

Vplyv veku na úroveň vybraných koordinačných schopností stolných tenistov

Effect of age on the level of selected coordination abilities of table tennis players

Henrieta Horníková, Ladislava Doležajová

Katedra atletiky, Fakulta telesnej výchovy a športu UK Bratislava

Abstrakt

Je dokázané, že reakčný čas sa predlžuje s vekom. Doposiaľ sa však veľmi málo autorov zaoberalo časom senzomotorickým, ktorý je obohatený o motorickú zložku. Preto bolo cieľom práce preukázať vekovo závislé zmeny disjunktívnych reakčno-rýchlostných schopností, ktorých výsledkom je senzomotorický čas. Údaje sme získavali vykonaním agility testu prispôbenému špecifickým potrebám stolného tenisu pomocou prístroja FITRO Agility check. Testovanými osobami boli stolní tenisti vo veku od 20 do 70 rokov, ktorých sme rozdelili na základe ontogenézy dospelého človeka do 4 vekových kategórií, resp. období. Predpokladali sme, že medzi nimi budú štatisticky významné rozdiely. Taktiež sme predpokladali závislosť senzomotorického času od veku. Jednoduchá ANOVA poukázala na štatisticky významné rozdiely medzi vekovými kategóriami ($F_{(2,46)} = 10,2; p < 0,001$). Pearsonov korelačný koeficient poukázal na koreláciu medzi senzomotorickým časom a vekom ($r = 0,53; p < 0,01$).

Kľúčové slová: stolný tenis, disjunktívne reakčno-rýchlostné schopnosti, agility test, muži

Abstract

It is known, reaction time increases with age. Agility time, enriched by a motor component is investigated less. Therefore the aim of this study was to determined age-related differences in disjunctive reaction-speed abilities, where the result is an agility time. Data were obtained by agility test adapted to the specific needs of table tennis using FITRO Agility check device. Subjects of testing were table tennis players from 20 to 70 years divided into four age categories. We assumed a statistically significant differences between agility time in these categories. We assumed a significant relationship between agility time and age. One-way ANOVA indicated a significant differences in agility time between categories ($F_{(2,46)} = 10,2; p < 0,001$). Pearson correlation coefficient indicated significant relationship between agility time and age ($r = 0,53; p < 0,01$). We found a significant difference between motor reaction to the forehand and backhand side. It was shorter to the forehand in each age category. Our study showed the age-related changes in disjunctive reaction-speed abilities.

Key words: table tennis, disjunctive reaction-speed abilities, agility test, men

ÚVOD

Športový výkon v stolnom tenise je značne ovplyvnený rýchlostnými schopnosťami. Ide o rýchlosť reakčnú a akčnú. Rýchlosť reakčná ovplyvňuje mieru agility (schopnosť prudko, výbušne a rýchlo akcelerovať, spomaliť, zmeniť polohu tela a znova čo najrýchlejšie vyštartovať podľa Browna & Ferigna (2005). Rýchlosť a agilita je spojená so schopnosťami silovými, najmä ide o výbušnú silu horných a dolných končatín. Nenahradiiteľnú úlohu zohráva aj úroveň koordinačných schopností, najmä čo sa týka osvojovania a zdokonaľovania technických zručností (Vacenovský, 2014).

Stolný tenis patrí medzi športy s otvorenými zručnosťami a je vhodnejšie používať na zisťovanie reakčných schopností agility test, kde je zvýraznená rozhodovacia zložka a anticipácia, ako len rýchlosť pohybu so zmenou smeru (Tsubouchi et al., 2016; Uchida et al., 2013). Agility test, ktorý postihuje obe zložky, rýchlosť zmeny smeru pohybu aj kognitívnu zložku (rozpoznávanie a anticipácia), sa preto ukazuje byť vhodnejší pre tento typ športu ako meranie len času reakčného alebo len rýchlostnej zložky. Prístroj FiTRO Agility check (FiTRONiC, SK) dokáže zachytiť senzorickú, rozhodovaciu aj motorickú zložku agility. Práve stolní tenisti dosiahli spomedzi športovcov rôznych špecializácií najkratší čas agility, alebo inak senzomotorický čas (Zemková & Hamar, 2015).

Normálny proces starnutia je spojený s poklesom niektorých kognitívnych schopností, ako je rýchlosť spracovania, pamäť, jazyk a ďalšie výkonné funkčné schopnosti (Harada et al., 2013). Dykiert et al. (2012) sa vo svojom výskume snažili objasniť a kvantifikovať zmeny v reakčnom čase (jednoduchom aj výberovom) zdravých, starnúcich jedincov. Starí ľudia (60+ rokov) dosiahli dlhší reakčný čas v porovnaní s dospelými v strednom (40–59 rokov) a v mladšom dospelom veku (20–39 rokov). Taktiež dodávajú, že väčší rozdiel bol medzi staršími a dospelými v mladšom veku ako medzi starými a dospelými v strednom veku. Tento rozdiel bol výraznejší pri reakcii s výberom ako pri jednoduchej reakcii čo potvrdzuje výraznejší vplyv veku v náročnejších úlohách. Podobné výsledky uvádzajú aj Nikam & Gadkari (2012), ktorí sledovali vplyv veku, pohlavia na vizuálny aj akustický reakčný čas. Štatistická analýza dát poukázala na to, že vizuálny aj akustický reakčný čas bol signifikantne dlhší u starších (65–75 rokov) ako u mladších (18–20 rokov) probandov. Fakt, že prirodzený spôsob starnutia postupne zvyšuje čas odpovede na podnety, potvrdzujú aj ďalší autori (Luchies et al., 2002).

Podľa Wolanskeho & Siniarskej (1974) reakčný čas je najkratší vo veku 22 rokov, potom nasleduje v dospelosti mierna regresia, ktorá rapidnejšie narastá po 55. roku a reakcia sa ďalej spomaľuje vekom. Čeremnych et al. (2006) vo svojej štúdií jasne preukázali priamu závislosť rýchlosti odpovede na jednoduchý podnet od veku. Namerané hodnoty boli signifikantne horšie u probandov vo veku 75–89 rokov ako u 60–74 a 45–59 ročných probandov. Toto vekovo závislé predlžovanie reakčného času podľa týchto autorov vzniká v dôsledku spomalenia periférnych senzomotorických procesov.

Štúdiami v oblasti výberovej reakcie sa zaoberali Vaportzis et al. (2013) a Woods et al. (2015) vo svojich experimentoch na probandoch vo vekovom rozpätí 18 až 65 rokov. Výsledkom týchto testovaní bolo, že v jednoduchšom výberovom reakčnom čase boli starší ľudia signifikantne pomalší ako mladší ľudia. Ich výberový reakčný čas sa významne zvyšuje s vekom ($r = 0,47$; 2,80 ms/rok), pričom je to spôsobené väčšinou oneskoreným spracovaním motorickej odpovede. Hodnoty nárastu však nie sú celkom totožné, Fozard et al. (1994) uvádzajú 0,5 ms/rok pre jednoduchý a len 1,6 ms/rok pre disjunktívny reakčný čas. Taktiež bola zistená väčšia variabilita s narastajúcim vekom.

CIEĽ

Cieľom práce je poukázať na rozdielnú úroveň disjunktívnych reakčno-rýchlostných schopností 20–70ročných stolných tenistov z hľadiska ontogenézy človeka.

HYPOTÉZY PRÁCE

- H1 Predpokladáme, že existujú štatisticky významné rozdiely v senzomotorickom čase medzi vekovými kategóriami.
- H2 Predpokladáme, že existuje štatisticky významný vzťah medzi senzomotorickým časom a vekom.

METODIKA

Súbor pozostával z aktívnych stolných tenistov absolvujúcich 2 až 3 tréningy a 1 zápasové stretnutie týždenne, vo veku 20 až 70 rokov. Takmer polovica probandov sa venuje rekreačne (1× do týždňa) aj inému športu, najčastejšie futbalu a tenisu. V kategóriách nad 30 rokov sa 11 probandov liečilo na vysoký krvný tlak a 2 probandi na cukrovku.

Na základe dostupnej literatúry Vágnerová (2007) sme ich rozdelili podľa ontogenézy človeka na 4 vekové kategórie (tab. 1).

Testované osoby sme vyberali zámerne, čím sme chceli zabrániť veľkým výkonnostným rozdielom týchto hráčov. Všetci probandi sa nachádzali na úrovni 3. až 5. ligy z rôznych krajov Slovenska.

Tab. 1: Charakteristika veku, telesného rozvoja, indexu telesnej hmotnosti a veku špecializácie jednotlivých vekových kategórií (priemer \pm smerodajná odchýlka)

Veková kategória	Počet probandov	Decimálny vek	Telesná výška [cm]	Telesná hmotnosť [kg]	BMI	Dĺžka športovej špecializácie (roky)
20–29 rokov	10	26,2 \pm 2,7	184,7 \pm 9,0	79,2 \pm 11,7	23,2 \pm 2,9	9,1 \pm 3,9
30–44 rokov	19	38,3 \pm 5,0	179,9 \pm 5,7	89,6 \pm 15,4	27,6 \pm 4,1	14,7 \pm 9,5
45–59 rokov	12	52,2 \pm 3,5	174,4 \pm 4,4	89,3 \pm 13,3	29,4 \pm 4,7	18,6 \pm 13,0
60–70 rokov	9	62,7 \pm 2,0	173,9 \pm 3,5	87,3 \pm 13,4	29,0 \pm 5,0	20,7 \pm 13,7

METÓDY SPRACOVANIA A VYHODNOTENIA ZÍSKANÝCH ÚDAJOV

Testovanie prebiehalo od decembra 2016 do decembra 2017, keďže sa nedalo k takému množstvu hráčov dostať naraz.

Najprv sme hráčom odmerali telesné ukazovatele podľa Sedláček & Cihová (2009) a zaznamenali sme si aj ich dátum narodenia a dĺžku športovej špecializácie stolný tenis. Okrem údajov v tab.1 sme zisťovali aj požívanie farmakologických prostriedkov a aj iné aktivity, ktoré vykonávali aspoň 1× do týždňa mimo stolného tenisu. Zistené skutočnosti nám mohli pomôcť pri interpretovaní výsledkov našej práce, keďže sú to jedny z mnohých faktorov, ktoré majú vplyv na disjunktívne reakčno-rýchlostné schopnosti.

Samotný test sa vykonával vždy v športovej hale vo večerných hodinách pred tréningom alebo zápasom (cca o 18:00 hod.),

Testovali sme pomocou vlastného testu, ktorý sme si vytvorili vychádzajúc zo špecifických podmienok stolného tenisu. Využili sme pri tom prístroj FiTRO Agility check (FiTRONIC s.r.o., Bratislava, Slovenská republika) s dvomi kontaktnými platňami, ktoré boli pomocou interfejsu napojené na počítač.

Probandi zaujali strehový postoj (ruka v strede stola) vo vzdialenosti 50 cm od koncovej hrany. Platne boli umiestnené v rohoch stola na realizáciu forhendovej a bekhendovej reakcie. Šírka stola bola štandardných 1,525 m. Úlohou testovanej osoby bolo vykročiť a dotknúť sa jednej

z platní podľa zobrazeného stimulu na obrazovke (žltý kruh na modrom pozadí) a vrátiť sa späť do štartovej pozície. Dotyk sa vykonával vždy hracou rukou do oboch strán na postihnutie reakcie do forehandu resp. do backhandu. Test pozostával z 32 vizuálnych stimulov (16 do každého smeru) s náhodným generovaním lokalizácie a s časom generovania podnetov v rozpätí od 200 do 500 ms.

Výsledok testu je priemer najlepších reakcií (8 do každého smeru) v lepšom z dvoch pokusov.

Pri analýze dát bol použitý štatistický program Statistica 12 Trial (TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA, USA).

Využitie štatistické metódy:

- základné štatistické charakteristiky (aritmetický priemer, smerodajná odchýlka, medián, variačné rozpätie)
- Kolmogorov-Smirnov test pre zisťovanie normality rozdelenia početnosti
- Levenov test pre rovnosť variácií
- jednoduchá (one-way) ANOVA pre zisťovanie štatisticky významných rozdielov medzi vekovými kategóriami a Tukey-ho (HSD) test pre zisťovanie rozdielov medzi jednotlivými vekovými kategóriami
- Pearsonov korelačný koeficient (r) pre zisťovanie vzťahu medzi dvoma premennými a koeficient determinácie (r^2),
- zvolená hladina štatistickej významnosti: $\alpha = 0,05$

VÝSLEDKY

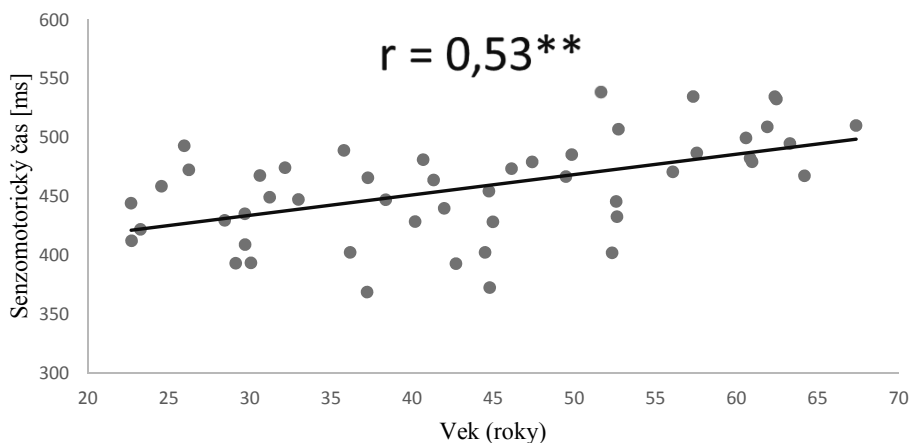
Jednoduchá analýza rozptylu (one-way ANOVA) poukázala na štatisticky významné rozdiely medzi vekovými kategóriami ($F_{(2,46)} = 10,2$; $p < 0,001$). Preto konštatujeme potvrdenie H1. Tukey-ho test, ktorý nám hovorí o tom, medzi ktorými konkrétnymi kategóriami sa rozdiely nachádzajú, môžeme vidieť v tab. 2.

Tab. 2: Rozdiely v senzomotorickom čase medzi vekovými kategóriami (aritmetický priemer \pm smerodajná odchýlka; p – hodnota)

Veková kategória	Senzomotorický čas [ms]	Veková kategória		
		20-29	30-44	45-59
20-29	437,0 \pm 29,2	-	-	-
30-44	435,2 \pm 35,9	0,99	-	-
45-59	477,0 \pm 37,6	0,04	0,009	-
60-70	501,2 \pm 21,8	0,001	<0,001	0,39

Významný rozdiel v senzomotorickom čase môžeme sledovať medzi 2. a 3. vekovou kategóriou. Tento rozdiel v rýchlosti motorickej reakcie je 8,8 % (41,8 ms). Medzi prvou a druhou kategóriou nie je štatisticky významný rozdiel, to isté platí aj medzi treťou a štvrtou kategóriou. Dokonca stolní tenisti vo veku 30-44 rokov dosiahli o 2,2 ms kratší senzomotorický čas v porovnaní s 20-29ročnými hráčmi, čo predstavuje 0,4 %. Pearsonov korelačný koeficient preukázal vzájomný vzťah medzi senzomotorickým časom a vekom stolných tenistov ($r = 0,53$; $p < 0,01$). Koeficient determinácie $r^2 = 0,28$ (28 %), znamená, že výsledný senzomotorický čas je vo výraznej tesnosti s vekom.

Vychádzajúc z výsledkov konštatujeme, že H2 sa nám potvrdila. Preukázali sme závislosť senzomotorického času od veku.



Obr. 1: Závislosť senzomotorického času od veku

DISKUSIA

Výsledky poukázali na štatisticky významné rozdiely medzi 2. a 3. vekovou kategóriou stolných tenistov. Medzi ostatnými sledovanými kategóriami sme nezaznamenali signifikantné rozdiely. Obdobie po 45. roku života je podľa Gregora (2014) medznikom, kedy sa znižuje celková výkonnosť. Výrazné predĺžovanie reakčného času nastáva v období po 50-tke (John et al., 2016), tým sa dá vysvetliť veľký spád aj v senzomotorickom čase našich stolných tenistov. Štatisticky nevýznamné rozdiely medzi 1. a 2. vekovou kategóriou môžeme pripísať tomu, že najlepšia výkonnosť sa dosahuje vo veku približne 26 rokov, obdobie od 31 do 45 rokov sa považuje za obdobie stabilizácie a vyvrcholenia psychickej a fyzickej kondície (Gregor, 2014). Úlohu tu mohla zohrať aj dĺžka športovej špecializácie, ktorá podľa Vidja et al. (2012) má vplyv na úroveň reakčných schopností a hráči 2. kategórie majú dĺžku športovej špecializácie vyššiu o viac ako 5 rokov. Preto ich výkon mohol byť nepatrne lepší v porovnaní s mladšou kategóriou. Treba ešte spomenúť, že 3 najlepšie priemerné senzomotorické časy boli namerané v 2. kategórii (30–44 rokov). Keďže najvýraznejší pokles v úrovni reakčných schopností nastáva okolo 50-teho roku života, nemožno očakávať, že v neskoršom veku bude ešte výraznejší. Tým si vysvetľujeme aj nevýznamný rozdiel medzi 45- až 59ročnými a hráčmi po 60-tke. Preto aj predĺženie senzomotorického času nastáva (o 4,8 %), ale nie je už také markantné ako to bolo medzi predchádzajúcimi dvoma kategóriami. Jednou z ďalších príčin môže byť nižšia hodnota BMI v najstaršej kategórii v porovnaní s predchádzajúcou ($29,0 \pm 5,0$, resp. $29,4 \pm 4,7$).

Podarilo sa nám preukázať aj štatisticky významný vzťah medzi senzomotorickým časom a vekom. Podobné výsledky potvrdzujú aj Woods et al. (2015) v oblasti výberovej reakcie, čiže bez motorickej zložky. Korelácia dosiahla hodnotu $r = 0,47$, ktorá bola taktiež významná na 1% hladine štatistickej významnosti. Podľa Der & Deary (2006) sa výberový reakčný čas taktiež predlžuje počas celého obdobia dospelosti.

Viacero autorov sa zaoberá agility testami zachytávajúcimi len motorickú zložku bez možnosti rozhodovania sa a rýchlosti reakcie (Kotyal, 2017; Singh et al., 2017). Testované osoby sú väčšinou len deti a adolescenti do 18 rokov. V období po 40-tke dochádza k poklesu rýchlych svalových vlákien a k zníženiu rýchlosti svalovej kontrakcie (Faulkner et al., 2008). Keďže náš test zahŕňa na rozdiel od iných aj rýchlosť motorickej odpovede, závislosť senzomotorického času od veku je oprávnená o čosi vyššia ako závislosť reakčného času od veku. O postupnej zmene však napo-

vedá aj najnovšia štúdia Sobolewski et al. (2017), ktorí uvádzajú významné rozdiely v rýchlosti rozhodovania medzi mladými mužmi (24 ± 2 roky) a mužmi v strednom (50 ± 2 roky) a staršom veku (66 ± 4 roky) ($p = 0,027$). Taktiež celkový čas pozostávajúci z rozhodovacej a motorickej zložky, čo je vlastne reaktívna agilita, bol významne kratší v najmladšej kategórii v porovnaní so staršími ($p < 0,001$).

O reaktívnej agilite v raketových športoch je doposiaľ v odbornej literatúre omnoho menej vedeckých výskumov ako o jednoduchej resp. výberovej reakcii. Táto reaktívna agilita v stolnom tenise je založená na prilete loptičky k súperovi a následnom zahájení úderu súpera (Gillet et al., 2010). Do načasovania pohybu je z časti zapojená aj anticipácia. Rozsah jej zapojenia závisí od schopnosti športovca vnímať a interpretovať predčasné náznaky z pohybového správania sa súpera (Holmberg, 2015).

Na tomto základe a vlastných predchádzajúcich skúseností z testovania stolných tenistov v juniorskom veku sme modifikovali test podľa Vacenovského. Realizovali sme testovanie na vzorke aktívne hrajúcich stolných tenistov vo vekovom rozpätí 20–70 rokov.

Pripúšťame aj isté výkonnostné rozdiely medzi nimi, ktorých vplyv sme sa však snažili eliminovať výberom hráčov len z 3. až 5. ligy. Hoci sme zisťovali požívanie farmakologických prostriedkov, nedokážeme presne preukázať ich možný vplyv na výkon v teste. Takýchto probandov však bolo málo a okrem prvej kategórie boli rozdelení rovnomerne, čiže nespádali všetci do jednej. Preto ak aj tieto farmakologické prostriedky ovplyvnili nejakým spôsobom ich výkon v teste, určite to nebolo z nášho pohľadu rozhodujúce. Výskumy autorov, ktorí sledovali vplyv farmakologických prostriedkov na jednoduchý alebo výberový reakčný čas nie sú jednoznačné (Jäkälä et al., 1999; Rooy et al., 1985; Sidhu et al., 2015).

Pripúšťame, že i biorytmické zmeny, vplyv počasia alebo únavy pri testovaní môžu individuálne vplývať na úroveň reakčných schopností. Z týchto dôvodov sme sa im snažili vyhnúť aspoň pomerne jednotným časom testovania všetkých probandov.

Diskutabilná zostáva aj východisková vzdialenosť použitá v našom teste agility, ktorá bola 50 cm. Pre výraznejšie zachytenie motorickej zložky by bola dlhšia vzdialenosť pravdepodobne vhodnejšia, avšak pre probandov vo vyšších vekových kategóriách by v tom prípade mohol byť celkový počet stimulov už vyčerpávajúci. Preto nám pol metra prišlo ako vhodný kompromis.

V budúcnosti bude asi nevyhnutné realizovať testovanie na objektívnejších a modernejších prístrojoch, aby sme prispôbili podmienky testovania pre všetkých probandov z pohľadu ich telesných ukazovateľov, predovšetkým telesnej výšky.

ZÁVERY

Podarilo sa nám preukázať, že existujú štatisticky významné rozdiely medzi vekovými kategóriami stolných tenistov. H1 sa potvrdila. Významný rozdiel bol medzi stredným a starším obdobím dospelosti. Rozdiely sme nepreukázali medzi obdobiami mladšej a strednej dospelosti rovnako ako medzi staršou dospelosťou a starobou. Preto môžeme konštatovať, že najvýraznejšie predlžovanie senzomotorického času nastáva v období po 45-ke, ktoré v neskoršom veku už nie je také markantné.

Preukázali sme aj vzájomnú závislosť senzomotorického času od veku. H2 sa nám taktiež potvrdila. V podstate, s narastajúcim vekom nám úroveň týchto schopností postupne klesá. Podobnú závislosť potvrdzujú aj iní autori medzi výberovým reakčným časom a vekom. V ich testoch však nie je zachytená motorická zložka, čím sa líšia od toho nášho. Z fyziologického hľadiska dochádza vplyvom veku k zníženiu rýchlych svalových vlákien, ktoré sú pre rýchlosť motorickej odpovede dôležité. Preto môžeme usúdiť, že závislosť senzomotorického času od veku je oprávnená o čosi vyššia ako závislosť reakčného času od veku.

Reference

- BROWN, L. E. & FERRIGNO, V. A. (2005). *Training for speed, agility, and quickness*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- CEREMNYCH, E., ALEKNA, V., JUOZULYNAS, A., & GAIGALIENĖ, B. (2006). Time of response to different simple stimuli in 45–90-year-old persons. *Biologija, Lietuvos mokslu akademija* 4, pp. 60–64. Dostupné z: <https://epublications.vu.lt/object/elaba:6172394/>
- DER, G. I. & DEARY, J. (2006). Age and sex differences in reaction time in adulthood: results from United Kingdom Health and lifestyle Survey. *Psychology and Aging* March 21(1), 62–73. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16594792>
- DYKIERT, D., DER, G., STARR, J. M. & DEARY, I. J. (2012). Age differences in intra-individual variability in simple and choice reaction time: Systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 7(10) (45759) Dostupné z: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0045759>
- FAULKNER, J. A., DAVIS, C. S., MENDIAS, CH. L. & BROOKS, S. V. (2008). The aging of elite male athletes: age-related changes in performance and skeletal muscle structure and function. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 18(6), pp. 501–507. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3928819/>
- FOZARD, J. L., VERCROYSEN, M., REYNOLDS, S. L., HANCOCK, P. A. & QUILTER, R. E. (1994). Age differences and changes in reaction time: The Baltimore longitudinal study of aging. *Journal of Gerontology*, 49(4), pp. 179–189. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/geronj/49.4.P179>
- GILLET, E., LEROY, D., THOUVARECQ, R., MÉGROT, F., & STEIN, J. (2010). Movement-Production Strategy in Tennis: a Case Study. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 24(7), pp. 1942–1947. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/44680101_Movement-Production_Strategy_in_Tennis_a_Case_Study
- GREGOR, T. (2014). *Základy všeobecnej a vývinovej psychológie*. Bratislava: Mauro Slovakia s.r.o.
- HARADA, C. N., NATELSON LOVE, M. C., & TRIEBEL, K. L. (2013). Normal cognitive aging. *Clinics in Geriatric Medicine*, 29(4), s. 737–752. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4015335/>
- JÄKÄLÄ, P., RIEKKINEN, M., SIRVIÖ, J., KOIVISTO, E. & RIEKKINEN, P. (1999). Clonidine, but not guanfacine, impairs choice reaction time performance in young healthy volunteers. *Neuropsychopharmacology* 21, pp. 495–502. Dostupné z: <http://www.nature.com/npp/journal/v21/n4/full/1395372a.html>
- HOLMBERG, P. (2015). Agility training for experienced athletes: A dynamical system approach. *Strength and Conditioning Journal* 37(3), pp. 93–98. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/282552160_Agility_Training_for_Experienced_Athletes
- JOHN, N. A., SARANYA, K., DHANALAKSHMI, Y., & JOHN, J. (2016). Aging-mediated neuromuscular instability and delayed choice reaction time. *International Journal of Medical Science and Public Health* 5(11), pp. 2269–2273. Dostupné z: <http://www.ejmanager.com/mnstemps/67/67-1461137579.pdf>
- KOTYAL, S. S. (2017). Comparison of agility volleyball and basketball players. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 4(1), pp. 269–270. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/7fb1/fcd8c83c3327bf4f09736eba0c8a2a9f5477.pdf>
- LUCHIES, C. W., SCHIFFMAN, J., RICHARDS, L. G., THOMPSON, M. R., BAZUIN, D., & DEYOUNG, A. J. (2002). Effect of age, step direction and reaction condition on the ability to step quickly. *The Journals of Gerontology, Series A* 57(4), pp. 246–249. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gerona/57.4.M246>
- NIKAM, L. H. & GADKARI, J. V. (2012). Effect of age, gender and body mass index on visual and auditory reaction times in indian population. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 56(1), pp. 94–99. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/aebf/6d2f1453b7c5931ef287c1ee07223f3a9661.pdf>
- ROOY, P., MYBURGH, D. P. & CILIER, J. (1985). Evaluation of the effect of atenolol on reaction time of healthy volunteers. *European Journal of Clinical Pharmacology* (Suppl. 1), pp. 105–107. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00543721>
- SEDLÁČEK, J. & CIHOVÁ, I. (2009). Športová metrológia. Bratislava: ICM Agency.
- SIDHU, J., MITTU, S., & SIDHU, H. (2015). Comparative study of reaction time in type 2 diabetics and non-diabetics. *Scholars Journal of Applied Medical Sciences* 3(1G), pp. 527–529. Dostupné z: <http://saspublisher.com/wp-content/uploads/2015/01/SJAMS-31G527-529.pdf>
- SINGH, S., VARSHA, H. S., SINGH A., & SINGH, K. (2017). A comparative study of selected motor fitness components among badminton table tennis and squash. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 4(3), pp. 203–206. Dostupné z: <http://www.kheljournal.com/archives/2017/vol4issue3/PartD/4-3-57-883.pdf>
- SOBOLEWSKI, E. J., THOMPSON, B. J., CONCHOLA, E. C., & RYAN, E. D. (2017). Development and examination of a functional reactive agility test for older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*. (ahead of print). Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28608256>
- TSUBOUCHI, S., DEMURA, S., UCHIDA, Y., MATSUURA, Y., & UCHIDA, H. (2016). Agility characteristics of various athletes based on a successive choice-reaction time. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 4(4), pp. 98–102. Dostupné z: <http://www.sciepub.com/ajssm/content/4/4?v=3>
- UCHIDA, Y., DEMURA, S., NAGAYAMA, R. & KITABAYASHI, T. (2013). Stimulus tempos and the reliability of the successive choice-reaction time test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), pp. 848–853. Dostupné z: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2013/03000/Stimulus_Tempos_and_the_Reliability_of_the.38.aspx
- VACENOVSKÝ, P. (2014). *Struktura športovního tréningu u stolního tenisu*. In P. Korvas & L. Bedřich, *Struktura športovního výkonu: učební texty pro studenty FSpS*. Brno: Masarykova univerzita.

- VÁGNEROVÁ, M. (2007). *Vývojová psychologie II., dospělost a stáří*. Praha: Karolinum.
- VAPORTZIS, E., GEORGIU-KARISTIANIS, N., & STOUT, J. C. (2013). Dual task performance in normal aging: A comparison of choice reaction time tasks. *PLoS One*, 8(3), pp. 60265. Dostupné z: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0060265>
- VIDJA, K., DODHIA, S. S., BHABHOR, M. K., BHANDERI, P., CHUDASAMA, J., & JANI, H. (2012). Long term playing of table tennis improve the visual reaction time. In: *International Journal of Scientific Research* [online]. November 2012, 1(6), pp. 155–156. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/314862544_Long_Term_Playing_of_Table_Tennis_Improve_the_Visual_Reaction_Time
- WOLANSKI, N. & SINIARSKA, V. (1974). Studies on development of motorics in polish populations. *Ontogeneze lidské motoriky: soubor referátů z V. semináře antropomotoriky konaného ve dnech 29.–31. 5. 1985 v Olomouci*. Praha: Olympia.
- WOODS, D. L., WYMA, J. M., YUND, E. W., HERRON, T. J. & REED, B. (2015). Age-related slowing of response selection and production in a visual choice reaction time tasks. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9(193). Dostupné z: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2015.00193/full>
- ZEMKOVÁ, E., & HAMAR, D. (2015). *Toward and Understanding of Agility Performance – 2nd edition*. Boskovice: František Šalé – Albert.

Corresponding author:Adresa mailová: dolezajova@fsport.uniba.sk

Katedra atletika, FTVŠ UK Bratislava