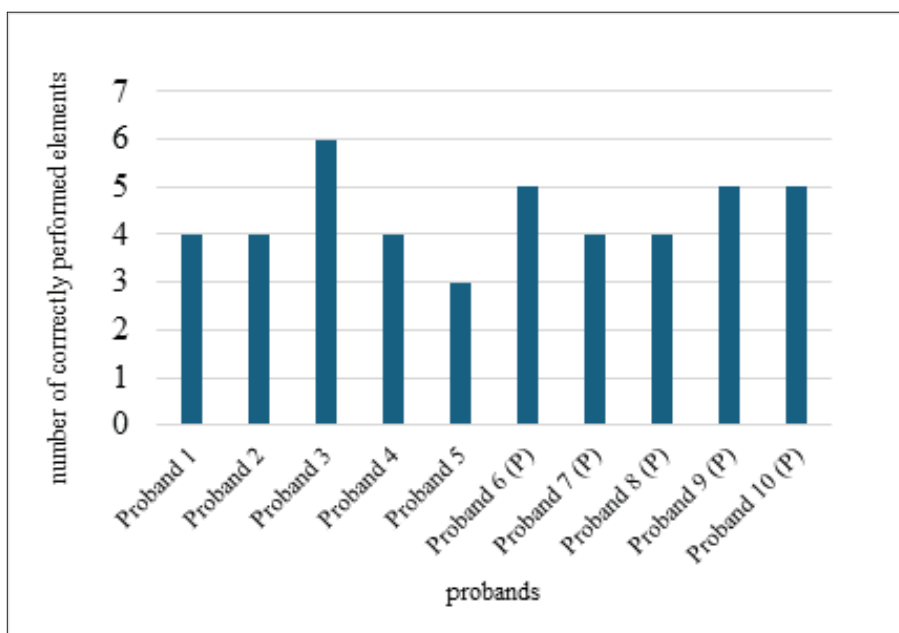


In the second part of the initial test, which involved performing the listed positions and elements, it became evident that combining movement and memory was considerably more demanding than verbal recall alone. The practical significance of the number of correctly performed sequential positions and elements, assessed by Cohen's d , was 0.14, indicating a very small effect size between the experimental and control groups. Statistical analysis (t-test) did not reveal a significant difference ($p > 0.05$).

These results confirm that both groups had comparable abilities during the initial measurement in terms of recalling and performing the selected gymnastic positions and elements in the correct sequence (see Graph 2).

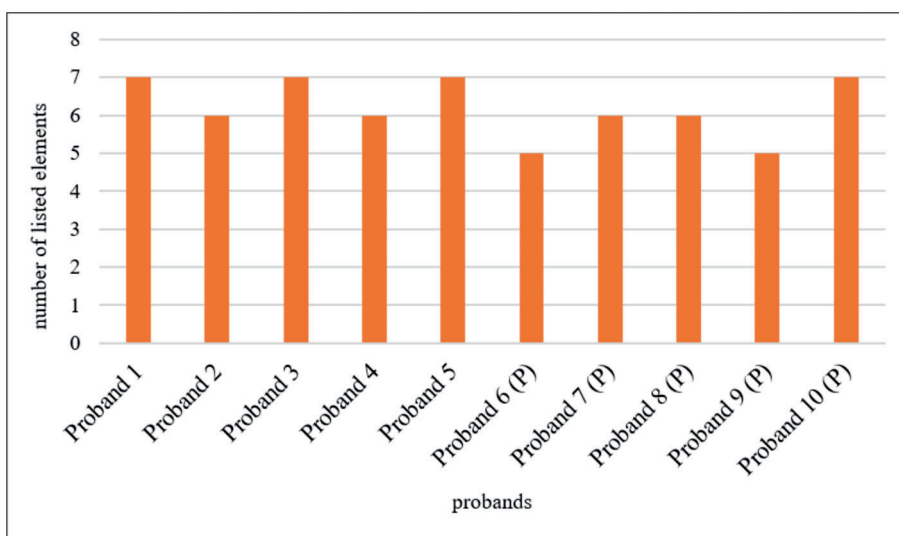
Graf 2./ Graph 2.

Vstupní test – počet interpretovaných gymnastických prvků (P = placebo)./ Initial testing - number of gymnastic elements performed (P = placebo).



Graf 3./ Graph 3.

Výstupní testování – poloha/prvek, po kterém proband ukončil vyjmenování gymnastických poloh a prvky (P = placebo)./ Exit testing - exercise after which the proband completed the list of exercises (P = placebo).

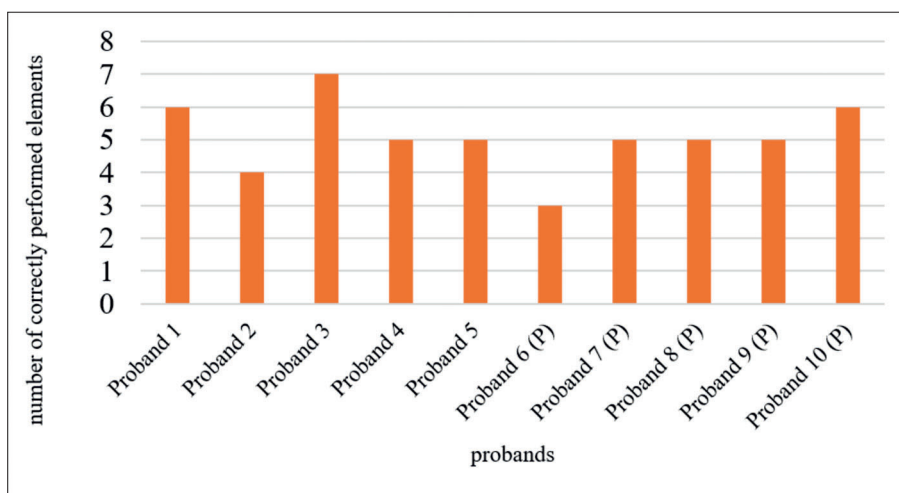


After seven days of CrM or placebo supplementation, all participants underwent post-test evaluation in the same gymnasium where the initial testing had been conducted. Prior to the start of the test, each participant confirmed that they had taken their assigned supplement—either CrM or placebo—every morning for the full seven-day period (see Graph 3).

During the post-test evaluation of short-term memory, assessed through verbal recall of gymnastic positions and elements, Cohen's d was 0.00—indicating no practical effect between the groups. This finding was further supported by the t -test, which showed no statistically significant difference ($p > 0.05$). These results suggest that CrM supplementation had no impact on the memorization of the specified elements compared to the placebo group (see Graph 4).

Graf 4./ Graph 4.

Výstupní testování – počet realizovaných gymnastických cviků (P = placebo)./ Exit testing - number of gymnastic elements performed (P = placebo).



Tabulka 1./ Table 1.

Výsledky jednotlivých účastníků v pre a post testu (P = placebo), základní popisná statistika./ Results of Individual Participants in the Pre-Test and Post-Test (P = placebo), Basic Descriptive Statistics.

Probands/results	Pre-test Number of correctly listed elements	Pre-test Number of correctly performed elements	Post-test Number of correctly listed elements	Post-test Number of correctly performer elements
Proband 1	4	7	7	6
Proband 2	4	5	6	4
Proband 3	6	8	7	7
Proband 4	4	4	6	5
Proband 5	3	5	7	5
Proband 6 (P)	5	6	5	3
Proband 7 (P)	4	7	6	5
Proband 8 (P)	4	7	6	5
Proband 9 (P)	5	5	5	5
Proband 10 (P)	5	6	7	6
Average	4,40	6,00	6,20	5,10
SD	0,84	1,25	0,79	1,10
Variation range	1,00	2,00	1,00	0,75

In the post-test evaluation of gymnastic position and element execution, the practical significance (Cohen's $d = 0.73$) indicated a medium effect of creatine supplementation on neuroplasticity compa-

red to the control group. Participants in the experimental group achieved a statistically significant ($p < 0.05$) higher number of correctly performed positions and elements than those in the control group. These findings suggest that the CrM-supplemented group demonstrated a more pronounced improvement in the ability to accurately execute gymnastic positions and elements in the correct sequence compared to the placebo group (maltodextrin).

Discussion

Throughout the pilot study, participants reported no adverse effects related to the daily supplementation of 20 g of CrM. This positive finding aligns with previously published studies (Kreider et al., 2017; Smith et al., 2023).

A possible explanation for the beneficial effects of creatine on memory lies in its role in energy production within the brain. Creatine is essential for ATP synthesis, which serves as the primary energy source for brain cells. Higher levels of creatine in the body lead to increased energy availability for synaptic transmission, which may enhance cognitive function (Branch, 2003). The execution of gymnastic positions and elements tested short-term memory through movement, requiring the activation of additional brain centres beyond those involved in verbal recall. This factor may have influenced the test outcomes.

Given that this was a pilot study, the small sample size presents a limitation for generalizing the results and increases the risk of random influences. Due to resource constraints, we were unable to use advanced technologies (e.g., EMG, electrodes, or other devices measuring brain wave activity) for a more precise assessment of CrM's effects. The use of such equipment could provide deeper insights into neural synapses and the degree of brain wave stimulation.

Another limitation was the absence of daily physical verification of morning CrM or placebo intake. As a result, we relied on verbal confirmation of correct timing. We attempted to mitigate this limitation through ongoing communication with participants via SMS.

Upon reviewing the study design, we believe that more detailed participant guidelines during the experiment could have improved the reliability of the results. For example, participants should have been instructed to maintain adequate sleep, avoid excessive alcohol consumption, and refrain from intense physical activity.

In this pilot study, participants supplemented with 20 g of CrM or placebo for seven days. The duration was based on Turner et al. (2015), who investigated the effects of seven-day CrM supplementation on neuropsychological test performance in normoxic and hypoxic conditions. Rae et al. (2003) supplemented 5 g of CrM or placebo for six weeks and found a positive effect on working memory and intelligence. Hultman et al. (1996) reported that CrM levels return to baseline approximately five weeks after supplementation ends.

Participant performance may also have been influenced by physical fitness, stress levels, and prior experience with similar tasks. These potential confounding factors were minimized by requiring all participants to have passed a gymnastics course that included a floor routine. None of the participants had previously competed in gymnastics. During testing, we aimed to create a positive atmosphere through verbal and nonverbal communication and motivation.

Conducting the pilot study with a heterogeneous group could have led to greater variability in results. However, we believe the homogeneous sample provided more accurate outcomes. Participants were tested individually, which contributed to the validity of the results and allowed for detailed analysis of individual performance.

We selected the floor routine due to its coordination demands, making it an interesting model for studying motor skills. The chosen gymnastic positions and elements were based on gymnastics literature (e.g., Havel & Hnízdl, 2010) and focused on key skills such as balance, coordination, strength, and technical execution. Each element contributes to the technical proficiency required for success in competitive gymnastics. The floor routine does not require specialized equipment, and the standard gymnastics floor was replaced with a gymnastics carpet, facilitating the study's implementation.

In evaluating the execution of positions and elements, we focused solely on correct sequencing. Based on the study's progression, we consider the selected positions and elements to be appropriately chosen. Their suitability was confirmed in relation to the participants' gymnastics abilities. It would be interesting to assess the technical execution of the elements as well (FIG, 2025), for example by

involving a gymnastics expert or judge, which would allow for the inclusion of performance quality in the final evaluation.

This pilot study provides new insights into the effects of CrM on cognitive and motor performance. The results suggest potential applications in optimizing training programs aimed at improving performance in coordination-intensive sports. Future research could explore the effects of creatine on cognitive functions in other contexts, such as its impact on processing complex music-movement compositions or demanding movement patterns involving apparatus.

Conclusion

The aim of this pilot study was to determine whether CrM is a suitable dietary supplement for enhancing memory, assessed through verbal recall and subsequent execution of a gymnastics floor routine among recreational athletes ($n = 10$).

Initial results showed no significant differences between the experimental ($n = 5$) and control groups ($n = 5$) in the number of recalled positions and elements or their execution (Cohen's $d = 0.36$, $p > 0.05$).

After seven days of morning supplementation with CrM (20 g/day) or placebo (20 g/day, maltodextrin), no significant difference was found in the number of recalled positions and elements. However, members of the experimental group performed a statistically significantly higher number of positions and elements than those in the placebo group ($p < 0.05$). The results demonstrated a medium effect size (Cohen's $d = 0.73$) of creatine on neuroplasticity compared to the control group in the number of executed gymnastic elements.

The findings of this pilot study suggest that, with appropriate dosing, CrM may enhance athletic performance in coordination-intensive sports.

References

- Buford, T. W. et al. (2007). International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 4(6). <https://doi.org/10.1186/1550-2783-4-6>
- Cooper, R. et al. (2012). Creatine supplementation with specific view to exercise/sports performance: an update. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(33).
- Branch, J. D. (2003). Effect of Creatine Supplementation on Body Composition and Performance: A Meta-Analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13(2), 198–226. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.13.2.198>
- Castoldi, R. C. et al. (2020). Effects of muscular strength training and growth hormone (GH) supplementation on femoral bone tissue: Analysis by Raman spectroscopy, dual-energy X-ray absorptiometry, and mechanical resistance. *Lasers in Medical Science*, 35(2), 345–354. <https://doi.org/10.1007/s10103-019-02821-5>
- Escalante, G. et al. (2002). Analysis of the efficacy, safety, and cost of alternative forms of creatine available for purchase on Amazon.com: are label claims supported by science? *Heliyon*, 8(12), e12113. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12113>
- Fédération internationale de gymnastique (FIG). (2025). Technical Regulations 2025, [www.gymnastics.sport/publicdir/rules/files/en_1.1 - Technical Regulations 2025.pdf](http://www.gymnastics.sport/publicdir/rules/files/en_1.1-Technical%20Regulations%2025.pdf)
- Guinand, D. L. et al. (2020). Acceptability of dietary or nutritional supplementation in pregnancy (ADONS) - Exploring the consumer's perspective on introducing creatine monohydrate as a pregnancy supplement. *Midwifery*, 82, 102599. <https://doi.org/10.1016/j.midw.2019.102599>
- Havel, Z., & Hnízdl, J. et al. (2010). *Rozvoj a diagnostika koordinačních a pohyblivostních schopností*. Univerzita Mateja Bela, Pedagogická fakulta.
- Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod: Analýza a metaanalýza dat*. Portál.
- Hultman, E., K. et al. (1996). Muscle creatine loading in men. *Journal of Applied Physiology*, 81(1), 232–237. <https://doi.org/10.1152/jappl.1996.81.1.232>
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology*. Henry Holt.
- Kreider, R. B., & Stout, J. R. (2021). Creatine in Health and Disease. *Nutrients*, 13(2), 447. <https://doi.org/10.3390/nu13020447>

- Kreider, R. B. et al. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(18). <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0173-z>
- Leone, C. P. et al. (2017). Cognitive-motor dual-task interference: A systematic review of neural correlates. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 75, 348–360. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.01.010>
- McMorris, T. et al. (2007). Creatine supplementation and cognitive performance in elderly individuals. *Aging, Neuropsychology and Cognition*, 14(5), 517–528. <https://doi.org/10.1080/13825580600788100>
- Rae, C. et al. (2003). Oral creatine monohydrate supplementation improves brain performance: a double-blind, placebo-controlled, cross-over trial. *Psychopharmacology*, 167(4), 482–492. <https://doi.org/10.1007/s00213-003-1173-6>
- Smith, A. E. et al. (2010). Creatine supplementation and age influence muscle morphology in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3343–3351. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b2c30b>
- Turner, C. E. et al. (2015). Creatine Supplementation Enhances Corticomotor Excitability and Cognitive Performance during Oxygen Deprivation. *Journal of Neuroscience*, 35(4), 1773–1780. <https://doi.org/https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3113-14.2015>
- Wax, B. et al. (2021). Creatine for exercise and sports performance, with recovery considerations for healthy populations. *Nutrients*, 13(6), 1915. <https://doi.org/10.3390/nu13061915>
- Williams, M. H., Kreider, L. J., & Branch, J. R. (1999). *Creatine: The Power Supplement*. Human Kinetics.

Mgr. Šárka Panská, Ph.D.
Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy
250 01, Královická 915
Brandýs nad Labem
sarka.panska@pedf.cuni.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 znaků 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. Naul¹, R. Telama² & A. Rychtecký³. Příjmení se v případě potřeby opatří horním indexem.
- (c) *Pracoviště autorů* se uvede v pořadí indexů, např. ¹University of Essen, Sportpädagogik, ²University of Jyväskylä, Faculty of Physical Education and Sport, ³Univerzita Karlova, 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 „kopíí“ 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 stati „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 (7. vydání) a řadí se abecedně podle jména prvních autorů.
- (f) *Citace v textu* Zdroj s jedním autorem: Dle Hlaďa (2019) nebo (Hlaďo, 2019), zdroj se dvěma autory: Barrow a Keeney (2001) nebo (Barrow & Keeney, 2001), zdroj se třemi a více autory: Penninckx et al. (2015) nebo (Penninckx et al., 2015), odkaz na více zdrojů: (Horák, 2003; Kolář 1997, 1998, 1999; Novák, 2007), přímá citace: Barrow a Keeney (2001, s. 152) nebo (Barrow & Keeney, 2001, s. 152).

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. DOI.
Scruton, R. (1996). The eclipse of listening. *The New Criterion*, 15(3), 5–13.
Wooldridge, M. B., & Shapka, J. (2012). Playing with technology: Mother-toddler interaction scores lower during play with electronic toys. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 33(5), 211–218. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appdev.2012.05.005>
Tři až 20 autorů: LeBoff, M. S., Chou, S. H., Murata, E. M., Donlon, C. M., Cook, N. R., Mora, S., Lee, I. M., Kotler, G., Bubes, V., Buring, J. E. & Manson, J. A. E. (2020). Effects of Supplemental Vitamin D on Bone Health Outcomes in Women and Men in the VITamin D and Omega-3 Trial (VITAL). *Journal of Bone and Mineral Research*, 35(5), 883–893. <https://doi.org/10.1002/jbmr.3958>
- **neperiodika** (knihy, monografie, sborníky, skripta, brožury, manuály, audio-vizuální média apod.) ⇒ Autor, A. (1998). *Název díla*. Vydavatel.
Rosenthal, R., Rosnow, R. L., & Rubin, D. B. (2000). *Contrasts and effect sizes in behavioral research: A correlational approach*. Cambridge University Press.
Calfee, R. C., & Valencia, R. R. (1991). *APA guide to preparing manuscripts for journal publication*. American Psychological Association.
- **část z neperiodika** (kapitoly ve sborníku, knize apod.) ⇒ Autor, A., & Autor, B. (1998). Název kapitoly. In A. Editor, B. Editor, & C. Editor (Eds.), *Název knihy* (pp. xx–xx). Vydavatel.
O’Neil, J. M., & Egan, J. (1992). Men’s and women’s gender role journeys: A metaphor for healing, transition, and transformation. In B. R. Wainrib (Ed.), *Gender issues across the life cycle* (pp. 107–123). Springer.
Herrmann, R. K., & Finkle, F. (2002). Linking theory to evidence in international relations. In W. Carlsnaes, T. Risse, & B. A. Simmons (Eds.), *Handbook of international relations* (pp. 119–136). Sage.
- **kvalifikační práce** ⇒ Autor, A. (2012). *Název práce* [Typ práce, Škola]. Název úložiště. URL
Vévoda, R. (2022). *Vztah mezi sebehodnocením trenéra a jeho svěřenců a svěřenek v basketbale* [Diplomová práce, Masarykova univerzita]. Archiv závěrečných prací MUNI. <https://is.muni.cz/th/v52br/>
- **webová stránka** ⇒ Autor/autoři stránky. (Rok, den, měsíc). Název stránky. Oficiální vydavatel stránky. URL
Dohnal, R. (2017, 4. listopadu). *Cesta k neprůstřelnému zdraví: Jak začít s otužováním*. 100+1 zahraniční zajímavost. <https://www.stoplusjednicka.cz/cesta-k-neprustrelnemu-zdravi-jak-zacit-s-otuzovanim>

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 PSC, 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
- 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 1,0
- 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, netučné, 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.

– **rozlišujte:** 15% – patnáctiprocentní a 15 % – patnáct procent, dále pomlčku (–) a spojovník (–). Dlouhá se užívá pro vyjádření číselného rozpětí (5–11 let, 1918–1938), jako znaménko minus (–5, –0,3), jako prostá pomlčka v textu (utkáni Sparta–Slavia, Praha 6 – Ruzyně) či pokud se používá k vytvoření seznamu (odrážky). Spojovník užíváme tehdy, chceme-li vyjádřit, že jím spojené výrazy tvoří těsný významový celek (Garmisch-Partenkirchen, je-li, technicko-ekonomický, Marie Curie-Sklodowska).
– **neužívejte,** (s výjimkou) anglického textu, desetinnou tečku, ale desetinnou čárku. Desetinná čísla píšete ve tvaru: 9,8 či 0,678.

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.

Tabulka 1./ Table 1.

Charakteristika výzkumného souboru./ Characteristics of the research sample.

Proband	Věk	Výška	Hmotnost	BMI	Odehrané roky
1	16	179,0	60,0	18,7	4
2	14	171,0	62,0	21,2	3
3	16	170,0	57,0	19,7	5
4	15	172,0	61,0	20,6	4
5	15	183,0	70,0	20,9	3
6	14	165,0	51,0	18,7	3
7	15	171,0	55,0	18,8	4
8	15	173,0	58,0	19,4	4
9	15	168,0	57,0	20,2	3
10	14	172,0	52,0	17,6	4
11	15	173,0	61,0	20,4	4
12	16	176,0	63,0	20,3	5
průměr	15,0	172,8	58,9	19,7	3,8
modus	15,0	171,0	57,0		
medián	15,0	172,0	59,0	19,9	4,0
SD	0,7	4,8	5,2	1,1	0,7

Poznámka. BMI = Body Mass Index; SD = směrodatná odchylka

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. Doplnující informace se uvádějí pod obrázek či graf. Obrázky a grafy mají souhrnný charakter a nerámují se. Grafy a obrázky mohou být v barevném provedení.

Počet tabulek, grafů a obrázků musí být volen takový, aby na jednu stranu časopisu vycházela maximálně jedna tabulka, graf nebo obrázek (tzn. maximálně jedna tabulka, obrázek nebo graf na 50 řádků textu).

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 elektronicky na adresu redakce: studiakin@pf.jcu.cz.

Po úpravách vyvolaných oponentním řízením pošlou autoři na adresu redakce opravené rukopisy 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 to 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>

Děkujeme recenzentům příspěvků z roku 2025:

PaedDr. Gustav Bago, Ph.D.
PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.
Mgr. Daniela Benešová, Ph.D.
Mgr. Michaela Beníčková
doc. PaedDr. Jaroslav Broďáni, Ph.D.
prof. Ing. Václav Bunc, CSc.
PhDr. Jan Carboch, Ph.D.
prof. Tomasz Gabryś, Ph.D.
Mgr. Miriam Kalichová, Ph.D.
PhDr. Vlasta Kursová, Ph.D.
Mgr. David Marko, Ph.D.
Mgr. Jaroslav Popelka, Ph.D.
prof. PhDr. Jiří Suchý, Ph.D.
doc. Mgr. Michal Šteffl, Ph.D.
prof. RNDr. Pavel Tlustý, CSc.
doc. PhDr. Tomáš Tlustý, Ph.D.
PhDr. Radek Vobr, Ph.D.
Mgr. Patrik Vymyslický, Ph.D.

Upozornění

Od roku 2011 je vybírán manipulační poplatek za příspěvek do časopisu *Studia Kinanthropologica* ve výši 500 Kč nebo 20 €. Tento příspěvek bude plně využit jako odměna recenzentům.

Číslo účtu: 104725778/0300

Variabilní 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*. This fee will be fully used as a reward for reviewers.

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.

