

Univerzita Karlova

1. lékařská fakulta

Specializace ve zdravotnictví

Nutriční terapeut



Nikola Kadlecová

Kofein a jeho vliv na sportovní výkon

Caffeine and its influence on sports performance

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

Praha, 2019

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité prameny a literatury. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 16.4.2019

NIKOLA KADLECOVÁ

.....

Podpis

Poděkování:

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. MUDr. Zdeňku Vilikusovi, CSc. za odborné vedení, poskytnutí cenných rad a pomoc při organizaci provedené studie. Dále bych chtěla poděkovat všem zúčastněným, jejichž nadšení a vášně pro sport a sportovní výzvy umožnily vznik tomuto projektu.

Tuto práci věnuji své rodině, které bych tak ráda poděkovala za celoživotní podporu a pomoc s uskutečňováním všech mých snů.

Identifikační záznam:

KADLECOVÁ, Nikola. *Kofein a jeho vliv na sportovní výkon. [Caffeine and its influence on sports performance]*. Praha, 2019. 48 s., 5 příl., 6 tabulek, 2 obr., 2 grafy. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, III. interní klinika 1 LF UK 2019. Vedoucí práce doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

Abstrakt:

Tato bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V první části se zabývá zejména vlastnostmi a historií kofeinu, mechanismy jeho působení na různé oblasti v těle, popisem sportovní aktivity a problematikou užívání kofeinu ve sportu jako dopingu. Na základě těchto teoretických východisek je zpracována praktická část, kde je popsán výzkumný projekt o sledování účinků kofeinu při střednědobé vytrvalostní zátěži.

Cílem práce je zjistit, jak ovlivní konzumace kofeinu před sportovní zátěží výkon jedince. K tomuto účelu byl použit experiment, zda kofein zlepší výkon v běhu na 1 500 metrů. Experimentu se zúčastnilo 16 osob, s průměrným věkem 25,8 let a průměrným BMI 24. Do testování byl zařazen kontrolní běh bez požití jakékoli podpůrné látky a běh s kofeinem, kdy byl účastníkům 1 hodinu předem podán kofein v celkové dávce 3 mg/kg hmotnosti. Po porovnání mělo 10 osob kratší čas pod vlivem kofeinu a výsledky celého výzkumného souboru odhalily v průměru zlepšení o 3,5 sekundy, Nicméně tento výsledek není dle statistického zhodnocení signifikantní ($p=0,306$), kofein tedy za těchto podmínek významně nepodpořil výkon daných jedinců.

Klíčová slova: běh, doplňky stravy, kofein, sport, výkon

Abstract:

This bachelor thesis is composed of theoretical and practical part. The first section focuses on characteristics and history of caffeine, its effects on different parts of the body, description of sport activity, and matters of using caffeine as a form of doping in sports. On the basis of the theoretical foundation, I have composed practical part where research project is described. The project consisted of observation of the effects of caffeine during medium-term endurance activity.

The aim of this thesis is to discover how consumption of caffeine before a sport activity can affect performance of an individual. For that purpose, I have used an experiment which should determine if caffeine improves performance in 1,500-metre run. The experiment involved 16 people 25.6 years old on average and with average BMI of 24. The testing included test run without the consumption of caffeine and run with caffeine when 1 hour before the run the participants got caffeine of total dosage of 3 mg/kilogram of their weight. After the comparison, the results showed that 10 people had better performance after consumption of caffeine, and overall there was 3,5-seconds improvement. Nevertheless, the results are not significant according to statistical assessment ($p=0,306$), and therefore caffeine did not support the performance of the individuals.

Key words: run, dietary supplements, caffeine, sport, performance

Seznam použitých zkratek

ATP	adenosintrifosfát
ADP	adenosindifosfát
BMI	Body Mass Index
cca	cirka
CNS	centrální nervová soustava
CP	kreatinfosfát
č.	číslo
dl	decilitr
g/kg	gram na kilogram
kg	kilogram
km/h	kilometry za hodinu
např.	například
m	metr
mg	miligram
mg/kg	miligram na kilogram
μg/ml	mikrogram na mililitr
s	sekunda
SF	srdeční frekvence
tzn.	to znamená
VFN	Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

Obsah

Seznam použitých zkratek.....	7
Úvod	10
TEORETICKÁ ČÁST	11
1. Kofein a účinky na zdraví.....	11
1.1. Chemické složení a vlastnosti.....	11
1.2. Historie.....	11
1.3. Výskyt.....	12
1.4. Metabolismus kofeinu	13
1.5. Hlavní oblasti působení kofeinu.....	14
1.6. Přínosné účinky na zdraví.....	15
1.7. Nežádoucí účinky na zdraví.....	16
2. Sportovní aktivita	18
2.1. Energetický metabolismus	18
2.2. Anaerobní zátěž	19
2.3. Aerobní zátěž	19
2.4. Druhy fyzické zátěže.....	19
3. Vliv kofeinu na organismus při sportovní aktivitě.....	21
3.1. Mechanismy působení kofeinu při sportu	21
3.2. Doping	24
3.3. Formy užívání kofeinu	25
3.4. Dávkování.....	25
3.5. Kofeinová tolerance	25
PRAKTICKÁ ČÁST	27
4. Cíl práce.....	27
5. Stanovení výzkumných otázek.....	27
6. Metodika	27
6.1. Organizace průběhu testování	27
6.2. Charakteristika výzkumného souboru	28
6.3. Průběh studie	28
6.4. Použité metody ke statistickému zhodnocení výsledků	29
7. Výsledky	30
7.1. 1.část	30
7.2. 2.část	33
7.3. 3.část	34

8. Diskuze	35
9. Závěr.....	39
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	40
PŘÍLOHY.....	43
Příloha č.1 Seznam obrázků, tabulek a grafů	43
Příloha č.2 Informovaný souhlas.....	44
Příloha č.3 Souhlas přednosty zdravotnického pracoviště	45
Příloha č.4 Text informací pro subjekty hodnocení	46
Příloha č.5 Vyjádření Etické komise VFN.....	47

Úvod

Pro svoji bakalářskou práci jsem si vybrala téma o kofeinu a jeho účincích na sportovní výkon. Kofein je stále častěji diskutované téma, ale dodnes o něm ještě nevíme vše. Nové studie neustále přinášejí dosud nepoznané účinky kofeinu na lidský organismus, ukazují prospěšné účinky na zdraví a zároveň i možné nežádoucí účinky. Jelikož je kofein látkou, která se v určité podobě nachází asi v každé z domácností, není divu, že i sportovci tuto snadno dostupnou látku hojně využívají pro své ergogenní vlastnosti. I když již od roku 2004 není tato látka na Seznamu zakázaných látek a metod dopingů, je i nadále zařazen do Monitorovacího programu především proto, aby případně došlo k odhalení jeho zneužití ve sportu.

Cílem práce je zjistit, jak ovlivní konzumace kofeinu před sportovní zátěží výkon jedince. K tomuto účelu použiji experiment, zda kofein zlepší výkon v běhu na 1 500 metrů.

Nejprve se obecně zaměřím na popis kofeinu jako látky, chemické složení a vlastnosti. Neopomenu uvést ani komodity potravin, ve kterých se může kofein běžně vyskytovat. Za zajímavé považuji i pár poznámek k historii kofeinu, tedy jeho objevení a následné rozšíření do světa. Po konzumaci kofeinu v jakékoli formě dochází v lidském organismu k zapojení určitých metabolických drah, jež se podílejí na vytváření konkrétního účinku. Těmto účinkům na různé oblasti v těle bude také samozřejmě věnována pozornost. Ve druhé kapitole uvedu stručný popis fyzické aktivity, využití energetických substrátů a rozdělení fyzické zátěže na několik druhů především v závislosti na čase, po který jedinec danou aktivitu provozuje. Zároveň zde bude popsána přímo i střednědobá vytrvalostní zátěž, na které následně ověřím účinek kofeinu v praktické části práce. Třetí kapitola bude v první řadě obsahovat děje, které se podílí na vlivu podaného kofeinu na sportovní aktivitu. Rozvedu zde možné mechanismy působení kofeinu, díky nimž se eventuálně ovlivní výkon jedince. Závěrem teoretické části práce zmíním zejména výše uvedený dřívější zákaz používání kofeinu ve sportu a kofeinovou toleranci, která se stala překážkou v pravidelném užívání kofeinu jako prostředku stimulace.

Praktická část této práce zahrnuje experiment sledování účinku kofeinu při sportovní aktivitě, konkrétněji při střednědobé vytrvalostní zátěži. Jedná se o skupinu dobrovolníků, kteří dvakrát podstoupí běh o délce 1 500 m v intervalu 14 dnů. Při kontrolním pokusu poběží bez požití jakékoli podpůrné látky a před dalším během jim bude 1 hodinu předem podán kofein v celkové dávce 3 mg/kg hmotnosti účastníka. Výsledky budou následně porovnány pomocí T-testu a popsány v příslušné kapitole.

Souhlasné stanovisko k provedené studii je přiloženo v příloze č.5 Vyjádření Etické komise VFN.

V celé práci je použita citační norma APA.

TEORETICKÁ ČÁST

1. Kofein a účinky na zdraví

1.1. Chemické složení a vlastnosti

Kofein je jednou z nejčastějších a nejrozšířenějších látek užívaných pro účely stimulace organismu. Jedná se o purinový alkaloid, který patří do skupiny methylxantinů. Bylo zjištěno, že kofein se syntetizuje ve 3 na sobě navazujících krocích, a to 7-methylxantin, 3,7-methylxantin (theobromin) a 1,3,7-methylxantin (kofein). (Tolley, 2014) Přesný název tedy zní 1,3,7-trimethylxantin s chemickým vzorcem $C_8H_{10}N_4O_2$. Čistý kofein je bílý prášek bez zápachu s lehce nahořklou chutí a s téměř neutrálním pH, které se rovná 6,9.

1.2. Historie

Přestože neexistují jednoznačné důkazy, někteří antropologové se shodují, že většina kofein poskytujících rostlin byla objevena v paleolitu, přesněji cca 700 000 let př.n.l. Lidé již v mladší době kamenné pravděpodobně žvýkali semena, kůru, listy i kořeny těchto rostlin, a to především kvůli jejich stimulačnímu účinku. Zanedlouho se tyto části začali požívat v podobě pasty, tedy namleté či jinak rozdrcené. Technika zalití namletých plodů kávovníku horkou vodou, která nám přinesla dnes velmi oblíbenou kávu, byla objevena až mnohem později. Od 17. století, kdy byl tento nápoj dovezen do Evropy, se může stále pyšnit statutem jednoho z nejrozšířenějších horkých nápojů. (Weinberg, 2001)

Na oblíbenosti tedy káva získala v průběhu 18. a 19. století, kdy byla považována za nápoj vyšších vrstev a symbol luxusu.

Z dalších zdrojů kofeinu mohu zmínit i dnes také velmi populární čaj. Za jeho rozšíření vděčíme Dynastii Ming, která vládla v Číně od 14. století do poloviny 17. století. Za éry tohoto vládnoucího rodu se popíjení čaje stalo nejen jistým kulturním rituálem, ale i součástí běžného života. Do Evropy se dostal v 18. století dovezením do Velké Británie. (Fredholm, 2011)

Kofein jako chemickou látku poprvé objevil Friedlieb Ferdinand Runge v roce 1819, toho času mladý lékař německého původu, který se s oblibou věnoval svým laboratorním pokusům. Při jednom z těchto pokusů se mu náhodou dostal do oka extrakt z rulíku zlomocného, následkem toho došlo k dilataci zornice a rozmazanému vidění. Posléze se seznámil se spisovatelem a nadšeným amatérským vědcem jménem Johann Wolfgang von Goethe. Předvedl mu poznatek na své kočce a nadšený Goethe mu věnoval hrst kávových zrn, aby na základě analýzy zjistil, jaká stimulační látka se v kávě ukrývá. O pár měsíců později Runge tento alkaloid úspěšně extrahoval. (Weinberg, 2001)

Rungeho prvotní označení pro tento relativně čistý kofein bylo „Kaffebase“. Naprosto čistý kofein izoloval o dva roky později Francouz Pierre Jean Robiquet. V roce 1895 se podařilo německému chemikovi Hermannu Emilu Fischerovi kofein syntetizovat a za tento úspěch obdržel v roce 1902 Nobelovu cenu. (Slíva, 2017)

1.3. Výskyt

Kofein se přirozeně vyskytuje ve více než 60 rostlinách. Mezi hlavní zdroje patří kávová semena, čajové lístky, kolová semena a kakaové boby.

Nejznámější výskyt a zároveň nejvyšší množství kofeinu je v plodech rostliny kávovníku. Nejpěstovanějšími rostlinami jsou Kávovník arabský (*Coffea arabica*) a Kávovník statný (*Coffea canephora*). Z prvního výše uvedeného kávovníku se získává káva Arabica, která na trhu zaujímá 70 % světové produkce. Z Kávovníku statného se vyrábí káva Robusta a pěstuje se ho přibližně 30 % ze světové produkce kávy. Extrakcí mletých pražených bobulí v horké tekutině se připravuje nápoj zvaný káva. Kávové plody obsahují vedle kofeinu i další chemické látky, jejichž poměr závisí jak na druhu a původu kávy, tak na způsobu pražení. Ku příkladu se zde vyskytují kyseliny kávová a chinová, kyselina chlorogenová, polysacharidy, proteiny, tuky a vosky. V kávě najdeme i některé minerální látky, zejména draslík, hořčík, vápník, fosfor, mangan a železo. Množství kofeinu v běžném šálku kávy (0,5 až 1,5 dl) se pohybuje od 50 do 200 mg. (Petriková & Patočka, 2006)

Dalším zdrojem kofeinu je čaj. Tento nápoj se získává extrakcí listů čajovníku, především Čajovníku čínského (*Camellia sinensis*) a vyskytuje se zde spolu s teofylinem. Obsah kofeinu v čaji se pohybuje okolo 20 až 73 mg na 100 ml, a tak se čaj řadí na druhé místo s přirozeným obsahem kofeinu. Přesné množství kofeinu se odvíjí od druhu čaje. K dispozici jsou čaje černé, zelené, červené i bílé v závislosti na postupech v jejich výrobním procesu. Nicméně jsou dnes dostupné i exotičtější čaje, např. Yerba maté, který se připravuje z Cesmíny paraguayské (*Ilex paraguariensis*). (Tolley, 2014)

Třetí příčku v žebříčku přírodních zdrojů kofeinu zaujímají již zmiňované kakaové boby (semena Kakaovníku pravého), kde je kofein obsažen spolu s theobrominem, a to v množství přibližně 0,4 %. V čokoládě se podle množství kakaa v ní vyskytuje 5–20 mg kofeinu na 100 g výrobku. (Tolley, 2014)

Nelze opomenout ani méně známé rostliny přirozeně obsahující kofein, ku příkladu guarana (semena rostliny *Paulina cupana*) či kolová semena. (Gurley, Steelman & Thomas, 2015)

Na trhu je dnes velká nabídka nápojů obohacených o kofein, jedná se především o limonády, energetické nápoje a další ochucené drinky.

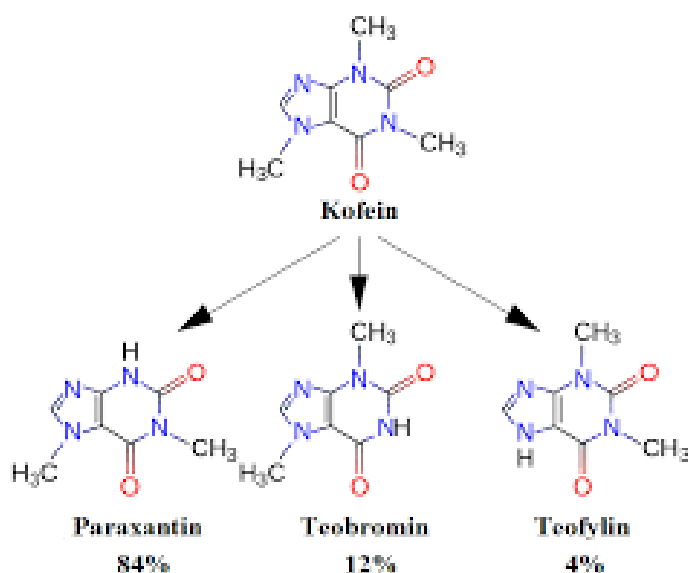
1.4. Metabolismus kofeinu

Pro pochopení účinků je důležité nejdříve poznat, jak se kofein chová v těle z hlediska chemické struktury a jak je fyziologicky absorbován. Chemickou strukturu a hlavní metabolity kofeinu znázorňuje Obr.1: Biotransformace kofeinu.

Po požití se kofein téměř všechen vstřebává již v žaludku a tenkém střevě. Posléze se distribuuje celkem rovnoměrně ve všech orgánech a tělesných tekutinách, mozek nevyjímaje. Metabolizuje se v játrech a následně jsou tyto látky vyloučeny močí. (Petriková & Patočka, 2006)

V játrech vzniká z molekul kofeinu celkově cca 25 různých látek zbavených svých původních kofeinových účinků. (Kukačka, Kastnerová & Bauerová, 2018)

Obr. č.1 Biotransformace kofeinu (Slavíková, 2016)



Hlavními metabolity, které vznikají biotransformací v játrech, jsou paraxantin, teobromin a teofylin. Tyto metabolity se do krevního oběhu dostanou za 15–45 minut. Vrcholné koncentrace kofein dosahuje přibližně 1 hodinu po požití. Díky rozpustnosti kofeinu v tucích prochází bez obtíží i hematoencefalickou bariérou. Z těla odchází močí 3–10 % kofeinu v nezměněné podobě. Koncentrace a vyloučení z těla jsou úměrné rychlosti absorpce a metabolismu, obvykle se snižuje o 50–75 % za 3 až 6 hodin po příjmu kofeinu. (Goldstein et al., 2010)

Tolley (2014) uvádí jako poločas rozpadu kofeinu dokonce mnohem širší rozmezí, a to 2,5 až 10 hodin po požití. Takový rozsah zdůvodňuje velkou individuální variabilitou mezi jedinci způsobenou jak geneticky, tak zevními vlivy prostředí.

Zároveň je důležité zmínit i fakt, že s fyzickou aktivitou se nemění farmakokinetika kofeinu v organismu, tzn. nedochází ke změně ve vstřebávání, distribuci, metabolismu ani eliminaci této látky z těla. Nezvyšuje se tedy poločas rozpadu kofeinu, a tak je doba vyloučení kofeinu z těla stejná v klidu i při sportovní zátěži. (Graham, 2001)

U jedinců s těžkým onemocněním jater může docházet ke zvýšení poločasu jeho rozpadu a důsledkem toho ke kumulaci kofeinu v organismu. (Kukačka et al., 2018)

1.5. Hlavní oblasti působení kofeinu

Centrální nervový systém

V době před spaním či v okamžiku únavy a celkového vyčerpání si organismus vytváří adenosin. Základní schopností kofeinu je navázat se na tuto chemickou látku a zablokovat ji. Kofein na rozdíl od adenosinu stahuje mozkové cévy a tím docílí zvýšení mozkové činnosti. Díky tomu začnou nadledvinky produkovat adrenalin, který způsobí zrychlení srdeční frekvence, prohloubení dýchání a celkově uvede organismus do pohotovostního stavu. Zároveň stáhne cévy na povrchu těla, čímž zvýší prokrvení svalů a následně i krevní tlak. (Kohout, 2014)

Jedincům s nedostatkem spánku kofein poskytuje široké spektrum výhod zahrnujících podporu bdělosti, zlepšení učení, usnadnění procesu rozhodování i prokazatelně zlepšuje schopnost koncentrace. Toto jsou pravděpodobně hlavní důvody, proč tolik lidí pije kávu či jinak konzumuje kofein téměř každý den. (Tolley, 2014)

U starších lidí se může projevit i paradoxní jev, kdy po konzumaci kofeinu v množství adekvátním přibližně dvěma šálkům kávy usínají a celkově spí mnohem lépe než bez kávy. (Petriková & Patočka, 2006)

Vylučovací systém

Kofein také zvyšuje průtok krve ledvinami a tím i glomerulární filtraci. Tato diuretická schopnost kofeinu je i nadále studována a dosavadní studie dokazují, že u lidí požívajících kofein pravidelně ve středních dávkách se vyvíjí hluboká tolerance a diuretický účinek mizí. Zvýšená produkce moči se objevila pouze u lidí, kteří nekonzumují dlouhodobě žádný kofein a nárazově přijmou vyšší dávku této látky (cca 250–300 mg). Pravděpodobně nehrozí riziko, že by např. pravidelná konzumace nápojů obsahujících kofein vedla k nadměrné ztrátě tekutin či by byla spojena se špatným stavem hydratace. (Tolley, 2014)

Kardiovaskulární systém

Kofein má pozitivně chronotropní (zvyšuje srdeční frekvenci) a ionotropní (zesiluje stah srdečního svalu) efekt. Tyto účinky jsou způsobeny schopností kofeinu blokovat srdeční adenosinové receptory. Avšak kofein není používán jako primární látka při léčbě srdečního

selhání, protože jeho stimulační účinek na nervový systém a potenciální nežádoucí účinky na srdeční rytmus převažují nad jakýmkoli potenciálními přínosy této terapie. Existuje totiž rozšířené přesvědčení, že kofein, zejména při vysokých dávkách, je spojen s nepříjemným bušením srdce a zvýšeným počtem arytmií. Neexistuje však žádný důkaz, že kofein v dávkách typicky konzumovaných může vyvolat spontánní arytmií (Tolley, 2014)

Respirační systém

Obecně methylxantiny stimulují respirační centrum a působí bronchodilatačně. Díky těmto vlastnostem se běžně používají k léčbě respiračních onemocnění. (Tolley, 2014)

1.6. Přínosné účinky na zdraví

Mezi hlavní pozitivní účinky požití kofeinu patří jeho stimulující efekt. Nejvíce ho lze uplatnit při zmírnění bolesti hlavy, snížení stupně únavy, zlepšení koncentrace a celkové pracovní výkonnosti. Někteří jedinci používají kofein i jako prostředek pro zlepšení nálady. (Kukačka et al., 2018)

Kofein má své uplatnění i ve farmakologii, kde se využívá především jeho vlastnosti usnadňovat vstřebávání současně podaných substancí. (Slíva, 2017) Nejčastěji se přidává do některých analgetik/antipyretik a toto vzájemné působení tak podněcuje jejich účinek. Používá se tedy při infekčních a horečnatých onemocněních. (Kukačka et al., 2018) Zároveň je kofein častou součástí analgetik i díky jedné z jeho hlavních schopností blokovat receptory adenosinu, tedy podporovat zmírnění bolesti. (Máček & Máčková, 2011)

Jak bylo zmíněno výše, methylxantiny se používají v léčbě respiračních poruch. Kofein se aplikuje při terapii apnoe nedonošených novorozenců. Umí stimulovat respirační centrum a zvýšit jeho citlivost na oxid uhličitý, zároveň dokáže zlepšit kontraktilitu bránice. (Tolley, 2014) Dále je v klinice využíván teofylin, který uvolňuje hladkou svalovinu průdušek a tím přispívá k léčbě průduškového astmatu. Známý jsou i jeho protizánětlivé účinky. (Kukačka et al., 2018) Teofylin, navzdory úzkému terapeutickému rozmezí a eventuálně závažným nežádoucím účinkům, je v této oblasti nejrozšířenějším klinicky užívaným přípravkem. I teobromin, jakožto metabolit kofeinu, je znám pro své antitusické účinky. (Tolley, 2014)

Neméně důležité využití se mu dostává i jako antidotum při otravách narkotiky či alkoholem. (Kukačka et al., 2018) Pokud jde o vztah mezi kofeinem a alkoholem, kofein sice oddaluje pocit opilosti, ale tím zesiluje negativní účinky alkoholu. Bylo také prokázáno, že kofein částečně antagonizuje působení alkoholu na paměť, ale již neovlivňuje narušenou motoriku a prodloužený rekreační čas. Všechny důsledky samozřejmě závisí na velikosti dávek obou látek. (Slíva, 2017)

Kofein, především jeho hlavní metabolit paraxantin, blokuje adenosinové receptory a chrání proti dopaminergní neurodegeneraci a ztrátě synaptické funkce neuronů. Jelikož

dopamin je látka, která chrání proti Parkinsonově chorobě, lze díky této souvislosti mezi kofeinem a dopaminem uvažovat o možném snížení rizika vzniku této choroby. (Petriková & Patočka, 2006; Kukačka et al., 2018)

Další účinek, jenž je popisován v souvislosti se zvýšením koncentrace dopaminu vlivem konzumace kofeinu, je navození pocitu štěstí a spokojenosti. Dále navozuje jasnější a efektivnější myšlení, ale při nadměrné konzumaci kofeinových produktů má člověk potíže si přijaté informace uložit do paměti. (Kohout, 2014)

Souvislost mezi konzumací kofeinu a rozvojem diabetu mellitu je v současnosti intenzivně zkoumána. Dosavadní studie popisují potenciální účinky kávy na zlepšení glukózové tolerance prostřednictvím podpory energetického metabolismu, stimulaci beta buněk pankreatu a zvýšení citlivosti na inzulín. Většina těchto mechanismů zatím zůstává neznámá. (Tolley, 2014)

Za úvahu stojí i možný příznivý vliv kofeinu na krevní zásobení mozku a protekci hematoencefalické bariéry. (Slíva, 2017)

1.7. Nežádoucí účinky na zdraví

Nežádoucí účinky kofeinu se odvíjí od mnoha faktorů, které působí individuální rozdíly mezi jedinci požívajícími kofein. Tyto faktory spolu s nepříznivými i vedlejšími účinky popíše v následující kapitole. Každopádně kofein sám o sobě není nijak zvlášť zdravotně nebezpečný a Tolley (2014) ve své publikaci uvádí, že neexistují žádné přesvědčivé důkazy o tom, že mírná konzumace kofeinu představuje u zdravých dospělých významné zdravotní riziko.

Nežádoucí účinky požívání kofeinu jsou velmi individuální a závisí především na dávkování. Mezi hlavní nežádoucí účinky můžeme zařadit zejména bolest hlavy, nespavost, podráždění trávicího ústrojí i močopudné účinky. (Máček & Radvanský, 2011)

Již zmíněné nežádoucí účinky můžeme spolu s nesoustředěností, neklidem a celkovým znemožněním jemné motoriky přisoudit nejen produkci adrenalinu, ale i kortizolu, na kterou tělo reaguje zvýšením krevního tlaku a zrychlením srdeční pulzace. Celkově se tak zrychlí lidský metabolismus. (Kohout, 2014)

Někteří jedinci mohou být na kofein jinak citliví a v takovém případě nezáleží tolik na dávce, nýbrž na rychlosti jeho vyloučení z těla. Mají totiž tzv. "gen pomalého metabolizéru", kvůli kterému nedokáží vyloučit kofein dostatečně rychle a u takových lidí bychom měli být obezřetní v souvislosti s konzumací kávy, zejména mají-li v anamnéze i jiné kontraindikace podání větší dávky kofeinu, např. kardiovaskulární onemocnění. (Kohout, 2014)

Problém s nedostatečně rychlým vylučováním kofeinu z těla mohou mít i již výše zmínění jedinci s onemocněním jater. I ti by měli být obezřetní na množství zkonsumované kávy.

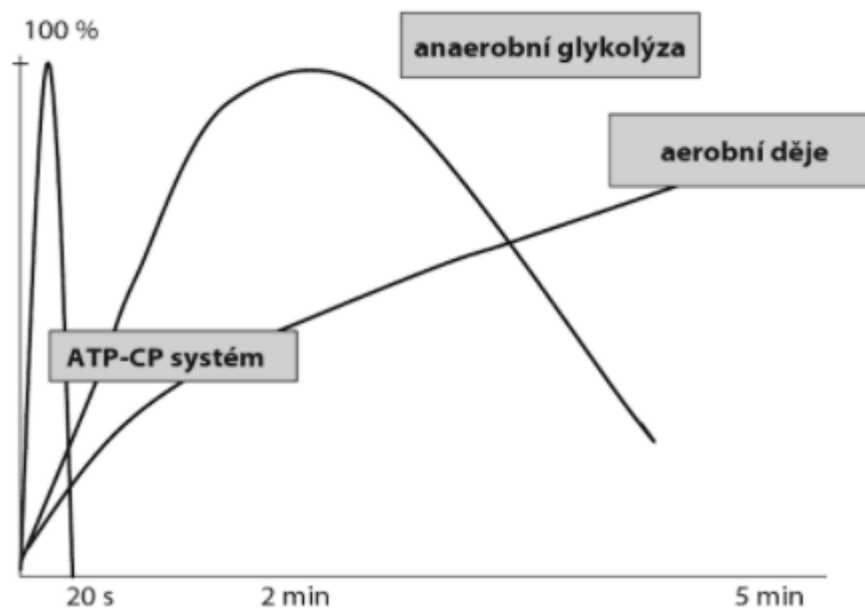
2. Sportovní aktivita

Účelem této kapitoly je přispět k lepšímu pochopení působení kofeinu na lidský organismus v rámci provozování určitého typu sportovní aktivity. Z tohoto důvodu zde přiblížím metabolismus při zátěži, zdroje energie a popíši druhy sportovní zátěže. Zaměřím se především na střednědobou vytrvalostní zátěž, která v praktické části následně poslouží k prověření a zhodnocení účinků kofeinu na sportovní výkon. Metabolismus při provozu fyzické aktivity znázorňuje Obr. 1: Zapojení různých metabolických systémů v závislosti na čase.

2.1. Energetický metabolismus

Při fyzické aktivitě tělo využívá různé energetické substráty v závislosti na intenzitě a délce trvání zátěže. Při potřebě energie čerpá organismus nejdříve z tzv. bezprostředních zdrojů, mezi které se řadí adenosintrifosfát (ATP), adenosindifosfát (ADP) a kreatinfosfát (CP). Zásoby těchto makroergních fosfátů vystačí po dobu několika sekund, přesněji ATP 1–3 sekundy, CP 10–15 sekund. Proto se při štěpení dalších zdrojů energie (viz níže) neustále obnovují a bylo zjištěno, že maratónský běžec v průběhu 2,5 hodin dlouhého závodu vyprodukuje až 80 kg ATP. V případě pokračování v provozování fyzické aktivity se jako zdroje energie využívají tzv. náhradní zdroje, tedy cukry, tuky a bílkoviny. (Bartůňková, 2013)

Obr. č.2 Zapojení různých metabolických systémů v závislosti na čase (Pastucha, 2014)



2.2. Anaerobní zátěž

Při anaerobní zátěži dochází ke glykolytickému způsobu uvolňování energie, tzn. získávání energie přeměnou glykogenu. Toto probíhá bez přístupu kyslíku a jako meziprodukt vzniká kyselina mléčná (laktát), která byla dříve považována za odpadní produkt a sloužila v první řadě k vysvětlování vzniku svalové únavy. V současnosti je již známo, že laktát je zejména při mírné krátkodobé zátěži i významným energetickým zdrojem. (Máček & Radvanský, 2011)

Při glykolýze bez přístupu kyslíku vzniká mnohem méně energie než při oxidativní fosforylaci, takže není možné běžet stejně intenzivně po celou dobu. Nastupuje ale rychleji a z tohoto důvodu se využívá především při krátkodobém výkonu nebo při zrychlení v závěrečném finiši. (Vilikus, 2015)

2.3. Aerobní zátěž

Aerobní zátěž je proces, při kterém získáváme energii oxidativní fosforylací, tedy přeměnou volných mastných kyselin po uvolnění triacylglycerolu nebo krevní glukózy ze zásob jaterního glykogenu za přístupu kyslíku. Jako konečné produkty vznikají oxid uhličitý a voda. Tento mechanismus se uplatňuje při dlouhodobějších vytrvalostních výkonech i při trvalé aktivitě některých svalových skupin. (Máček & Radvanský, 2011)

Při anaerobní glykolýze vznikají pouze 2 molekuly ATP, zatímco při oxidativní fosforylaci vzniká 38 molekul ATP a má tedy nejvyšší energetickou výtěžnost. V důsledku štěpení tuků vzniká 17 molekul ATP. (Vilikus, 2015)

2.4. Druhy fyzické zátěže

Fyzickou aktivitu mohou dělit více způsoby pomocí různých měřítek. Při každé z nich jsou využívány jiné energetické substráty. Vilikus (2015) rozdělil zátěže z hlediska časového rozmezí, popř. uběhnuté vzdálenosti na:

- Rychlostní – dle trénovanosti sportovce trvají 10 až 20 sekund a zahrnuje sprinty na 100 a 200 m. Hlavními energetickými substráty jsou v tomto případě makroergní fosfáty (ATP, CP).
- Rychlostně-vytrvalostní – trvají cca 45 až 60 sekund a jde především o běhy na 400 m. Jako zdroj energie je zde k obnově ATP využívána v první řadě glukóza a tento děj probíhá bez přítomnosti kyslíku, jde tedy o anaerobní glykolýzu, při které vzniká kyselina mléčná.
- Krátkodobá vytrvalostní – doba trvání je nejčastěji do 2 minut a je to např. běh na 800 m. V tomto případě se již začíná kromě anaerobní glykolýzy uplatňovat i oxidativní fosforylace

- Střednědobá vytrvalostní – v čase 3 a půl minuty až 13 minut se jedná o běhy na 1500 až 5000 m. Při tomto běhu je stále prvotně využívána krevní glukóza, popř. zásoby jaterního glykogenu a metabolismus probíhá převážně za využití kyslíku. Tvorba laktátu není už tak výrazná a během zátěže se stačí průběžně odbourávat.
- Dlouhodobá vytrvalostní – zahrnuje běhy v čase přibližně od 13 minut do 1 hodiny, a to mohou být vzhledem k trénovanosti jedince běhy o délce 5 km až 21 km. Jako zdroj energie se zde začínají uplatňovat vedle glukózy i lipidy, kdy se tuky procesem lipolýzy štěpí na glycerol a mastné kyseliny za současného uvolnění energie.
- Velmi dlouhá vytrvalostní – do této skupiny patří běhy o velké časové náročnosti, v případě maratónského běhu (42,5 km) je to cca 2–4 hodiny. Oxidativní fosforylace zůstává dominantním dějem, ale s prodlužující se zátěží se zvyšuje i podíl lipolýzy a následně se při získávání energie začínají zapojovat i aminokyseliny a probíhá proces glukoneogeneze, tedy přeměny na sacharidy. Tento děj není pro tělo moc výhodný, každopádně je tato schopnost nezbytná pro dokončení závodu po vyčerpání zásob glykogenu.

Další dělení z hlediska intenzity shrnuje tabulka č.1 Pohybové aktivity z hlediska intenzity fyzického zatížení

Tabulka č.1 Pohybové aktivity z hlediska intenzity fyzického zatížení (Bartůňková, 2013, upraveno)

Intenzita činnosti					
	Maximální	Submaximální	Střední		Mírná
			krátká	dlouhá	
trvání	sekundy	desítky sekund	minuty	desítky minut	hodiny
% nál. BMP	20 000	10 000	5000	1000	500
zdroje energie	ATP, CP	glykolýza anaerobní	glykolýza aerobní anaerobní	glykolýza aerobní lipolýza	glykolýza aerobní lipolýza
energie - kde	sval	sval	sval, krev		krev, sval
aerobně (%) anaerobně (%)	0-5 100-95	10-30 90-70	50 50	60-90 10-10	90-100 10-0
aktivity	sprint	400, 800 m běh	1,5-3 km běh	sportovní hry	rekreační sport

3. Vliv kofeinu na organismus při sportovní aktivitě

Ačkoli je vliv podávání kofeinu na sportovní výkon často využíván i zneužíván, vlastní mechanismy tohoto účinku dosud podrobně známy nejsou a stále probíhá jejich studování a testování. (Máček & Máčková, 2011)

Často se ale očekávané důsledky nedostaví. Děje se tomu tak především kvůli individuální variabilitě ve vlivu kofeinu na výkonnost.

Autoři se ve své publikaci zaměřují i na tuto problematiku a uvádí „*Individuální rozdíly vlivu kofeinu na výkonnost se objevují u jednotlivých osob a vyvolávají pochybnosti o účinnosti tohoto podpůrného prostředku. Někteří autoři se pokoušejí rozdělovat příjemce na odpovídající a neodpovídající. Provádět pokusy se navrhuje pouze u těch osob, které odpovídají, ovšem tím není problém vyřešen. Důvody jsou zatím neznámé, a proto nepodložené je stanovisko zákazu nebo povolení kofeinu v závodním sportu.*“ (Máček & Máčková, 2011, p. 104)

3.1. Mechanismy působení kofeinu při sportu

Vysvětlení vlivu kofeinu na sportovní výkon se nabízí hned několik, neboť má kofein více oblastí působení. Vlastní oblasti působení jsem již dříve popsala, a proto se v této kapitole zaměřím spíše na možná vysvětlení vlivu kofeinu v souvislosti s fyzickou aktivitou. Je zřejmé, že většina níže přiblížených mechanismů na sobě závisí a v organismu se překrývají, tudíž se výsledný efekt na výkon jedince poskládá z více z nich.

Kvůli faktu, že kofein prochází membránami svalových i nervových buněk stejně snadno, je obtížné přesně určit, kde má svoji hlavní oblast působení, ale dosavadní výzkumy poukazují zejména na nervový systém. (Goldstein et al., 2010)

Blokace adenosinu a vliv na únavu a bolest

Jedno z předních míst z těchto účinků zaujímá schopnost blokovat adenosinové receptory. (Goldstein et al., 2010) Adenosin je molekula podobná kofeinu, ale s jiným efektem. Adenosin zvyšuje ospalost, zvyšuje citlivost na bolest, snižuje pohybovou aktivitu a působí vasodilatačně na malé cévy v CNS. (Máček & Máčková, 2011) Kofein působí antagonisticky na adenosinové receptory, čímž inhibuje negativní účinky adenosinu na neurotransmisi, vzrušení a vnímání bolesti. Tyto účinky přispívají k otupění vnímání námahy během cvičení. (Davis & Green, 2009)

„*Uplatnění kofeinu při bolesti předpokládá, že vedle zmíněného efektu na adenosin, se podílí při regulaci zátěže zvýšeným zapojením motorických svalových jednotek. Jestliže kofein snižuje bolest, pak umožňuje zapojení většího počtu jednotek a zvyšuje tak i svalovou sílu. Tato teorie by umožňovala vysvětlit působení kofeinu i při anaerobní zátěži. Jeho působení se však nepodařilo prokázat na záznamech EMG.*“ (Máček & Máčková, 2011,

p.106) Změny ve výkonu při anaerobní aktivitě se stále podrobně studují. Přestože pokusných studií je již dostatek, výsledky jsou zcela rozporné. Může to být způsobeno nejen různým uspořádáním pokusů, ale i stupněm trénovanosti probandů. (Máček & Máčková, 2011)

Ovlivnění využití zdrojů energie

V poslední době je tato oblast působení kofeinu intenzivně studována a jednotlivé studie došly k ne zcela jednoznačným závěrům.

Podle Goldstein et al., (2010) ovlivňuje kofein kromě působení na CNS i využití energetických substrátů při fyzické zátěži. Dokáže totiž šetřit glykogen a zvyšuje utilizace mastných kyselin.

Studie popsaná skupinou autorů Graham, Battram, Dela, El-Sohemy & Thong, (2008) také potvrzuje dovednost kofeinu zvýšit mobilizaci mastných kyselin z tukové tkáně. Na druhé straně hypotéza o podpoře oxidace mastných kyselin nebyla potvrzena dostatkem důkazů. Tato schopnost tedy není rozhodující při posuzování ergogenního efektu kofeinu. Jednotlivci však mohou reagovat odlišně a rozdílné výsledky mohou být způsobeny genetickou variací.

Sekrece katecholaminů

Sekrece katecholaminů souvisí především s vysoce intenzivní zátěží, jelikož ji tělo vyhodnotí jako poplachovou reakci, a tak zvýší sekreci adrenalinu. Ukazuje se ale, že při opakované zátěži vzniká postupná adaptace a produkce adrenalinu postupně klesá. Při několikátýdenním tréninku se snižuje odezva oběhového systému, snižuje se srdeční frekvence a mírně i krevní tlak, probíhá tedy adaptace na zátěž. Nicméně dochází k zesílení vlivu v oblasti metabolismu (např. k posílení glykogenolýzy a lipolýzy), a proto ke zvýšení sympatiko-adrenální odpovědi organismu. (Máček & Radvanský, 2011) Tento výrok potvrzuje i Kohout (2014, p. 210) a konstatuje: *„Adrenalin zároveň zrychluje odbourávání cukrů ve svalech, tedy zásobování svalů glukózou. To znamená, že kofein zvyšuje efektivnost tvorby glukózy ze zásobních látek, výrazně tím prodlužuje působení adrenalinu a tedy i aktivity organismu.“*

Spojitost mezi kofeinem a katecholaminy je dána především schopností kofeinu inhibovat enzym fosfodiesterázu. Důsledkem toho působí kofein zvýšené uvolňování katecholaminů a zároveň zvyšuje jejich účinek stimulací adrenergních receptorů. (Tolley, 2014)

Výzkumy zaměřené na sekreci katecholaminů (především adrenalinu) během fyzické zátěže při konzumaci kofeinu prokázaly zvýšenou sekreci adrenalinu oproti podání placeba. Zvýšená hladina adrenalinu potenciálně zvyšuje vyplavování glukózy a tímto mechanismem by měla zlepšit výkon. Nicméně ne vždy došlo ke zvýšení glykolytického toku při

pozitivním ovlivnění výkonu. Některé studie neprokázaly ani samotný účinek adrenalinu na zlepšení sportovního výkonu. Přestože adrenalin může hrát menší roli při zlepšování výkonu, zdá se nepravděpodobné, že se jedná o jeden z hlavních mechanismů zodpovědný za ergogenní efekt kofeinu. (Davis & Green, 2009)

Vznik kyseliny mléčné

Příčinná souvislost mezi množstvím kyseliny mléčné a podaným kofeinem je dodnes usilovně zkoumána, avšak dosavadní studie se leckdy lišily. (Máček & Máčková, 2011)

Ve většině případů, kdy docházelo po konzumaci kofeinu ke zlepšení výkonu, byla naměřena zvýšená hodnota kyseliny mléčné. Toto bylo vysvětlováno zejména vlivem kofeinu na nervový systém. Důsledkem tohoto mechanismu dojde ke zmírnění bolesti a otupění nepříjemných pocitů, které vysoce intenzivní zátěž vyvolává. Tělo tedy vydrží tuto aktivitu provádět déle (popř. opakovaně) a tím se úměrně zvyšuje i produkce laktátu ve svalech. (Davis & Green, 2009)

Vedle toho bylo zjištěno, že u některých osob se kyselina mléčná produkuje i v klidu jako vedlejší efekt podání kofeinu. U těchto osob ale nebylo zjištěno žádné zlepšení sportovního výkonu po dávce kofeinu. (Máček & Máčková, 2011)

Ovlivnění hladiny sodíku a draslíku

Podporou aktivity Na^+/K^+ ATPázy může kofein zvýšit dráždivost a kontrakční schopnost. Nejčastěji je tento jev vysvětlován poklesem koncentrace K^+ v plazmě, kdy se během svalové kontrakce objeví depolarizace svalových buněk provázená výlevem K^+ do extracelulární tekutiny a následně difunduje do krve. Kofein tedy tlumí zvyšování plazmatické hladiny K^+ v průběhu aerobního výkonu. Díky tomu se snižuje únava a vznikají příznivější podmínky pro další kontrakce. Příznivě zasahují i metabolity kofeinu (př. paraxantin) podporou transportu K^+ prostřednictvím stimulace Na^+/K^+ ATPázy. (Máček & Máčková, 2011 podle Davis & Green, 2009)

Ovlivnění hladiny vápníku

Kofein brání tlumivým purinům vázat se na jejich bílkovinné receptory, jež se nacházejí v hladké svalovině žlučovodů, pankreatických vývodů a střeva. Tímto mechanismem je spolu se schopností zesílit svalový stah navázáním se na ryanidové receptory způsobeno zvýšení hladiny vápníku a kontrakční síly ve svalech. (Vyskočil, 2017) Při požití velkého množství kofeinu či dokonce při předávkování může tento mechanismus působení s následkem zvýšeného uvolňování vápníku zapříčinit rozvrat vnitřního prostředí organismu. (Tolley, 2014)

3.2. Doping

Kofein, jakožto podpůrná látka užívaná mnoha vrcholovými i běžnými sportovci, byl vždy hodně tolerován. Mnoho let byl uzákoněn celkem shovívavý limit 12 µg/ml. koncentrace v moči, který odpovídal konzumaci 10–13 mg kofeinu na kg hmotnosti sportovce. Ku příkladu 70 kg vážící atlet by v podobě kávy musel vypít 5–7 šálků, aby dosáhl příjmu 700–900 mg kofeinu. (Spriet, 2014)

Tento limit byl zrušen v roce 2004, kdy Světová antidopingová agentura (WADA) vyškrtnla kofein ze seznamu omezených nebo zakázaných látek. Od té doby stále probíhají nové výzkumy vlivu kofeinu při fyzické zátěži. Je zajímavé, že tyto výzkumy stále probíhají za podávání středních (6 mg/kg hmotnosti) nebo nízkých (3 mg/kg hmotnosti) dávek kofeinu, zatímco by se dalo očekávat, že se tyto pokusné dávky po zrušení omezení zvýší. (Spriet, 2014)

Do letních olympijských her v Los Angeles v roce 1984 byl limit pro koncentraci kofeinu v moči 15 µg/ml. Tato hodnota se po těchto hrách, kdy byl při antidopingové kontrole odhalen rekordní počet dopujících sportovců, snížila na již výše zmíněných 12 µg/ml. Práh o této výši byl nastaven z důvodu odhalení atletů užívajících kofein za účelem zlepšení výkonu a vynechaní osob, které jsou zvyklé běžně pít kávu bez vedlejšího úmyslu. Ukázalo se ale, že ani při dávce 5–6 mg/kg nebyl pozitivní nález pravděpodobný a sportovci mohli nadále povzbuzovat svůj výkon bez jakýchkoli sankcí. Pro překročení povoleného limitu by zkonsumovaná dávka kofeinu musela být vyšší než 9 mg/kg hmotnosti. Na základě těchto skutečností není jasné, zda se tento zákaz zavedl primárně z důvodu bezpečnosti proti konzumaci vysokých dávek kofeinu, nebo z etického hlediska kvůli zabránění zvýhodnění dopujících sportovců. Každopádně, od té doby bylo po několik desetiletí naměřeno relativně málo pozitivních nálezů o zneužívání kofeinu. (Burke, 2008)

Nové tisíciletí však přineslo nemálo pochybností o hodnotě koncentrace kofeinu v moči jako ukazatele užívání kofeinu. Za prvé obsah kofeinu v moči nemusí být relevantní k požití dávce. Mohou ho ovlivnit různé faktory, a to zejména doba požití kofeinu v závislosti na odběru vzorku moči, schopnost organismu dostatečně kofein vstřebat a rychlost eliminace kofeinu z organismu. Svoji roli zde hraje i fakt, že část požitého kofeinu odchází z těla v nezměněné podobě, aniž by se jakkoli podílel na metabolismu. Za druhé je dle dosavadních studií již známo, že prokázané benefity přináší i celkem nízká dávka 2–3 mg/kg, která při testování projde jako negativní nález. Navíc je dokázáno, že se zvyšující se dávkou se již nezlepšuje výkon sportovce, neplatí zde tedy přímá úměrnost a příliš vysoké dávky neposkytují lepší výsledky. (Burke, 2008)

Na základě těchto poznatků byl 1. ledna 2004 limit pro koncentraci kofeinu v moči ze Seznamu zakázaných látek a metod dopingu vyškrtnut. A ačkoli se dnes používané dávky kofeinu ve svém množství v podstatě neliší od běžného pití kávy, je kofein zařazen do

Monitorovacího programu za účelem případného odhalení jeho zneužití ve sportu. (Burke, 2008)

3.3. Formy užívání kofeinu

Jedna z nejuznávanějších studií publikovaná skupinou autorů Graham, Hibbert a Sathasivam poukázala v roce 1998 na nejefektivnější formu užívání kofeinu. K porovnání vlivu na výkon jedince při běhu na běhacím páse bylo použito 5 komodit, kdy každá z nich byla požitá 1 hodinu před testováním. Test zahrnoval vodu a kofeinové tablety, kávu, kávu bez kofeinu, kávu bez kofeinu a kofeinové tablety a placebo. Obsah kofeinu ve vzorcích se rovnal 4.45 mg/kg hmotnosti. Při testu dokázali jedinci, jenž požili kofeinové tablety, zvětšit svoji pracovní kapacitu a uběhnout do vyčerpání v průměru o 2–3 km více než jedinci s jinou formou testovací látky.

Z výsledků výše uvedené studie vyplynulo zjištění, že kofeinové tablety fungují na ovlivnění sportovního výkonu lépe než jiné formy kofeinu. Tento fakt může být způsoben i tím, že káva obsahuje mnoho sloučenin vzniklých procesem pražení, které mohou snižovat vlastní účinek kofeinu jakožto inhibitoru adenosinu. (Goldstein et al., 2010)

3.4. Dávkování

Burke v roce 2008 na svých studiích zjistil, že nejlepších výsledků (přinejmenším ve vytrvalostním sportu) lze docílit pomocí nízké až střední dávky kofeinu. Podle něho se jedná o dávku 2–3 mg/kg. Toto množství už se nijak zvlášť neliší od každodenního příjmu běžné populace.

Naštěstí již bylo ohledně kofeinu vyvráceno motto: „Čím více, tím lépe“. Dávky nad 9 mg na kg hmotnosti neprokázaly vyšší efekt, naopak je při nich pouze vyšší riziko vedlejších účinků jako např. nevolnost, bušení srdce a nespavost. Nejlepších účinků v posledních studiích bylo dokázáno při dávkách 3–6 mg. (Maughan et al., 2018)

3.5. Kofeinová tolerance

Kofeinová tolerance neboli vymizení účinku kofeinu při pravidelné konzumaci se řadí na čestné místo v žebříčku studií, jejichž výsledky odhalily mnoho jedinců neodpovídajících na kofein.

Vznik kofeinové tolerance v závislosti na dávce a době expozice se v jedné z nejaktuálnějších studií z roku 2017 pokoušeli ověřit Beaumont et al. Tato dvojité zaslepená studie s kontrolní skupinou požívající placebo zahrnovala 18 zdravých mužů, kteří běžně téměř nepřijímali žádný kofein (méně než 75 mg denně). V rámci pokusu se konaly tři testy, před začátkem, ve 21 dní a po ukončení výzkumu. Po dobu čtyř týdnů přijímala skupina s kofeinem 1,5–3 mg/kg/den a akutní dávka kofeinu před výkonem činila 3 mg/kg účastníka. V úvodním testu byly výsledky rozdílné, tedy skupina po dávce kofeinu měla lepší výkon

než kontrolní skupina po placebo, ale v závěrečném testu se výsledky již nelišily. Došlo k rozvoji kofeinové tolerance v důsledku každodenní konzumace nízkých dávek kofeinu a akutní dávka tak neúčinkovala jako před zahájením výzkumu. Z výsledků studie vyplývá, že běžní konzumenti nízkých dávek kofeinu, kteří chtějí používat kofein za účelem zvýšení fyzického výkonu, by se měli vyvarovat chronické konzumaci. Tato studie byla zároveň první studií, která zkoumala rozvoj kofeinové tolerance v tak dlouhém časovém období.

PRAKTICKÁ ČÁST

4. Cíl práce

Cílem práce je zjistit, jak ovlivní konzumace kofeinu před sportovní zátěží výkon jedince. K tomuto účelu použiji experiment, zda kofein zlepší výkon v běhu na 1 500 metrů.

5. Stanovení výzkumných otázek

Za účelem prověření dosavadních zjištění prostřednictvím experimentu v podobě střednědobé vytrvalostní zátěže byly stanoveny následující výzkumné otázky.

Otázka č.1: Zvýší kofein vytrvalostní výkon v běhu na 1 500 m u osob mladšího věku?

Otázka č.2: Má kofein při fyzické aktivitě pozitivně chronotropní efekt?

Otázka č.3: Má kofein vyšší účinek u trénovaných nebo u netrénovaných osob?

6. Metodika

K ověření dosavadních zjištění v teoretické části této práce jsem si vybrala kvantitativní metodu v podobě experimentu, který zahrnuje dva testovací běhy o délce 1 500 m. Jedná se o jeden kontrolní běh a další po aplikaci kofeinu 1 hodinu předem v dávce 3 mg/kg hmotnosti.

6.1. Organizace průběhu testování

Účastníci byli poučeni o pravidlech spojených s účastí ve studii, která zahrnovala především vynechání konzumace kofeinu min. 72 hodin předem, aby předešli vzniku kofeinové tolerance. Mezi další pokyny patřilo vynechání sportovní aktivity či jakékoli fyzické zátěže po dobu min. 48 hodin předem, použití shodné obuvi a další náležitosti (viz Příloha č. 4 Text informací pro subjekty hodnocení). Tyto pokyny by měly přispět k navození téměř identických podmínek při konání prvního a druhého běhu tak, aby získaná data měla relevantní vypovídající hodnotu. Z důvodu dotazů na potraviny obsahující kofein byli účastníci ústně poučeni o potravinách a pochutinách, kterým by se měli v průběhu testování vyhýbat.

Před vstupením do studie byl každému předložen informovaný souhlas k podepsání (viz Příloha č.2 Informovaný souhlas), díky kterému se probandi blíže seznámili s průběhem studie a zároveň poučili o možných zdravotních komplikacích souvisejících s požitím určité dávky kofeinu. Probandi rovněž absolvovali tělovýchovně-lékařskou prohlídku v Ústavu tělovýchovného lékařství a sportu 1. LF UK a VFN u pana doc. MUDr. Zdeňka Vilíkuse,

CSc., jenž byl také přítomen jako odborný dozor u obou zátěžových testů (bez aplikace i s aplikací kofeinu).

6.2. Charakteristika výzkumného souboru

Kvantitativní parametry výzkumného souboru shrnuje tabulka č 2. Charakteristika výzkumného souboru.

Tabulka č.2 Charakteristika výzkumného souboru

	Žena(Ž)/ Muž(M)	Věk (roky)	Výška (cm)	Váha (kg)	BMI
1	Ž	21	175	70	22,86
2	Ž	23	153	50	21,36
3	Ž	19	161	60	23,15
4	Ž	24	157	75	30,43
5	Ž	23	174	70	23,12
6	Ž	25	175	64	20,9
7	Ž	41	168	61	21,61
8	Ž	39	164	79	29,37
9	Ž	25	160	52	20,31
10	Ž	22	165	65	23,88
11	Ž	25	175	75	24,49
12	M	28	186	80	23,12
13	M	24	185	85	24,84
14	M	20	178	63	19,88
15	M	26	178	96	30,3
16	M	27	187	88	25,17
Průměr		25,8	171,3	70,8	24

Výzkumný soubor se skládal z 16 dobrovolníků, z nichž bylo 11 žen a 5 mužů. Věk probandů se pohyboval mezi 19 a 41 lety s průměrnou hodnotou 25,8 let. Výška výzkumného souboru byla v rozmezí 153–187 cm s průměrnou výškou 171,3 cm. Nejnižší tělesnou hmotnost měl účastník s 50 kg, naopak nejvyšší s 96 kg, průměrná hmotnost byla 70,8 kg. Nicméně jako nejpopsnější parametr se může jevit průměrné BMI, které činilo 24. Pro větší pestrost vybraného vzorku probandů byli do studie zařazeni volnočasoví i profesionální sportovci.

6.3. Průběh studie

Samotný pokus se skládal z dvou běhů o délce 1 500 m. Testy probíhaly na dráze s tartanovým povrchem o délce 200 m, pokaždé se tedy běželo 7,5 kola. Aby se předešlo neblahým vlivům počasí, které by mohly zkreslit výsledky studie, probíhal výzkum

v zastřešené atletické hale. Účastníci jsem náhodně rozdělila do dvou skupin, které se lišily pouze pořadím běhů. Test, který v této studii plní funkci kontrolního běhu, podstoupili probandi bez aplikace kofeinu či požití jakékoli jiné podpůrné látky. Probandi se měli za úkol snažit o co nejlepší čas, běželi tedy subjektivně na maximum svých fyzických sil. Měřily se čas a tepová frekvence v cíli. Další běh měl samozřejmě stejná pravidla jako běh předchozí, ale tentokrát se probandům cca 1 hodinu před výkonem podal kofein v podobě kapslí *SizeAndSymmetry Nutrition Caffeine* v množství odvozeném od aktuální hmotnosti jednotlivých probandů. Dávka kofeinu činila 3 mg/kg hmotnosti a byla zapita přiměřeným množstvím čisté vody. Aby se zabránilo ovlivnění výsledků únavou z běhu předešlého, byl pro zajištění dostatečné regenerace mezi oběma testy dvoutýdenní interval. Výsledné časy obou testů a tepové frekvence změřené bezprostředně po doběhnutí jsem zaznamenala. Naměřené časy jsem následně porovnála prostřednictvím statistického T-testu.

6.4. Použité metody ke statistickému zhodnocení výsledků

Ke statistickému zhodnocení byly použity matematická veličina průměr a statistický párový T-test (také známý jako Studentův test). Nulová hypotéza předpokládá, že kofein nepodpoří výkon jedince při běhu na 1 500 m. Pro posouzení byla zvolena hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Pomocí těchto prostředků došlo k porovnání výsledků měření jednotlivých probandů a získaná hodnota odhalila, zda došlo ke statisticky významnému rozdílu v obou měřeních, tedy zda byla hodnota ($P < 0.05$) a tím zamítnuta nulová hypotéza. Jinými slovy testujeme, zda se dostavil očekávaný účinek podpůrné látky, v tomto případě zlepšil-li kofein výkon daných osob při běhu na 1 500 m.

7. Výsledky

V této kapitole uvedu výsledky z provedených měření. Kvůli lepší přehlednosti je rozdělím podle různých kritérií do více kategorií, které popíši v následujících částech této kapitoly.

V první části výsledků zhodnotím celkové naměřené hodnoty celého výzkumného souboru. Do druhé části zařadím hodnoty měření u obou pohlaví zvlášť, abych zjistila, jestli na tomto konkrétním výzkumném souboru lze pozorovat nějaké změny v působení kofeinu u mužů a u žen. V poslední části rozdělím probandy podle trénovanosti a pokusím se tak zjistit, zda je patrný rozdíl ve vlivu kofeinu na profesionální sportovce. Do této kategorie zařadím všechny osoby, jejichž fyzická aktivita zahrnuje nejméně 3 hodiny v první řadě vytrvalostního tréninku denně.

Níže uvedené tabulky obsahují časy probandů, za které v kontrolním testu uběhli 1 500 m (**Čas**). Dále jsou uvedeny časy z měření po aplikaci kofeinu (**Čas CAF**). Všechny časové hodnoty jsou převedeny na sekundy. Následující sloupec obsahuje vždy rozdíl obou časů konkrétního probanda (**Čas CAF-Čas**). Záporná hodnota znamená zlepšení při běhu pod vlivem kofeinu a kladná naopak zhoršení. Další část zaznamenává srdeční frekvenci (počet tepů za minutu) probandů v cíli změřenou bezprostředně po doběhnutí. Jedná se tedy o maximální tepovou frekvenci dosaženou v rámci každého z testování, po běhu s kontrolní funkcí (**SF**) a běhu s kofeinem (**SF CAF**). V posledním sloupci je vždy rozdíl obou tepových frekvencí (**SF CAF-SF**). Záporná hodnota značí nižší tepovou frekvenci za minutu pod vlivem kofeinu, kladná vyšší srdeční frekvenci vždy v porovnání s kontrolním testem. Spodní řádek značí průměr vypočítaný z hodnot v daném sloupci (**Průměr**). Na posledním řádku je zobrazena hodnota p v rámci výsledků párového T-testu (**p-hodnota**).

7.1. 1.část

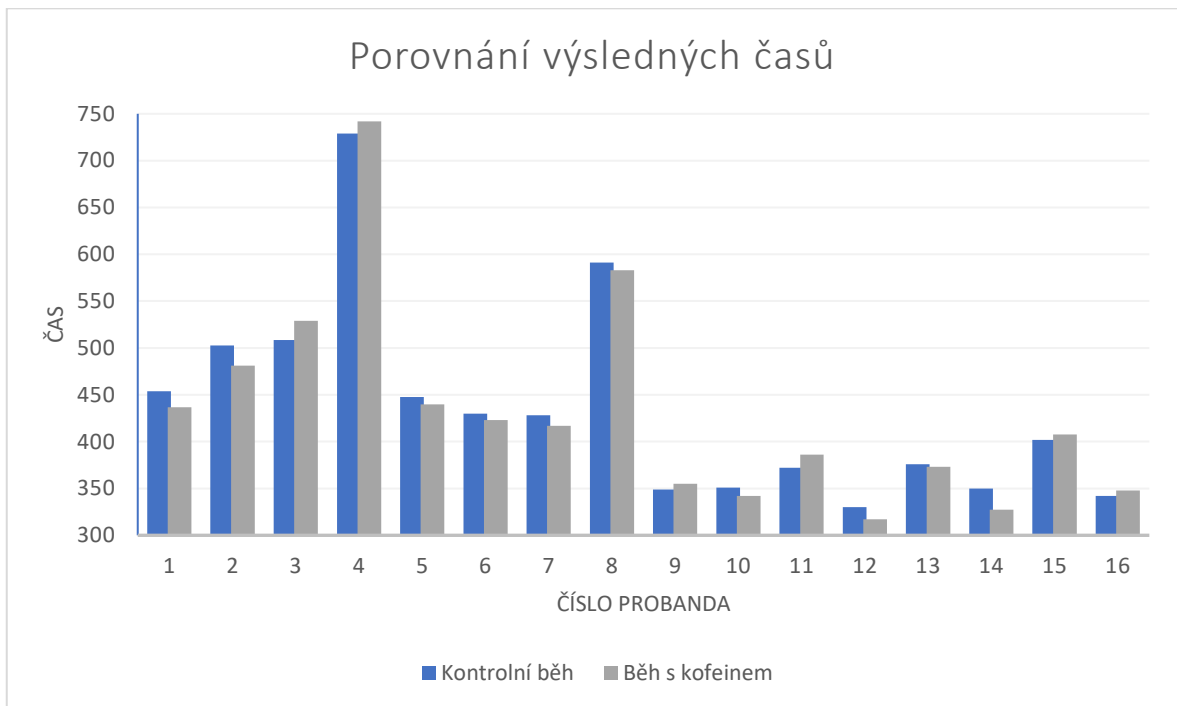
Celé studie o vlivu kofeinu na sportovní výkon se zúčastnilo 16 probandů, 11 žen a 5 mužů. Jejich výsledné hodnoty popisuje tabulka č.3 Výsledky studie. Na 10 probandů měl kofein pozitivní vliv ve smyslu podpoření fyzického výkonu a zkrácení výsledného času, zbylých 6 probandů svůj čas při druhém běhu zhoršilo. Největší zlepšení dosáhl muž č.14, jenž po aplikaci kofeinu zkrátit svůj čas o 22,5 sekundy. Na druhou stranu největšího zhoršení dosáhla žena č.3, která po působení kofeinu doběhla do cíle o 20,6 sekundy později než při předešlém kontrolním běhu. Celkově však došlo ke zlepšení o 3,5 sekundy ($p=0,306$). Rozdíl v srdečních frekvencích byl opravdu výrazný, největší rozdíl se uskutečnil u ženy č.3, které se počet tepů za minutu zvýšil o 40. Nejvíce se tepová frekvence snížila u ženy č.10, a to o 24 tepů za minutu. Žádná změna v srdeční frekvenci nebyla zaznamenána u dvou probandů, a to u ženy č.5 a u muže č.13. Průměrně se srdeční frekvence zvýšila o 2,3 tepů za minutu.

Tabulka č.3 Výsledky studie

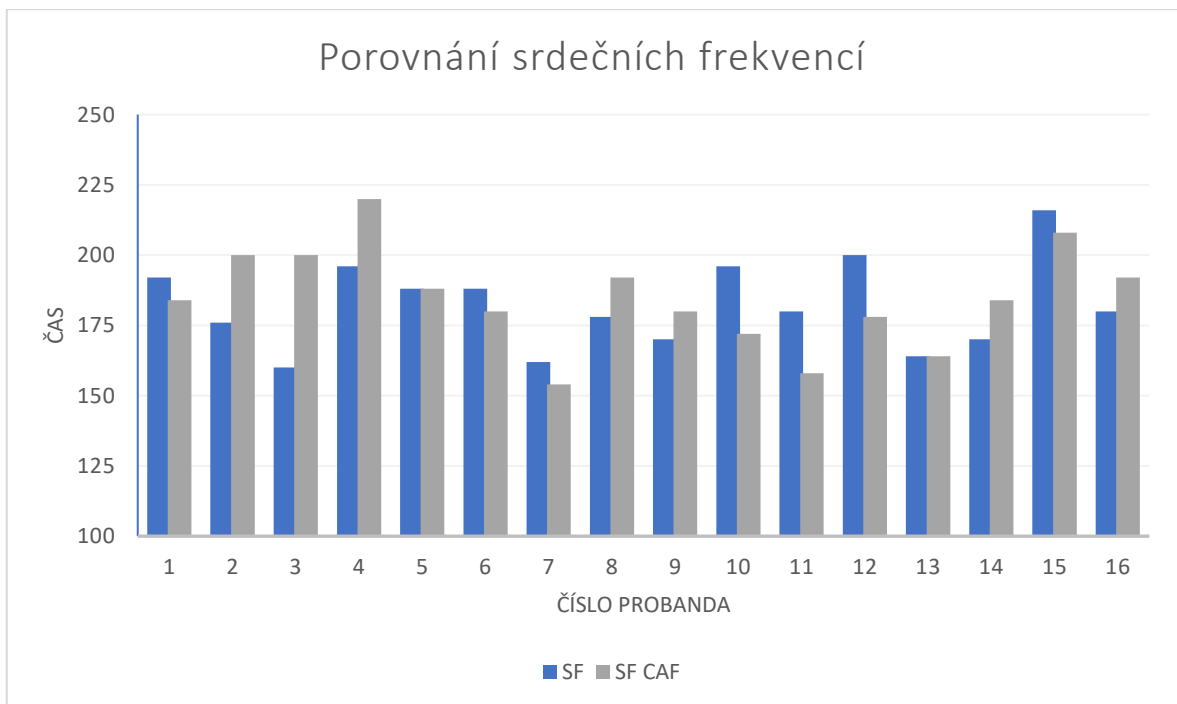
	Žena(Ž)/ Muž(M)	Čas (s)	Čas CAF (s)	Čas CAF- Čas (s)	SF	SF CAF	SF CAF- SF
1	Ž	453,8	436,6	-17,2	192	184	-8
2	Ž	502,8	481,1	-21,7	176	200	+24
3	Ž	508,3	528,9	+20,6	160	200	+40
4	Ž	728,8	741,8	+13	196	220	+24
5	Ž	447,7	439,8	-7,9	188	188	0
6	Ž	430	423,2	-6,8	188	180	-8
7	Ž	428	417	-11	162	154	-8
8	Ž	591	583	-8	178	192	+14
9	Ž	349	355	+6	170	180	+10
10	Ž	351	342	-9	196	172	-24
11	Ž	372	386	+14	180	158	-22
12	M	330	317	-13	200	178	-22
13	M	376	373	-3	164	164	0
14	M	350	327,5	-22,5	170	184	+14
15	M	402	407,5	+5,5	216	208	-8
16	M	342	348	+6	180	192	+12
Průměr		435,2	431,7	-3,5	182,3	184,6	+2,3
p-hodnota			p=0,306				

Výše uvedené hodnoty naměřených časů zapsané do tabulky znázorňuje i graf č.1 Porovnání výsledných časů. Naměřené srdeční frekvence jsou uvedeny v grafu č.2 Porovnání srdečních frekvencí.

Graf č.1 Porovnání výsledných časů



Graf č.2 Porovnání srdečních frekvencí



7.2. 2.část

Výsledky žen v této studii jsou zapsány v tabulce č.4 Výsledky žen. Ze všech žen, které podstoupily testování, se jich 7 ve svém čase zlepšilo a zbylé 4 zhoršily. Ani jedna ze zúčastněných nezůstala na svém původním čase kontrolního běhu. Je zde patrné, že pravděpodobně největší účinek měl kofein na ženu č.2, která se při druhém běhu překročila cílovou čáru o 21,7 sekundy dříve. Na druhé straně největšího zhoršení dosáhla žena č.3 se ztrátou 20,6 sekundy oproti předešlému běhu. V průměru se naměřený čas vylepšil o 2,5 sekundy, při porovnání s celým výzkumným souborem je to o 1 sekundu menší průměrné zlepšení. Ohledně srdeční frekvence došlo v kategorii žen v průměru k většímu zvýšení než u celého výzkumného souboru, tedy o 3,9 tepů za minutu. Nejrazantnější zvýšení tepové frekvence bylo z žen zaznamenáno u č.3 a byl to zároveň největší rozdíl v celém výzkumu, tedy o 40 tepů za minutu. Nejvíce se tepová frekvence snížila u ženy č.10, a to o 24 tepů za minutu a taktéž se tato hodnota řadí mezi nejvýraznější z celého testování. Hodnota tepové frekvence zůstala konstantní pouze u ženy č.5.

Tabulka č.4 Výsledky žen

Ženy	Čas (s)	Čas CAF (s)	Čas CAF-Čas (s)	SF	SF CAF	SF CAF-SF
1	453,8	436,6	-17,2	192	184	-8
2	502,8	481,1	-21,7	176	200	+24
3	508,3	528,9	+20,6	160	200	+40
4	728,8	741,8	+13	196	220	+24
5	447,7	439,8	-7,9	188	188	0
6	430	423,2	-6,8	188	180	-8
7	428	417	-11	162	154	-8
8	591	583	-8	178	192	+14
9	349	355	+6	170	180	+10
10	351	342	-9	196	172	-24
11	372	386	+14	180	158	-22
Průměr	469,3	466,8	-2,5	180,5	184,4	+3,9
p-hodnota		p = 0,55				

Výsledky mužů v této studii jsou zapsány v tabulce č.5 Výsledky mužů. Z pěti mužů v této studii podali 3 z nich lepší a 2 horší výkon pod vlivem kofeinu v porovnání s kontrolním během. Nejvíce zkrátil cílový čas muž č.14 o 22,5 sekundy. Nejvíce se zhoršil muž č.16, jenž po aplikaci kofeinu běžel o 6 sekund pomaleji. Průměrný čas se zkrátil o 5,4 sekundy, což je téměř o 2 sekundy rychlejší než průměrný čas celého výzkumného souboru. Vzhledem ke kategorii žen je rozdíl průměrných časů skoro 3 sekundy. Srdeční frekvence se v této kategorii nejvíce zvýšila u muže č.14 (o 14 tepů za minutu) a naopak nejvíce snížila u muže č.12, a to o 22 tepů za minutu. Hodnota tepové frekvence zůstala

konstantní pouze u muže č.13. V průměru se srdeční frekvence snížila o necelou sekundu (přesněji o 0,8 sekundy).

Tabulka č.5 Výsledky mužů

Muži	Čas (s)	Čas CAF (s)	Čas CAF-Čas (s)	SF	SF CAF	SF CAF-SF
12	330	317	-13	200	178	-22
13	376	373	-3	164	164	0
14	350	327,5	-22,5	170	184	+14
15	402	407,5	+5,5	216	208	-8
16	342	348	+6	180	192	+12
Průměr	360	354,6	-5,4	186	185,8	-0,8
p-hodnota		p = 0,382				

7.3. 3.část

Účastníci studie, kteří byli na základě zvýšeného tréninku považováni za fyzicky nejzdatnější, byli pro lepší přehlednost a kvůli zodpovězení výzkumné otázky zařazeni do samostatné skupiny a jejich naměřené hodnoty shrnuje tabulka č.6 Výsledky trénovaných probandů. V této kategorii se všichni probandi kromě jedné ženy zlepšili. Tato žena doběhla po aplikaci kofeinu o 14 sekund později než při běhu kontrolním. Největšího rozdílu mezi svými časy dosáhl muž č.14, který doběhl při druhém běhu o 22,5 sekundy rychleji. Ve skupině s těmito parametry bylo zaznamenáno průměrné zlepšení o 6,7 sekundy, což je více než dvojnásobné zlepšení oproti průměrnému zlepšení celého výzkumného souboru. Srdeční frekvence se oproti předchozím kategoriím u většiny snížila, nejvýrazněji o 24 tepů za minu u ženy č.10. K navýšení tepové frekvence došlo pouze u muže č.14, a to o 14 tepů za minutu. Muž č.13 zůstal na stejné srdeční frekvenci jako při kontrolním běhu a v průměru byla srdeční frekvence o 10,8 tepů za minutu nižší.

Tabulka č.6 Výsledky trénovaných probandů

	Žena(Ž)/ Muž(M)	Čas (s)	Čas CAF (s)	Čas CAF-Čas (s)	SF	SF CAF	SF CAF-SF
10	Ž	351	342	-9	196	172	-24
11	Ž	372	386	+14	180	158	-22
12	M	330	317	-13	200	178	-22
13	M	376	373	-3	164	164	0
14	M	350	327,5	-22,5	170	184	+14
Průměr		355,8	349,1	-6,7	182	171,2	-10,8
p-hodnota			p = 0,331				

8. Diskuze

V této kapitole předně zodpovím dříve stanovené výzkumné otázky.

Otázka č.1: Zvýší kofein vytrvalostní výkon v běhu na 1 500 m u osob mladšího věku?

V provedené studii o vlivu kofeinu na sportovní výkon byly dané osoby po konzumaci kofeinu o 3,5 sekundy rychlejší. Naproti tomu ale nebyl při porovnání celého výzkumného souboru zjištěn statisticky významný rozdíl v obou měřeních ($p=0,306$), tedy $p > 0,05$. Ženy měly s kofeinem lepší čas o 2,5 sekundy a muži se oproti nim zlepšili o necelé 3 sekundy více (v průměru o 5,4 sekundy). Ani tyto jednotlivé skupiny neprokázaly na základě párového T-testu signifikantní p-hodnoty.

Otázka č.2: Má kofein při fyzické aktivitě pozitivně chronotropní efekt?

U žen se průměrná srdeční frekvence zvýšila o 3,9 tepů, naopak u mužů byla nižší o 0,8 tepů a u skupiny nejtrénovanějších účastníků dokonce o 10,8 tepů za minutu. Každopádně celý výzkumný soubor měl po aplikaci kofeinu srdeční frekvenci v průměru o 2,3 tepey za minutu vyšší a v této studii tedy kofein v širším měřítku prokázal vliv na zvyšování srdeční frekvence.

Otázka č.3: Má kofein vyšší účinek u trénovaných nebo u netrénovaných osob?

Na základě mé studie došlo u trénovaných osob ke zlepšení v průměru o 6,7 sekundy, zatímco u všech osob o 3,5 sekundy, což odpovídá téměř polovičnímu zlepšení výkonu. Tyto výsledky mohly být způsobené např. větší psychickou pohodou profesionálních sportovců při běhu s kofeinem, protože to již většina z nich znala. Nicméně v tomto případě měl kofein vyšší účinek na trénované osoby.

Tato problematika by si každopádně zasloužila bližší prozkoumání. Nejen, že dosavadní studie jednohlasně neprokázaly podpůrný vliv kofeinu na sportovní výkon, jelikož jejich výsledky jsou mnohdy kontroverzní, ale ani jednoznačně nezjistily hlavní mechanismus účinku při provozování sportovní aktivity. Má studie sice nezjišťuje mechanismy, které při zlepšování sportovního výkonu pod vlivem kofeinu na probanda působí, nýbrž prověřuje samotný vliv kofeinu ve smyslu dopingu. Kofein, především protože byl v roce 2004 vyškrtnut ze Seznamu zakázaných látek a metod dopingu, se dnes hojně používá zejména v profesionálním sportu jako běžná podpůrná látka.

Při hledání podobných studií jsem zjistila, že dosud pravděpodobně nebyl prokázán žádný vliv kofeinu při velmi dlouhé vytrvalostní zátěži. Při dlouhodobé vytrvalostní zátěži ano a asi nejdelší výkon, při kterém se projevil účinek kofeinu, byla studie z roku 2006, která zkoumala účinek kofeinu na běh o délce 8 km. Zúčastnilo se ho 8 atletů trénovaných na

dlouhé tratě, kteří podstoupili kontrolní běh bez požití jakékoli podpůrné látky, běh s požitím placebo a další s kofeinem v množství 3 mg/kg. Jednalo se o dvojité zaslepenou studii. Průměrný věk byl okolo 21 let, hmotnost cca 70 kg a všichni běžně konzumovali kofein. Pokyny účastníků zahrnovaly vynechání kofeinu, alkoholu a zvýšené fyzické aktivity alespoň 48 hodin před zahájením pokusu. Vzhledem ke kontrolnímu běhu a běhu s placebem se čas atletů po požití kofeinu zlepšil o 23,8 s, tedy zlepšení výkonu o 1,2 % ($p < 0.05$). Individuálně se celkový čas zkrátil o 10-61 s. Tepová frekvence byla u běžců s kofeinem zvýšená. (Bridge & Jones, 2006)

Mezi další studie na dlouhé tratě se řadí i jedna z roku 1996 provedená skupinou autorů Cohen, Nelson, Prevost, Thompson, Marx, & Morris. Jednalo se o dvojité zaslepenou studii zahrnující 5 mužů a 2 ženy mezi 23 a 51 lety. Všichni byli vytrvalostní běžci trénovaní na delší tratě. Probandi přijali před půlmaratonem (21 km) náhodně placebo, 5 či 9 mg kofeinu na kg hmotnosti. Během závodu mohli pít vodu na každém 5. km dle chuti. Bezprostředně před i po doběhnutí byly probandům zároveň odebrány vzorky krve pro analýzu hladin Na^+ , K^+ , glukózy a laktátu pro porovnání. U jedinců pod vlivem kofeinu však nedošlo k výrazné změně času ani ostatním hodnotám oproti jedincům, kteří požili placebo.

Ani v další studii, která se zabývala tématem delších tratí, nebyl prokázán účinek kofeinu. Zahrnovala 90 středně trénovaných mužů a 8 žen. Účastníci běželi 18 km trať 3krát během 8 dnů v chladném prostředí. K ověření účinků byl použit kofein v množství přibližně 1,3 mg/kg ve sportovním energetickém nápoji, dále sportovní nápoj bez kofeinu a voda. Běžcům byly tyto komponenty podávány i v průběhu pokusů, a to na 4., 5., 9. a 13,5. km trati. Z výsledků ale vědci neodhalili žádné prokazatelné účinky kofeinu při běhu na takto dlouhou vzdálenost. (van Nieuwenhoven, Brouns, & Kovacs, 2005)

Zatímco studie na dlouhé tratě většinou neprokazují účinek kofeinu, studie o výzkumu vlivu kofeinu na střednědobou vytrvalostní zátěž již prokázaly ergogenní efekt kofeinu, opět ale ne u všech dohledaných studií.

Wiles, Bird, Hopkins & Riley (1992) provedli rozsáhlou studii o několika pokusech, při kterých zkoumali účinek 150–200 mg kofeinu na trénované běžce. Kofein byl běžcům podán ve formě kávy (3 g) vždy 1 hodinu před zátěží. Jednalo se o dvojité zaslepené studie s použitím placebo. Některým běžcům bylo tedy náhodně podána káva bez kofeinu a následně se porovnal výsledky běžců, kteří požili kofein proti běžcům s placebem. První experiment zahrnoval 18 mužů s věkovým průměrem 21,8 let, kteří podstoupili běh na 1 500 m vlastním tempem. Tento pokus prokázal účinek kofeinu ($p < 0.05$) a celkový čas se zlepšil o 4,2 s. V dalším pokusu se 10 běžců drželo prvních 1 100 m na konstantní rychlosti a posledních 400 m si sami zvolili tempo, kterým doběhnou do cíle. Konstantní rychlost byla odvozena od jejich nejlepšího času na 1 500 m, jednalo se o běh o vysoké intenzitě. Závěrečným 400 m dlouhý sprint byl zahrnut z důvodu sledování i jiných parametrů, např. hladiny kyseliny mléčné. V této studii došlo u skupiny s kofeinem na posledním kole ke

zlepšení o 0,6 km/h, což při asi 1 minutu dlouhém běhu odpovídá přibližně 10 m. Hladina laktátu v krvi se při porovnání výše uvedeného prvního experimentu a druhého se závěrečným sprintem výrazně nezměnila. To však nebylo ani očekávané, jelikož se všichni probandi snažili v obou experimentech běžet na maximum svých sil a hladina laktátu s tím byla pravděpodobně spojena.

Moje studie vlivu kofeinu na sportovní výkon se podobá předchozí studii nejen kvůli testované vzdálenosti, ale i počtem probandů. V porovnání výsledků pozorujeme rozdíl pouhé 0,7 sekundy, o které došlo v mém experimentu k menšímu zlepšení.

Aktuální studie z roku 2018 provedená autory Clarke, Richardson, Thie, & Taylor také prokázala účinek kofeinu. Byla to dvojitě zaslepená studie zahrnující 13 trénovaných atletů, kteří 1 hodinu před během o délce 1 míle (1609 m) náhodně požili kávu v množství 0,09 g/kg hmotnosti, kávu bez kofeinu a placebo. Výsledný čas se u atletů pod vlivem kofeinu zlepšil o 1,3 % ($p = 0,18$), hodnoty laktátu a krevní glukózy zůstaly téměř stejné.

V porovnání s předchozími studiemi, kdy byl rozdíl v časech statisticky významný a prokázal tak účinek kofeinu, v další nedávné studii z roku 2018 kofein nezlepšil výkon 12 mužů při běhu na 800 m. Jednalo se o dvojitě zaslepenou studii o dvou testech v intervalu 1 týdne, kdy probandi, kteří běželi nalačno, přijali 1 hodinu před každým z běhů kávu s 5,5 mg kofeinu na kg hmotnosti nebo kávu bez kofeinu. Zároveň byly před i po každém z testů změřeny hladiny laktátu a krevní glukózy. Výsledky studie neprokázaly rozdíl v časech ani v dalších měřených hodnotách. (Marques et al., 2018).

Mezinárodní olympijský výbor inicioval nedávno dokončený přehledový článek (meta-analýzu), který má charakter *Consensus Statement*. Je sestavený skupinou nejrenomovanějších odborníků na sportovní výživu a má váhu celosvětového doporučení. Kromě jiných doplňků stravy uvádí všechny důležité poznatky o kofeinu z posledních let. Kofein zvyšuje dobu cvičení dokud nenastane pocit únavy a podporuje především aktivity založené na vytrvalostních schopnostech o různé intenzitě s dobou trvání 5–150 min. Příklady těchto aktivit jsou zejména cyklistika, běh, veslování, atd. Nízké dávky kofeinu (100–300 mg) zkonsumované v průběhu cyklistického závodu, přibližně po 15–80 minutách aktivity, může zvýšit výkonnost o 3–7%. Během krátkodobých, supramaximálních a opakovaných sprintových výkonů podpořila dávka 3–6 mg/kg kofeinu užitá 50–60 minut před běžeckým závodem výkon o více než 3% a při sprintech v rámci týmových her se celkový výkon zlepšil o 1–8%. (Maughan et al., 2018)

Výsledky mnou provedené studie se odvíjí od mnoha jevů, které mohly mít za následek zkreslení zjištěných hodnot. V první řadě se jedná o značnou individuální variabilitu. Jak jsem již dříve zmínila, Máček & Máčková ve své publikaci z roku 2011 uvádějí, že na každého má kofein jiný účinek a na některé dokonce žádný, řadí se tedy mezi neodpovídající a u těchto jedinců není doporučeno provádět výzkumy zahrnující aplikaci

kofeinu. Přestože příčina nepůsobení nebyla doposud zjištěna, je tento úkaz předmětem diskuze o považování kofeinu za doping.

Problém v nepodpoření výkonu při testu kofeinem se nemusel odehrát pouze v souvislosti s absolutním nepůsobením látky, nýbrž s opožděným účinkem. Dle publikace Kohouta z roku 2014 do studie mohli být zahrnuti i jedinci s tzv. „genem pomalého metabolizéru“, na které začal kofein působit až o mnoho později po testu a účinek poté přetrvával po delší dobu. Tolley (2014) zároveň udává jako rozmezí rozpadu kofeinu 2,5–10 hodin, odhadnout tedy vrchol účinku u konkrétního jedince je velice obtížné. Standardně byl kofein probandům podán 1 hodinu před během na 1 500 m, protože tento časový údaj doporučuje nejvíce dosavadních zjištění.

Další příčinou zkreslení zjištěných výsledků mohl být subjektivní diskomfort. Fakt, že 6 probandů svůj výkon při druhém běhu zhoršilo, může souviset nejen s negativním vlivem kofeinu na výkon, ale i s obtížemi, které mohl příjem kofeinu způsobit. Svoji roli hrála i psychická stránka člověka, kdy samotný fakt polknutí teoreticky podpůrné látky způsobil některým osobám především nervozitu.

Podle mého názoru se většině z výše uvedených faktorů nedalo v provedené studii zabránit. Pouze s posledním problémem by se dalo vyrovnat provedením dvojité zaslepené studie s podáním placebo a z tohoto důvodu navrhuji tento postup do dalších podobných studií.

9. Závěr

Hlavním cílem této práce bylo zjistit, jak ovlivní konzumace kofeinu před sportovní zátěží výkon jedince. Tomuto cíli se mi podařilo dosáhnout prostřednictvím provedeného experimentu, jehož výsledky prokázaly celkové zlepšení výkonu o 3,5 sekundy. Tento rozdíl dle párového T-testu však vzhledem k velikosti výzkumného souboru není statisticky významný ($p > 0.05$).

Kofein je látka nejen s bohatou historií, ale i širokým spektrem účinků. Na každého působí jinak, avšak konzumace kofeinu jako prostředku stimulace nepředstavuje ve správné dávce téměř žádná rizika. Naproti tomu by ale kofein podle mého názoru měl zůstat v rámci Monitorovacího programu sledován, aby nedocházelo např. k nepatřičnému dávkování před plánovaným sportovním výkonem. Každopádně by si jeho mechanismy účinku zasloužily být podrobněji prozkoumány, protože hlavní důvod, proč kofein podpoří výkon při sportovní aktivitě, stále není naprosto jednoznačný.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Bartůňková, S. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.

Beaumont, R., Cordery, P., Funnell, M., Mears, S., James, L., & Watson, P. (2017). Chronic ingestion of a low dose of caffeine induces tolerance to the performance benefits of caffeine. *Journal of Sports Sciences*, 35(19), 1920–1927. Retrieved from <https://search.ebscohost.com/login.aspx?authtype=shib&custid=s1240919&profile=eds>

Bridge C. A. & Jones M. A. (2006) The effect of caffeine ingestion on 8 km run performance in a field setting, *Journal of Sports Sciences*, 24(4), 433-439. DOI: [10.1080/02640410500231496](https://doi.org/10.1080/02640410500231496)

Burke, L. M. (2008). Caffeine and sports performance. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 33(6), 1319–1334. <https://doi-org.ezproxy.is.cuni.cz/10.1139/H08-130>

Clarke, N. D., Richardson, D. L., Thie, J., & Taylor, R. (2018). Coffee Ingestion Enhances 1-Mile Running Race Performance. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 13(6), 789–794. Retrieved from <http://search.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid,url&db=s3h&AN=130859980&lang=cs&site=ehost-live>

Cohen, B.S., Nelson A.G., Prevost, M.C., Thompson, G.D., Marx, B.D., & Morris, G.S. (1996). Effects of caffeine ingestion on endurance racing in heat and humidity. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 73(3-4), 358–363. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8781869>

Davis, K.J. & Green, J.M. (2009). Caffeine and anaerobic performance: Ergogenic value and mechanisms of action. *Sports Med*, 39(10), 813–832. Retrieved from <https://doi-org.ezproxy.is.cuni.cz/10.2165/11317770-000000000-00000>

Fredholm BB. (2011) *Methylxantines.*, Berlin, Heidelberg: Springer. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-13443-2>

Goldstein, E.R., Ziegenfuss, T., Kalman, D., Kreider, R., Campbell, B., Wilborn, C., ... Antonio, J. (2010). International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7(5). Retrieved from <https://doi.org/10.1186/1550-2783-7-5>

Graham, T.E. (2001) Caffeine and exercise: Metabolism, Endurance and Performance. *Sports Med* 31(11), 785-807. Retrieved from <https://doi.org/10.2165/00007256-200131110-00002>

Graham, T. E., Battram, D. S., Dela, F., El-Sohemy, A., & Thong, F. S. L. (2008). Does caffeine alter muscle carbohydrate and fat metabolism during exercise? *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 33(6), 1311–1318. <https://doi-org.ezproxy.is.cuni.cz/10.1139/H08-129>

Graham, T. E., Hibbert, E., & Sathasivam, P. (1998). Metabolic and exercise endurance effects of coffee and caffeine ingestion. *Journal Of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 85(3), 883–889. Retrieved from <https://search.ebscohost.com/login.aspx?authtype=shib&custid=s1240919&profile=eds>

Gurley, B. J., Steelman, S. C., & Thomas, S. L. (2015). Multi-ingredient, caffeine-containing dietary supplements: history, safety, and efficacy. *Clinical Therapeutics*, 37(2), 275–301. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2014.08.012>

Higdon, J. V. & Frei, B. (2006). Coffee and health: a review of recent human research. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(2), 101–123. <http://doi.org/10.1080/10408390500400009>

Kohout, P. (2014). Proč káva prospívá zdraví?. *Causa Subita*, 17(5), 210-212. Retrieved from <http://www.causa-subita.cz/>

Kukačka, V., Kastnerová, M., & Bauerová, M. (2018). Vliv kofeinu na změnu reakční doby u mužů. *Studia Kinanthropologica*, 19(1), 41-47. Retrieved from http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/studia_kinantropologica/pages/

Máček, M. & Máčková, J. (2011). Kofein a anaerobní výkonnost. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 20(2), 102-107.

Máček, M. & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.

Marques, A.C., Jesus, A.A., Giglio, B.M., Marini, A.C., Lobo, P.C.B., Mota, J.F., Pimentel, G.D. (2018). Acute Caffeinated Coffee Consumption Does not Improve Time Trial Performance in an 800-m Run: A Randomized, Double-Blind, Crossover, Placebo-Controlled Study. *Nutrients*, 10 (6), 1-9. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/nu10060657>

Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., ... Engebretsen, L. (2018). IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal Of Sports Medicine*, 52(7), 439–455. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099027>

Pastucha, D. (2014). *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly*. Praha: Grada Publishing.

Petriková, V. & Patočka, J. (2006). Káva očima toxikologa. Retrieved from <http://toxicology.cz/modules.php?name=News&file=print&sid=50>

Slavíková, P. (2016) Fyziologické účinky kofeinu a jeho stanovení v nápojích pomocí separačních technik v kapalně fázi (Bakalářská práce). Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická. Retrieved from https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/69059/SlavikovaP_Fyziologicke_ucinky_LC_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Slíva, J. (2017). Kofein a kognitivní funkce. *Klimakterická Medicína*, 22(2), 15-16.

Spriet, L.L. (2014). Exercise and sport performance with low doses of caffeine. *Sports Med*, 44(2), 175-184. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0257-8>

Tolley, A. S. T. (2014). *Caffeine: Consumption, Side Effects and Impact on Performance and Mood*. New York: Nova Science Publishers, Inc. Retrieved from <https://search.ebscohost.com/login.aspx?authtype=shib&custid=s1240919&profile=eds>

van Nieuwenhoven, M. A., Brouns, F. J. P. H., & Kovacs, E. M. R. (2005). The effect of two sports drinks and water on GI complaints and performance during an 18-km run. *International Journal of Sports Medicine*, 26(4), 281-285. <https://doi.org/10.1055/s-2004-820931>

Vilikus, Z. (2015). *Výživa sportovců a sportovní výkon*. Praha: Karolinum.

Weinberg, B. A. (2001). *The world of caffeine: the science and culture of the world's most popular drug*. New York: Routledge. Retrieved from <https://search.ebscohost.com/login.aspx?authtype=shib&custid=s1240919&profile=eds>

Wiles, J.D., Bird, S.R., Hopkins, J., & Riley, M. (1992). Effect of caffeinated coffee on running speed, respiratory factors, blood lactate and perceived exertion during 1,500 m treadmill running. *British Journal of Sports Medicine*. 26, 116–120. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.26.2.116>

PŘÍLOHY

Příloha č.1 Seznam obrázků, tabulek a grafů

- Obr. č.1 Biotransformace kofeinu
- Obr.č.2 Zapojení různých metabolických systémů v závislosti na čase
- Tabulka č.1 Pohybové aktivity z hlediska intenzity fyzického zatížení
- Tabulka č.2 Charakteristika výzkumného souboru
- Tabulka č.3 Výsledky studie
- Tabulka č.4 Výsledky žen
- Tabulka č.5 Výsledky mužů
- Tabulka č.6 Výsledky trénovaných probandů
- Graf č.1 Porovnání výsledných časů
- Graf č.2 Porovnání srdečních frekvencí

Příloha č.2 Informovaný souhlas

Informovaný souhlas

Byl/a jste vybrán/a k výzkumu za účelem získání dat o účincích kofeinu při běžeckém výkonu. Výsledky měření budou zaznamenávány pro následné použití v bakalářské práci s názvem „Kofein a jeho vliv na sportovní výkon“. Tato práce se zabývá studiem kofeinu, jeho účinků na lidský organismus a v neposlední řadě studiem vlivu na průběh a výsledky vybrané sportovní aktivity.

Vaše spolupráce na tomto projektu je dobrovolná. Účast na výzkumu spočívá v podstoupení dvou běhů o délce 1500 m v intervalu 14 dnů. Před druhým během Vám bude podán kofein ve formě tablet v množství adekvátním k Vaší hmotnosti. Průběh výzkumu bude po celou dobu kontrolován a výsledky zaznamenávány.

Nikola Kadlecová

.....

Podpis

Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR a budou užitá pouze pro účely bakalářské práce „Kofein a jeho vliv na sportovní výkon“ v anonymizované podobě.

Nebyla mi zjištěna žádná zdravotní kontraindikace, která by vylučovala konzumaci kofeinu nebo zvýšenou fyzickou aktivitu. Zároveň beru na vědomí možné zdravotní komplikace, které mohou nastat v souvislosti se zvýšeným příjmem kofeinu jakými jsou zejména bušení srdce, nervozita, nevolnost nebo přechodné zvýšení krevního tlaku. Před zařazením do studie se zúčastním preventivní tělovýchovně-lékařské prohlídky, kterou bude provádět doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s publikací dat ve výše zmíněné bakalářské práci a že jsem měl možnost si řádně a v dostatečném čase promyslet všechny aspekty, které daný pokus obnáší, a zeptat se na vše podstatné týkající se mé účasti ve výzkumu. Byl jsem poučen o právu odmítnout účast ve výzkumu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat.

.....

Datum podpisu

.....

Jméno účastníka studie

.....

Podpis

Příloha č.3 Souhlas přednosta zdravotnického pracoviště

Souhlas přednosta zdravotnického pracoviště

Tímto uděluji souhlas Nikole Kadlecové, studentce 3. ročníku oboru Nutriční terapie na 1. lékařské fakultě Univerzity Karlovy s provedením studie vlivu kofeinu na sportovní výkon, který zahrnuje opakované individuální běhy o délce 1500 metrů a byl mi blíže popsán v podobě „Popisu projektu“. Tato studie bude tvořit podklad bakalářské práce „Kofein a jeho vliv na sportovní výkon“.

Účastníci podstoupí v dohodnutém termínu běh o délce 1500 metrů bez působení jakékoli podpůrné látky. O 14 dní později (z důvodu dostatečné regenerace) se celý pokus zopakuje, tentokrát se všem běžcům podá kofeinová kapsle cca 1 hodinu před sportovním výkonem. Množství kofeinu bude odvozeno od konstituce konkrétního běžce. Cílový čas a tepová frekvence mezi oběma testy budou následně porovnávány a všechna měření se zaznamenají, aby mohla tvořit základ praktické části bakalářské práce.

V Praze dne 23. října 2018

doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.,
přednosta Ústavu tělovýchovného lékařství

Příloha č.4 Text informací pro subjekty hodnocení

Text informací pro subjekty hodnocení

Děkuji Vám, že jste souhlasil/a se svojí účastí na výzkumu účinků kofeinu na běžecský výkon, který poslouží jako základ bakalářské práce s názvem „Kofein a jeho vliv na sportovní výkon“. Zde uvádím pár bližších informací k celému průběhu testu.

Popis studie:

Účastníci podstoupí v dohodnutém termínu běh o délce 1500 metrů bez působení jakékoli podpůrné látky. O 14 dní později (z důvodu dostatečné regenerace) se celý pokus zopakuje, tentokrát se všem běžcům podá kofeinová tableta cca 1 hodinu před sportovním výkonem. Množství kofeinu bude odvozeno od konstituce konkrétního běžce. Cílový čas a tepová frekvence mezi oběma testy budou následně porovnávány a všechna měření se zaznamenají, aby mohla tvořit podklad praktické části bakalářské práce. Vaše osobní data se v práci uvedou v anonymizované podobě, jak je blíže popsáno v informovaném souhlasu.

Z důvodu použitelnosti výsledků je důležité **před svojí účastí na 1. i 2. běhu** dodržet těchto pár pravidel:

- Nepít ani jinou formou neužívat kofein nejméně 72 hodin předem
- Nesportovat a nevyvíjet zvýšenou fyzickou zátěž alespoň 48 hodin předem
- Zvolit stejné jídlo (ideálně polysacharidové (rýžový nákyp, ovesná kaše, ...) s obsahem sacharidů 200-300 g a toto jídlo sníst asi 3-4 hodiny předem
- Volitelné je sníst cca 1 hodinu předem malou svačinu (kus ovoce, müsli tyčinku, ...), samozřejmě zvolit to samé při 2. běhu
- Zvolit stejnou obuv
- Bezprostředně před začátkem se krátce pomalu proběhnout pro zahřátí svalů

Dále bych Vás ráda požádala o podepsání informovaného souhlasu a o vyplnění dotazníku o několika otázkách před zahájením studie, aby nedošlo ke zkreslení výsledků. Dotazník a informovaný souhlas Vám budou poskytnuty před začátkem testování. Doufám, že si sportování užijete.

Příloha č.5 Vyjádření Etické komise VFN

Etická komise
Všeobecné fakultní nemocnice v Praze
ETHICS COMMITTEE
of the General University Hospital, Prague

Na Bojišti 1
128 08 Praha 2
tel.: 224964131
e-mail: eticka.komise@vfn.cz

Vážená paní
Nikola Kadlecová
Vortová 122
539 61 Vortová

21.2.2019
č.j.: 1901/18 S-IV

Etická komise VFN projednala na svém zasedání 15.11.2018, 13.12.2018 a 21.2.2019 Vámi předložený individuální výzkum č.j. 1901/18 S-IV – bakalářskou práci

Název studie/Title of CT: Kofein a jeho vliv na sportovní výkon

Žadatel/Applicant: Nikola Kadlecová, Ústav tělovýchovného lékařství 1.LF UK a VFN, Salmovská 5, 120 00 Praha 2

Lhůta pro podání písemné zprávy o průběhu KH od jeho zahájení/ Time schedule for submission of the written Annual Report: 1x ročně/Once a year Jiná lhůta/Other

Úhrada nákladů spojených s posouzením žádosti a vydáním stanoviska /*Reimbursement of costs related to assessment of the EC:* Ano/Yes Ne, důvod/No, reasons: Nesponzorovaný projekt

Datum doručení žádosti / Date of submission of the Application Form: 26.10.2018

Datum jednání EK+čas/Date and time of Ethics Committee's session:

- 1) **15.11.2018** (15:30 – 18:15 hod.) – **pozastaveno**, připomínky odeslány e-mailem. Opravené dokumenty doručeny dne 27.11.2018 pod č.j. **2086/18 D**
- 2) **13.12.2018** (15:30 – 18:00 hod) – **opět pozastaveno**, připomínky odeslány e-mailem. Opravené dokumenty doručeny dne 22.1.2019 pod č.j. **139/19 D**
- 3) **21.2.2019** (15:30 – 17:15) – **souhlas**

Seznam míst hodnocení s označením míst, ke kterým se EK vyjádřila jako místní EK a kde vykonává dohled

Místo hodnocení / Jméno zkoušejícího <i>Trial Site / Name of Investigator</i>	Místní EK <i>Local EC</i>	Adresa místní EK <i>Address</i>
Nikola Kadlecová, Ústav tělovýchovného lékařství 1.LF UK a VFN, Salmovská 5, 120 00 Praha 2	<input checked="" type="checkbox"/>	EK při VFN, Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2

Seznam hodnocených dokumentů / List of all submitted documents:

Název dokumentu, verze, datum <i>Document title, version, date</i>	Schváleno <i>Approved</i>		Na vědomí / <i>Taken into account</i>	
	ANO <i>Yes</i>	NE <i>No</i>	ANO <i>Yes</i>	NE <i>No</i>
Žádost o vyjádření etické komise ze dne 23.10.2018	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dotazník k předkládaným dokumentům – Víceúčelový formulář EK VFN ze dne 23.10.2018	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Popis projektu	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informace pro subjekty hodnocení	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formulář IS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dotazník pro pacienta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Čestné prohlášení o provádění výzkumu ze dne 23.10.2018	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Souhlas přednosty ústavu ze dne 23.10.2018	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Životopis hlavní zkoušející: Nikola Kadlecová 2086/18 D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Žádost o vyjádření Etické komise VFN s datem 27.11.2018	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Popis projektu 139/19 D	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dopis EK (zajištění odborného dohledu ve studii)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Stanovisko etické komise:

EK vydává / *EC issues*

- Souhlasné stanovisko/Favourable opinion**
 Nesouhlasné stanovisko/Unfavourable opinion

EK VFN vydává **souhlasné** stanovisko k provedení individuálního výzkumu – bakalářské práce v Ústavu tělovýchovného lékařství 1. LF UK a VFN v Praze.

Etická komise
Všeobecná fakultní nemocnice
v Praze
Na Bojišti 1
128 08 Praha 2

Podpis předsedy EK / *Signature of Chairperson*

MUDr. Josef ŠEDIVÝ, CSc.

1/4

Seznam členů etické komise/ List of the Ethics Committee Members:

	Muž/ Žena Male/ Female	Odbornost Specialist	Zaměstnanec zřizovatele EK*		Funkce v EK Role in EC	Přítomen Attendance		Hlasoval Voted	
			Ano Yes	Ne No		Ano Yes	Ne No	Ano Yes	Ne No
MUDr. Josef Šedivý, CSc.	M/M	Clinical Pharmacologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Předseda/ Chairperson	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Magda Šišková, CSc.	Ž/F	Haematologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Místopřed- seda/Vice- chairperson	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JUDr. Milada Džupinková, MBA	Ž/F	Lawyer	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Jana Farkačová	Ž/F	Lab. Technician	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doc. MUDr. Pavel Freitag, CSc.	M/M	Gynaecologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ing. Antonín Grošpic, CSc.	M/M	Engineer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prof. MUDr. Eva Kubala Havrdová, CSc.	Ž/F	Neurologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Hana Honová	M/M	Oncologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Anna Jedličková	Ž/F	Microbiologist	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Jiří Kolář	M/M	Cardiologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MUDr. Ladislav Korábek, CSc., MBA	M/M	Dental surgeon	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prof. MUDr. František Perlík, DrSc.	M/M	Pharmacologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. MUDr. Jan Roth, CSc.	M/M	Neurologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mgr. Libuše Roytová Mgr. ThLic. of Theologie	Ž/F	Member of clergy	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Kateřina Rusinová, MgA., Ph.D.	Ž/F	Anesthesiologist -Intensive Med.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
JUDr. Šárka Špeciánová	Ž/F	Lawyer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Marcela Trojánková	Ž/F	Privat Nefrologist	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. MUDr. Jiří Zeman, DrSc.	M/M	Paediatricist – Adolescent Med	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

pozn: *Zaměstnanec zřizovatele EK/ Employee of EC appointing authority)

Etická komise prohlašuje, že byla ustavena a pracuje v souladu se správnou klinickou praxí (GCP) a platnými právními předpisy. Poslední sloupec udává, zda členové EK byli přítomni hlasování, ale nikoli jak hlasovali ve věci. /The Ethics Committee hereby declares that it was established and operates in accordance with its Rules of Procedure in compliance with GCP and valid legal regulations. EC members personally presented the voting procedure (and NOT their individual voting result to or against the cause) are indicated in the last column:

Ano/Yes Ne/No

Komentář/Comments:

Datum/Date: 21.2.2019

Etická komise
Všeobecná fakultní nemocnice
v Praze
Na Bojišti 1
128 08 Praha 2

Podpis předsedy EK nebo zástupce
Signature of Chairperson or Vice-Chairperson

MUDr. Josef ŠEDIVÝ, CSc.

