

PŘÍMÉ PODÁNÍ A JEHO ÚSPĚŠNOST V SOUVISLOSTI K NADHOZU A ZÁSAHU MÍČE U ZÁVODNÍCH HRÁČŮ TENISU

FLAT SERVE SUCCESS IN THE RELATIONSHIP TO THE SERVE TOSS AND RACKET-BALL IMPACT OF COMPETITIVE TENNIS PLAYERS

J. Carboch, & D. Hrychová

Univerzita Karlova. Fakulta tělesné výchovy a sportu

Abstract

The flat serve is characterized by its speed. If it is successfully executed, the serving player can achieve a service winner or an advantage for the following rally. The goal is to find out the relation between the serve toss and the success of the first (flat) serve in tennis. We observed 8 competitive tennis players who served 40 flat serves. They were videotaped on a high-speed camera (200 Hz) from the side view. On the basis of 2D kinematic analysis, we evaluated the racket-ball impact during 1) successful serves 2) serves into the net 3) serves fault–long 4) serves fault–wide. Successful serves were hit by players at a mean distance of 61,6 cm (X-axis) from the baseline towards the net and at a mean height of 272,9 cm (Y-axis). Analysis of variance showed no significant difference, although post-hoc tests showed a significant difference ($p < 0,05$) between successful serves and serves fault-wide on the X-axis; and on the same axis there was a large effect size between serves into the net and to the serves wide ($d = 0,94$). The serve toss affects the success of the serve, but players can to some extent use their own movement skills to compensate for its inaccuracies and make corrections in their movement to achieve a successful serve.

Keywords: kinematic analysis; first serve; movement skills; game performance

Souhrn

Přímé podání je charakteristické svojí rychlostí a razancí. Při jeho úspěšném provedení může podávající hráč získat přímý bod z podání nebo výhodnou situaci pro následující rozehru. Cílem je zjistit, jaký vztah má nadhoz na úspěšnost prvního (přímého) podání u hráčů tenisu. Sledovali jsme 8 závodních hráčů tenisu, kteří podávali 40 přímých podání. Ti byli natáčeni na rychloběžnou kameru (200 Hz) z bočního pohledu. Na základě 2D kinematické analýzy jsme hodnotili bod zásahu míče u podání: 1) úspěšné 2) do sítě 3) do autu – dlouhý 4) do autu – do strany. Úspěšné podání hráči zasahovali v průměrné vzdálenosti 61,6 cm (osa X) od základní čáry směrem k síti a v průměrné výšce 272,9 cm (osa Y). Analýza rozptylu neukázala žádný významný rozdíl, i když post-hoc testy ukázaly významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi dobrými podáními a do autu do strany na ose X; a na téže ose došlo k velkému efektu věcné významnosti mezi podáními do sítě a do autu do strany ($d = 0,94$). Nadhoz podání ovlivňuje úspěšnost podání, avšak hráči mohou do jisté míry pomocí vlastních pohybových dovedností kompenzovat jeho nepřesnosti a korigovat svůj pohyb a docílit úspěšného podání.

Klíčová slova: kinematická analýza; první podání; pohybové dovednosti; herní výkon

Úvod

Podání patří mezi nejdůležitější údery, jelikož jím začíná každá rozehra. Existuje několik typů podání s různými technikami provedení (Abrams et al., 2011; Crespo & Miley, 2002; Cross, 2011; Vorobiev et al., 1993). Pokud je první podání úspěšné, může tenista získat přímý bod z podání nebo převzít kontrolu nad celou rozehrů a dostat se do výhodné situace pro zbytek roze hry. Pakliže je to

naopak a podání je nekvalitní, může se hráč ocitnout v nevýhodné roli bránícího hráče a o výhodu podání přijít.

Podání patří mezi klíčové úderů během utkání a je i nejčastějším úderem v tenisové dvouhře, představuje 45 % (French Open) až 60 % (Wimbledon) z celkového počtu úderů v zápase (Johnson et al., 2006; O'Donoghue & Ingram 2001). Důležitost prvního podání lze shrnout dle Carbocha (2017) následovně. Na Australian Open v roce 2016 dosahovala účinnost prvního podání 72 % vyhraných úderů po úspěšném prvním podání, kdežto u žen se jednalo jen o 65 %. Nejmenší rozdíl mezi muži a ženami byl v roce 2016 zaznamenán na French Open, kde se hraje na pomalém antukovém dvorci, tudíž rozdíl mezi těmito dvěma pohlavími byl pouze 4 % (67 % muži; 63 % ženy). Naopak největší procentuální rozdíl byl na Wimbledonu, kde se hraje na travnatém povrchu, který je kluzký a odskoky jsou tudíž velmi rychlé a nízké. U mužů se jednalo o 75 % vyhraných míčů po prvním podání, u žen to bylo 66 %.

První podání je pro přijímajícího hráče daleko nebezpečnější, protože je podstatně více razantní než druhé podání. Díky jeho vyšší rychlosti má mnohem méně času na jeho odehrání. Ideálně by hráč měl zahrát alespoň 70 % úspěšných prvních podání (Brabenec, 1997). Přímé podání je jedním typem prvního podání. Jedná se o podání, které se snaží hráč zahrát bez záměrné rotace. Díky tomu míč dosáhne maximální možné rychlosti, na rozdíl od druhého podání, kde rotaci už využívá a kontrola míče nad tímto podáním je snazší (Carboch, 2022).

Naučit se dobrý a kvalitní nadhoz je velice důležité, protože právě ten rozhoduje o kvalitě následného podání. Proto by se hráč měl na nadhoz plně soustředit a nadhazovat si míč stabilně, protože i sebemenší nepřesnost může ovlivnit celé podání. Přestože Crespo a Miley (2002) doporučují používat stejný nadhoz pro všechny typy podání z toho důvodu, aby soupeř nepoznal, kam bude podání směřovat, tak studie od Carbocha a Příbylové (2015) poukazuje na to, že tomu tak není. Ti uvádějí, že hráči si na podání s horní rotací nadhazují míč jinak než na podání s boční rotací a na přímé podání. To samé platí i u druhého podání, které je mířeno na „těčko“ a ven z dvorce. Elitní hráči však někdy úmyslně nadhozem klamou, aby zmátli soupeře (Vernon et al., 2018; Carboch et al., 2022). Podle Scholla (2008) je podstatné se naučit dobrý a přesný nadhoz, protože je předpokladem pro úspěšné podání. Úspěšnost prvního na elitní úrovni se pohybuje okolo 60 % (Carboch, 2017). Cílem je zjistit, jaký vztah má nadhoz na úspěšnost prvního (přímého) podání u hráčů tenisu.

Metody

Výzkumný soubor

Výzkumu se zúčastnilo celkem 8 závodních hráčů tenisu hrajících pravou rukou s průměrným věkem $25,1 \pm 5,4$; výškou $183,4 \pm 5,9$ cm; hmotností $79,1 \pm 9,9$ kg; a národním umístěním na celostátním žebříčku v kategorii mužů 439 ± 255 . Testovaní hráči hrají tenis od svých 5-8 let. Tito testovaní jedinci pravidelně hrají tenis několikrát týdně a současně věnují i trenérské činnosti. Rovněž pravidelně hrají turnaje jednotlivců a soutěže družstev na úrovni divize a první třídy.

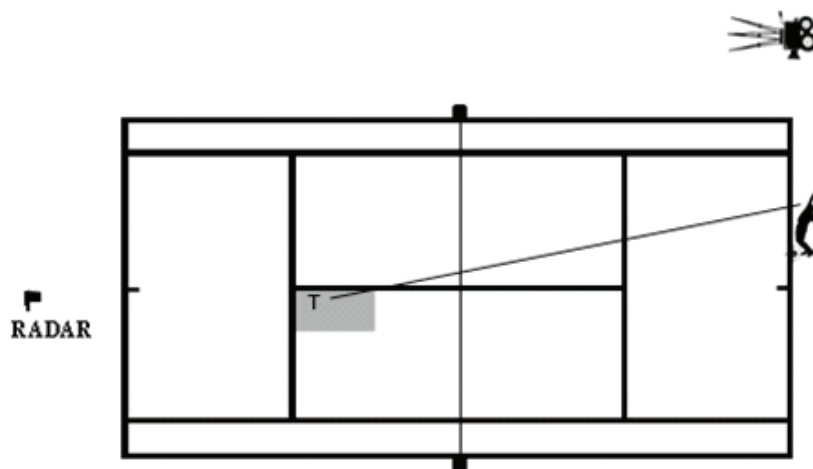
Měřicí procedury a aparatura

Měření probíhalo na krytém dvorci. Testovaní hráči byli seznámeni s úkolem a činností, kterou budou provádět (zahrát 40 prvních přímých podání jako v utkání s největší možnou rychlostí do předem vymezeného území). Následovalo standardní rozsvícení a rozehrání, včetně podání (Carboch et al., 2018). Testovaný hráč odehrál celkem 40 (4 série po 10) prvních (přímých) podání z pravé strany dvorce, které byly mířeny na „těčko“ (spojnice střední čáry pro podání a čáry podání) do území vyznačeného kužely širokého 1,5m (viz. obr. 1). Každý hráč podával vždy ze stejného místa. Tzn., že špička jeho přední nohy při zahájení podání začínala vždy ze značky, umístěné na základní čáře 1m od středu základní čáry. Hráč pokaždé podal 10 podání, poté následovala dvou minutová odpočinková pauza.

Pro pořízení videozáznamu byla použita rychloběžná kamera Basler GeniCam piA640- 210gc se snímkovací frekvencí 200 Hz., která byla připojena k počítači. Tato kamera byla umístěna v prodloužení základní čáry ve vzdálenosti 2,5m za postranní čarou a ve výšce 150 cm. Před každým měřením byla provedena kalibrace z místa, kde hráč začínal svá podání. K měření rychlosti byl použit Radar Stalker Pro II., který byl umístěn dva metry za základní čarou přímo na druhé polovině dvorce u střední značky pro podání.

Obrázek 1./ Figure 1.

Rozmístění na dvorci./ Experiment set-up.



Vyhodnocení dat

Odehraná podání byla kategorizována na: 1) Podání do sítě 2) Dobrá podání (míč dopadl do vymezeného území širokého 1,5m od střední čáry pro podání) 3) Aut – dlouhý 4) Aut – do strany. Videozáznamy byly analyzovány v programu Dartfish 10 a byly vyhodnoceny pomocí 2D analýzy. Kartézský souřadný systém byl definován před každým pokusem, abychom zamezili nechtěnému posunu nohy podávajícího. Výchozí bod 0 byl umístěn u špičky boty (Carboch et al., 2018; Chow et al., 2003; Reid et al., 2011). Osa X představuje vzdálenost zásahu míče od základní čáry směrem k síti. Osa Y zase v jaké výšce hráči odehrávali míč. Hodnotil se zásah raketa-míč (prvního kontakt s míčem). Naměřená data byla zpracována pomocí základních deskriptivních charakteristik, dále pro zjištění statické významnosti byla provedena analýza rozptylu pro opakovaná měření. Pro určení významnosti mezi vlastnostmi nadhozu u výsledků podání byly provedeny post-hoc testy (Bonferroni) s hladinou statistické významnosti $\alpha = 0,05$. Pro určení věcné významnosti jsme spočítali Cohenovo d , které můžeme interpretovat jako malý efekt (0,20 – 0,49), střední efekt (0,50 – 0,79), velký efekt $d \geq 0,80$ (Cohen, 1988).

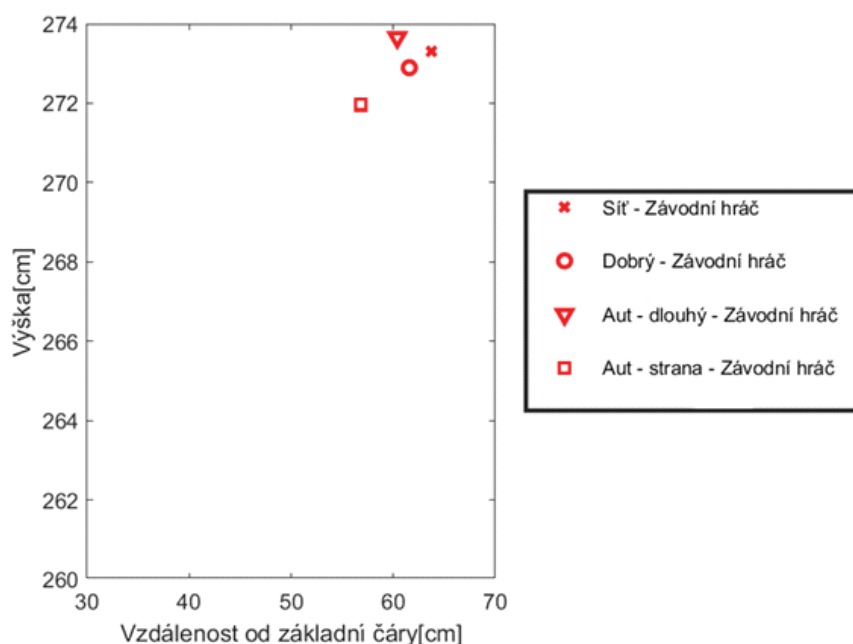
Výsledky

I když analýza rozptylu pro opakovaná měření celkově neukázala žádný významný rozdíl nadhozu na výsledky podání v jednotlivých kategoriích, tak při vzájemném porovnání proměnných u jednotlivých kategorií však post-hoc testy ukázaly jeden významný rozdíl ($p < 0,05$; $d = 0,66$) pouze na ose X mezi zásahem míče u dobrého podání a u podání do autu do strany. Tyto protichůdné výsledky u analýzy rozptylu se mohou vyskytnout a i když je celkový výsledek analýzy rozptylu nevýznamný, tak párové porovnání může ukázat významný rozdíl, který tak lze interpretovat (Hsu, 1999; Xlstat, 2022). Velký efekt věcné významnosti $d = 0,94$ byl ukázán na ose X mezi dobrými podáními a podáními do autu do strany. Ve všech ostatních případech kromě výše zmíněného byl efekt malý nebo žádný.

Nejníže a nejvíce u těla čili blíže k základní čáře trefovali míče, které skončily v autu do strany. Naopak průměrně nejvýše zasažené míče byly dlouhé, jak lze vidět na ose Y. Podání, která byla dobrá, zasahovali hráči jen o 1,2 cm více vpředu než míče, které skončily v autu jako dlouhé, jak je vidět na ose X. Nejvíce vpředu, tudíž nejvíce vzdálené od základní čáry byly míče, které skončily v síti. Mezi všemi podáními je velmi malé rozpětí, zvláště pak u podání, která skončila v síti nebo byla dlouhá či dobrá. Na ose X se mezi těmito třemi typy jedná o 3,3 cm a o pouhých 0,8 cm, jak je znázorněno na ose Y (viz tab. 1 a obr. 2).

Obrázek 2./ Figure 2.

Průměrný zásah míče./ Mean racket-ball contact point.



Tabulka 1./ Table 1.

Zásah míče u jednotlivých hráčů./ Racket-ball contact point of all participants.

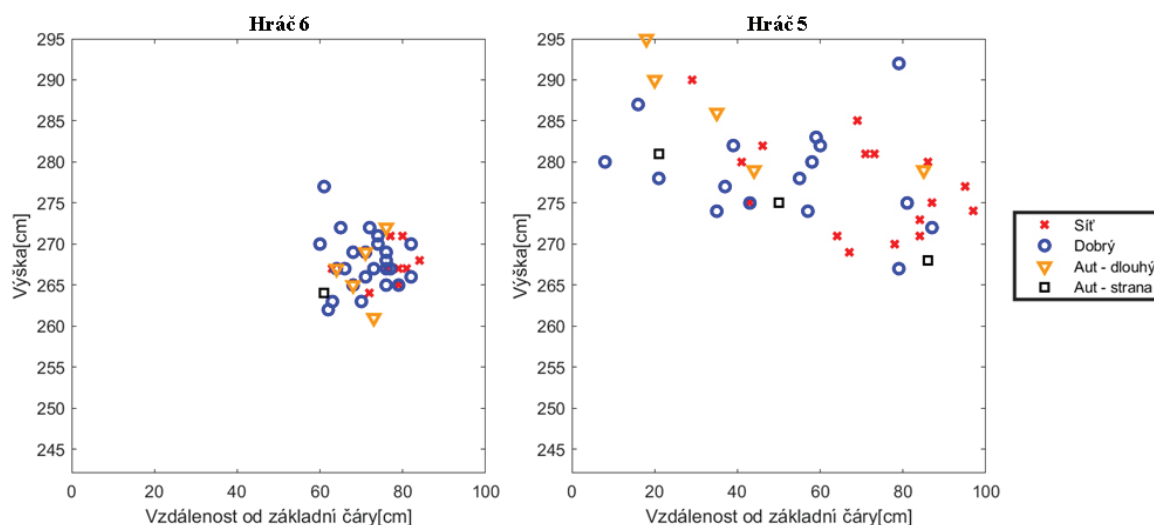
Hráč (Player)	Síť (Net)		Dobré podání (Serve in)		Aut dlouhý (Fault long)		Aut do strany (Fault wide)		Rychlost (Serve speed) Km/h
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
1	60,1	281,7	69,4	283,6	61,8	282,0	64,7	283,7	187,7
2	70,1	266,4	71,2	266,2	73,4	266,8	65,0	266,3	180,7
3	64,9	289,2	58,7	285,4	63,4	284,6	51,4	286,2	183,5
4	60,0	279,0	58,8	278,9	57,8	279,7	57,7	275,8	186,4
5	69,6	277,1	50,9	278,5	40,4	285,8	52,3	274,7	160,5
6	76,8	267,8	71,1	267,8	70,4	266,8	61,0	264,0	171,0
7	56,3	274,2	54,5	271,6	59,0	274,5	48,9	274,1	186,3
8	51,8	250,9	58,2	251,1	56,9	249,1	54,0	251,0	156,7
Průměr	63,7	273,3	61,6	272,9	60,4	273,7	56,9*	272,0	176,6
SD	8,2	11,7	7,9	11,2	10,0	12,4	6,2	11,4	11,5

Poznámka/ Note. Jedná se o průměrné hodnoty v cm; *statisticky významný rozdíl od průměru dobrého podání ($p < 0,05$). Mean values in cm; *significantly different than Serve in ($p < 0,05$).

Pro názornost a pro umožnění lepší interpretace výsledků jsme zahrnuli i výsledky jednotlivých hráčů (v tab. 1) a následně ukazujeme graficky zásah míčů u dvou hráčů (obr.3), kteří se dle výsledků jeví na hráče s nejvíc konzistentním nadhozem a hráče s nejvíc variabilním nadhozem (největší rozptyl). Zde vidíme, že hráči zasahují míč v různých pozicích s různou úspěšností. Např. chybná i dobrá podání jsou zasažena nerovnoměrně. To následně rozebereme v diskuzi níže.

Obrázek 3./ Figure 3.

Zásah všech podání u hráče 5 a 6./ Racket-ball contact point of player 5 and 6 (Values on X-forward and Y-height axis are in cm).



Diskuze

Cílem bylo zjistit, jaký vztah má nadhoz na úspěšnost prvního (přímého) podání u hráčů tenisu. Na vertikální ose Y nebyly zjištěny žádné významné výsledky. Naproti tomu na ose X, tedy v horizontální rovině dosahovali hodnot velkého efektu věcné významnosti, a to konkrétně u podání, které hráči zahráli do sítě a mezi podáními, které zahráli do autu do strany. Na základě tohoto zjištění lze považovat, že v tomto případě může nadhoz ovlivnit úspěšnost podání, protože podání, která letěla do sítě, byla zasažena v průměru o 6,8 cm vepředu čili blíže k síti. I když hráči používají různý nadhoz pro určité typy podání (Carboch et al., 2018, Abrams et al., 2014), tak Reid et al. (2011) podporují naše výsledky, že u prvních přímých podání, která skončila ve dvorci jako dobrá a byla mířena na „těčko“, hráči zasahovali svá podání v rozmezí 58-61,6 cm od základní čáry. Individuální průměrné rozdíly v nadhozu byly ukázány mezi jednotlivými hráči (Carboch, 2022). Ať už u různých typů podání u jednoho hráče, tak i stejného typu mezi hráči. Nadhoz pro jeden typ podání není vždy stejný a dosahuje jisté proměnlivosti (Whiteside et al., 2014). I když dovednost nadhodit míč může dosahovat relativně stabilních výsledků, výše zmínění autoři uvádějí, že podle toho provedeného nadhozu dokáží dospělí hráči zkoordinovat např. úhel rakety, natočení ramen tak, aby míč zasáhl v co nejlepší pozici. Naopak dle jejich výsledků mladší hráči mají sníženou mechanickou kompenzaci (nedostatečně vyvinutá dovednost), protože při pohybu vpřed omezovali pronaci lokte v podávající ruce, aby snížili prostor pro chybu při úderu, takže nedokáží účinně reagovat na odchylky v nadhozu. Úspěšnost podání je svázána dovednostmi spojováním pohybů (vizuální vnímání-akce) ve vztahu k nadhozu (Giblin et al., 2016).

Podání je velice komplikovaná dovednost v tom smyslu, že hráč má spoustu možností, jak samotný úder provést. Whiteside et al. (2013) nezaznamenali však rozdíly v kinematice pohybu úspěšného a chybného podání. Podle těchto autorů chybně zahrané podání nemá jediný zdroj biomechanické chyby. To lze odhadnout jen u podání zahraných do sítě, které jsou charakteristické projekčním úhlem zasažením míče, který je výrazně pod horizontální rovinu. Tento úhel může podávající hráč upravit pomocí kompenzace distálních loketních a zápěstních kloubů těsně před zásahem a také percepční zpětnou vazbou. Nejedná se tedy o jednu biomechanickou vadu, ale je třeba vnímat spojování celé akce v závislosti na průběhu podání. Z toho plyne, že během nadhozu, dle jeho vizuálního vnímání, zde vstupuje dovednost spojení pohybů, kdy tenisté umějí reagovat na různé nadhozy tím, že se přizpůsobí době a trajektorii míče a dokážou případný rozptyl kompenzovat pohyby po zbytek úderu. Toto tvrzení lze podpořit našimi výsledky z hlediska individuálních zásahů míče viz obr. 3. Např. u hráče č. 5, který svá úspěšná podání zasahoval ve velkém rozpětí a jednalo se o dobá i chybná podání. Jedná se však o pozici míče, která není extrémně daleko od ideálního bodu zásahu. Můžeme se tedy domnívat, že ideální pozice míče pro jeho zásah může zvýšit úspěšnost podání a čím více se

tento bod zásahu vzdaluje, tím musí dojít k větší korekci, která může v jistých případech ovlivnit úspěšnost, případně i účinnost podání. Proto podání není „předprogramovatelné“ a vizuální zpětná vazba je klíčovým informátorem pro časově prostorovou regulaci podání. Z toho plyne, že i když nadhoz není zcela konzistentní, hráč dokáže na základě vizuálních informací upravit svou akci (pohyby) tak, aby dokázal zasáhnout a úspěšně odehrát míč (Giblin et al., 2015).

V poslední řadě je nutno zvážit individuální výsledky ve vztahu k úspěšnosti podání, protože výsledky každého testovaného hráče byly jiné, což jsme ukázali na obr. 3. Dále když hráči zasahovali míč v pozici, kde byly zasaženy převážně dobrá podání, tak i v těchto místech zásahu se vyskytují neúspěšná podání. Na základě toho můžeme říct, že samotný nadhoz a správná pozice zásahu nezaručuje dobré podání a tím pádem je chybné podání způsobeno dalšími faktory, kterých může být mnoho. Když bychom měli shrnout ty nejvýznamnější, jedná se o špatný nadhoz (výška a směr), o špatnou koordinaci vlastních pohybů, chybné vnímání nadhozu, chybná časoprostorová anticipace místa zásahu, nedostatečná dovednost upravit své pohyby vůči proměnlivému nadhozu, či chybný úhel rakety během zásahu míče (Whiteside et al., 2015). U těchto všech hráčů se tedy jedná o značnou dovednost správně zkoordinovat velmi rychlé pohyby při podání vzhledem k nadhozu, kde jen minimální nepřesnosti mohou vést k chybnému podání.

Tento výzkum byl limitován směrovým umístěním, protože byl sledován pouze jeden směr, a to směr na „těčko“. Hráči v tenise využívají ale i další dva směry – ven z dvorce a „na tělo“, což v tomto výzkumu sledováno nebylo a byl zvolen pouze jeden typ podání. Dále hráči podávali pouze z pravé části dvorce, nikoliv z levé. V poslední řadě je důležité zmínit, že výzkumu se účastnili závodní hráči, nikoliv vrcholoví hráči. Všechny tyto limitující faktory by bylo dobré zakomponovat i do další studie.

Závěr

Ukázali jsme kinematickou analýzu bodu zásahu ve vztahu k úspěšnosti přímého podání v tenise. Jelikož se jedná podání s nejvyšší rychlostí, jsou pohyby hráče a švih rakety provedeny velice rychle. Tato náročná činnost poskytuje hráči jen malý prostor pro chybu a nepatrné odchylky mohou způsobit neúspěšné podání. Nadhoz a bod zásahu mají do jisté míry vztah k úspěšnosti podání, ale nejsou jedinou příčinou chybného podání. Důvody proč tomu tak je jsme rozebrali výše. Samotný trénink nadhozu je pro hráče velmi důležitý, především ve vztahu k vlastní koordinaci pro zásah, proto je důležité mu v trénincích věnovat značnou pozornost. A to nejenom, že hráče zastavit při špatně nadhozeném míči (což je běžnou praxí), ale i doporučujeme trenérům, aby s pokročilými hráči úmyslně trénovali koordinaci pohybů a rakety při podání ve vztahu k (nedokonalému) nadhozu.¹

Literatura

- Abrams, G. D., Harris, A. H. S., Andriacchi T. P., & Safran M. R. (2014). Biomechanical analysis of three tennis serve types using a markerless system. *British Journal of Sports Medicine*, 48(4), 339-342.
- Abrams, G. D., Sheets, A. L., Andriacchi, T. P., & Safran, M. R. (2011). Review of tennis serve motion analysis and the biomechanics of three serve types with implications for injury. *Sport Biomechanics*, 10(4), 378-390.
- Brabenec, J. (1997). *Double your fun by playing smart doubles*. Tennisall. Inc.
- Carboch, J. (2017). Comparison of game characteristics of male and female tennis players at grand-slam tournaments in 2016. *TRENDS in Sport Science*, 4(24), 151-155.
- Carboch, J. (2022). *Vybrané indikátory herního výkonu v tenisu, vizuální vnímání a anticipace*. Karolinum.
- Carboch, J., & Příbylová, M., (2015). Porovnání nadhozu u různých typů podání mezi pohlavími v tenise. *Studia Kínanthropologica*, 16(1), 25-32.
- Carboch, J., Tufano J. J., & Süß V. (2018). Ball toss kinematics of different service types in professional tennis players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(6), 881-891.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Lawrence Earlbaum Associates.

¹ Tato studie byl vznikla za podpory: Cooperatio: Sports Science, Biomedical & Rehabilitation Medicine.

- Giblin, G., Farrow, D., Reid, M., Ball, K., & Abernethy, B. (2015). Perceiving movement patterns: Implications for skill evaluation, correction and development. *Revista Internacional De Ciencias Del Deporte*, 11(39), 5-17. doi:10.5232/ricyde2015.03901
- Giblin, G., Whiteside, D., & Reid, M. (2016). Now you see, now you don't ... the influence of visual occlusion on racket and ball kinematics in the tennis serve. *Sports Biomechanics*, 16(1), 23-33. doi:10.1080/14763141.2016.1179337
- Chow, J. W., Carlton, L. G., Lim, Y., Chae, W., Shim, J., Kuenster, A. F., & Kokubun, K. (2003). Comparing the pre- and post-impact ball and racket kinematics of elite tennis players' first and second serves: A preliminary study. *Journal of Sport Sciences*, 21, 529-537.
- Hsu, J. C. (1999). *Multiple comparisons: Theory and methods*. Boca Raton.
- Johnson, C.D., McHugh, M.P., Wood, T., & Kibler, W.B. (2006). Performance demands of professional male tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(8): 696-699.
- O'Donoghue, P., & Ingram, B. (2001). A notation analysis of elite tennis strategy. *Journal of Sports Sciences*, 19(2), 107-115.
- Reid, M., Whiteside, D., & Elliot, B. (2011). Serving to different locations: Set-up, toss, and racket kinematics of the professional tennis serve. *Sports Biomechanics*, 10(4), 407-414.
- Vernon, G., Farrow, D., & Reid, M. (2018). Returning serve in tennis: A qualitative examination of the interaction of anticipatory information sources used by professional tennis players. *Frontiers in Psychology*, 9, 895.
- Vorobiev, A., Arid, G., & Dent, D. (1993). Biomechanical similarities and differences of A. Agassi's first and second serves. In Hamill J., Derrick T. R. & Elliot E. H. (Eds.), *Proceedings of the 11th Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports* (pp. 323-327). University of Massachusetts.
- Whiteside, D., Elliot, B., Lay, B., & Reid, M. (2013). A kinematic comparison of successful and unsuccessful tennis serves across the elite development pathway. *Human Movement Science*, 32(4), 822-835.
- Whiteside, D., Elliott, B. C., Lay, B., & Reid, M. (2015). Coordination and variability in the elite female tennis serve. *Journal of Sports Sciences*, 33(7), 675-686.
- Whiteside, D., Giblin, G., & Reid, M. (2014). Redefining the spatial consistency in the ball toss of the professional female tennis serve. In Sato, K., Sands, A. W. & Mizuguchi, S. (Eds.), *32nd International Conferences on Biomechanics in Sports* (pp. 167-170). Johnson City, USA.
- Xlstat (2022, 31.října). How to interpret contradictory results between Anova and multiple pairwise comparisons? <https://help.xlstat.com/6741-how-interpret-contradictory-results-between-anova-and>

PhDr. Jan Carboch, Ph.D.
Univerzita Karlova
Fakulta tělesné výchovy a sportu
José Martího 31
162 52 Praha 6
carby@post.cz