

# Anticipační načasování riternu na základě odhadu dráhy letu míče

## Abstrakt:

Odehrání míče v tenise vyžaduje především prostorově-časovou informaci o dráze letu míče. Ve výzkumu jsme se zaměřili na časovou složku při riternu. Pomocí nahrávacího stroje jsme simulovali podání soupeře. Testované osoby měly na hlavě okluzní brýle Plató, které jim při nahrání míče z nahrávacího stroje zatemnily vidění na určitou dobu. Testované osoby předem neznaly ani rychlost letícího míče, ani část dráhy jeho letu, která bude zatemněna. Zkoumali jsme pomocí okluzních brýlí vliv zatemnění určitých částí dráhy letu míče na načasování riternu a odehrání míče. Analýza nám ukázala, že největší problémy nastávaly při absenci informace o druhé třetině dráhy letu míče, kdy testované osoby dosahovaly největšího počtu časových chyb.

**Klíčová slova:** tenis, anticipace, dráha letu míče, ritern, okluzní brýle

## ÚVOD

Předpokladem úspěšného odehrání míče v tenisu je včasné postavení hráče na optimální místo na dvorci. Podle Schmidta (1991) kladou dovednosti v tenise důraz na smyslově percepční faktory. Mají jak prostorové, tak časové cíle, které jsou složitě zkombinované. Zasáhnout míč letící od soupeře vyžaduje trojí přesnost: prostorová přesnost (kde švihnout, aby byl míč zasažen), časová (kdy švihnout) a načasování doby trvání vlastního švihu. Anticipace minimalizuje dobu prodlení. Lze tedy říci, že úloha hráče, na něhož letí soupeřův míč, zahrnuje tyto procesy: anticipace a načasování, predikce dráhy letu míče v prostoru a okamžik dosažení kontaktu s raketou. Schmidt (1991) v základě rozděluje anticipaci na – prostorovou a časovou.

Předešlé studie zabývající se problematikou anticipace se zaměřovaly především na laboratorně založené přístupy (Shim et al. 2005b). Testovaným osobám byly pouštěny jednotlivé filmové snímky, na základě kterých se snažily určit záměr soupeře. Tvrdí, že je možné anticipovat typ úderu, nikoli však jeho směr. Jiné studie (Abernethy a Zawi, 2007; Shim et al., 2005a; Shim et al., 2006) porovnávali skupiny nováčků a expertů v daném sportu. Poukazují větší úspěšnost expertů při anticipaci. Goulet et al. (1989) uvádějí, že experti pozorují především oblast paže-raketa těsně před kontaktem rakety s míčem, zatímco nováčci

sledují pouze míč. Shim et al. (2005b) tvrdí, že je možné anticipovat typ úderu, nikoli však jeho směr. Je tomu proto, že hráč hrající úder může na poslední chvíli zápěstím změnit směr úderu (hráč urychlí nebo zpzdí pohyb zápěstím a tím určí směr letu míče). Tento pohyb je ve fázi těsně před zásahem do míče tak rychlý, že není možné předem ho anticipovat. Ovšem v rychlých sportovních hrách, jako je tenis se vyžaduje převážně ignorovat právě zobrazenou herní strukturu a zaměřit se především na rozpoznání pozice míče. Williams (1999) říká, že při tachostoscopických prezentacích nelze použít podstatné související vzory, aby se pokročile (přesněji) anticipoval přílet míče. Rovněž Dicks et al. (2009) kritizuje laboratorní studie, protože ukázky na videu jsou omezeny nezbytným úbytkem kritických informací na obrazovce.

V terénních přístupech (Rippol, 1989; Singer et al., 1998) zkoumali testované osobě přístrojem oči, na co přesně zaostřují během anticipování pohybu soupeře. Williams (1994) pak při výzkumu, kdy hráči odhadovali dráhu letu míče a místo dopadu, poukazuje na menší čas strávený u expertů pozorováním míče, kde v tomto čase dokážou sledovat činnost soupeře. Nováčci trávili sledováním míče více času a nebyly schopni tak přesně určit místo dopadu míče.

Williams et al. (2004) pak uvádí různé přístupy rozvoje anticipace v tenise, jako jsou instrukce trenéra pro hráče v tréninku na hřišti, na které části těla soupeře se kdy zaměřovat, nebo že totéž lze provádět i na filmových ukázkách se stejným výsledkem. Trénink anticipace by se měl zaměřovat na to, aby oči pozorovaly ty nejvíce podstatné informace a nezpracovávaly méně podstatné informace. Není tedy nutné sledovat každíčký pohyb, který podávající hráč udělá (Williams, 2000).

Mezi terénní techniky patří používání okluzních brýlí s tekutými krystaly. Day (1980) použil helmu, která zatemnila vidění v okamžiku zásahu míče s raketou v tenise. Visuální zatemnění bylo dosaženo elektrickou spouští, která byla umístěna na raketě druhého hráče. Crespo a Miley (2002) uvádějí výzkum prováděný v noci na krytém dvorci, jehož některé zóny nebyly osvětleny a hráči museli odhadovat v těchto místech trajektorii letu míče.

Většina všech přístupů se zaměřuje převážně na anticipaci technickou, tzn. jak odhadne hráč následující typ úderu soupeře před odehráním míče. Williams (1999) říká, že na tuto hlubokou predikci se dá více spolehnout, než na informace během počátečních částí letu míče. Přístroj (Plató), který dokáže zatemnit na určitou dobu vidění, se využívá rovněž mezi terénními

technikami (Crognier, 2005; Féry, 2001). Hráči se s tímto přístrojem snažili odhadnout místo dopadu míče ve dvorci (Féry, 2001). Ve výzkumu, který provedl Crognier (2005), se hráči snažili určit bod zásahu míče s raketou při hře na síti. Rovněž my použijeme ve výzkumu tento přístroj.

Výzkumy zaměřené na zachycení letícího předmětu se vyskytují především ve formách chytání míče, kde se sleduje včasný stisk prstů (Dessing et al., 2008; Eliot et al., 1994). V laboratorním prostředí se pak snažily osoby o zachycení bodu střetu na obrazovce s pohybujícím se předmětem za různých vizuálních podmínek (Port et al., 1997). Bahill a LaRritz (1984) zjistili, že hráči nejsou schopni sledovat míč během celého jeho letu vzhledem k vizuálním omezením. Rovněž tvrdí, že i ti nejlepší sportovci nejsou schopni sledovat rychlý míč, který je blíže než 1,5 m.

Pokud tedy hráči nepotřebují vidět celý let míče, naskytuje se otázka, zdali existuje nějaký úsek dráhy letu míče, který je zcela nezbytný pro posouzení dráhy letu míče a který nikoliv.

Výzkumy zabývající se důležitostí specifických úseků dráhy letu míče přinesly protichůdné výsledky. Např. Carlton (1981) zjistil, že zrak je zaměřen na letící objekt pouze v poslední polovině, kdy se blížící objekt nachází nedaleko cíle. Oproti tomu Haller a Clerk (1990) uvádějí, že pálkaři v baseballu využívají pouze velmi malou informaci během prostřední fáze letu míče, zatímco první a poslední část dráhy letu míče poskytují nezbytné informace pro přesný hráčův švih. Při výzkumu zkušených pálkařů však DeLucia a Cochran (1985) došli k tomu, že informace pro zásah míče může být získána z jakékoli části dráhy letu míče. Dicks et al. (2009) říká, že ti nejlepší hráči sledují míč a při tom používají hladké pohyby očí během fáze nadhozu podávajícího a během úvodní a poslední části letu míče. Zatímco méně zkušení hráči používají podstatně více rozptýlených a proměnlivých vizuálních strategií, které hodně zahrnují skokové pohyby očí. Haller a Clark (1990) uvádějí, že zatemnění vidění méně zkušeným hráčům těsně před chycením míče může ovlivnit jejich pozici ruky pro chycení – prostorovou přesnost. Avšak zkušení chytači nebyli ovlivněni tímto efektem a rovněž dokázali přesněji určit letové charakteristiky míče z dřívějších fází dráhy letu míče a následně využít tyto informace pro určení přesného bodu kontaktu.

## **Vědecké otázky**

Jaká část dráhy letu míče je nejpodstatnější pro hráče, aby správně načasoval svůj úder?

Jaká část dráhy letu míče má nejmenší vliv na načasování hráčova úderu?

Existuje nějaká fáze letu míče, během které může hráč sledovat činnost soupeře a dovolit si „nevěnovat“ tolik pozornosti letícímu míči?

## **Hypotézy**

Předpokládáme, že pro správné načasování úderu bude nejdůležitější vidět míč v jeho první třetině dráhy jeho letu.

Očekáváme, že druhá (prostřední) fáze letu míče bude nejméně podstatná při odhadování dráhy letu míče a bude mít nejmenší vliv na úspěšnost odehrání míče.

## **PILOTNÍ STUDIE**

Pilotní studie trvala jeden týden a měla 3 fáze. V první fázi se zkoušela funkčnost nahrávacího stroje. Ve druhé fázi bylo úkolem zjistit čas letu míče z nahrávacího stroje do místa, kde subjekt bude odehrávat míč. Po mnoha cvičných pokusech se ukázalo, že nejspolehlivěji nahrává stroj míče mezi rychlostmi 95 – 130 km/h. Při rychlostech mimo tento rozsah vystřeloval stroj míče buď do sítě, nebo daleko mimo vymezené pole. Tato fáze naměřila čas letu míče při rychlosti 100 km/h 1,26 s a při rychlosti 125 km/h 0,96 s. Ve třetí, poslední fázi pilotní studie, jsme zkusili otestovat dvě osoby způsobem, který byl použit při výzkumu. Jednalo se i o stejné místo výzkumu, stejný dvorec (již od druhé fáze). Tato fáze nám odhalila potřebu mít výzkum zajištěn čtyřmi pomocníky. Vše proběhlo v pořádku, nahrávací stroj, propojení do počítače a okluzní brýle fungovalo tak jak mělo. Jediným problémem, který nastal, bylo poškození jednoho skla u okluzních brýlí. To se poškodilo způsobem, že bylo skrze brýle velice špatně vidět po celou dobu. Tento problém byl vyřešen tím, že jsme použili druhé (stejně) brýle, které byly k dispozici v laboratoři. S těmi se žádný problém během celého dalšího výzkumu nevyskytl.

## **VÝZKUMNÁ METODOLOGIE**

Výzkum probíhal jako vnitroskupinový dvoufaktorový experiment s designem  $2 \times 3$   $VX_{1,2,3,4,5,6}O$  (Shadish et al., 2002; Trochim, 2001), kde čísla  $X_{1-6}$  jsou jednotlivé kombinace obou faktorů. Byl proveden záměrný výběr (V), na který jsme působili pomocí procedur ( $X_{1-6}$ ) a napozorovaná data jsme změřili (O). V experimentu bylo manipulováno se dvěma nezávisle proměnnými. Jedna proměnná na dvou hladinách a druhá na třech hladinách ( $2 \times 3$ ).

První nezávisle proměnnou byla rychlost letu míče. Hladiny byly dvě rychlosti letu míče – 100 a 125 km/h. Druhá nezávisle proměnná byla zatemnění vidění na určitou dobu. Hladinou byla každá třetina dráhy letu míče, která byla zatemněna.

Závisle proměnnou bylo správné odehrání míče, které bude určováno na ekviintervalové škále, nebo jeho minutí.

Kovariačními proměnnými byly: věk testovaných osob, zdravotní stav, výkonnost, antropometrické vlastnosti, individuální technika úderů.

Nesledovanými proměnnými byly psychická oblast testované osoby, hmotnost a vyvážení tenisových raket a změna pružnosti tenisových míčů.

### **Měřicí procedury**

Výzkum probíhal v hale na krytém dvorci, aby nedocházelo k vnějším nežádoucím vlivům (vítr, déšť apod.). Nahrávací stroj simulující podání soupeře byl umístěn na základní čáře 1 m vpravo od střední čáry pro podání na tenisovém dvorci a ve výšce 2,9 m s výpustí míčů. Byl kalibrován, aby míče pokaždé letěly ve stejném směru do vymezeného pole s minimální konstantní horní rotací, do forhendového úderu testovaných osob. Nahrávací stroj byl přes přenosný počítač propojen s přístrojem Plató. Přístroj Plató měl umístěný testovaný jedinec na hlavě. Kabely vedoucí z přístroje Plató do počítače testovanou osobu nijak neomezovaly. Celý proces byl nahráván na videokamery, ze které byl záznam vyhodnocen a byla provedena 2D analýza.

V pozadí nahrávacího stroje byla umístěna tmavě zelená plachta, aby subjekt měl dobré vizuální podmínky. Testovaná osoba měla předem určenou výchozí pozici pro každý pokus 0,5 m za základní čarou a 0,7 m vlevo od podélné čáry pro dvouhru v pravé části dvorce. Testovaná osoba měla na hlavě brýle s tekutými krystaly Plató (Translucent Technologies), které se na základě impulsu fotodiody umístěné v hlavní nahrávacího stroje při průletu míče a nastavení času v počítači zatemnily na určitou dobu. Kamera (Sony HDR-XR350VE) byla umístěna zhruba 6 m od testované osoby vpravo v úrovni základní čáry.

## Organizace sběru dat

V experimentu byl hodnocen zásah míče osobou v 6 různých podmínkách vyplývajících z kombinace 2 faktorů: rychlost letu míče a zatemnění vidění ( $2 \times 3$ ). Míč létal v průměrech dvou rychlostí přibližně 100 km/h a 125 km/h, kdy testovaná osoba mohla vidět letící míč za plného vidění přibližně 1260 ms při rychlosti 100 km/h, a přibližně 960 ms při rychlosti 125 km/h. Rychlost každého pokusu s maximálním rozpětím 5 km/h byla kontrolována radarem (Stalker ATS). Zatemněna byla vždy jen jedna třetina dráhy letu míče, pokaždé s nastaveným zpožděním 0,2 s pro všechny pokusy. Např. při zatemnění první třetiny dráhy letu míče účastník vždy viděl 0,2 s míč a pak teprve došlo k zatemnění. Načasování třetin zatemnění vycházelo z časového údaje doby letu do místa kontaktu s raketou pro danou rychlost, zjištěnou v pilotní studii, minus 0,2 s zpoždění. Tento čas byl rozdělen na třetiny, které omezovaly vidění (při zakrytí první třetiny při 100 km/h byl čas 1260 ms rozdělen: 200 ms zpoždění – subjekt viděl, 353 ms zatemněno – subjekt neviděl a zbylých 707 ms bez zatemnění – subjekt viděl).

Testovanému hráči bylo umožněno se rozcvičit a rozehrát, dle jeho potřeb. Rozcvičení bylo individuální a délka rozehrávky činila přibližně 15 minut. Každý testovaný hráč měl stejné výchozí postavení před každým nahráním míčem i v celém výzkumu. Nahrávací stroj byl kalibrován, aby nahrával míče v jednom stejném směru. Testovaný hráč odehrával míče jen forhendem, nemusel míč nijak dobíhat, jen zaujal příslušné pro něj přirozené postavení.

Testované osoby dostaly instrukce hrát úder plným švihem, nikoli pouze nastavit raketu, a mířit do určité pozice ve dvorci podél čáry, kde byl umístěn terč. Každý účastník dostal tři cvičné pokusy. Přibližně 0,5-1,5 s před každým výstřelem byla testovaná osoba upozorněna slovním signálem „akce“, že dojde k vystřelení míče z nahrávacího stroje po té, co pomocník vhodil míč do nahrávacího stroje. Následně bylo nahráno 5 míčů při rychlosti 100 km/h a 5 míčů při rychlosti 125 km/h, bez jakéhokoliv zatemnění. Dále bylo nahráno 30 míčů. 5 opakování pro každou kombinaci 2 faktorů, kdy testované osoby nevěděly, jaká bude rychlost míče, ani jaká třetina dráhy letu míče bude zatemněna. Pořadí bylo uspořádáno náhodně. Po odehrání míče se hráč vrátil na výchozí pozici a čekal na další míč. Po 10 pokusech následovala vždy tří minutová přestávka. Toto opakování stejných pokusů nám pomohlo snížit roli náhody při hodnocení výsledků a lépe tak identifikovat efekt (Hendl, 2009).

## Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořili hráči tenisu mužské kategorie ( $N = 20$ ) s průměrným věkem 24 let ( $SD = 3,12$ ) hrající pravou rukou, bez korekce vidění, ve věku 18-35 let a umístění do 200. místa na celostátním žebříčku v ČR. Mezi těmito hráči byl proveden záměrný výběr, protože osoby jsou vybírány z určité kategorie, zaručující vysokou úroveň tenisových dovedností. Právě tyto podmínky jsou vhodné pro řešení tohoto experimentu.

## Vyhodnocení dat

Vyhodnocení dat proběhlo pomocí 2D analýzy v programu *Dartfish*. Nejprve jsme určili pro každou rychlost (100 km/h a 125 km/h) základní bod zásahu pro každého hráče. Ten byl určen v cm na ekviintervalové škále pozicí zápěstí pravé ruky při kontaktu rakety s míčem vůči pupíku v horizontální ose. Z 5 pokusů pro každou rychlost byl určen pomocí mediánu bod, který se stal výchozím s hodnotou 0 pro ostatní pokusy se zatemněním vidění. U všech pokusů se zatemněním jsme měřili vzdálenost zásahu míče od těla, které byly odečteny od vzdálenosti základního bodu zásahu. Tím jsme dostali kladnou nebo zápornou hodnotu vzdálenosti zásahu míče od základního bodu. Pokud pozice zápěstí při zásahu rakety s míčem byla před tímto výchozím bodem (hráč zasáhl míč příliš brzy), hráč získal záporné hodnoty v cm na ekviintervalové škále, pokud za tímto bodem, získal hodnoty kladné.

Výsledky jsou rozděleny do tří kategorií:

- 1) Minutí míče. Zde je určeno, jestli se jedná o prostorovou chybu nebo chybu časovou. Časová chyba je specifikována, zdali se jedná o pozdní nebo brzké načasování (zda hráč švihnul příliš pozdě nebo příliš brzy).
- 2) Zásah míče v neobvyklé pozici, tzn., že hráč sice kontaktoval míč, avšak raketa se nacházela v nezvyklé pozici vůči ostatním segmentům těla. Neobvyklá pozice je rozdělena na dvě kategorie – pozdní zásah a brzký zásah. Pozdní zásah – i když pozice zápěstí byla v dobré poloze blízko základního bodu, hlava rakety byla stále za hráčovým tělem. Jednalo se o špatné načasování úderu, bylo příliš opožděné. Tatáž situace byla i naopak kdy se jednalo o brzký zásah – pozice hlavy rakety byla daleko před zápěstím a načasování úderu bylo příliš brzké.
- 3) Správný zásah míče – určován na ekviintervalové škále.

Všechny nahrávky se znovu přehrály a provedlo se expertní hodnocení ke dvěma situacím třemi nezávislými hodnotiteli, kteří dostali stejné instrukce a kritéria, jak posuzovat.

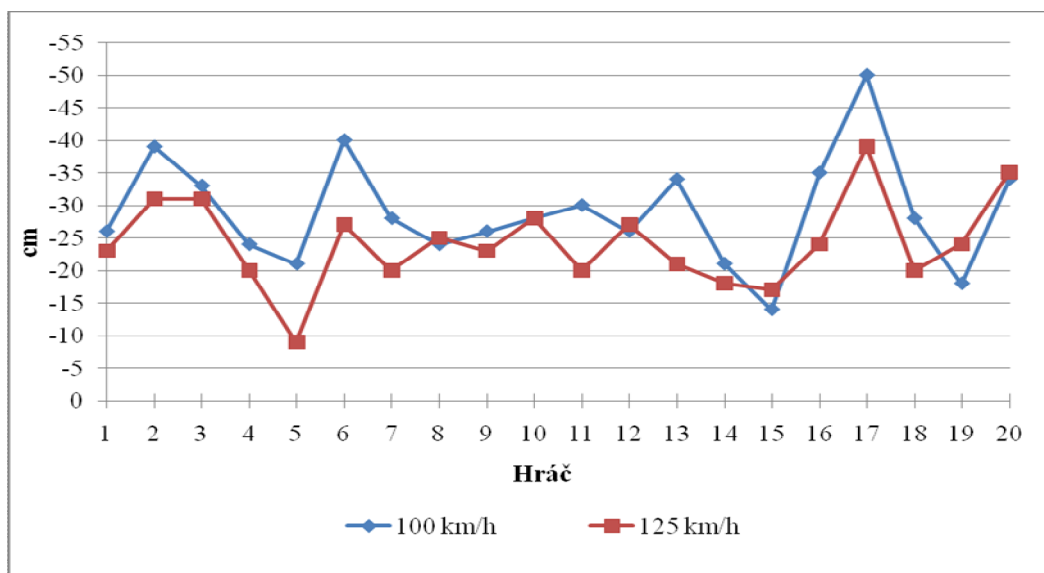
1) Každé minutí míče bylo posouzeno, zdali se jednalo o časovou chybu, tj. jestli testovaná osoba provedla úder příliš brzy, či příliš pozdě; nebo zdali se jednalo o chybu prostorovou. Shoda mezi třemi nezávislými hodnotiteli dosáhla 93,5 %.

2) Každý zásah míče byl hodnocen ve smyslu správný zásah, nebo zásah v neobvyklé pozici. Shoda mezi hodnotiteli byla 96,4 %.

## VÝSLEDKY

### Bod zásahu

Na obr 1.vidíme srovnání bodu zásahu všech hráčů v grafu. U pěti testovaných hráčů se nachází bod zásahu pro 100 km/h blíže k tělu, nežli bod zásahu pro 125 km/h.



Obrázek 1. Zásah míče u každého hráče při rychlostech 100 km/h a 125 km/h

Maximální rozpětí těchto bodů bylo 13 cm u hráče č. 13. V průměru se tento bod lišil o 4,85 cm (SD=5,8). Průměr bodu zásahu všech dvaceti hráčů při rychlosti 100 km/h byl 28,5 cm před tělem (SD=9,55). Při rychlosti 125 km/h byl tento bod 24,1 cm před tělem hráče (SD=7,25).

### Výsledky při omezeném vidění

Z 600 nahraných míčů jich nebylo zasaženo 77 (12,8 %), z toho 40 při rychlosti 100 km/h a 37 při rychlosti 125 km/h. Při analýze jednotlivých rychlostí a fází zatemnění (tab. 1)



zjistíme, že časových chyb Xb (úder proveden příliš brzy) a Xp (úder proveden příliš pozdě) bylo při rychlostech 100 km/h i 125 km/h nejvíce při zakrytí druhé třetiny dráhy letu míče, 70,1 % ze všech minutých míčů. Prostorové chyby v úderu zaujímaly 18,2 % z minutých míčů. Při tom bylo dosaženo podobného počtu chyb při obou rychlostech.

Tabulka 1

Srovnání časových a prostorových chyb při minutí míče v jednotlivých situacích

	100 km/h			125 km/h		
	1. třetina	2. třetina	3. třetina	1. třetina	2. třetina	3. třetina
Xb	4	27	0	0	2	0
Xp	0	1	0	5	24	0
X	0	6	2	3	2	1

Zasažených míčů v neobvyklé pozici z 600 bylo 68 (11,3 %), z toho 18 při rychlosti 100 km/h a 50 při rychlosti 125 km/h. K nejvíce případům docházelo (Tab. 2) při zatemněné druhé třetině dráhy letu míče, celkem 79,4 %. V 72,1 % hráč provedl švih opožděně (P), v 17,9 % příliš brzy (B). Více těchto neobvyklých pozic se vyskytlo při vyšší rychlosti 125 km/h (73,5 %).

Tabulka 2

Srovnání zásahu míče v neobvyklé pozici

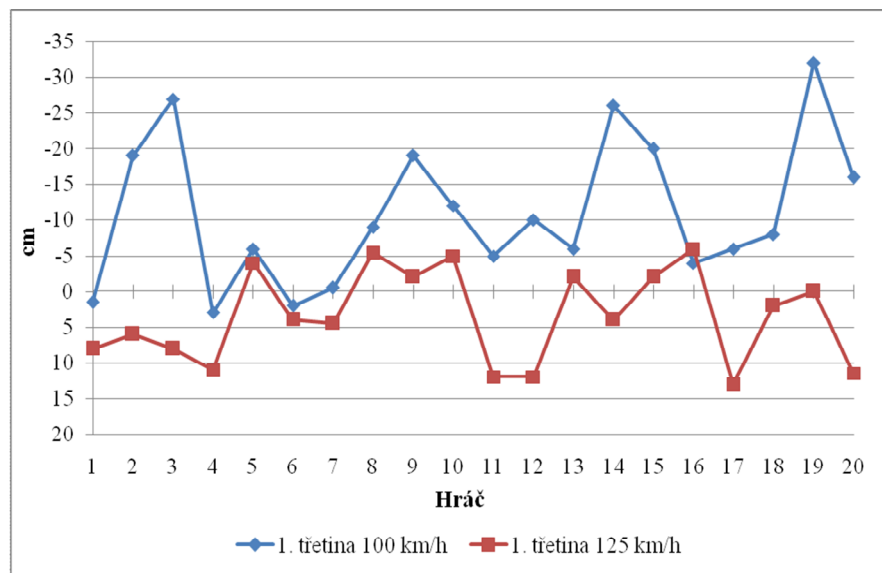
	100 km/h			125 km/h		
	1. třetina	2. třetina	3. třetina	1. třetina	2. třetina	3. třetina
P	0	2	0	8	35	4
B	1	15	0	1	2	0

Z 600 nahaných míčů bylo celkem 131 (21,8 %) časových chyb (tab. 3). Z nich bylo 19 (14,5 %) při zatemněné první třetině, 108 (82,4 %) při zatemněné druhé třetině a 4 (3,1 %) při zatemněné třetí třetině. Z těchto 131 časových chyb převažoval pozdní zásah míče (P) z 60,3 % (79 časových chyb), oproti brzkému zásahu míče (B), který se vyskytl ve 39,7 % případů (52 časových chyb).

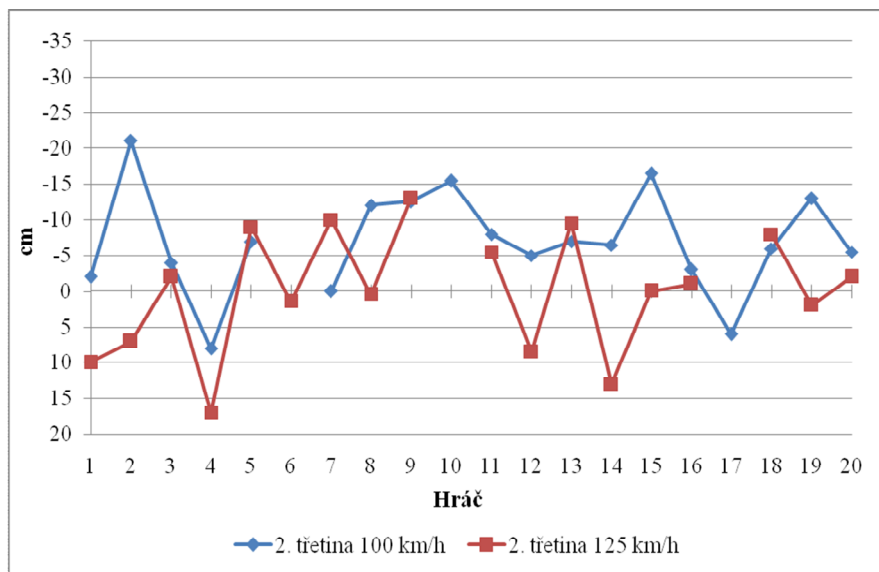
Tabulka 3. Celkové shrnutí časových chyb

	100 Km/h				125 km/h		
	1. třetina	2. třetina	3. třetina		1. třetina	2. třetina	3. třetina
B	5	42	0		1	4	0
P	0	3	0		13	59	4
	1. třetina			2. třetina	3. třetina		
B	6			46	0		
P	13			62	4		
<b>Celkem</b>	<b>19</b>			<b>108</b>	<b>4</b>		

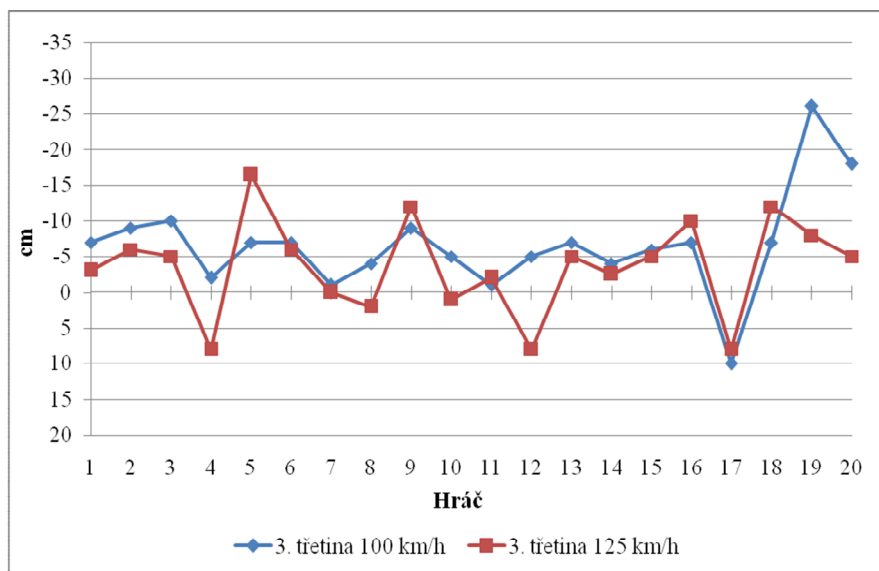
Na obrázcích 2-4 vidíme srovnání zásahu míče při zatemnění stejných třetin dráhy letu míče při obou rychlostech. Největší podobnost bodu zásahu je při zatemnění třetí třetiny dráhy letu míče (obr. 19). U první i druhé třetiny jsou tyto body poměrně odlišné (obr. 17 a 18). Analýza rozptylu při porovnání zatemnění jednotlivých třetin nám ukázala významný efekt u první třetiny zatemnění  $F(1,19) = 32,46$ ,  $p < 0,001$  a významný efekt u srovnání druhé třetiny zatemnění  $F(1,16) = 8,69$ ,  $p < 0,05$ . U srovnání třetí třetiny zatemnění byl tento efekt nevýznamný ( $p = 0,06$ ).



Obrázek 2. Srovnání bodu zásahu při zatemnění prvních třetin u obou rychlostí



Obrázek 3. Srovnání bodu zásahu při zatemnění druhých třetin u obou rychlostí



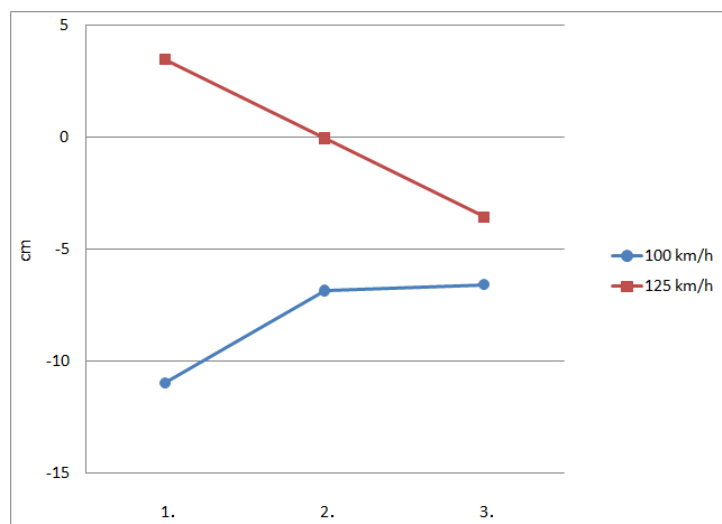
Obrázek 4. Srovnání bodu zásahu při zatemnění třetích třetin u obou rychlostí

Analýza rozptylu při porovnání výchozího bodu zásahu a zásahu během zatemnění jednotlivých třetin (tab. 4) ukázala významné efekty zatemnění všech třetin kromě druhé třetiny zatemnění při rychlosti 125 km/h, kde byl tento efekt nevýznamný ( $p = 0,99$ ).

Tabulka 4. Analýza rozptylu při porovnání výchozího bodu zásahu a zásahu při zatemnění jednotlivých třetin letu míče

	100 km/h	125 km/h
1. třetina	$F(1,19) = 23,22, p < 0,001$	$F(1,19) = 5,68, p < 0,05$
2. třetina	$F(1,18) = 16,97, p < 0,001$	$F(1,17) = 0, p = 0,99$
3. třetina	$F(1,19) = 18,21, p < 0,001$	$F(1,19) = 5,57, p < 0,05$

Při zatemnění první třetiny dráhy letu míče byl průměr zásahu hráči při rychlosti 100 km/h -10,95 cm (SD = 10,16) a při rychlosti 125 km/h byl 3,48 cm (SD = 6,52). Při zatemnění druhé třetiny dráhy letu míče byl průměr u rychlosti 100 km/h -6,87 cm (SD=7,07) a u rychlosti 125 km/h -0,02cm (SD=8,04). Při zakrytí třetí třetiny se průměr nacházel při rychlosti 100 km/h na -6,60 cm (SD = 6,92) a při rychlosti 125 km/h na -3,55 cm (SD = 6,73) – (obr. 5).



Obrázek 5. Průměrný zásah míče

## DISKUZE

Použití nahrávacího stroje nám umožnilo stabilně nahrávat míče potřebnou rychlostí do dané pozice ve dvorci. Během 10 pokusů za plného vidění nedošlo u žádného účastníka k časové ani prostorové chybě, všechny míče byly zasaženy a nevyskytla se žádná neobvyklá pozice. I když nahrávací stroj velmi přesně vystřeloval míče, mohou někteří kritici namítat, že hráči byli omezeni reakční dobou, kdy museli reagovat na výstřel míče z nahrávacího stroje, zatímco když podává soupeř, tak přesně vědí, kdy zasáhne míč a kdy vyletí směrem k nim.

Avšak v tomto případě toto omezení nemělo vliv na odehrání míče, jelikož účastníci věděli, jakým směrem a kam míč poletí, tudíž odpadl proces reagování na směr míče a rozhodování, zdali se bude muset hrát forhend či bekhend. Rovněž čas letu míče byl dostatečně dlouhý, jelikož maximální rychlosti letu míče byly stanoveny přibližně do 125 km/h, zatímco v utkáních dosahují míče rychlosti až 200 km/h.

Určení individuálního bodu zásahu pro každého hráče bylo velmi důležité, protože každý hráč má jinou techniku úderů a každý z nich zasahuje míč v jiné vzdálenosti od těla. Při rychlosti 100 km/h se medián vzdálenosti zásahu od těla pohyboval u hráčů mezi -14 cm až -50 cm. U rychlosti 125 km/h tomu bylo mezi -9 cm až -39 cm. Použití dvou rychlostí letu míče bylo především z důvodu, aby nedocházelo k adaptaci na měření. Po několika pokusech by se mohli hráči adaptovat a získat rytmus kdy udeřit do míče, aniž by ho museli plně sledovat. To by způsobilo, že by výstupní efekt mohl být velice zkreslen právě touto adaptací na měření.

Během všech třetin zatemnění se časové chyby projevovaly při rychlosti 100 km/h příliš brzkým švihnutím rakety (94 %) oproti pozdnímu švihnutí rakety (6 %). Při rychlosti 125 km/h bylo 7 % časových chyb u brzkého švihnutí rakety a 93 % u pozdního švihnutí rakety. Podobné výsledky uvádí i Port et al. (1996), který uvádí, že při zpomalování pohybujícího se objektu se většina chyb projevovala brzkými chybami a procento těchto chyb se zvětšovalo s delším časem pohybu předmětu. Oproti tomu pozdní chyby se objevovaly jak při zpomalování, stabilní rychlosti i akceleraci předmětu a procento těchto chyb se naopak snižovalo s delším časem pohybu předmětu.

Časové chyby se nejvíce vyskytovaly při zatemnění druhé třetiny dráhy letu míče, což byla fáze během dopadu míče do dvorce. Při nižší rychlosti 100 km/h a zatemněné druhé třetině se časové chyby projevovaly příliš brzkým načasováním úderu (42), tj. že hráč švihl raketou dříve, než dorazil míč. Vyskytly se naopak i 3 případy při zatemněné druhé třetině letu míče, že hráč načasoval úder pozdě a švihl raketou příliš pozdě při této pomalejší rychlosti. Při rychlosti 125 km/h a zatemněné druhé třetině se časové chyby projevovaly obvykle pozdním načasováním úderu (59), kdy hráč švihl raketou příliš pozdě. Ovšem vyskytly se i 4 případy, kdy naopak při této vyšší rychlosti hráč chyboval předčasným švihnutím rakety.

Při zatemnění třetí třetiny dráhy letu míče docházelo pouze k prostorovým chybám. Výsledky ukazují, že při zakrytém vidění během první třetiny dráhy letu míče docházelo k mnohem většímu rozptylu při odehrání míče, zatímco při zakrytí třetí třetiny byl bod odehrání míče podobný. Průměry odehrání míče při zatemnění druhé třetiny dráhy letu míče jsou

výrazně zkresleny tím, že u 54 % (celkem 108 z 200) nahraných míčů s tímto zatemněním se vyskytla časová chyba (míč nebyl zasažen nebo byl zasažen v neobvyklé pozici) a tento průměr vychází ze zbylých úderů (92).

Tyto výsledky podporují studii Carltona (1981), kde je rovněž důležitá vizuální informace o druhé polovině dráhy letu míče. Nemůžeme však vyvrátit studie, které říkají, že úvodní část dráhy letu míče je nejdůležitější, jelikož jsme z těchto studií vycházeli a hráči viděli úvodní část dráhy letu míče, aby mohli reagovat. Až po této úvodní fázi docházelo k zatemnění první třetiny dráhy letu míče. Na omezení úvodní části dráhy letu míče, tedy ihned po výstřelu míče z nahrávacího stroje, by testovaný hráč reagoval se značným zpožděním a tento úkol by byl až příliš omezujícím. Toto též potvrzují výsledky Dessinga et al. (2009), který tvrdí, že pohyby pro zachycení míče byly započaty významně později při zakrytí úvodní fáze letu míče ihned po jeho výstřelu.

Nejmenší počet chyb byl tedy během zatemnění třetí třetiny dráhy letu míče. To nám ukazuje, že hráči potřebují pouze velmi malou informaci o této závěrečné fázi letu míče a nemusí ji vidět. To podporuje studii Bahilla a LaRitze (1984), kteří uvádějí, že hráči ani nejsou schopni sledovat rychlý míč, který je blíže než 1,5 m. Oproti tomu však Fischman a Schneider (1985) uvádějí, že pro nezkušené hráče je poslední třetina jeho letu nejvíce determinující. Toto potvrzují i Haller a Clark (1990), že při chytání míče u 7letých dětí je to třetí třetina dráhy letu míče, která nejvíce ovlivňuje polohu ruky a čas sevření ruky pro zachycení míče, jelikož tito méně zkušení jedinci při chytání nejsou schopni využít dřívějších fází letu míče pro určení závěrečné pozice ruky ani pro načasování stisku prstů pro chycení míče. V tom samém výzkumu dále ukazují, že dospělí při zakrývání jednotlivých třetin dráhy letu míče byly neomylní a významně lepší při chytání míče nežli 7 a 9leté děti. Přičemž 9leté děti byly významně lepší nežli 7leté. Z tohoto plyne, že závěrečná třetina dráhy letu míče je důležitou u mladých a nezkušených lidí, avšak v 9letech se již ukazuje mnohem méně potřebnou.

Celkové výsledky však nemohou vyvrátit tvrzení Dickse et al. (2009), že hráč sleduje míč v jeho úvodní fázi – první třetině – kde hladkými pohyby očí sleduje jeho dráhu a získává tak informace o jeho vlastnostech a trajektorii (rotaci, rychlosti, směru, výšce a úhlu odrazu od soupeřovy rakety), aby mohl určit jeho místo dopadu ve dvorci. Důvodem je to, že naše nastavení experimentu zakrývalo první třetinu dráhy letu míče s 0,2 s zpožděním, kdy testovaný hráč viděl úvodní část letu míče. Rovněž Féry a Cognier (2001) uvádějí, že podstatné informace pro anticipaci dráhy letu míče získává hráč v tenise z jeho úvodní části.

Místo dopadu míče ve dvorci hraje také důležitou úlohu. Pokud hráč odhadne, že míč od soupeře bude kratší, bude mít víc času po jeho odskoku, než míč doletí k hráči. Avšak když je míč od soupeře dlouhý, dopadá v blízkosti základní čáry nebo v blízkosti hráče, tak musí hráč počítat s tím, že po jeho dopadu bude mít pouze minimum času na úder. Tomu musí rovněž přizpůsobit své načasování úderu. Nebo si musí hráč včas ustoupit, ale ne každá situace to dovoluje nebo je z taktického hlediska vhodná. Takže tento odhad z úvodní části letu míče, jak časový tak i prostorový, hraje zásadní roli pro úder.

## **ZÁVĚR**

Hráč potřebuje reagovat na úvodní část dráhy letu míče a po této fázi, aby správně načasoval úder, je pro něj nejpodstatnější, jak ukazují naše výsledky, druhá třetina dráhy letu míče. Naopak nejmenší vliv na odehrání míče má poslední třetina dráhy letu, během které se naskytuje největší možnost, k zaznamenání činnosti soupeře. Vzhledem k výsledkům našeho výzkumu musíme vyvrátit obě hypotézy, jelikož se ukázalo, že vidět první třetinu dráhy letu míče, v našem případě začínající 0,2 s po výstřelu míče, není nejdůležitější pro správné načasování úderu. Naopak druhá třetina byla nejvíce podstatná při odhadování dráhy letu míče a měla největší vliv na úspěšnost jeho odehrání. Z toho lze usuzovat následující praktické závěry.

Po úvodní části letu míče, během které hráči potřebují včas určit jeho směr, rychlost a rotaci si mohou dovolit nevěnovat takovou pozornost míči a zaměřit zrak na předpokládané místo jeho dopadu ve dvorci. Pro hráče tenisu je podstatná informace nejen o místě dopadu míče ve dvorci, ale i informace o počátku dráhy letu míče po jeho odskoku. Pokud v poslední fázi těsně před kontaktem míče s raketou mají hráči zaujaté správné včasné postavení pro úder, tzn., že nemusí míč dobíhat na poslední chvíli, mohou zaměřit pozornost na jiné objekty, např. na pohyb či postavení soupeře na hřišti. V poslední chvíli pak mohou udělat korekci následujícího úderu. Toho lze prakticky využít v následujících herních situacích.

První situací je, když podávající hráč nabíhá po podání k síti. Přijímající hráč získává informace o trajektorii míče a předpokládaném místě a času jeho dopadu ve dvorci. Na tomto základě naprogramuje svůj úder, který bude chtít zahrát. Po dopadu míče ve dvorci, kdy hráč získá informace o nové dráze letu míče, může zaznamenat nabíhajícího hráče k síti. V tento moment před zásahem míče může udělat malou korekci v úderu. Pohyb a úder je již naprogramován a zahájen, ale je možné udělat drobnou korekci zápěstím. Např. původně

zamýšlený vysoký liftovaný forhend podél čáry zahrát níže nad sítí (jen se zápěstím v rychlosti změni sklon rakety) a pokusit se zahrát úder pod nohy soupeři a ztížit mu tak co nejvíce následující úder. Druhou situací je ritern ve čtyřhře, kdy spoluhráč podávajícího u sítě začne přebíhat na druhou stranu a přijímající hráč si toho všimne a na poslední chvíli zahraje úder podél.

Je velice důležité, aby si hráč pohybu soupeře uvědomil včas po dopadu míče ve dvorci. Téměř vždy je schopný zaznamenat přebíhání hráče u sítě, či náběh k síti podávajícího hráče. Pokud to ale hráč nezaznamená včas, nestihne udělat korekci v úderu a zahraje původně naprogramovaný úder. Aby mohl dosáhnout korekce v již naprogramovaném úderu, musí periferním viděním zaznamenat pohyb soupeře, co nejdříve po dopadu míče ve dvorci a po získání potřebných informací o jeho nové dráze. Proto je tedy důležité zahrnout do tréninku situace, kdy musí hráč reagovat na pohyb soupeře před vlastním zásahem míče.

Existuje tedy úsek dráhy letu míče při riternu, kdy hráč, na něhož letí míč, mu nemusí věnovat takovou pozornost a může tak zaznamenat činnost soupeře. Je to část mezi dopadem míče ve dvorci a zásahem míče. Po určení potřebných údajů o nové dráze letu míče a jeho vlastnostech po odskoku nastává krátká chvíle, kdy je možné zaregistrovat činnost soupeře.

Vzhledem k tomu, že předešlé studie mají různorodé výsledky v této oblasti, je nutné v budoucnu rozdělit výzkum na studie zaměřující se na odhad dráhy letu míče bez jeho dopadu na zem (např. u sportů baseball, softball, badminton, volejbal), s jeho dopadem na zem a následným odrazem, který se vyskytuje u sportů jako je právě tenis, stolní tenis, kriket a na studie s několikanásobným odrazem u sportů jako je squash, ricochet či podání ve stolním tenise, kde každá změna směru dráhy letu míče může být esenciální pro jeho odhad.

## LITERATURA

- Abernethy, B., Zawi, K. (2007). Pickup of kinematics underpins expert perception of movement patterns. *Journal of Motor Behavior* **39**, 353-357.
- Bahill, A.T., LaRitz, T. (1984). Why can't batters keep their eyes on the ball? *American Scientist* **72**, 249-253.
- Carlton, L.G. (1981). Processing visual feedback information for movement control. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* **7**, 1019-1030.
- Crespo, M., Miley, D. (2002). *Tenisovy trenersky manual 2. stupne: pro vrcholove trenery*. Olomouc: Univerzita Palackeho v Olomouci. (In Czech).
- Crognier, L., Féry, Y. (2005). Effect of tactical initiative on predicting passing shots in tennis. *Applied Cognitive Psychology* **19**, 637-649.



- Day, L.J. (1980). Anticipation in junior tennis players. In *Proceedings of International Symposium on Effective Teaching of Racquet sports 1980*. Ed. Groppel J., Sears, R. Champaign: University of Illinois.
- DeLucia, P.R., Cochran, E.L. (1985). Perceptual information for batting can be extracted throughout a ball's trajectory. *Perceptual and Motor Skills* **61**, 143-150.
- Dessing, J.C., Wijdenes, L.O., Peper, E., Beek, P.J. (2009). Adaptations of lateral hand movements to early and late visual occlusion. *Experimental Brain Research*. **192**, 669-682.
- Eliot, D., Zuberec, S., Milgram, P. (1994). The effects of periodic visual occlusion on ball catching. *Journal of Motor Behaviour* **26**, p. 2, 113-122.
- Féry, Y., Crognier L. (2001). On the tactical significance of game situations in anticipating ball trajectories in tennis. *Research Quarterly for Exercise and Sport* **72**, 143-149.
- Glencross, D., Cibich, B. (1977). A decision analysis of games skills. *Australian Journal of Sports Medicine* **9**, 72-5.
- Haller, C.F., Clark, J., E. (1990). Effects of occluding a ball's trajectory on the interception performance of adults and children. *Current Directions in Motor Development* **3**, 80-90.
- Port, N. L., Dassonville, D.N.P., Georgepoulos A. P. (1997). Manual interception of moving targets. *Experimental Brain Research* **116 (3)**, 406-420.
- Poulton, E.C. (1957). On prediction in skilled movements. *Psychological Bulletin* **54**, 467-78.
- Rippol, H. (1989) Uncertainty and visual strategies in table tennis. *Perceptual and Motor Skills* **68**, 507-512.
- Schmidt, R.A. (1991). *Motor learning and performance; From principles to practice*. Human Kinetics, Champaign.
- Shim, J., Carlton, L.G., Chow, J.W., Chae, W. (2005a). The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. *Journal of Motor Behavior* **37**, 164-175.
- Shim, J., Carlton, L.G., Kwon, Y. (2006). Perception of kinematic characteristics of tennis strokes for anticipating stroke type and direction. *Research Quarterly for Exercise and Sport* **77**, 326-339.
- Shim, J., Miller, G., Lutz, R. (2005). Visual cues and information used to anticipate tennis ball shot and placement. *Journal of Sport Behavior* **28**, 186-200.
- Singer, R.N., Williams, A.M., Frehlich, S G., Janelle, C.M.; Radlo, S.J., Barba, D.A., Bouchard, L.J. (1998). New frontiers in visual search: An exploratory study in live tennis situations. *Research Quarterly for Exercise and Sport* **69**, 290-296.
- Williams, A.M., Davids, K., Burowitz, L., Williams, J.G. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport* **65**, 127-135.
- Williams, A.M., Davids, K., Williams, J.G. (1999). *Visual perception & action in sport*. E & FN Spon, London.