VLIV KOFEINU NA ZMĚNU REAKČNÍ DOBY U MUŽŮ

THE EFFECT OF CAFFEINE ON THE CHANGE OF REACTION TIME IN MEN

V. Kukačka, M. Kastnerová & M. Bauerová

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Katedra výchovy ke zdraví

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of caffeine on the reaction time on the optic stimulus in men. The study group had 10 people aged 25 to 30 years. The reaction time was measured with a precision measuring meter at 1 millisecond. Caffeine was administered with 100 mg and 200 mg tablets. After 100 mg of caffeine after an hour there was decrease from 352 ms to a value of 336 (decrease by 16 ms, 4,5%). After two hours there was again a slight decrease of 8 ms to 328 ms (total of 24 ms, 6,8%). Caffeine reduces the reaction time and its effect is evident for an hour and two hours after administration. After finding the quiescent values of reaction time of 348 ms, 200 mg of caffeine was given, and the subsequent measurement after 1 hour showed a reducing in the reaction time to 328 ms (20 ms). Measurement after two hours showed approximately the same value of 332 ms - as after one hour.

Keywords: caffeine; reaction time; men

SOUHRN

Cílem práce bylo zjistit vliv kofeinu na reakční dobu na optický podnět u mužů. Zkoumaný soubor měl 10 osob ve věku 25 až 30 let. Reakční doba se měřila pomocí reaktometru s přesností měření na 1 milisekundu. Kofein byl aplikován pomocí tablet s obsahem 100 mg a 200 mg. Po podání 100 mg kofeinu došlo po hodině ke snížení z klidové hodnoty 352 ms na hodnotu 336 (snížení o 16 ms, 4,5 %). Po dvou hodinách nastalo opět mírné snížení o 8 ms na hodnotu 328 ms (celkem o 24 ms, 6,8%). Po zjištění klidových hodnot reakční doby 348 ms bylo podáno 200 mg kofeinu a následné měření po 1 hodině ukázalo snížení reakční doby na hodnotu 328 ms (o 20 ms, 5,7%). Měření po dvou hodinách vykazovalo přibližně stejnou hodnotu 332 ms (jako po jedné hodině). Kofein snižuje reakční dobu a jeho vliv je patrný hodinu i dvě hodiny po podání.

Klíčová slova: kofein; reakční doba; muži

Úvod

Reakční doba

Měkota a Novosad definují reakční schopnost jako schopnost zahájit (účelný) pohyb na daný (jednoduchý nebo složitý) podnět v co nejkratším čase. Indikátorem je reakční doba (Měkota & Novosad, 2005). Reakční doba je časový interval, který uplyne od vyslání signálu k zahájení pohybu. Synonymem slova reakční doba je termín reakční čas. Reakční doba se vyjadřuje v milisekundách (ms). Typická doba pro jednoduchou pohybovou reakci dospělého člověka je asi 200 ms. U dětí je tato doba delší cca 500 ms. Aby byla reakční doba kratší než 100 ms, není to možné z fyziologických důvodů. Délka reakční doby závisí na modalitě podnětu. Nejdelší je u optických podnětů, nejkratší u taktilních neboli hmatových či dotykových. Reakční dobu ovlivňují i další činitelé, jakými jsou například intenzita podnětu, kontrast vzhledem k pozadí, významnost podnětu pro jeho příjemce. Horní končetina obvykle reaguje rychleji než dolní. Prodlevu mezi vysláním podnětu a zahájením pohybu je zapříčiněno zdržením při příjmu receptorem, vedení vzruchu nervovými vlákny, a hlavně čas potřebný ke zpracování

v centrálním nervovém systému. Proto jsou reakční časy složitějších výběrových reakcí mnohem delší, neboť se prodlužuje trvání centrálního zpracování informace (Měkota & Novosad, 2005).

Straus a Danko (2009) vymezují jednoduchý reakční čas jako nejkratší možný čas mezi momentem, kdy smysly detekují podnět a časem, v němž tělo začne vykonávat odezvu, přičemž komplexní reakční doba zahrnuje aditivně proces lidského myšlení. Dále je charakterizován tím, že úlohu, jejímž výstupem má být komplexní reakční čas, tvoří několik stimulů s odlišnými druhy odezev.

Podle Demirarslana (2014) distribuce jednoduchých reakčních časů a výběrových reakčních časů s jednoduchou motorickou odezvou odhaluje ten fakt, že vizuální informační proces je nejdůležitější částí reakční schopnosti člověka. Výběrový reakční čas navíc zahrnuje proces rozhodování, který logicky zapříčiňuje zpoždění, čímž v porovnání s jednoduchým reakčním časem vzrůstá celková reakční rychlost. Nicméně právě tento rozdíl poskytuje přiblížení určení intervalu doby rozhodování, a sice podle konkrétních podmínek, respektive počtu a druhu působících faktorů. Nejpodstatnější faktor zde vystupuje druh podnětu, neboť právě potřeba rozhodnutí se na základě více či méně standardního podnětu činí tuto složku nestálou oproti složkám jiným.

Měření času reakce se zpravidla provádí v náležitě vybavených laboratořích. Měkota (1979) uvádí využití reaktometru, což je přenosný přístroj, jehož základem je spínací zařízení, které spouští elektrické stopky současně s podáním signálu (rozsvícení žárovky nebo zvuk bzučáku) a zastavuje stopky, jakmile testovaná osoba zareaguje stisknutím tlačítka. Složitější laboratorní reaktometry s naprogramovanou indikací různých signálů dovolují pak testovat reakce složitější. Zjištění času reakce charakteristického pro určitou osobu vyžaduje zácvik a provedení většího počtu pokusů.

Reakční doba i další senzomotorické parametry se stanovují jak v tzv. klidových podmínkách, tak i v různých podmínkách standardizované psychofyzické zátěže. Spíše než jednorázové měření tzv. klidové reakční doby se jeví významné sledování změn reakční doby, např. v podmínkách psychofyzické zátěže (Brisswalter et al., 1997, Heller & Vodička, 2000).

Zvuk vzniká v přirozeném prostředí jako důsledek mechanických vibrací. Tyto vibrace se v lidmi přirozeně obývaném prostoru šíří především vzduchem, ale i jinými materiály, další materiály je naopak pohlcují. Člověk vnímá akustické signály prostřednictvím mechanického sluchového ústrojí, které převádí vibrace na elektrické signály, které je dále mozek schopen zpracovávat. Oblast mozkové kůry, která zpracovává sluchové informace, se nachází ve spánkovém laloku pod lalokem temenním. Reakční dobu ovlivňuje kvalita i délka zvukového podnětu (Schlittenlacher & Ellermeier, 2015).

Reakční dobu na optický podnět ovlivňuje intenzita podnětu a interval mezi podněty (Balbus et al., 1998), dále především barva podnětů. Štulrajter a Starší (1988) zjistili, že nejrychlejší reakční doba je na podněty barvy žluté a červené. Delší reakční doba je na podněty zelené a šedé. Nejdelší reakční doba je podněty modré. Na rozdíly reakční doby podle umístění podnětu v centrální nebo periferní části zorného pole upozornili také Williams a Andersen (1997). Pozitivně ovlivňuje reakční dobu například kofein (Church et al., 2015).

Reakční doba však nevykazuje přímý vztah k rychlosti následného pohybu. Senel a Eroglu (2006) nenalezli pozitivní korelaci mezi rychlostí následného pohybu v podobě 20 m sprintu a předchozí jednoduché reakční doby na zvukový i optický podnět.

Kofein

Kofein jako takový nalezneme ve více než 60 známých druzích rostlin. Mezi hlavní zdroje kofeinu řadíme zejména kávovník, čajovník, kolové semeno, maté (Cesmína paraguayská), kakaovník a guaranu. Z těchto druhů rostlin se připravuje nápoj přímo nebo jejich extrakty jsou přidávány do nealkoholických nápojů. Kofein byl v roce 1820 objeven německým chemikem Friedliebem Ferdinandem Rungem. Lidské tělo ho přijímá buď orálně, nebo intravenózně. Je také možný transplacentární přenos (Winston, 2005).

Kofein je bílá krystalická látka hořké chuti bez zápachu. Je to nejvíce rozšířený rostlinný alkaloid, který se využívá v potravinářském průmyslu. Chemicky se jedná o purinový derivát 1,3,7-trimetylxantin. Sumární vzorec kofeinu je $C_8H_{10}N_4O_2$. Do skupiny metylxantinů řadíme také teofylin a teobromin.

Kofein řadíme mezi látky chuťové a povzbuzující. Dle vyhlášky č. 52/2002 Sb. se může používat pro nealkoholické nápoje v nejvyšším povoleném množství $250 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. U energických nápojů

v nejvyšším povoleném množství $320 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ a pro alkoholické nápoje v nezbytném množství (Velíšek, 2002).

Kofein je velmi oblíbený, především díky jeho stimulačním účinkům, které se projevují poklesem únavy, zlepšením koncentrace, zlepšením nálady a zlepšením pracovní výkonnosti. Při dlouhodobé konzumaci, může dojít k návyku této látky a k projevům abstinenčním příznakům. Je proto zařazován mezi psychoanaleptika, což je skupina látek s povzbuzujícím a dráždivým účinkem.

V medicíně je kofein využíván jako součást analgetik – antipyretik, diuretik či v léčivých přípravcích na hubnutí. Ve formě injekcí se tato látka aplikuje k povzbuzení dechu a krevního oběhu, při horečnatých stavech a u infekčních onemocnění. Užívá se také jako protijed při otravách narkotiky, alkoholem a jinými drogami (Loder, 2005).

Kofein zařazujeme do skupiny měkkých drog společně s tabákovými výrobky, alkoholem a produkty z konopí (marihuana, hašiš). Jedná se o drogy s akceptovatelným rizikem (Valíček, 2002).

Kofein vykazuje mnohé pozitivní i negativní účinky na lidský organismus. Účinnost kofeinu však může být ovlivněna mnoha faktory jako pohlaví, obsah žaludku, pravidelnost užívání potravin s obsahem kofeinu a mnohé další (Caballero, 2009).

Nejprve se musí kofein vstřebat z našeho trávicího ústrojí. To znamená, že musí projít do žaludeční a střevní stěny, tam se dostat do krevních vlásečnic a s krví pronikat dál do těla. Ačkoli je poměrně špatně rozpustný ve vodě, z trávicího traktu se vstřebává poměrně rychle. Maximum své koncentrace v krvi dosáhne během jedné až dvou, u někoho i více hodin. Poté začíná jeho hladina opět klesat, v průběhu dvou až čtyř hodin asi na polovinu (Krejčí, 2000).

Hlavním místem biotransformace kofeinu jsou játra, kde probíhají nejdůležitější reakce. Metabolismus kofeinu je realizován několika po sobě jdoucími a navzájem si konkurujícími kroky. Prvními produkty metabolismu jsou: paraxantin (1,7-dimetylxantin), teobromin (3,7-dimetylxantin) a teofylin (1,3-dimetylxantin). Z molekul kofeinu vzniká více jak 25 různých látek – metabolitů, které jsou zbaveny původních kofeinových účinků (Best, 2011).

Paraxantin je hlavním metabolitem kofeinu. Bylo zjištěno, že paraxantin má ochranné účinky proti neurodegeneraci a ztrátě synaptické funkce neuronů a tím snižuje riziko onemocnění Parkinsonovou chorobou. Zvyšuje lipolýzu, což vede ke zvýšení hodnoty glycerolu a volných mastných kyselin v krevní plazmě (Guerreiro, 2008).

Teofylin uvolňuje hladkou svalovinu průdušek, a proto je používán při léčbě průduškového astmatu. Dále jsou známy účinky na kardiovaskulární systém a také protizánětlivé účinky. V přírodě se vykytuje spolu s teobrominem v listech čajovníku (*Camellia sinensis*) a semenech kakaovníku (*Theobroma cacao*). Teobromin působí diureticky, dilatuje cévy a snižuje tak krevní tlak (Best, 2011).

Každý z těchto metabolitů je dále metabolizován a poté vyloučen do moči. Kofein se může akumulovat u jedinců s těžkým onemocněním jater, což vede ke zvýšení jeho poločasu rozpadu. (Verbeeck, 2008).

Kofein má své využití i ve farmakologii, kde se uplatňuje jako přísada v určitých analgetických a antipyreticích. Slouží jako lék k podpoře krevního oběhu a dechu, u infekčních chorob a horečnatých stavů. Je i protijedem po otravě narkotiky, alkoholem a dalšími drogami (Petříková, 2006).

U lidí, kteří pijí kávu a kouří, dochází k rychlejší přeměně kofeinu. Hladina kofeinu v krevní plazmě klesá rychleji. Zatímco u žen v pozdějších fázích gravidity se metabolismus kofeinu výrazně zpomaluje. Pokud ženy během gravidity přestanou kouřit, hladina kofeinu v jejich plazmě klesá ještě pomaleji. Kofein prochází placentou do krve plodu. Káva vypitá matkou se dostává do krevního oběhu plodu, a to někdy i ve značném množství (Krejčí, 2000).

Dlouhodobá konzumace většího množství silné kávy může podle některých medicínských studií zvyšovat riziko výskytu ischemické choroby srdeční a infarktu myokardu. Dalšími nežádoucími projevy jsou bolest žaludku, kdy dochází k překyselení a problémy s ledvinami, jelikož se jedná o diuretikum. Vedle pálení žáhy se přitom mohou zhoršit i problémy s žaludečními a dvanácterníkovými vředy. Dalším negativním účinkem kofeinu je, že působí na mineralizaci kostí. Zvyšuje se vylučování vápníku močí (Nawrot, 2003).

Metodika

Výzkumné části práce se zúčastnilo 10 respondentů. Jednalo se o příslušníky Armády ČR. Všichni zvolení respondenti byli muži ve věkovém rozpětí 25–30 let. Byla zachována homogenita souboru

z důvodu toho, že nebylo cílem výzkumu porovnávat vliv kofeinu mezi muži a ženami. Hlavním předpokladem záměrného výběru byl dobrý zdravotní stav. Sledovaní jedinci každoročně absolvují lékařské prohlídky. Dalším předpokladem byla zvýšená adaptace na fyzickou a psychickou námahu. Všichni dotazovaní respondenti konzumovali výrobky obsahující kofein. Nejčastěji v podobě kávy.

Zkušenosti s kofeinovými doplňky stravy má sedm respondentů z deseti. Většina respondentů konzumuje energetické nápoje. Pouze dva respondenti nekonzumují nápoje tohoto typu. Experiment probíhal v březnu 2014. Byl rozdělen do jednotlivých dnů, kdy se konzumovali kofeinové tablety. Kofeinové tablety byly zvoleny především z důvodu přesného stanovení obsahu kofeinu. Jedna kofeinová tableta obsahovala 200 mg čistého kofeinu. Tyto tablety obsahují pouze pojiva (mikrokrytalická celulóza, stearan hořečnatý) a jsou bez cukru. Tablety jsou určeny pro sportovce, studenty, řidiče a pro lidi s pocitem únavy. Vhodné dávkování je 1–2 tablety denně. Pro lepší vstřebání je doporučeno rozdrobení tablety. Je nutné kofeinovou tabletu zapít dostatečným množstvím vody.

Pět dní před zahájením testů, byli respondenti požádáni, aby v den měření vyřadili výrobky obsahující kofein a kofeinovou suplementaci ze svého jídelníčku. Před zahájením samotného testování proběhla krátká instruktáž s názornou ukázkou, jak pracovat s reaktometrem. Testovaným byl vysvětlen princip testování a proběhlo několik zkušebních měření reakční doby na optický podnět. Každé měření na optický podnět probíhalo dvanáctkrát. Respondent tedy musel dvanáctkrát reagovat co nejrychleji na optický podnět. Pokud se rozsvítila žárovka na reaktometru (optický podnět), respondent co nejrychleji zmáčknul příslušné tlačítko a na reaktometru se znázornil jeho reakční čas. Hodnoty byly znázorněny v milisekundách. Poté byly zapsány do formuláře jednotlivého respondenta. K prvnímu měření byla respondentům poskytnuta pouze půlka kofeinové tablety, která obsahovala 100 mg čistého kofeinu. Aplikace tablety byla provedena perorálně, kdy musela být zapita dostatečným množstvím vody. Měření reaktometrem v daný den probíhalo třikrát (obr. 1). První měření bylo provedeno před aplikací půlky kofeinové tablety. Druhé měření tohoto dne bylo provedeno po jedné hodině po aplikaci půlky kofeinové tablety. Závěrečné měření bylo provedeno po dvou hodinách od požití půlky kofeinové tablety. Podobně proběhlo v následující den druhé měření (obr. 2).

Obrázek 1./ Figure 1.

Schématické vyjádření obsahu prvního měření ($n = 10$)./ Schematic representation of the content of the first measurement ($N = 10$).

Obrázek 2./ Figure 2.

Schématické vyjádření obsahu druhého měření ($n = 10$)./ Schematic representation of the content of the second measurement ($N = 10$).

Výsledky

V prvním měření konzumovali respondenti půlku kofeinové tablety (100 mg kofeinu). Toto množství odpovídá běžné kávě. Měření bylo prováděno před použitím kofeinu, jednu hodinu a dvě hodiny po požití. Všechny naměřené hodnoty jsou uváděny v milisekundách. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1. Snížení hodnoty reakční doby z výchozí hodnoty po jedné hodině o 4,5 % nemá adekvátní statistickou odezvu ($p = 0,0871$). Po dvou hodinách působení kofeinu došlo však ke snížení oproti výchozí průměrné hodnotě o 6,8 %. Výsledek signalizuje statisticky významnou změnu, která byla zjištěna pomocí t-testu ($p = 0,0222$).

Při druhém měření konzumovali respondenti celou kofeinovou tableta (200 mg kofeinu). Toto množství představuje relativně silnou kávu. Měření bylo prováděno před použitím kofeinu, jednu hodinu a dvě hodiny po požití. Všechny naměřené hodnoty jsou uváděny v milisekundách. Hodnoty měření uvádí tabulka 1, obrázek 3 uvádí názorné grafické změny demonstrující vliv kofeinu na reakční dobu. Průměrné vyhodnocené změny po hodině působení kofeinu signalizují snížení reakční doby o 5,7 %. Tato změna hodnocena pomocí t-testu je statisticky významná ($p = 0,000$). Také změna reakční doby po dvou hodinách působení – byť i jen o 4,7 % – je statisticky významná ($p = 0,0118$).

Tabulka 1./ Table 1.

Výsledné průměrné hodnoty reakční doby na optický podnět bez vlivu a pod vlivem kofeinu ($n = 10$)./ The resulting mean reaction time values for non-caffeine and under caffeine ($N = 10$).

Množství	Doba	Průměr	Sm. odch	Medián	Minimum	Maximum
Kofeinová tableta celá (200 mg)	před	348	33,21	344,5	289	475
	1 hod	328	25,44	327,0	223	411
	2 hod	332	31,67	327,0	290	563
Kofeinová tableta polovina (100 mg)	před	352	56,68	351,0	261	553
	1 hod	336	44,20	333,5	247	480
	2 hod	328	40,17	321,0	257	451

Obrázek 3./ Figure 3.

Průběh změn reakční doby na optický podnět bez vlivu a pod vlivem kofeinu ($n = 10$)./ The course of reaction time changes to the non-caffeine and under caffeine ($N = 10$).

Diskuze

Reakční doba i další senzomotorické parametry se stanovují jak v tzv. klidových podmínkách, tak i v různých podmínkách standardizované psychofyzické zátěže. Spíše než jednorázové měření tzv. klidové reakční doby se jeví významné sledování změn reakční doby, např. v podmínkách psychofyzické zátěže (Heller & Vodička, 2000).

Například Kukačka, Maršálek & Zedníková (2003) provedli měření změny reakční doby po zátěži u skupiny amatérských jezdců na koni ($n = 35$). Z průměrné hodnoty souboru 278 ms u klidových hodnot se při zátěži (sed na koni) zvýšila reakční doba na 327 ms (o 49 ms).

Reakční dobu ovlivňuje také alkohol. Nevýrazný nárůst reakční doby byl prokázán pro hladinu alkoholu do 0,33 promile – vypití dvou piv. Již po požití třetího piva o objemu 0,5 l (11°) bylo u testovaných osob naměřeno v průměru 0,40 promile hladiny alkoholu v dechu. S touto hodnotou dechového alkoholu došlo k výraznějšímu nárůstu reakční doby u podnětu akustického z 236 ms na 247 ms – o 11 ms, výraznější byl nárůst u podnětu optického z 294 ms na 459 ms – o 165 ms (Kukačka, Pavličíková & Žižkovský, 2016). Podobné výsledky shodně zaměřené studie potvrzuje také Straus & Danko (2009), kteří prokázali, že do hladiny 0,3 promile alkoholu v dechu se reakční doba téměř nemění.

Závěr

Cílem práce bylo zjistit vliv kofeinu na reakční dobu na optický podnět u mužů. Zkoumaný soubor měl 10 osob ve věku 25 až 30 let. Reakční doba se měřila pomocí reaktometru s přesností měření na 1 milisekundu. Po zjištění klidových hodnot reakční doby 352 ms bylo podáno 100 mg kofeinu a následné měření po 1 hodině ukázalo snížení reakční doby na hodnotu 336 ms (o 16 ms, 4,5 %). Měření po dvou hodinách vykázalo další snížení na 328 ms (o 24 ms, 6,8 %).

Po podání 200 mg kofeinu došlo po hodině ke snížení reakční doby z klidové hodnoty 348 ms na hodnotu 328 (snížení o 20 ms, 5,7 %). Po dvou hodinách nastalo mírné zvýšení reakční doby, které oproti výchozím hodnotám představuje snížení o 16 ms na hodnotu 332 ms (snížení o 16 ms, 4,7 %). Kofein snižuje reakční dobu a jeho vliv je patrný hodinu i dvě hodiny po podání.

Literatura

- Balbus, J. M., Szeward, W., Bolla, K. I., & Chwartz, B. S. (1998). Simple visual reaction time in organolead manufacturing workers: influence of the interstimulus interval. *Archives of Environmental Health*, 53(4), 264–270.
- Best, B. (2015). Is Caffeine a Health Hazard. Získáno 27. listopad 2015, z <http://www.benbest.com/health/caffeine.html#contents>.
- Brisswalter, J., Arcelin, R., Audiffren, M., & Delignieres, D. (1997). Influence of physical exercise on simple reaction time: effect of physical fitness. *Perceptual Motor Skills*, 85(3), 1019–1027.
- Caballero, B. (2009). *Guide to nutritional supplements*. Oxford, UK: Elsevier/Academic Press.
- Demirarslan, H. (2014). *Visual information processing and response time in traffic-signal cognition*. Získáno 20. únor 2014, z <http://stinet.dtic.mil/cgibin/GetTRDoc?AD=ADA248165&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>.
- Guerreiro, S., Toulorge, D., Hirsch, E., Marien, M., Sokoloff, P., & Michel, P. (2008). Paraxanthine, the Primary Metabolite of Caffeine, Provides Protection against Dopaminergic Cell Death via Stimulation of Ryanodine Receptor Channels. *Molecular Pharmacology*, 74(4), 980–989.
- Heller, J., & Vodička, P. (2000). *Počítačové řešení diagnostiky senzomotorických funkcí*. Závěrečná zpráva projektu FRVŠ č. 1369. Praha: Univerzita Karlova.
- Church, D. D., Hoffman, J. R., LaMonica, M. B., Riffe, J. J., Hoffman, M. W., Baker, K. M., Varanoske, A. N., Wells, A. J., Fukuda, D. H., & Stout, J. R. (2015). The effect of an acute ingestion of Turkish coffee on reaction time and time trial performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(1), 45–54.
- Krejčí, I. (2000). *O kávě a čaji, aneb, Víme, proč je pijeme?*. Praha: Grada.
- Kukačka, V., Maršálek, M., & Zedníková, J. (2006). Změny reakční doby u jezdců po tréninkové zátěži. *Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice, Series for Animal Sciences*, 23(1), 59–63.
- Kukačka, V., Pavličíková, H., & Žižkovský, M. (2016). Vliv alkoholu na reakční dobu u mužů. *Studia Kinanthropologica*, 17(3), 311–318.
- Loder, E. (2005). Fixed drug combinations for the acute treatment of migraine: place in therapy. *CNS Drugs*, 19(9), 769–784.
- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Nawrot, P., Jordan, S., Eastwood, J., Rotstein, J., Hugenholtz, A., & Feeley, M. (2003). Effects of caffeine on human health. *Food Addit. Contam.*, 20(1), 1–30.

- Petříková, V., & Patočka J. (2006). *Káva očima toxikologa*. Získáno 3. květen 2013, z http://www.pmfhk.cz/VZL/VZL%203.4_2006/007%20Petrikova-T.pdf.
- Pokorná, J., & Matějová, H. (2010). Pitný režim. *Výživa a potraviny*, vol. 65, 38–40.
- Reissig, C. J. (2009). Caffeinated energy drinks-A growing problem. *Drug Alcohol Depem*, 99(1–3), 1–10.
- Senel, O., & Eroglu, H. (2006). Correlation between reaction time and speed in elite soccer players. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 4(2), 126–130.
- Scholey, A., & Haskell, C. (2008). Neurocognitive effects of guarana plant extract. *Drugs Future*, 33(10), 869–74.
- Schlittenlacher, J., & Ellermeier, W. (2015). Simple reaction time to the onset of time-varying sounds. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77(7), 2424–2437.
- Straus, J., & Danko, F. (2009). Reakční čas na náhodný podnět vyjadřující komplexní motorickou odezvu- pilotní studie. *Pohybové ústrojí*, 16(1–2), 52–63.
- Štulrajter, V., & Starší, J. (1988). Význam merania reakčného času u hokejových brankárov. *Teor. Praxe těl. Vých.*, 36(5), 262–270.
- Valíček, P. (2002). *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Vyd. 2., upr. a dopl. Praha: Academia.
- Velíšek, J. (2002). *Chemie potravin 3*. 2. upr. vyd. Tábor: OSSIS.
- Verbeeck, R., (2008). Pharmacokinetics and dosage adjustment in patients with hepatic dysfunction. *Eur. J. Clin. Pharmacol*, 64(12), 1147–1161.
- Winston, A. P., Hardwick, E., & Jaber, N. (2005). Neuropsychiatric effects of caffeine. *Advances in Psychiatric Treatment*, 11(11), 432–439.
- Williams, J. M., & Andersen, M. B. (1997). Psychosocial influences on central and peripheral vision and reaction time during demanding tasks. *Journal of Behavioral Medicine*, 22(4), 160–167.

doc. PaedDr. Vladislav Kukačka, Ph.D.
Katedra výchovy ke zdraví PF, Na Sádkách 1687/1C
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
370 05 České Budějovice
kukacka@pf.jcu.cz