

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

VLIV KOFEINU NA ZDRAVÍ A SPORTOVNÍ VÝKON

Bakalářská písemná práce

Autor: Petra Králová, Tělesná výchova – geografie

Vedoucí práce: PhDr. Iva Klimešová, Ph.D.

Olomouc 2015

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Petra Králová

Název závěrečné písemné práce: Vliv kofeinu na zdraví a sportovní výkon

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí: PhDr. Iva Klimešová, Ph.D.

Rok obhajoby: 2015

Abstrakt: Tato bakalářská práce je zaměřena na jeden z nejznámějších a nejužívanějších alkaloidů – kofein. Je popsán a charakterizován z hlediska chemického, tak i z hlediska jeho účinků na lidský organismus. Dále je uveden výskyt kofeinu, jeho množství a celkový metabolismus kofeinu. V druhé polovině je popsán jeho vliv na zdraví, pozitivní či negativní účinky na organismus a jak velkou roli hraje v oblasti sportu, respektive sportovního výkonu.

Klíčová slova: kofein, vliv kofeinu, zdraví, sport, sportovní výkon, vytrvalost, síla

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification:

Author's first name and surname:Petra Králová

Title of the thesis:Effects of caffeine on health and athletic performance

Department:Department of Natural Sciences in Kinantropology

Supervisor:PhDr. Iva Klimešová, Ph.D.

The year of presentation:2015

Abstract: This bachelor thesis is focused on one of the most famous and used alkaloids - caffeine. It is described and characterized from chemical point of view and from the point of view which regards its effect on human organism. There is also listed occurrence of caffeine, its amount and overall metabolism of caffeine. In the second part you will find description of its influence on health, positive or negative effects on organism and how big is its role in sport or sport performance.

Keywords:caffeine, effects caffeine, health, sport, sport performance, endurance, strength

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou písemnou práci zpracovala samostatně s odbornou pomocí PhDr. Ivy Klimešové, Ph.D. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Olomouci dne 29. 4. 2015

.....

Poděkování

Děkuji PhDr. Klimešové, Ph.D. za pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování závěrečné práce. Poděkování také patří mé rodině a přátelům za podporu a trpělivost během celého studia.

OBSAH

1. ÚVOD	7
2. CÍLE PRÁCE	8
3. METODIKA PRÁCE.....	9
4. Látka kofein.....	10
4.1 Alkaloidy	10
4.2 Kofein.....	10
4.3 Metabolismus kofeinu	11
4.4 Historie kofeinu	11
5. Potravinové zdroje kofeinu	12
5.1 Obsah kofeinu v nápojích.....	13
5.1.1 Energetické nápoje	14
5.1.2 Káva	16
5.1.3 Čajovník čínský.....	18
6. Kofein a zdraví	19
6.1 Biologické účinky kofeinu na lidský organismus.....	19
6.1.1 Kardiovaskulární činnost.....	20
6.1.2 Celková mortalita a kardiovaskulární onemocnění	21
6.1.3 Osteoporóza.....	21
6.1.4 Vliv na plodnost ženy.....	21
6.1.5 Nádorová onemocnění.....	22
6.1.6 Parkinsonova choroba	22
6.1.7 Centrální nervová soustava	23
6.1.8 Vylučování kofeinu z těla	23
6.1.9 Kofein a dehydratace.....	24
6.1.10 Nadměrné množství.....	24
6.1.11 Ostatní efekty v organismu	25
6.2 Souhrn – nežádoucí účinky kofeinu na zdraví.....	25
6.3 Souhrn – pozitivní vliv kofeinu na zdraví	26
7. Kofein a sport.....	27

7.1	Kofein a další psychostimulační látky ve sportu	27
7.2	Doping	28
7.3	Mechanismus účinku	29
7.4	Kofein a jeho účinky na anaerobní vytrvalost	29
7.4.1	Poznatky z dosavadních studií	29
7.4.2	Souhrn – vliv kofeinu na silový trénink	31
7.5	Kofein a jeho vliv na vytrvalost	32
7.5.1	Shrnutí – vliv kofeinu na vytrvalostní výkon.....	34
7.6	Pozitivní účinky kofeinu na sportovní výkon.....	34
7.7	Negativní účinky kofeinu na sportovní výkon	35
8.	ZÁVĚR.....	36
9.	SOUHRN	38
10.	SUMMARY	39
11.	REFERENČNÍ SEZNAM.....	40

1. ÚVOD

Už po staletí lidé vyhledávají a konzumují rostliny, u kterých si cení jejich příznivých účinků na organismus, mezi které patří snížení únavy a zlepšení koncentrace. Látky, které jsou obsaženy v těchto rostlinách, se řadí do skupiny stimulantů. Stimulanty mají širokou škálu různých účinků způsobených zvýšenou aktivitou centrálního i periferního nervového systému. Typickými účinky jsou zvýšená tepová frekvence a krevní tlak, zvýšená ostražitost, vědomí a bdělost. V závislosti na podaném množství dokáží také zlepšit náladu a odstranit úzkost. Nejvíce užívaným stimulantem je kofein. Kofein je obsažen v řadě rostlin, jako jsou kávovník arabský, čajovník čínský, kakaovník pravý a také se vyskytuje v řadě nealkoholických a energetických nápojů.

V době rozmachu kaváren - začátkem 19. století - se tehdejší vědci pokoušeli přijít na kloub tomu, proč je vlastně káva tolik oblíbeným nápojem. My dnes už víme o povzbudivých účincích kávy a právě proto ji také jako nápoj pijeme. Většina lidí si svůj den bez užití nějakého prostředku, který by jim pomohl snadněji zvládnout běžný den, již nedokáže ani představit. Mezi takové prostředky se počítá třeba i káva, čaj nebo modernější produkty ve formě tobolek či nápojů. Žijeme v době, kdy jsou na nás kladené vysoké nároky a konkurence je stále větší. Tak proč z času na čas nesáhnout po něčem, co nám naopak může den zpříjemnit, usnadnit práci, či uvolnit od stresu?

Kofein je konzumován v takovém množství a tak ohromném geografickém měřítku, že je pro všechny odborníky zabývající se zdravím velmi důležitým a zásadním tématem. O požívání kofeinu a jeho vlivu na samotné zdraví se nashromáždilo mnoho informací a stále jich přibývá. Každý z nás určitě zná někoho, kdo kávu konzumuje či ji odmítá jako škodlivý zlovyk. A jako většina věcí, kofein ovlivňuje lidský organismus v negativním i pozitivním smyslu.

Pozitiva této látky se snaží nalézt hlavně sportovci. Neustále vznikají nové dokonalejší teorie v oblasti tréninku, technologií a v neposlední řadě i v oblasti sportovní výživy. Výživa ve sportu je jedna z nejdůležitějších věcí, která má vliv na samotný výkon sportovce a může ovlivnit i přípravu. Proto problematika doplňků stravy v oblasti sportu je jedno z nejaktuálnějších témat nynější doby. Vědecké studie se zaměřují na vliv kofeinu na vytrvalostní výkon a je zkoumána i otázka vlivu na anaerobní činnost. Stále však chybí dostatek dat ohledně vlivu různých zdrojů kofeinu, kombinací kofeinu a množství přijatého kofeinu.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je analýza vlivu kofeinu na zdraví a sportovní výkon.

Dílčí cíle:

- Analyzovat negativní vlivy kofeinu na zdraví člověka.
- Analyzovat pozitivní vlivy kofeinu na zdraví člověka.
- Prozkoumat vliv užívání kofeinu na vytrvalostní výkon.
- Zjistit vliv užívání kofeinu na silový výkon.

3. METODIKA PRÁCE

Tato bakalářská práce je prací teoretickou, kdy jsem potřebné informace získala z řad studií, které jsou dostupné na internetu. K vyhledávání převážné většiny zdrojů jsem využila databází z VPN (virtuální privátní síť) Univerzity Palackého. Jsou to především databáze EBSCO, PubMed a PROQUEST. Do vyhledávacích řádků jsem zadávala slova: caffeine, caffeine and health, caffeine and performance, effects caffeine on health, effects caffeine on performance, positive and negative effects on health atd. Při zadání slova např. caffeine, mi databáze našly i několik desítek tisíc článků, proto jsem musela své zadávání více zúžit a být více konkrétnější. Nečerpala jsem jen z internetových zdrojů, ale i z knih, které jsou dostupné v knihovně.

4. Látka kofein

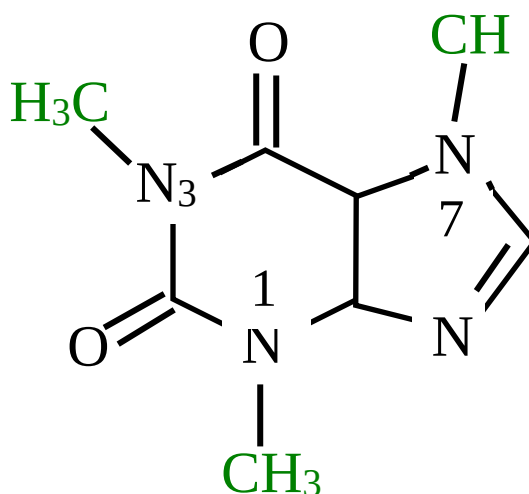
4.1 Alkaloidy

Z chemického hlediska jsou alkaloidy sekundární metabolity rostlinného původu obsahující dusík. Často vykazují fyziologické účinky na živočišné organismy, především ovlivňují činnost nervové soustavy, a to je důvodem jejich využití v lékařství (vyrábějí se i synteticky) nebo se zneužívají jako drogy či jedy. Vyskytují se především v rostlinách čeledi mákovité, liliovité, lilkovité nebo pryskyřníkovité.

Tato skupina zásaditých organických sloučenin má slabě zásaditý charakter a většina z nich je prudce jedovatá. Některé z nich mají v malých množstvích povzbudivé účinky. A mnoho z nich má narkotické účinky a jejich opakované užití může vést k závislosti, jde o návykové látky, např. kodein, morfin (Benešová, & Satrapová, 2002).

4.2 Kofein

Kofein (Obrázek 1.), neboli 1,3,7-trimethylxanthin, je purinový alkaloid, který je obsažen v kávových zrnech, kávových bobech a čajových listech. Řadíme jej do skupiny methylxantinů, ke kterým patří ještě theobromin a theophyllin. Vyskytuje se ve formě hedvábně lesklých jehlicovitých krystalků, zpravidla plstnatě sdružených, nebo jako bílý krystalický prášek bez zápachu slabě hořké chuti. Kofein je pouze mírně rozpustný ve vodě, a proto se v tekutých lékových formách používá kofein s benzoanem sodným, který je snadno rozpustný ve vodě (AIS, 2012; Benardot, 2000, p. 133-135)



Obrázek 1. Chemický vzorec kofeinu (Vacík et al., 1999, p. 289)

Kofein bývá také označován podle výskytu v různých rostlinách jako guaranin (obsažený guaraně, což jsou semena rostliny paulinie nápojné), matein (obsažený v maté, což je jihoamerický nápoj připravovaný z lístků stále zeleného stromu cesmíny paraguayské, nápoj maté má výrazné povzbuzující účinky) nebo thein (obsažený v čaji – konkrétně v listech čajovníku, 3 – 5 %). Kofein se dnes syntetizuje ve velkém. Přidává se k osvěžujícím nápojům (Pössl, 2010).

4.3 Metabolismus kofeinu

Po požití nápoje nebo jiného produktu obsahující kofein dochází k jeho vstřebávání přes stěnu žaludku a střeva do krve. Z trávicího traktu se vstřebává poměrně rychle a již během 15 minut se projeví jeho účinek. Prostřednictvím dalších tekutin v těle se dále šíří a následně se metabolizuje a vylučuje močí. Zbytek kofeinu je resorbován v renálních tubulech a asi 20% se vyloučí močí v nezměněné formě. Poločas eliminace je v průměru 4,5 hodiny a k úplnému vyloučení z těla dojde asi za 24 hodin (Pendell, 2005).

Existují exogenní faktory, které mají vliv na metabolismus a rychlost vylučování kofeinu. Je to především kouření, virová infekce, srdeční a jaterní onemocnění, těhotenství, některé potraviny a také užívání drog a některých léků. Těhotenství má za následek snížení rychlosti odbourávání kofeinu, a proto se může hromadit v těle plodů a novorozenců, kteří nemají potřebné enzymy k metabolizování a odbourání z těla. Na druhou stranu při kouření cigaret se rychlost metabolismu kofeinu až zdvojnásobuje (Gokulakrishnan et al., 2005).

Bylo prokázáno, že větší konzumace kořenové zeleniny (celer, petržel, pastinák a mrkev) snižují aktivitu enzymu, který metabolizuje kofein a naopak košťálová zelenina (kapusta, brokolice, květák a zelí) zvyšuje aktivitu enzymu a tím urychluje i metabolismus kofeinu (Gokulakrishnan et al., 2005).

4.4 Historie kofeinu

Konzumace kofeinu je známá již od doby kamenné. Pravěcí lidé zjistili, že žvýkání semen, kůry nebo listů různých rostlinek, stimuluje jejich pozornost a zlepšuje náladu. O mnoho let se přišlo na to, že zalitím horkou vodou, se dosáhne daleko větších účinků, než byli dosud zvyklí. Počátky pěstování kávy nacházíme v 9. století v Jemenu (Žáček, 1962). Barnard (1998) uvádí, že kofein, který je obsažený v kakaových bobech poprvé pěstovali Mayové, Aztékové a Toltékové. Byli to právě Aztékové, kteří naučili Španěly, jak z nich udělat lahodný nápoj, který si oblíbila celá Evropa (Žáček, 1962).

Pití kávy a tím i pěstování kávovníku se velmi rychle rozšiřovalo do různých zemí celého světa. Koncem 15. Století se dostala do Mekky. Do Evropy se dostala v 16.–17. století.

První kavárna v Evropě byla zřízena ve Vídni koncem 17. století, stejně tak v Lipsku a ve Stuttgartu (Žáček, 1962).

Velmi důležitým krokem v historii kofeinu, byla výroba Coca-Coly. Od roku 1886 je uvedena na trh a začíná se prodávat. V roce 2011 oslavila Coca-Cola své 125. výročí od založení. Mezi největší spotřebitele, v roce 2007, bylo Mexiko se 135 l na osobu za rok. Druhé místo zaujímal USA, jejichž hodnota činí 100 l/os/rok. Poměrně stejnou spotřebu má Chile – 98l/os/rok (Coca-Cola Company, 2014).

5. Potravinové zdroje kofeinu

Hlavním zdrojem kofeinu v potravě je káva, čaj a různé nápoje. Je to přírodní látka, která se vyskytuje v listech, semenech nebo plodech více jak 100 různých druhů rostlin po celém světě. Čistý kofein je bílý prášek hořké chuti, pojmenovaný z latiny podle rostliny Kávovník arabský (*Coffea arabica*), jehož výskytem je subtropické a tropické podnebné pásmo. Kromě kávovníka a kakaovníka se tento alkaloid nachází také v jiných rostlinách, např. čajových listech a guaranových plodech (Švorc, Tomčík, Svítková, Rievaj, & Bustin, 2012).

Grundmann (2001) uvádí, že konzumace kávy je nesporně hlavním zdrojem kofeinu, nejvíce v Evropě, kde se odhaduje spotřeba 4,6 kg/ osobu a rok. V Asii je hlavním zdrojem kofeinu čaj, avšak i v evropských zemích je jeho spotřeba nezanedbatelná. Skandinávské země jsou největším konzumentem čaje ve světě a spotřebují touto formou více než 10 kg kofeinu na 1 osobu za rok. Mezi dětmi jsou největším dodavatelem kofeinu různé slazené nápoje.

Různorodý farmakologický účinek kofeinu je využíván v řadě terapeutických indikací. Podává se při léčbě apnoe u nedonošenců, při postprandiální hypotenzi, spavosti, ke snížení váhy obézních pacientů. V kombinacích je používán jako přídatný lék v různých analgetických kombinacích. Účinnost a bezpečnost kofeinu jako léku závisí na tom, jaký je potravinový příjem kofeinu. Může dojít buď k aditivnímu účinku s projevy nežádoucích reakcí (Tabulka 1), přetrvávajících i po jeho vysazení, nebo naopak k minimalizaci jeho účinku v důsledku vytvoření tolerance. Volně prodejné léky a rozšířené samoléčitelství mohou situaci dále komplikovat. V evropských zemích byla spotřeba kofeinu u dospělých stanovena na 3,5 mg/kg/den, v Dánsku je u dospělých i dětí dokonce větší. V Severní Americe je 80 % dospělých pravidelnými konzumenty kofeinu, jehož průměrná spotřeba činí 2,5 mg/kg/den, u dětí mladších 18 let 1 mg/kg/den (Grundmann, 2001).

Tabulka 1. Projevy intoxikace kofeinem (Grundmann, 2001)

centrální nervový systém	agitovanost úzkost delirium bolesti hlavy nespavost podrážděnost svalový třes neklid křeče senzorické poruchy
kardiovaskulární systém	arytmie palpitace tachykardie
gastrointestinální systém	bolesti břicha průjem nauzea zvracení
ledviny	zvýšená diuréza

5.1 Obsah kofeinu v nápojích

Jak už bylo uvedeno, kofein je nejčastěji užíván jako součást různých nápojů a potravinových doplňků, je však též obsažen v řadě volně prodejných léků (Tabulka 2). Jsou volně přístupné a v neomezeném množství. Oblíbenost a důvody užívání potravin s obsahem kofeinu vyplývá především z jeho centrálně stimulujících účinků, které se projevují poklesem únavy, zlepšením koncentrace, zlepšením nálady a zvýšením pracovní výkonnosti (Grundmann, 2001).

Tabulka 2. Obsah kofeinu v nápojích, potravinách a lékových kombinacích (Grundmann, 2001, p. 187)

káva	bezkofeinová	< 5 mg/150 ml
	pražená	70-130 mg/150 ml
	instantní	50-70 mg/150 ml
čaj	černý	35-65 mg/200 ml
	instantní	25-35 mg/150 ml
	zelený	30-50 mg/200 ml
nápoje (mg/360 ml)	coca-cola	45 mg
	pepsi-cola	38 mg
volně prodejně léky (mg/tab.)	Acifein	50 mg
	Acylcoffin	50 mg
	Aktinavad N	31,3 mg
	Algyl	70 mg
	Alnagon Neo	80 mg
	Ataralgin	70 mg
	Cephyl	40 mg
	Coldrex	25 mg
	Alnagon	80 mg

5.1.1 Energetické nápoje

Energetické nápoje jsou nealkoholické nápoje, které byly vytvořeny jako doplněk stravy, pomáhající překonat občasnou únavu a povzbudit v krizové situaci. Tyto nápoje obvykle nemají dodávat energii díky kalorické hodnotě živin, které obsahují, ale díky kombinovanému účinku kofeinu, taurinu, karnitinu, vitaminů a dalších rostlinných složek. Ústřední složkou ve většině energetických nápojů je kofein, stejný stimulant, jaký nacházíme v kávě nebo čaji. Většina z těchto nápojů obsahuje 70 až 200 mg kofeinu, který stimuluje CNS a dává tělu pocit čilosti. Mohou zvyšovat krevní tlak, srdeční frekvenci, vést k předrážděnosti, úzkostem, bolestem hlavy a nespavosti (Bromová et al., 2010).

Reklamy na tyto nápoje slibují, že v člověku vzbudí energii, vybičují jej k lepším výkonům, a dokonce mu dají i křídla. Snad právě proto popularita energetických nápojů neustále roste, stejně jako počet jejich druhů. V roce 2006 vydělaly svým výrobcům 3,5 miliardy dolarů, o rok později již 4,7 miliardy a v současné době je tato částka odhadována na více než 10 miliard dolarů. Energetické nápoje, které byly původně vytvořeny pro vrcholové sportovce a rekonvalescenty, se stávají předmětem běžné konzumace velké části populace a většina lidí je v podstatě vnímá jako kterýkoliv jiný nápoj. V tomto přesvědčení je utvrzují i sami výrobci těchto nápojů, kteří zdůrazňují pouze jejich pozitiva. Naproti tomu lékaři zdůrazňují, že energetické nápoje se nehodí k časté a pravidelné konzumaci, že pro některé skupiny obyvatelstva jsou nevhodné až nebezpečné a mohou vážně poškodit zdraví. Mezi

laickou veřejností kolují o prospěšnosti či naopak nebezpečnosti energetických nápojů značně rozporné informace (Bromová et al., 2010).

Obsah kofeinu ve většině energetických nápojů je na úrovni jednoho šálku kávy (Tabulka 3) a podle návrhu směrnice EU by v budoucnu neměl překročit hodnotu 320 mg/l, což odpovídá množství 64 mg kofeinu v 200ml plechovce energetického nápoje (Bromová et al., 2010).

Tabulka 3. Obsah kofeinu ve vybraných energetických nápojích (Bromová et al., 2010)

Energetický nápoj	Obsah kofeinu (mg/200 ml)
RedBull	80
Semtex	58
Erektus	57
Kamikaze	57

Někteří mladiství pijí tyto povzbuzující prostředky také před sportem, což může být obzvlášť nebezpečné. Celkově pro mladou generaci jsou tyto nápoje nevhodné a přitom jsou stále více právě touto částí společnosti konzumovány. Edukace v tomto směru je zcela nezbytná. Nápojové automaty s energetickými nápoji jsou instalovány i na školách a jejich obliba mezi žáky a studenty stoupá.

5.1.1.1 Rizikové skupiny

Jsou to právě děti a mladiství, kteří konzumují vysoké množství energetických nápojů. Jedním z rizikových faktorů dětské obezity je vysoký příjem cukrů. Energetické nápoje jsou v tomto směru zvláště nebezpečné, protože obsah cukru v nich je vysoký. Rychle narůstající spotřeba energetických nápojů u mladistvých je alarmující. V USA se zvýšilo procento mladistvých, kteří konzumovali energetické nápoje mezi roky 2001 a 2008, z 24 na 56 %.

Jedním nejvýznamnějším zdravotním rizikem z mnoha těch, která způsobuje rafinovaný cukr, je riziko vzniku diabetu. Je to choroba, která v USA už dosáhla epidemických rozměrů. Nadměrné množství cukru mohou trvale přetěžovat slinivku – orgán, který vytváří hormon inzulin, jenž má zprostředkovat zpracování cukru v těle. Jestliže se slinivka stane přetíženou kvůli velkému množství zkonsumovaného cukru, diabetes se může rozběhnout (Bromová et al., 2010).

Také těhotné ženy by se měly vyvarovat pití energetických nápojů, které obsahují kofein. Nejen kofein, ale i taurin a různé barviva by měli nepříznivé účinky na vývoj plodu v době těhotenství (Bromová et al., 2010).

5.1.2 Káva

Historie kávy je známá více než tisíc let. Uvádí se, že se rozeznává zhruba 60 druhů kávovníku na světě. Mezi nejdůležitější botanické druhy, pěstující se v průmyslovém měřítku, řadíme kávovník arabský se svými odrůdami, dále kávovník liberijský a kávovník robusta(Žáček, 1962).

Kávovník Arabica se pěstuje v hornatých oblastech (nadmořské výšky 500 až 2 000 m), kde je sice chladněji, ale mráz zřídka. Nižší vlhkost zabraňuje výskytu škůdců. Kávovník Robusta je pěstován na plošinách (mezi 200 a 500 m nad mořem), kde je vlhko a teplo. Čím vyšší nadmořská výška, tím je káva aromatictější. Káva Arabica je jemná, voňavá a mírně kyselá. Robusta je silnější a hořčejší. Z celosvětové sklizně připadá cca 70 % na Arabiku, 25 % na Robustu a zbytek (5 %) na další, méně známé druhy kávovníku.

Dobrá káva se připravuje pražením zelených kávových bobů. Pražení kávy je umění, řídí se dlouholetou zkušeností a je velkým tajemstvím firem vyrábějících kávu. Podstata pražení spočívá v uvedení na správně vysokou teplotu, promíchávání a ochlazování (Mikeš, 2008).

Za pravlastí kávy je považována Etiopie. Podle původu rozeznáváme kávy americké, africké a asijské. Káva se pěstuje ve více jak 53 zemích nacházejících se v pásu mezi obratníkem Raka a Kozoroha. Ve Střední a Jižní Americe se pěstuje převážně Arabica, africká produkce Arabicy je podstatně menší a asijské země vč. Indonésie pěstují až na pár výjimek téměř výhradně Robustu. Přesto podíl Arabicy činí 75% celosvětové sklizně kávy a stále má stoupající tendenci. Produkce kávy v jednotlivých zemích se v průběhu času mění. Některé z nich jsou vyhlášenými světovými vývozci, zatímco z některých zemí není vůbec exportována (Komodity 24, 2013).

Tabulka 4. Největší světoví producenti kávy za rok (2014) (ICO, 2014)

Stát	Produkce v kilogramech
Brazílie	755 700
Vietnam	458 333
Kolumbie	208 333
Indonésie	150 000
Etiopie	110 416
Indie	95 766
Honduras	77 500
Mexiko	66 666
Uganda	66 666
Guatemala	58 333
Peru	56 667

Každým rokem se na celém světě produkuje více než 6 mil. tun kávových zrn. Mezinárodní organizace pro kávu (ICO) sleduje produkci kávy jednotlivých zemí od r. 1975. Celkový trend v produkci je rostoucí.

Podle ICO je největším producentem kávy již přes 40 let Brazílie (Tabulka 4). Průměrná produkce představuje 585 tisíc kilogramů za rok. Kávovník je zde hlavní zemědělskou plodinou. Pěstují se zde oba druhy kávovníku, tj. Arabica i Robusta. Brazílie je největší exportní zemí na světě. Dlouhodobý průměr exportu představuje 285 tis. kg/rok. V roce 2004 to bylo již 435 tis. kg.

Od r. 1999 je Vietnam druhým největším producentem kávy na světě. Jeho produkce zaznamenala během devadesátých let výrazný vzestup z 38 tisíc na 216 tisíc kg. Je největším producentem kávy Robusta. Vietnam se stal v současnosti druhým největším vývozcem na světě a předstihl tak Kolumbii. Téměř veškerá produkce je vyvážena.

Kolumbie byla dlouhodobě druhým největším producentem na světě. V současnosti s produkcí okolo 200 tis. kg zaujímá třetí místo. Zaměření je na pěstování kvalitní kávy Arabica. Export kávy v letech 1975–2004 mírně kolísal a pohyboval se v rozmezí 150–185 tisíc kilogramů (Homolka, & Soukupová, 2005).

5.1.2.1 Množství kofeinu v kávě

Kofeinu v kávě není vždy stejné množství. Záleží jak na způsobu přípravy, tak i na množství použité kávy.

Tabulka 5. Množství kofeinu v různých druzích kávy (Pössl, 2010)

nápoj	množství kofeinu (mg/100 ml)
překapávaná káva	130
espresso	100
turecká káva	100
instantní káva	80

5.1.2.2 Spotřeba kávy

Spotřeba kávy ve světě je časově a prostorově diferencovaná. Nejvyšší spotřebu vykazují severské evropské státy – Finsko okolo 12 kg, Švédsko a Norsko okolo 9 kg (osoba/rok). Evropské země celkem mají spotřebu okolo 5 kg a Spojené státy okolo 4 kg (osoba/rok). Česká republika se spotřebou 2,3 kg je na poloviční úrovni celoevropské spotřeby. Trh s kávou v České republice ovládá celkem pět společností, z nichž jedna je domácí. Tyto společnosti zajišťují 84% podíl na českém trhu. Z výsledků Agentury Median vyplývá, že kávu pije 75,4% lidí české dospělé populace. Celkem 64,6% osob pije tureckou

kávu, instantní 22,5% a překapávanou 10,5%. Odklon od turecké kávy je pomalý, ale přesto roste obliba instantní kávy a espressa. Zákazníci se ještě často orientují při koupi podle ceny a ne s ohledem na kvalitu. Spotřeba kávy v ČR mírně narůstá. Ačkoliv se provedlo již mnoho vědeckých studií na téma káva, ať již v pozitivním nebo negativním směru, můžeme si být jisti, že se bude zkoumat dále, a nepochybně si za pár let pročteme mnoho dalších a v mnoha ohledech odlišných informací, než je tomu dnes (Homolka, & Soukupová, 2005).

5.1.3 Čajovník čínský

Je známo, že čajů máme nepřeberné množství. Ovšem všechny druhy pochází z jedné rostliny, a to čajovníku čínského, latinsky *Camellia sinensis*. Tento čajovník existuje ve třech variantách, čínské, assámské a indonéské.

V současné době vědci objevili okolo 400 různých chemických látek, které jsou v čaji přítomny. Například flavanoidy, alkaloidy, sacharidy, enzymy, vitaminy nebo třísloviny. Poměr jednotlivých látek se v různých čajích liší. Jejich vzájemný poměr určuje výslednou chuť a vůni. Nejvíce zmiňovanou látkou v souvislosti s čajem je alkaloid kofein. Uvádělo se, že kofein v čaji je odlišná látka než kofein, který je obsažen v kávě, a proto jej nazývali tein. Bylo zjištěno, že největší množství kofeinu je v černém čaji z Assámu v Indii (6,2 %). Ostatní čaje (zelený, bílý) jej obsahují méně, okolo cca 4 % (Pendell, 2005).

Velíšek (2002) uvádí, že množství kofeinu ve výsledném nápoji závisí na množství a stáří použitých čajových lístků, délce louhování a samozřejmě množství vody. Čím jsou lístky mladší, tím více kofeinu obsahují. Běžný šálek čaje obsahuje zhruba polovinu až třetinu kofeinu ve srovnání se stejným šálkem kávy.

Po uplynutí 50 vteřin se vylouhuje asi 45 % obsaženého kofeinu a po dalších 50 vteřinách se hodnota zvýší na 70 %. Ovšem vylouhovat zbylý kofein je teoreticky nemožné, protože po louhování delší než 5–7 minut se uvolní velké množství hořkých tříslovin, které způsobí hořkost a čaj je téměř nekonzumovatelný. Čajové lístky obsahují též velké množství anorganických látek jako například draslík, vápník, fosfor, železo, křemík a měď. Povzbuzující účinky čaje nastupují pomaleji než u kávy, zato trvají delší dobu. Podle taoistů tento lahodný nápoj odstraňuje únavu, má příznivé účinky na duši, posiluje vůli a zlepšuje zrak (Pendell, 2005).

6. Kofein a zdraví

6.1 Biologické účinky kofeinu na lidský organismus

Kofein můžeme díky jeho účinkům na organismus zařadit do skupiny látek, které se nazývají stimulanty (analeptika). Stimulanty jsou látky, které působí centrálně dráždivě, při předávkování vyvolávají křeče. Stimulant, který již v malých dávkách vyvolává pocit „povzbuzení“ se označuje jako psychostimulant. Mezi psychostimulanty se zařazují metylxantiny (mezi které patří kofein), amfetaminy a nespecifická stimulanty (Lüllmann et al., 2004).

Mezi nejznámější účinek kofeinu a zároveň důvod jeho požívání je pozitivní vliv na centrální nervovou soustavu. Kofein zlepšuje soustředěnost a oddaluje únavu (především duševní). Mechanismus účinku spočívá v blokádě tzv. adenosinových receptorů. Adenosin je tzv. inhibiční neurotransmiter (přenašeč nervových signálů), který způsobí utlumení nervových signálů (Lüllmann et al., 2004).

Mozek si v okamžiku únavy nebo před spaním vytváří látku adenosin, která se váže na specifická místa (receptory) mozkových buněk a výrazně zpomaluje nervovou aktivitu. Tvorba adenosinu je tedy předpokladem hlubokého spánku. Adenosin dále vyvolává rozšíření cév v mozku, který si tím zajišťuje dostatečný přísun kyslíku při zpomalené srdeční aktivitě. Struktura kofeinu je velmi podobná adenosinu. Kofein se naváže na místo adenosinu, zablokuje receptory a tím oddálí nástup spánku. Současně má kofein opačný efekt na mozkové cévy než adenosin – způsobuje jejich stahování. Zvýšená aktivita mozku probudí další žlázy, nadledvinky, které začnou produkovat hormon adrenalin. Ten uvede organismus do stavu pohotovosti, neboť zrychluje srdeční činnost, prohlubuje dýchání a stahuje cévy na povrchu těla. Tím se zvýší zásobování svalů krví a krevní tlak stoupá. Adrenalin zrychluje odbourávání zásobních polysacharidů ve svalu, tedy zásobování svalů palivem – glukózou. Kofein zvyšuje efektivnost tvorby glukózy ze zásobních látek a výrazně tím prodlužuje působení adrenalinu (Lüllmann et al., 2004).

Kofein dále zvyšuje koncentraci dopaminu, důležité látky přenášející nervový vzruch v mozku. Dopamin působí v určitých oblastech mozku a nabuzuje pocit spokojenosti a štěstí. Podobně jako kofein, ovšem v mnohem větší míře, působí drogy amfetamin a heroin. Je možné, že právě zvyšování hladiny dopaminu způsobuje u některých lidí na kofeinu závislost (Lüllmann et al., 2004).

6.1.1 Kardiovaskulární činnost

Klinické studie zkoumali účinky kofeinu nebo kávy na srdeční arytmie, srdeční frekvence, sérový cholesterol a krevní tlak. Epidemiologické studie se zaměřily hlavně na souvislost mezi příjmem kávy a kardiovaskulárními rizikovými faktory, včetně krevního tlaku a hladiny cholesterolu v séru, nebo výskyt samotných kardiovaskulárních onemocnění (Nawrot et al., 2003). Klinické studie ukázaly, že mírná konzumace (do 300 mg) kofeinu nezvyšuje srdeční arytmie u zdravých osob, u pacientů s ischemickou chorobou srdeční, nebo u osob trpících závažnou chorobou – ektopie komory (Myers, 1998).

Několik klinických a epidemiologických studií naznačují, že konzumace kávy je spojena s významným zvýšením cholesterolu. Nedávné studie však ukazují, že to není kofein v kávě, který je zodpovědný za jeho zvýšení cholesterolu (Thelle et al., 1987, James 1991, Thelle 1993, 1995, Gardner et al., 1998). Existují důkazy, že spotřeba filtrované kávy je spojeno s malým zvýšením hladiny cholesterolu v séru (Thelle, 1995).

Účinek kofeinu na krevní tlak u navyklých spotřebitelů kofeinu a abstinentů, byl zkoumán ve více než 50 akutních a 19 opakovaných dávkách klinických studií (Myers 1988, 1998, James 1991, Green et al., 1996). Výsledky těchto studií ukazují, že akutní kofein vyvolává zvýšení systolického (5-15 mm Hg) a diastolického (5-10 mmHg) krevního tlaku, nejvíce konzistentně v dávkách > 250 mg/osoba, u dospělých obou pohlaví, bez ohledu na věk, rasu, stav krevního tlaku, nebo obvyklého příjmu kofeinu. Efekt je nejvýraznější u starších lidí s hypertenzí.

Švýcarští vědci měřili krevní tlak, puls a aktivitu sympatiku ve svalech (muscle sympathetic nervous system activity – MSA) u patnácti zdravých dobrovolníků ve věku od 27 do 38 let. Devět z nich nepilo kávu vůbec nebo pouze příležitostně, zbylých šest lidí si dopřávalo tento nápoj pravidelně. Zúčastněným byl změřen krevní tlak, puls a MSA před vypitím, během pití a po vypití tří šálků kávy espresso. Část lidí dostalo kávu zbavenou kofeinu. Zatímco u pravidelných konzumentů kávy nebyla zaznamenána výrazná změna krevního tlaku, u občasných konzumentů a u těch, kteří nepili kávu vůbec, se po 60 minutách krevní tlak zvýšil o 12 torrů. MSA se u všech lidí v průměru zvedla po 30 minutách o 29 procent a po 60 minutách o 53 procent, a to ať pili kávu s kofeinem, nebo bez něj. Hlavní autor studie (kardiolog Roberto Corti) tvrdí: „Do této chvíle byly prisuzovány kardiovaskulární účinky kávy kofeinu, my jsme ale zjistili, že u lidí, kteří nepijí kávu, má stejné kardiovaskulární účinky i káva zbavená kofeinu.“ (Jebas, 2003)

6.1.2 Celková mortalita a kardiovaskulární onemocnění

Velkou kohortní studií japonských autorů bylo 97 tisíc osob, kde bylo sledováno ovlivnění celkové mortality u osob, kteří pijí kávu (Tamakoshi et al., 2011). Pití kávy bylo spojeno se snížením celkové mortality u mužů i u žen. To, jaký je efekt pití kávy na vznik kardiovaskulárních onemocnění, patřilo dlouho ke kontroverzním tématům. Poslední velké studie ukazují, že káva nejenže nezvyšuje riziko KVO, ale naopak snižuje počet KVO. Recentní výsledky Nurses' Health Study neprokázaly souvislost mezi konzumací kávy a vznikem KVO (Lopez-Garcia et al., 2011).

6.1.3 Osteoporóza

Konzumace kofeinu může způsobovat snížení absorpce kalcia, a tím vést k negativní vápníkové bilanci u osob s neadekvátním příjmem vápníku (Heaney, 2002). Proto bylo hlavně v devadesátých letech provedeno několik studií, které sledovaly vliv pití kávy na kostní metabolismus a kostní denzitu. Výsledky byly často rozporuplné. V současné době se má za to, že vzhledem k multifaktoriální etiologii osteoporózy není vliv pití kávy (příjmu kofeinu) na vznik tohoto onemocnění jasný a adekvátní příjem vápníku, vitamínu D a příjem kofeinu do 300 mg/den může vést ke snížení rizika osteoporózy a fraktur (Higdon, & Frei, 2006).

6.1.4 Vliv na plodnost ženy

Je nebezpečné pití kávy pro těhotné ženy? Může kofein ohrozit plod v těle matky? Několik studií ukazuje a varuje ženy, které jsou těhotné nebo se snaží otěhotnět, že by neměly v tomto období vypít více jak tři šálky denně, nejlépe úplně omezit příjem kofeinu (Morton, 2008). Některé výzkumy naznačují (Marjorie, 1995), že kombinace kávy s kouřením cigaret může představovat ještě větší riziko pro ženy, které se snaží otěhotnět.

Příjem kofeinu v potravinách a nápojích může negativně ovlivnit ženskou plodnost, uvedl to American Journal of Epidemiology v roce 1993. Vědci uvádějí, že větší příjem kofeinu (více jak 300 mg / den, zhruba tři šálky kávy), byl významně spojen s 27procentní sníženou šancí na otěhotnění v průběhu každého reprodukčního cyklu. Dodali, že lehká spotřeba kofeinu (do 150 mg / den), nebo střední příjem (151-300 mg / den), byly spojeny s redukcí o 10 procent měsíčně v pravděpodobnosti početí (Spangler, 1995).

Bylo zjištěno, že kofein umí prostoupit placentární bariérou, a tak se dostává do krve plodu. Plod potřebuje na odbourávání kofeinu 20krát delší dobu než dospělý, protože jeho vyvíjejícím se játrům ještě chybí důležitý enzym potřebný pro odbourávání. V těhotenství se zpomaluje jeho odbourávání ze 3-4 hodin až na 18 hodin, takže dlouhou dobu koluje v krvi. Kojené děti přijímají kofein z mateřského mléka. Trvá víc než tři dny, než se kofein

z dětského organismu plně odbourá. Při sledování ovlivnění plodu kofeinem u žen v 38. týdnu těhotenství, bylo zjištěno, že kofein snižuje průtok krve placentou téměř o čtvrtinu, a tak snižuje přívod živin a kyslíku k plodu (Spangler, 1995).

Z tohoto důvodu se ženám konzumujícím kávu během těhotenství rodí častěji děti s nižší porodní hmotností, kofein může narušit nejen růst plodu, ale také jeho vývoj. Některé studie potvrdily také souvislost mezi častějším výskytem spontánních potratů a konzumací kávy. Káva také způsobuje zrychlení srdeční akce a dechové frekvence plodu.

Další negativní vlastností kofeinu je, že zvyšuje vylučování vápníku močí a snižuje vstřebávání železa. Následkem může být negativní vápníková bilance a chudokrevnost matky i plodu. Kofein se také vylučuje v mateřském mléce, a tak působí i na kojence. Následkem může být neklid a nespavost dítěte (Spangler, 1995).

6.1.5 Nádorová onemocnění

Během posledních let bylo publikováno asi 500 epidemiologických studií, které se věnovaly studiu vlivu pití kávy na vznik nádorového onemocnění. Recentní metaanalýza, kterou provedli Yu a kolektiv (Yu et al., 2011), zkoumala 59 studií a prokázala, že při srovnání osob, které nepily kávu vůbec, se riziko vzniku nádoru snižovalo s množstvím konzumované kávy.

Podskupinové analýzy prokázaly snížení rizika vzniku nádoru močového měchýře, prsu, dutiny ústní, kolorektálních nádorů, nádorů endometria, jícnu, hepatocelulárního karcinomu, nádoru pankreatu a prostaty. V osmdesátých letech se objevily zprávy, že pití kávy je spojeno s vyšším rizikem vzniku karcinomu pankreatu, tuto skutečnost ale nepotvrdila ani populační studie v Japonsku (Luo et al., 2007).

Velká pozornost byla věnována i vlivu pití kávy na vznik karcinomu ledvin. Lee et al. publikovali výsledky dvou studií, kdy neprokázali souvislost mezi pitím kávy a vznikem karcinomu ledvin (Lee et al., 2006).

Kolorektální karcinom je jedním z nejrozšířenějších nádorů na světě. Možný pozitivní ochranný vliv pití kávy na vznik tohoto nádoru je vysvětlován vlivem na exkreci žlučových kyselin, na zvýšení motility střeva a inhibičním vlivem kofeinu na růst nádorových buněk (Merighi et al., 2007).

6.1.6 Parkinsonova choroba

Odhaduje se, že 1,5 milionů Američanů trpí touto chorobou. Parkinsonova choroba je neurologické onemocnění, které může potkat kohokoliv. Při tomto onemocnění, dochází k úbytku nervových buněk části středního mozku zvané černá substance (substantia nigra).

Tyto buňky jsou významným producentem dopaminu, což je látka umožňující přenos signálů (neurotransmitter) mezi nervovými buňkami (neurony). Při nedostatku dopaminu člověk postupně ztrácí schopnost ovládat a koordinovat svůj pohyb, svalové napětí a automatické pohyby. Zažívá třes rukou, nohou a např. i čelisti nebo obličeje. Pohybuje se pomalu a snadno ztrácí rovnováhu a schopnost koordinace. V pokročilejší fázi dochází k problému s mluvením, chůzí nebo provádění jednoduchých úkolů (Schardt, 2008).

Existují přesvědčivé důkazy o tom, že lidé, kteří pijí kávu nebo konzumují kofein pravidelně, mají nižší riziko vzniku Parkinsonovy choroby. Studie dokazují, že jedinci s pravidelným přísunem kávy (pro kávu bez kofeinu to neplatí) měli o 30 % nižší riziko vzniku Parkinsonovy choroby. Dokonce i skromné množství, odpovídající jednomu až dvěma šálkům kávy denně, je spojeno s nižším rizikem (Schardt, 2008).

6.1.7 Centrální nervová soustava

Psychostimulační účinek dávek 50–200 mg kofeinu (1–2 šálky kávy) je důsledkem dráždění mozkové kůry. Kofein zvyšuje psychickou aktivitu, odstraňuje únavu, prodlužuje schopnost vykonávat vyčerpávající práci a zvyšuje schopnost koncentrace. Odstraňuje ospalost a antagonizuje účinek alkoholu. Vyšší dávky (200–500 mg) vyvolávají zvýšenou dráždivost, hyperreflexii, nervozitu, neschopnost koncentrace, třesy, nespavost, bolesti hlavy; mírně dráždí i vagové centrum v prodloužené míše. Ještě vyšší dávky mohou vést ke křečím. Tlumivý účinek zesílením útlumových funkcí CNS mají velmi nízké dávky (do 50 mg); zvyšují ospalost a potencují účinky analgetik (Wenke, Hynie & Mráz, 1977).

6.1.8 Vylučování kofeinu z těla

Kofein podporuje vylučování žaludečních šťáv a tak zároveň i trávení. Během 20 až 30 po konzumaci minut nastává sekrece kyseliny solné. Stejně tak jako kofein působí rovněž na sliznici a vylučování žaludečních šťáv látky vzniklé během pražení kávy (Žáček, 1962).

Podle Larry Armstronga, fyziologa z University v Connecticutu, kofein nepřispívá k nadměrnému vylučování tekutin a sportovci mohou kávu pít i v horkém prostředí (Armstrong, 2002). Vlivem kofeinu na hydrataci organismu v extrémně horkém prostředí se intenzivně zabývali vojáci. Zkoumali vliv mírné dávky (cca 200 mg) a vysoké dávky kofeinu (cca 400 mg) na hydrataci u vojáků, kteří běžně konzumují jeden šálek kávy denně (100 mg kofeinu). Nezjistili žádný zhoršující vliv a množství moči se nezměnilo. V jiné studii sledující vytrvalce v horkém prostředí (37,7 °C), osoby konzumující přibližně 225 mg

kofeinu, což je množství odpovídající dvěma šálkům (360 ml) cvičili o 11 minut déle ve srovnání se skupinou, které kofein podáván nebyl (Nancy, 2014).

6.1.9 Kofein a dehydratace

Tvrzení, že pití kávy odvodňuje, je prý mýtus, tvrdí vědci. Myšlenka, že káva dehydruje, vychází z výzkumu provedeného na vzorcích kofeinu před více než osmdesáti lety. Nicméně kofein a mnoho dalších sloučenin v kávě na sebe vzájemně působí, a tak studie z roku 1928 už dávno nemusí být relevantní (Goldstein et al., 2010).

Proběhla studie na 50 zdravých mužích. Nejprve pili čtyři hrnky vody denně a následně na to, čtyři hrnky kávy za jeden den. Během studie jim bylo podáváno stejné jídlo, protože to má na vodu v těle také vliv. Měli zákaz intenzivně cvičit a pít alkohol. Odběr krve a moči na konci ukázal stejnou hladinu hydratace, ať pili kávu nebo vodu (Goldstein et al., 2010).

Del Coso et al. (2009) zkoumali účinky mírné dávky kofeinu (6 mg/kg) v kombinaci dlouhodobou jízdou na kole s intenzitou 60 % VO_2 max po dobu 120 minut. Sedm vytrvalostních trénovaných mužů se podrobilo této studii. V průběhu cvičení bylo respondentům podáno třikrát množství 6 mg/kg kofeinu ve formě tobolky. Výsledky byly přesvědčivé a ukázaly, že kofein významně neovlivnil rychlost vylučovaného potu po dobu cvičení.

6.1.10 Nadměrné množství

Je-li dávka kofeinu od 250 mg do 300 mg, účinnost pro zlepšení výkonu je prokazatelná. Ovšem pokud dávka přesáhne 300 mg za den, dochází k tachyarytmii (nepravidelný srdeční rytmus). Mimo to může nadměrný přísun kofeinu způsobit nespavost, nervozitu, roztěkanost, nesoustředěnost, úzkostné stavy, žaludeční vředy, bolesti břicha, pálení žáhy (pyrózu) a průjem, což je často spojeno s dehydratací. Vyvolává také zvýšenou sekreci žaludeční kyseliny, potu a katecholaminů. Katecholaminy jsou hormony, které ovlivňují srdeční rytmus a způsobují vazokonstrikci (zúžení cév), což znamená, že průtok k pracujícím svalům je nižší. Za smrtelnou dávku je považován příjem 10 a více gramů (10 000 mg) kofeinu (Chernus, & Skolnik, 2011).

Existuje i závislost na kofeinu, tzv. kofeinismus, který patří k jedné z nejrozšířenějších závislostí na světě. Podle Grundmanna (2001), při vynechání dávky kofeinu se závislost vyznačuje abstinenčními příznaky. Jedná se o pocity neklidu, úzkosti a poruchy spánku. Jestliže jedinec delší dobu nepožije kávu nebo čaj, touha po nápojích silně vzrůstá. Závislost účinků kofeinu na dávce a maximální koncentraci ukazuje Tabulka 5.

Tabulka 5. Dávky, hladiny a účinky kofeinu (Grundmann, 2001, s. 187)

dávka	koncentrace v krvi	účinek
1 mg/kg (šálek kávy)	1–2 mg/l	bdělost
5–8 mg/kg	8–10 mg/l	úzkost, stimulace dýchání, kardiovaskulární účinky, diuréza, zvýšená žal. sekrece
15 mg/kg (1 g)	30–50 mg/l	psychotické syndromy
5–10 g		smrtelná dávka

Na druhou stranu kofeinismus není tolik škodným návykem jako jiné závislosti (alkohol, drogy atd.), ale není radno jej podceňovat. Dlouhodobá konzumace většího množství kávy může zanechat nepříznivé následky na zdraví. Kromě trávicích potíží mohou vzniknout i žaludeční nebo dvanáctníkové vředy, hrozí zhoršení krevního tlaku (Řehořová, 2014).

Po požití příliš velkého množství kofeinu dochází k akutní otravě. Projevuje se pocitem úzkosti, bušením srdce, neklidem, nespavostí, bolestmi hlavy, závratěmi. Mohou se objevit halucinace a trvalé nucení na močení (Řehořová, 2014).

Při dlouhodobém požívání většího množství látek s kofeinem vzniká chronická otrava s poruchami trávení, nechutenstvím, s nucením na zvracení, trvalým neklidem, nesoustředivostí, roztěkaností, nespavostí. Člověk může být úzkostlivý a mít děsivé sny. Objevuje se někdy i třes, špatné vidění, záškuby ve svalech (Řehořová, 2014).

6.1.11 Ostatní efekty v organismu

Kofein napomáhá využití tuků, poněvadž stimuluje vyplavování katecholaminů, které atakují tukové buňky a následně se lépe spaluje tuk. Jestliže je přidán cukr, je spalovací účinek kofeinu znehodnocen, neboť se začne vyplavovat inzulin, který ukládání tuků podporuje. Spalování tuků je tudíž podmíněno nepřítomností insulinu (Mach, 2006). Kofein má bohaté využití i ve farmakologii. Uplatňuje se jako přísada v určitých analgetických a antipyreticích. Slouží rovněž jako lék k podpoře dechu a krevního oběhu, u infekčních chorob a horečnatých stavů. Je i protijedem po otravě narkotiky, alkoholem a dalšími drogami (Petříková, 2006).

6.2 Souhrn – nežádoucí účinky kofeinu na zdraví

Kofeinu je přiřazována řada poruch, ale nikdy u nich nebylo dokázáno spojení s touto látkou. Obecně platí, že jednorázový příjem kofeinu o malém množství v podstatě nemá nežádoucí účinky. Menší problémy mohou mít lidé citliví na kofein. Při pravidelném užívání vysokých dávek kofeinu se mohou objevit následující nežádoucí účinky:

- žaludek – žaludeční vředy, podráždění zažívacího traktu až krvácení, pálení žáhy (kvůli stimulaci sekreci žaludeční kyseliny)
- srdce – kofein způsobuje arytmií; zvyšuje riziko onemocnění srdce u osob, jejichž průměrná denní spotřeba přesahuje pět šálků denně; v krajním případě může kofein přivodit infarkt nebo problémy s ledvinami
- zvýšený krevní tlak
- kosti – zvýšení rizika vzniku osteoporózy (řidnutí kostí), kofein ovlivňuje metabolismus vápníku v těle – zvyšuje jeho vylučování
- těhotenství – při konzumaci většího množství než 300mg denně (3–5 šálků kávy), se mohou vyskytovat komplikace v podobě potratu, předčasného porodu nebo opožděného růstu plodu; ženám, které se pokoušely otěhotnět, trvalo otěhotnění při příjmu kofeinu vyšším než 300 mg denně déle, než těm, které konzumovaly množství menší; při kojení je kofein obsažen v mateřském mléku a dítě pak může být podrážděné a může trpět nespavostí; kofein navíc snižuje obsah železa v mateřském mléce, které je pro vývoj dítěte velmi nezbytné
- spánek – jeden silný šálek vypitý 30–60 minut před spánkem může způsobit nervozitu a je těžší usnout, ovlivněna je i kvalita spánku, která je samozřejmě nižší po užití kofeinu a uživatelé mohou také trpět přerušovaným spánkem

6.3 Souhrn – pozitivní vliv kofeinu na zdraví

Umírněný denní příjem kofeinu do 300 mg, což je ekvivalentní třem šálkům kávy, většinou není důvodem k zdravotním obavám za předpokladu, že ostatní návyky životního stylu (dieta, příjem alkoholu, kouření a tělesné aktivity) nemají negativní zdravotní účinky.

Káva například podporuje hubnutí a působí jako prevence proti některým (dokonce i nádorovým) onemocněním. Bylo zjištěno, že pití kávy může snižovat riziko vzniku srdečních a respiračních chorob, mrtvice a diabetu. Snížené je i riziko vzniku Parkinsonovy choroby. Účinky jsou však zcela individuální. Kofein rovněž zvyšuje koncentraci dopaminu, ten působí v určitých oblastech mozku a vyvolává příjemný pocit spokojenosti a štěstí. Kofein způsobuje rychlejší a jasnější myšlení a také lepší koordinaci pohybů těla.

7. Kofein a sport

Zkombinujeme-li dostupnost kofeinu a jeho poskytnutí energie, je zřejmé, sportovci mají zájem těžit z výhod, které nabízí. Proto je pro mnoho sportovců součástí každodenního dietního režimu. Jeho uplatnění nalézáme před nebo v průběhu soutěže či tréninku. Účinek kofeinu je závislý na jeho zdroji, přijatém množství, dávkování, pohlaví, výživovém stavu a mnoha dalších faktorech souvisejících s individualitou každého jedince. Ve skutečnosti, sportovci byli řadu let v očekávání, zda-li může příjem kofeinu zlepšit jejich výkon na hřišti. A ukázalo se, že kofein má na sportovní výkon určitý vliv (Sinclair, & Geiger, 2000).

Glykogen je pro svaly nejdůležitějším zdrojem energie, a když se spotřebuje, dochází k vyčerpání. Dalším zdrojem energie, který je ještě hojnější, je tuk. Pokud je glykogen stále k dispozici, namáhaný sval tuk může využít. Kofein přispívá k mobilizaci tukových zásob a způsobuje, že pracující sval tuk využije jako zdroj energie. To odsouvá vyčerpání zásob glykogenu a prodlužuje dobu, kterou je možno věnovat tréninku nebo požadovanému výkonu. Bohužel zatím nebyl dostatečně popsán mechanismus, jakým způsobem toho kofein dosahuje. K šetření zásob glykogenu došlo dle všech studií, které měřily jeho hladinu pouze ve svazech, což je v mnoha případech pro sportovní výkon důležitější, protože glykogen ze svalů se uvolňuje rychleji než z jater (Svobodová, 2000).

Navzdory výzkumům je role kofeinu jakožto přípravku zvyšujícího výkonnost stále kontroverzní. Mnohé údaje jsou sporné, což je částečně způsobeno provedením studie a výběrem použité metody. Nicméně dva závěry vysloveny byly:

- Kofein zřejmě neprospívá krátkodobým a vysoce intenzivním aktivitám (např. sprint, intenzivní krátkodobý trénink)
- Kofein zvyšuje výkonnost u vytrvalostních sportů (Svobodová, 2000).

7.1 Kofein a další psychostimulační látky ve sportu

První psychostimulační látkou zneužívanou ve sportu byl zřejmě kokain (až do roku 1903 byl přirozenou ingrediencí Coca-Coly), používaný ve 20. až 30. letech minulého století cyklisty. Známý je ovšem také dopingový případ tenistů Matse Willandera a našeho Karla Nováčka, kteří byli pozitivně testováni na kokain v roce 1995 na pařížském Roland Garros. Nutno dodat, že to bylo až na sklonku jejich kariéry, kdy ve dvouhře už ani jeden nestartoval a čtyřhru absolvovali již více jako společenskou událost (Vítek, 2007).

Následovala éra amfetaminů. Nejznámější obětí této formy dopingu byl slavný britský cyklista Tom Simpson, který zemřel při stoupání na obávaný Mont Ventoux během vrchařské etapy Tour de France v roce 1967. Poté přišel nástup efedrinu a jeho různých forem včetně pseudoefedrinu a také kofein (Vítek, 2007).

7.2 Doping

Kofein patří mezi nejznámější a nejrozšířenější stimulanty prakticky na celém světě. O zařazení kofeinu na listinu dopingových látek se vedou sáhodlouhé diskuse již celá desetiletí. Kofein byl na listině dopingových látek až do roku 1972, poté byl z tohoto seznamu vyřazen, aby v roce 1984 se stal znovu látkou dopingovou (Vítek, 2007) a až do roku 2003 byl kofein na listině zakázaných látek IOC (The International Olympic Committee). Test moči nesměl přesahovat 12 mg/litr, což odpovídá asi 8 šálků kávy. Nicméně v roce 2004 byl ze seznamu opět vyřazen údajně hlavně proto, že neexistují vědecké důkazy prokazující dopingový potenciál kofeinu. WADA (Světová antidopingová agentura) vyřadila v roce 2004 kofein ze seznamu zakázaných látek údajně hlavně proto, že neexistují vědecké důkazy prokazující dopingový potenciál této látky. Ovšem když se v roce 2004 přiznal australský ragbista k užívání kofeinu s tím, že má tato látka jednoznačně vliv na jeho výkon, opět se vedly horké diskuse, co s kofeinem. Dalším známým případem je aféra amerického cyklistického týmu na Olympijských hrách v roce 1984, jehož členové užívali kofein jako doping ve formě čípků (Magkos, F. & Kavouras, S. A., 2004). Další dopingové případy byly v atletice (halové mistrovství světa 1999, Panamerické hry 2003) a v tenise (Rodriguez, 2002 v Basileji) (Vítek, 2014). Existují studie poukazující na fakt, že více než čtvrtina kanadských a amerických atletů v dorosteneckých kategoriích užívá kofein (Forman et al., 1995). Podle jiné studie z roku 1989 (tedy v době, kdy byl na seznamu dopingových látek) provedené na více než 2000 univerzitních atletech užívalo kofein více než 2/3 respondentů (Wagner, 1991).

Po vyjmutí této látky ze seznamu světové antidopingové agentury proběhlo šetření, kde cílem bylo zjistit využití kofeinu u sportovců. Za tímto účelem se měřila koncentrace z 20 686 vzorků moči získaných pro dopingovou kontrolu od roku 2004 do 2008. Využilo se pouze vzorků získaných po oficiálních národních a mezinárodních soutěžích. Močová koncentrace kofeinu byla stanovena za použití alkalické extrakce a následně pomocí plynové chromatografie. Většina vzorků moči (67,3%) měla močové koncentrace kofeinu pouze 5 µg/ml. Pouze 0,6% vzorků překročila hodnotu, která byla stanovena do roku 2003 jako prahová (12 µg/ml). Triathlon ($3,3 \pm 2,2$ µg/ml), jízda na kole ($2,6 \pm 2,0$ µg/ml), a veslování ($1,9 \pm 1,4$ µg/ml) byly sportovní s nejvyšší úrovní koncentrace kofeinu v moči; gymnastika byl sport s nejnižší koncentrací kofeinu v moči ($0,5 \pm 0,4$ µg/ml). Starší soutěžící (více jak 30 let) měla vyšší hladinu kofeinu v moči než mladší konkurenti (<20 let). Bylo také zjištěno, že nebyly žádné rozdíly mezi muži a ženami. Lze říci, že 3 ze 4 sportovců konzumovalo kofein před nebo v průběhu sportovní soutěže. Nicméně, pouze malá část z těchto konkurentů (0,6%)

měla koncentraci kofeinu v moči vyšší než 12 µg/ml. Vytrvalostní sporty byly disciplíny ukazující nejvyšší množství kofeinu vyloučeného močí po soutěži (Del Coso et al., 2011).

7.3 Mechanismus účinku

Duncan et al. (2013) podává vysvětlení, proč kofein způsobuje to, že subjektivně vnímáte výkon menší, než jaký reálně v tréninku podáváte. To znamená, že kofein díky svému působení na centrální nervový systém může mít psychologický účinek na pocit sportovce, že trénink není pro něj tak náročný, jak se ve skutečnosti zdá, nebo může nějakým způsobem maximalizovat sílu svalové kontrakce. Jak je známo, tak kofein může působit jako antagonistu adenosinu, neurotransmiteru, který způsobuje ospalost a únavu snížením aktivity nervových buněk. V mozku se kofein může vázat na stejné receptory nervových buněk jako adenosin. Ale kofein nepůsobí stejně, takže nesnižuje aktivitu těchto buněk. Namísto toho stimuluje v mozku sekreci epinefrinu, hormonu, díky kterému se při tréninku dobře cítíte. Toto je v současné době nejvíce přijímaná teorie.

7.4 Kofein a jeho účinky na anaerobní vytrvalost

Je známo, že kofein podporuje svalovou činnost (má ergogenní účinek), tím zlepšuje aerobní výkonnost u různých typů zátěže (Maughan, 2006). Mechanismus, jakým kofein zlepšuje silový výkon, pravděpodobně souvisí s jeho schopností spouštět produkci epinefrinu v nadledvinkách, což má za následek zvýšení svalové kontrakce. Pokud toto nastane, tak tréninkové úsilí je vnímáno jako menší a trénujete s vyššími váhami, aniž byste se na to vědomě soustředili. Kofein je prostředkem pro zvýšení výkonu v dobrém smyslu slova. Mnoho studií ukázalo, že výkon může narůst až o 22 %. Množství kávy, které vede ke zvýšení výkonu, je cca 480 ml, což není tak velké množství, aby způsobilo dehydrataci (Kleiner, 2015).

7.4.1 Poznatky z dosavadních studií

Dřívější provedené studie zaznamenaly, že přijímání kofeinu zvyšuje odolnost a vylepšuje výkonnost, zvláště pak při dlouhodobém a vyčerpávajícím cvičení (Bell, & McClellan, 2002; 2003; Graham et al., 1995; Trice, & Haymes, 1995). Avšak výsledky studií vlivu příjmu kofeinu na výkonnost při cvičení proti odporu (RE) byly nejednoznačné.

Podávání kofeinu před cvičením proti odporu výrazně zvyšuje svalovou sílu horní poloviny těla (1RM), ovšem žádný podobný efekt nebyl zaznamenán u svalů dolní poloviny těla (Beck et al., 2006).

Studie Woolf et al. (2008) potvrdila, že příjem kofeinu (5 mg/kg) může vyústit ve vyšší celkovou nazvedanou zátěž (váha násobená opakováními) u bench-pressu, zatímco výsledky

jiného experimentu ukazují, že kofeinové dávky (6 mg/kg) před cvičením proti odporu nijak významně nemění sílu nebo vytrvalost u bench-pressu a leg-pressu (Astorino et al., 2008).

Maridakis v roce 2007 také zjistil, že kofein výrazně redukuje svalovou bolest plynoucí z excentrického cvičení proti odporu, neboli opožděnou svalovou bolestivost. Následkem toho přijímání kofeinu před cvičením proti odporu vylepšuje svalový výkon a následné zotavení z intenzivního cvičení.

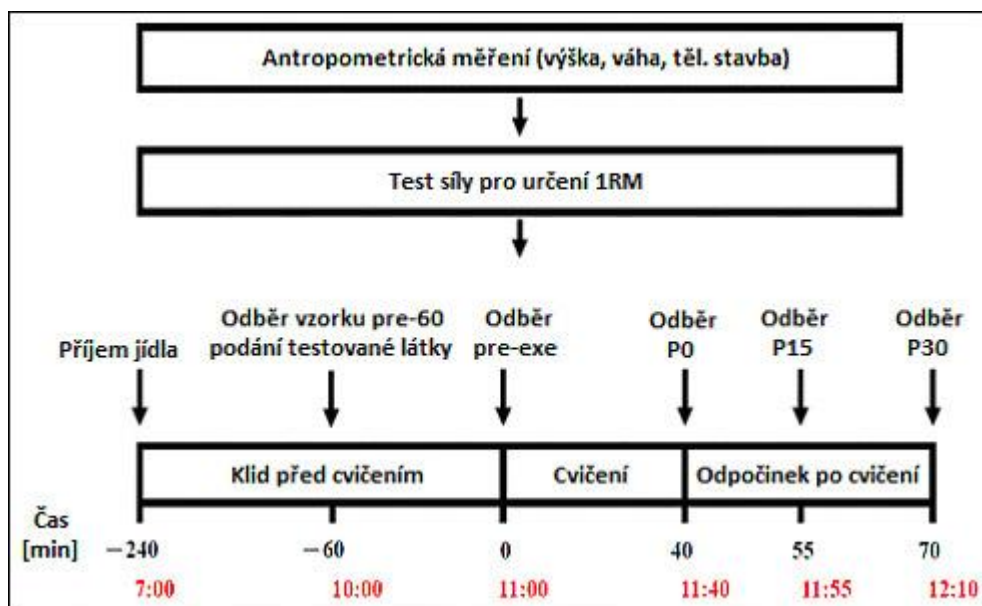
Výzkumy prováděné 7 let zpátky, dokázaly, že kofeinové dávky (5 mg/kg) před cvičením proti odporu výrazně zvyšují koncentraci sérového kortisolu (Woolf et al., 2008). Výsledky jiné studie ukázaly malý vzrůst ($21 \% \pm 24 \%$) hladiny testosteronu a vyšší vzrůst ($52 \% \pm 44 \%$) hladiny kortisolu po vysokých dávkách kofeinu (800 mg). Účinky kofeinu nicméně mírně snižují poměr testosteron : kortisol ($14 \% \pm 21 \%$). Přesto tato studie oznámila, že vysoké dávky kofeinu zvyšují sekreci testosteronu, načež je zvýšena i produkce kortisolu (Beaven et al., 2008).

Goto et al. (2005; 2007) nedávno demonstroval, že vyšší koncentrace sérové volné mastné kyseliny je výsledkem vytrvalostního a výbušného cvičení před cvičením proti odporu. Doprovodným jevem je snížení odezvy růstového hormonu.

Jedna z nejaktuálnějších studií zkoumala vliv různých dávek kofeinu na anaerobní výkon chlapců. Konkrétně zkoumala účinek nízké (1 mg/kg), střední (3 mg/kg) a vysoké (5 mg/kg) dávky kofeinu na anaerobní výkonnosti chlapců. Dvacet šest chlapců, ve věku 8–10 let, se zúčastnilo studie. Chlapcům bylo podáno v náhodném pořadí placebo nebo bezvodý kofein (1, 3, 5 mg/kg). 60 minut po užití látky provedli chlapci Wingate test. Výsledky ukázaly, že výkon byl významně vyšší při užití dávky 3 a 5 mg/kg než v porovnání s placebem. Nedochází k ovlivnění výkonu při příliš malé nebo žádné dávce kofeinu (Turley et al., 2015).

Čínská univerzita v Taiwanu provedla studii, kdy cílem této studie bylo prozkoumat účinky konzumace kofeinu na anaerobní metabolismus a okamžitou hormonální odezvu na cvičení proti odporu. Bylo testováno 10 mužů, kteří pravidelně praktikovali a praktikují odporová cvičení. Na začátku testu všechny subjekty vykonaly test maxima pro jedno opakování (1RM). Subjekty byly rozděleny na dvě skupiny. První polovina dostala kofein, druhá placebo a poté obráceně (polovina, která prvně dostala kofein, tak nyní dostala placebo a druhá skupina obdržela kofein). Cvičení zahrnovalo 8 cviků po 3 sériích a 10 opakováních při intenzitě 75 % 1RM. Podání kofeinu nebo placebo proběhlo jednu hodinu před odporovým cvičením. Krevní vzorky byly odebrány před požitím (pre-60), okamžitě před cvičením (pre-exe), ihned po něm (P0) a dále pak po 15 a 30 minutách (P15 a P30). Byla z nich provedena

analýza inzulinu, testosteronu, kortisolu, růstového hormonu, glukózy, volných mastných kyselin a mléčné kyseliny. Mezi jednotlivými experimenty byl časový rozestup 7 dní (Wu, Lin, 2010).



Obrázek 2. Průběh studie (Wu, Lin, 2010)

V tomto experimentu byli účastníci velmi slabí konzumenti kofeinu, takže můžeme říct, že to mohlo ovlivnit výsledky. Subjekty v této studii byli studenti katedry tělesné výchovy, a proto se mohly jejich fyzické aktivity vykonávané v čase před experimentem do značné míry lišit. Ovšem během dvou týdnů experimentů měli nařízeno a snažili se vykazovat všichni velmi podobný tréninkový objem. Podmínky studie také zabránily subjektům vykonávat během celé doby experimentu další cvičení proti odporu a jiná vyčerpávající cvičení.

Cílem tohoto výzkumu mělo být zjištění vlivu příjmu kofeinu v množství 6 mg/kg na okamžité hormonální odezvy po krátkodobém tréninku proti odporu. Předpokládalo se, že příjem kofeinu před cvičením může zvýšit sekreci kortizolu a utlumit sekreci růstového hormonu po cvičení. Prvotní nálezy naznačily, že příjem kofeinu před cvičením vyústí ve významné zvýšení koncentrací sérových volných mastných kyselin a ve významné snížení odezvy růstového hormonu při cvičení. U skupin přijímajících kofein a placebo však nebyl shledán žádný výrazný rozdíl dalších hormonů (inzulín, testosteron a kortizol).

7.4.2 Souhrn – vliv kofeinu na silový trénink

Na základě výše popsaných studií se zjistilo, že kofein může mít vliv na anaerobní sportovní výkon. Bylo proto vedeno mnoho výzkumů, jejichž cílem bylo zjistit účinky kofeinu na silový výkon. Pro podporu fyzického výkonu se podle uvedených studií neoptimálnější dávka uvádí

množství 3-5 mg na 1 kg tělesné hmotnosti, tj. 200-350 mg kofeinu užitého 40 až 60 min před počátkem tréninku. Dle Turley et al. Nedochází k ovlivnění výkonu při příliš malé nebo žádné dávce kofeinu. Zajímavé je zjištění, že sportující jedinci užívající kofein, zaznamenávají nižší bolesti svalů po absolvování tréninkové jednotky než sportovci, kteří kofein nekonzumují (Maridakis, 2007).

7.5 Kofein a jeho vliv na vytrvalost

Proběhlo i mnoho studií, jejichž cílem bylo zjištění účinků kofeinu na vytrvalostní výkon. Z časového hlediska rozeznáváme různé druhy vytrvalosti, které zapojují energetické systémy v odlišném poměru.

Ukázalo se, že kofein má příznivý vliv nejen při střednědobé vytrvalosti (vysoce intenzivní zátěž 4–6 minut), ale i při dlouhodobé a krátkoúsekovém stupňujícím se cvičení. Větší zlepšení se ukázalo při dlouhodobé vytrvalosti. Obecně můžeme předpokládat, že čím delší je doba trvání zátěže, tím větší je efekt požití kofeinu (Greenwood, Kalmanm & Antonio, 2008, p. 349-350; Jeukendrup & Gleeson, 2010, p. 267; Maughan, 2006, p. 222).

Smolka, Kumstát a Hrnčířiková (2014) uvádí zhodnocení vlivu specifických dávek kofeinu na maximální dosažený výkon (MDV) u dvou skupin sportovců – profesionálních a amatérských cyklistů. Objektem výzkumů se stali muži ve věku 18–40 let, bez zdravotních kontraindikací vylučujících konzumaci kofeinu. Testovány byly dvě skupiny rozdělené dle předem určených kritérií (počet najetých km, tréninkové hodiny, VO₂max.) – 10 amatérských a 8 profesionálních sportovců. Ve třech za sebou následujících dnech byli probandi podrobeni třem výzkumným zátěžovým testům – 60 min jízdy na ergometru (70% VO₂max. – určeno při vstupním testu do vita maxima). 45 min před začátkem fyzické zátěže byl podán jeden ze tří výzkumných pokrmů (kombinace 500 ml vody, sportovního gelu a specifické dávky kofeinu – 0, 2, 7 mg/kg tělesné hmotnosti). Statisticky významné rozdíly ve výkonu byly shledány pouze ve skupině amatérských cyklistů. Tato zjištění naznačují, že příjem kofeinu v určených specifických dávkách není spojen s lepším výkonem u profesionálních cyklistů. Naměřená data prokázala signifikantní zvýšení maximálního dosaženého výkonu pouze u skupiny amatérských cyklistů a zároveň bylo zjištěno, že dochází ke zvyšování MDV v závislosti na dávce. Lze předpokládat, že u zvyšujících se dávek kofeinu by byl dosažen i vyšší MDV. Nicméně je zřejmé, že úroveň trénovanosti je nadřazena vlivu kofeinu (profesionální sportovci). Proto se předpokládá, že dávka ~ 3 mg/kg tělesné hmotnosti je, zejména s přihlédnutím k možným negativním vlivům vyšších dávek kofeinu, pro amatérského sportovce dostatečná. Dle dosažených výsledků došlo k závěru, že suplementace

koфеinem má pro skupinu vrcholových cyklistů menší efekt, než je tomu u amatérských sportovců.

Jedna z nejvíce uznávaných studií (Graham et al., 1998) prokázala řadu účinků, kdy kofein (4,45 mg/kg) byl podán v různých formách. Studie se zúčastnili vytrvalci, kde každý byl podroben pěti běhům na běžeckém pásu, kdy běželi až do vyčerpání na přibližně 85 % VO₂max. Před každým zahájením (60 minut) běhu jim byla podána jiná látka – kofein ve formě kapslí, káva, káva bez kofeinu, kapsle obsahující kofein + káva bez kofeinu a placebo. Kapsle a káva měly srovnatelný obsah kofeinu. Kofein ve formě kapslí zvýšil výkonnost vytrvalců, ve srovnání s ostatními čtyřmi použitými látkami a zároveň bylo dosaženo lepšího výkonu o 2–3 km. Výzkumy naznačují, že kofein ve formě kapslí, kde se jeho množství pohybuje v rozmezí od 3 do 7 mg/kg dokáže v průměru zvýšit výkon až o 24 % v porovnání s placebem (Goldstein, Ziegenfuss, 2010).

Cílem vědců z australské univerzity bylo zjistit vliv kofeinu na výkon u žen (celková práce, průměrný výkon, spotřeba kyslíku, respirační výměnný poměr, srdeční frekvence, výdej energie), které měly sedavý způsob života. Studie se zúčastnilo 10 zdravých žen, které byly nepravidelnými konzumentkami kofeinu a jejich každodenní pohybová činnost byla nízká až nulová, po dobu skoro celého dne jen seděly. Samotný experiment měl 2 fáze. V první fázi respondentky po dobu 15 minut jely na bicyklovém ergometru standardizovaným výkonem, což odpovídá 65 % SF_{max}. Bezprostředně na to, následovala druhá fáze experimentu, kdy po dobu 10 minut respondentky na bicyklovém ergometru předvedly maximální výkon, jakého byly schopny, a zároveň na ergometru měli po tuto dobu stát. Před samotným experimentem, konkrétně 60 minut, bylo podáno ženám množství 6 mg/kg kofeinu, a nebo placebo. Na konci první fáze byla spotřeba kyslíku a výdej energie podstatně vyšší po požití kofeinu ve srovnání s placebem, než před samotným experimentem, kdy si respondentky cvičení jen zkusily. Ostatní hodnoty, jako jsou celková práce, průměrný výkon, respirační poměr a srdeční frekvence, nevykazovaly změny v hodnotách zjištěných ve zkouškovém cvičení. V druhé fázi nebyly zjištěny žádné výrazné rozdíly v hodnotách sledovaných v rámci vlivu podání kofeinu a placeba na výkon jedince (Wallman, Goh, & Guelfi, 2010).

Jedna z dalších studií zkoumala vliv užití kofeinu a efedrinu na výkon jedince v běhu na 10 km. Cílem této studie bylo zjistit, zda dojde ke zlepšení výkonu při činnosti, která je provozována déle než 20 minut po konzumaci kofeinu v kombinaci s efedrinem. Sledováno bylo 12 subjektů, deset mužů a dvě ženy. Věk respondentů se pohyboval od 25 do 40 let. 90 minut před výkonem podali 12 dobrovolníkům tyto látky:

- kofein (4 mg/kg)
- efedrin (0,8 mg/kg)
- kombinace kofein (4 mg/kg) +efedrin (0,8 mg/kg)
- neúčinné placebo

Dobrovolníci měli vykonat 10km dlouhý běh z 11 kg zátěží (na běžeckém pásu a přičemž rychlost si mohli sami regulovat). Zkoumalo se více parametrů. Čas, za který danou vzdálenost jedinci uběhli po užití efedrinu, byl nižší, než u jedinců který užili kofein nebo placebo. Přičemž nárůst tempa byl zaznamenán nejvíce v době posledních 5 kilometrů běhu. Při efedrinové skupině byl signifikantní i nárůst srdeční frekvence. Z čehož vyplývá, že kofein, na rozdíl od efedrinu, nemá prokazatelný vliv na vytrvalost (Bell, McLellan, & Sabiston, 2002).

Pasman et al. (1995) uvádí studii, kdy u devíti dobře vytrénovaných cyklistů zkoumali vliv, po příjmu různých dávek kofeinu, na výkon. Podrobili se jízdě na bicyklovém ergometru s intenzitou 80% VO₂max až do vyčerpání. Před výkonem jim byla podána dávka 0,5,9 nebo 13 mg/kg kofeinu. Výsledky ukázaly, že došlo k 27% zlepšení výkonu s kofeinem. Ve výsledcích nebyly zaznamenány výrazné změny s různou koncentrací kofeinu.

7.5.1 Shrnutí – vliv kofeinu na vytrvalostní výkon

Je známo, že kofein zlepšuje aerobní výkonnost u různých typů zátěže (Maughan, & Burke, 2006). Studie potvrdily, že může jedinec zvětšit výkon až o 22 %. Velká většina studií potvrzuje, že kofein skutečně zlepšuje výkon a činí jej snazším. Malé dávky mohou výkon podpořit, ale velké jej mohou naopak poškodit. Pro sportovce vážícího 68 kg to představuje 225 mg kofeinu. Přestože šálek kávy před cvičením může pomoci, velké množství může být kontraproduktivní. Trénovaní cyklisté podali po požití 350 mg kofeinu stejný výkon jako po požití 850 mg. Odezva na kofein se tedy různí a ne u každého lze předpokládat zlepšení výkonu po požití kofeinu. Velké dávky kofeinu před závodem mohou vést k nervovému přebuzení v již tak dost nervózní a úzkostné situaci.

7.6 Pozitivní účinky kofeinu na sportovní výkon

Kofein působí v organismu na mnoha úrovních. Mezi hlavní jeho funkce patří:

- 1) stimulace centrálního nervového systému,
- 2) pozitivní efekt na uvolňování adrenalinu nezbytného pro mobilizaci organismu při extrémní fyzické zátěži (Bell, 1998),
- 3) zvýšení hladin glukózy v krvi (pozor u osob s porušenou glukózovou tolerancí, u kterých je nebezpečí rozvoje cukrovky) (Bell et al., 2001),

- 4) zvýšení hladiny laktátu – kyseliny mléčné (zřejmě jako důsledek vyšší tolerance vůči anaerobní námaze) (Bell et al., 2002),
- 5) všechny tyto výše uvedené účinky vedou ke zvýšené odolnosti vůči únavě, jak bylo opakovaně prokázáno pro aerobní i anaerobní fyzickou zátěž,
- 6) kofein pravděpodobně zvyšuje i silovou výkonnost, ačkoli v současnosti není k tomuto tvrzení dostatek důkazů (Powers, & Dodd, 2005)
- 7) zvýšení vstřebávání glukózy ze zažívacího traktu, čímž zlepšuje energetickou bilanci během sportovního výkonu (Van Nieuwenhoven et al., 2000).

7.7 Negativní účinky kofeinu na sportovní výkon

Kofein má samozřejmě i svá negativa. Je prokázáno, že

- 1) působí diuretický – močopudný (to může komplikovat udržení rovnováhy vnitřního prostředí při intenzivní sportovní aktivitě) (Riesenhuber et al., 2006),
- 2) je termogenní, tedy zvyšuje teplotu, což je také nežádoucí pro déletrvající sportovní výkon obzvláště za nepříznivých klimatických podmínek (horko, vlhko) (Westerterp-Plantenga et al., 2006),
- 3) zvyšuje srdeční frekvenci, což také neprospívá maximálnímu sportovnímu výkonu (Bell, & Jacobs, 1999),
- 4) jedinci, kteří pravidelně užívají kofein (i ve formě pití kávy) vyvinou snadno toleranci vůči účinkům kofeinu a jeho ergogenní (výkonnost zvyšující) účinky se nedostaví (Borone, & Roberts, 1996)
- 5) mnoho nápojů s obsahem kofeinu obsahuje fytyáty a taniny, které snižují vstřebávání některých stopových prvků, například zinku, což může při dlouhodobém užívání kofeinových nápojů vést k chronickému nedostatku těchto důležitých mikronutrientů (Harland, 2000),
- 6) kofein má mnoho potenciálně škodlivých zdravotních účinků (například vliv na krevní tlak, krevní tlak, osteoporózu, apod.) (Campos, & Baylin, 2007).

8. ZÁVĚR

Uvedená bakalářská práce je zaměřena na nejrozšířenější přírodní stimulant na světě, kterým je kofein. Hlavním záměrem je upozornit na fakt, že tato látka ovlivňuje, ať už v malé nebo větší míře, organismus jedince. Cílem práce bylo zjistit, na základě uvedených studií, zda má kofein vliv na zdraví a jakou roli hraje ve výkonu sportovce. Dílčím cílem bylo uvést, jestli kofein působí pozitivně nebo negativně na naše zdraví. Byl zde také popsán, jako další z dílčích cílů, vliv kofeinu na aerobní a anaerobní výkon.

O požívání kofeinu a jeho vlivu na samotné zdraví se nashromáždilo mnoho informací a neustále jich přibývá. Na základě studií, které se zabývají problematikou vlivu kofeinu na zdraví, bylo zjištěno, že tento alkaloid působí negativně i pozitivně na lidský organismus. Konzumace kofeinu v nadměrném množství vyvolává srdeční arytmii a lidem, kteří mají problémy se srdcem je doporučeno, aby se kofeinu zcela vyhýbali (Chernus, & Skolnik, 2011). Konzumace nadměrného množství může způsobit žaludeční vředy a může dojít i k pálení žáhy (Grundmann, 2001). Při jeho excesivním příjmu je potvrzeno zvýšení rizika osteoporózy, jelikož kofein ovlivňuje metabolismus vápníku v těle, kdy zvyšuje jeho vylučování (Heaney, 2002). Pro těhotné ženy je uváděná bezpečná hranice pro příjem kofeinu 200 mg. Mohou se vyskytnout komplikace v podobě předčasného porodu, potratu a dokonce má vliv na samotný plod v těle matky (Morton, 2008; Spangler, 1995). Existuje i závislost na kofeinu a abstinenčních příznaky se vyznačují pocitem neklidu, úzkosti a poruchy spánku (Řehořová, 2014). Kofein také napomáhá využití tuků, poněvadž stimuluje vyplavování katecholaminů, které útočí na tukové buňky, aby se z nich snáze uvolňovala zásobní energie a následně se lépe spaluje tuk. Tato situace ovšem nastane za předpokladu, že nebyl přidán cukr. Díky cukru se totiž začne v těle uvolňovat inzulin a ten naopak ukládání tuků podporuje. Spalování tuků je tudíž podmíněno nepřítomností insulinu (Mach, 2006).

V určitém množství působí kofein v pozitivním smyslu. Přibývá důkazů, že pravidelná, přiměřená konzumace kávy (1–3 šálky/den) snižuje riziko několika nežádoucích vlivů působících na organismus. Mezi hlavní pozitivní vlivy kofeinu na zdraví patří: snížení rizika kardiovaskulárních chorob včetně srdečních arytmii, diabetu 2. typu, cévní mozkové příhody, hypertenze, obezity, deprese, neurodegenerativní onemocnění (Parkinsonova choroba) a zlepšuje astmatické stavy. Kofein způsobuje rychlejší a jasnější myšlení a také lepší koordinaci pohybů těla. (O'Keefe et al., 2014).

V současné době je velmi využívanou látkou nejen jako doplněk stravy, ale i ve farmacii a sportovní oblasti. Výsledky studií ukazují, že kofein má příznivý vliv na vytrvalostní výkon. Zvyšuje výkonnost jak u amatérských sportovců, tak u těch více

zdatných až profesionálních. Jestliže má káva, respektive její povzbuzující složka kofein stimulační účinky na výdrž a vytrvalost, uvádí se, že bezpečná a přitom účinná jednorázová dávka kofeinu je asi 3,1 mg kofeinu na 1 kilogram tělesné hmotnosti. Pro člověka vážícího 70 kg je to tedy okolo 210 mg. To odpovídá asi dvěma šálkům kávy denně. (Smolka, Kumstát & Hrnčířiková, 2014; Goldstein, Ziegenfuss, 2010).

V minulosti nebylo úplně jednoznačné, jestli dochází při příjmu kofeinu k pozitivní účinnosti při silových sportech. Dřívější provedené studie zaznamenaly, že výsledky studií vlivu příjmu kofeinu na výkonnost při cvičení proti odporu (RE) byly nejednoznačné (Bell, & McClellan, 2002; 2003; Graham et al., 1995; Trice, & Haymes, 1995). Avšak poslední zaznamenané výzkumy potvrdily, že přijímání kofeinu před cvičením proti odporu vylepšuje svalový výkon a následné zotavení z intenzivního cvičení (Maridakis, 2007).

9. SOUHRN

Úvodní část práce se zabývá popisem kofeinu. Je zde popsána charakteristika kofeinu a jeho chemicko-fyzikální vlastnosti. V další části je uveden výskyt kofeinu v nejběžnějších rostlinách a nejzákladnější zdroje kofeinu a jejich množství v lidské výživě. Dalším stěžejním bodem a zároveň nejdůležitějším, bylo zjištění vlivu kofeinu na zdraví a sportovní výkon.

V přírodě se kofein vyskytuje v listech, semenech a plodech mnoha rostlin. Nejznámějšími jsou kávová zrna, kakaové boby, čajové lístky, lístky maté a samozřejmě guarana. Kofein se přidává do nealkoholických nápojů jako je Coca-Cola, Kofola, Tonik a další.

Děti, mladá generace a osoby, které kávu nepijí, přijímají kofein převážně pitím čaje a nealkoholických nápojů. Při určitém množství příjmu kofeinu (cca 300 mg, což odpovídá třem šálkům kávy) není důvod k zdravotním obavám. Tato dávka naopak podporuje rychlejší a jasnější myšlení a lepší tělesnou koordinaci. Také svým vlivem na metabolismus snižuje riziko rozvoje diabetu 2. typu, kardiovaskulárních chorob, Parkinsonovy choroby a onemocnění jater (cirhosa a karcinom). Kofein zvyšuje produkci žaludečních kyselin, může dojít ke zhoršení žaludečních vředů. Dobře popsány příznaky jsou i únava, neklid a potíže se spaním. Množství vyšší než 2000 mg pak v mnoha případech vyvolává nespavost, třes a zrychlené dýchání. Při pravidelné konzumaci se však některé tyto účinky, především stimulační, projevují u stálých konzumentů kávy v mnohem menší míře než u konzumentů občasných.

Ze seznamu dopingových látek kofein sice před deseti lety vyškrtlí, o stimulačních účincích kofeinu však nikdo nepochybuje. V malých dávkách může pomoci ke zvýšení okamžitého intelektuálního výkonu odstraněním momentální únavy. Malé dávky mohou sice zvýšit krátkodobě sportovní výkon, kdežto velké dávky, opakovaně podávané při sportu, mohou při dlouhodobém používání přinést zdravotní problémy. Studium jeho vlivu na sportovní výkon se zabývají vědci už řadu let. Navzdory dosavadním výzkumům je role kofeinu jakožto přípravku zvyšujícího výkonnost stále sporná. Je to částečně způsobeno provedením studie a výběrem použité metody. Nicméně podle posledních výzkumů, výsledky potvrzují, že kofein zvyšuje výkonnost zejména u sportů vytrvalostního charakteru a má i vliv na anaerobní cvičení.

10. SUMMARY

The first part of this work is focused on description of caffeine. Here you will find characteristics of caffeine and its chemical and physical properties. In the next part is listed occurrence of caffeine in the most common plants and the most common sources of caffeine and their amount in human nutrition. Another key point of this work, which is also most important, was to determine influence of caffeine on health and sport performance.

In nature caffeine occurs in leaves, seeds and fruits of many plants. The best known are coffee beans, cocoa beans, tea leaves and of course leaves of yerba mate and guarana. Caffeine is also part of the non-alcoholic drinks such as Coca-Cola, Kofola, Tonik and many others.

Children, young generation and persons who do not drink coffee, ingest caffeine mostly by drinking tea and non-alcoholic beverages. There is no reason for health concerns if you ingest caffeine with care (approx. 300 mg, equivalent of three cups of coffee). On the contrary, this dose supports quicker and brighter mind and better body coordination. Reasonable dose has also influence on metabolism and reduces the risk of developing type 2 diabetes, cardiovascular diseases, Parkinson's disease and liver diseases (cirrhosis and carcinoma). Caffeine increases the production of stomach acids which can lead to deterioration of gastric ulcers. Well described symptoms are fatigue, restlessness and sleeping difficulties. Amount higher than 2000 mg can cause insomnia, tremor and hyperventilation. However, if you drink coffee regularly some of these effects, especially the stimulative ones, appear in much lesser extent than if you drink it occasionally.

Caffeine was scratched out of doping substances 10 years ago but there are no doubts about its stimulation effects. In small doses it can help increase immediate intellectual performance by removing the current fatigue. Small doses can indeed improve sport performance but large doses in long-term use, repeatedly ingested during sport, can bring health issues. Scientists examine its influence on sport performance for many years. Despite existing researches the role of caffeine as performance enhancing product is still questionable. It is partly caused by conducting survey and by choice of used method. However, according to latest research, it is confirmed that caffeine improves performance especially in endurance sports and has influence on anaerobic exercise.

11. REFERENČNÍ SEZNAM

- Australian institute of sport. (2012). *Caffeine*. Retrieved 22. 4. 2015 from the World Wide Web: http://www.ausport.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/469650/Caffeine_11-_website_fact_sheet.pdf
- American College of Sports Medicine (1998). *ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription*. Baltimore, USA: Williams and Wilkins.
- Andrade-Souza, V. A., Bertuzzi, R., de Araujo, G. G, Bishop, D.,& Lima-Silva, A. E. (2015). Effects of isolated or combined carbohydrate and caffeine supplementation on soccer performance. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 12, 1-7. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25884315>
- Armstrong, M. (2002). *Řízení lidských zdrojů*. Praha: Grada.
- Astorino, T.A., Rohmann, R.L., & Firth, K. (2008). Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximal muscular strength. *European Journal of Applied Physiology*, 102, 127-132.
- Barnard, N. (1998). *Jídlem proti bolesti*. Praha: Anag.
- Barone, J. J.,& Roberts, H. R. (1996). Caffeine consumption. *Food Chem Toxicol.*, 34(1), 119-29. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=8603790&ordinalpos=1&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
- Beaven, C.M., Hopkins, W.G., Hansen, K.T., Wood, M.R., Cronin, J.B., & Lowe, T.E. (2008). Dose effect of caffeine on testosterone and cortisol responses to resistance exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18, 131-141.
- Beck, T. W., Housh, T.J., Schmidt, R.J., Johnson, G.O., Housh, D. J., Coburn, J.W., & Malek, M.H. (2006). The acute effects of a caffeine-containing supplement on strength, muscular endurance, and anaerobic capabilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 506-510.
- Bell, D. G.,& Jacobs, I. (1999). Combined caffeine and ephedrine ingestion improves run times of Canadian Forces Warrior Test. *Aviat Space Environ Med.*, 70(4), 325-9. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermTo>

Search=10223267&ordinalpos=7&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum

- Bell, D. G., Jacobs, I., & Ellerington K. (2001). Effect of caffeine and ephedrine ingestion on anaerobic exercise performance. *Med Sci Sports Exerc*, 33(8), 1399-403. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=11474345&ordinalpos=3&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
- Bell, D. G., Jacobs, I., & Zamecnik, J. (1998). Effects of caffeine, ephedrine and their combination on time to exhaustion during high-intensity exercise. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 77(5), 427-33. Retrieved from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=9562293&ordinalpos=8&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
- Bell, D.G., & McClellan, T.M. (2003). Effect of repeated caffeine ingestion on repeated exhaustive exercise endurance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(8), 1348-1354.
- Bell, D.G., & McClellan, T.M. (2002). Exercise endurance 1, 3, and 6 h after caffeine ingestion in caffeine users and nonusers. *Journal of Applied Physiology*, 9, 1227–1234.
- Bell, D. G., McLellan, T. M., & Sabiston, C. M. (2002). Effect of ingesting caffeine and ephedrine on 10-km run performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 34(2), 344–349. Retrieved 20. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.474.651&rep=rep1&type=pdf>
- Benardot, D. (2000). *Nutrition for serious athletes: An advanced guide to foods, fluids, and supplements for training and performance*. Champaign: Human Kinetics.
- Benešová M., & Satrapová H. (2002). *Odmaturuj z chemie*. Brno: Didaktis.
- Bromová et al. (2010). Zdravotní rizika energetických nápojů. *Prevence úrazů, otrav a násilí*, 4(2), 205–224.

- Campos, H., & Baylin, A. (2007). Coffee consumption and risk of type 2 diabetes and heart disease. *Nutr Rev.*, 65(4), 173-9. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=17503712&ordinalpos=1&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
- Del Coso, J., Estevez, E., & Mora-Rodriguez, R. (2009). Caffeine during exercise in the heat: Thermoregulation and fluid-electrolyte balance. *Medicine Science Sports Exercise*, 41, 164-173.
- Del Coso, J., Munoz, G., & Munoz-Guerra, J. (2011). Prevalence of caffeine use in elite athletes following its removal from the World Anti-Doping Agency list of banned substances. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 36(4), 551–561. Retrieved 21. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21854160>
- Duncan, M. J., Stanley, M., Parkhouse, N., Cook, K., & Smith, M. (2013). Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise. *European Journal of Sport Science*, 13(4), 392. Retrieved 24. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=fa546ba3-f144-4eb9-800f-02f43f8bc563%40sessionmgr114&vid=4&hid=114>
- Forman, E. S., Dekker, A. H., Javors, J. R., & Davison, D. T. (1995). High-risk behaviors in teenage male athletes. *Clinical Journal Sport Medicine*, 5(1), 36–42. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=7614079&ordinalpos=2&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
- Gardner, C., Bruce, B., & Spiller, G. A. (1998). *Coffee, caffeine and serum cholesterol*. Boca Raton, USA: CRC Press.
- Gokulakrishnan, S., Chandraraj, K., & Gumadi, S. (2005). Microbial and enzymatic methods for the removal of caffeine. *Enzyme and Microbial Technology*, 37, 225-232.
- Goldstein, E., Ziegenfuss, T., et al. (2010). International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 1–15.
- Goto, K., Higashiyama, M., Ishii, N., & Takamatsu, K. (2005). Prior endurance exercise attenuates growth hormone response to subsequent resistance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 94, 333-338.

- Goto, K., Ishii, N., Kurokawa, K., & Takamatsu, K. (2007). Attenuated Growth Hormone Response to Resistance Exercise with Prior Sprint Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(1), 108-115.
- Graham. T.E., Hibbert, E., & Sathasivam, P. (1998). Metabolic and exercise endurance effects of coffee and caffeine ingestion. *J. Appl. Physiol.*, 85, 883-889.
- Graham, T.E., & Spriet, L.L. (1995). Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine. *Journal of Applied Physiology*, 78, 867-874.
- Green, P.J., Kirby, R., & Suls, J. (1996). The effects of caffeine on blood pressure and heart rate: a review. *Annals of Behavioral Medicine*, 18, 201–216.
- Greenwood, M., Kalman, D., & Antonio, J. (2008). *Nutritional supplements in sports and Exercise*. Totowa, USA: Humana Press.
- Grundmann, M. (2001). Lékové interakce s kofeinem I. *Interní medicína pro praxi*, 4, 187–188. Retrieved 25. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2001/04/12.pdf>
- Harland, B. F. (2000). Caffeine and nutrition. *Nutrition*, 16(7-8), 522-6. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0899900700003695>
- Heaney, R.P. (2002). Effects of caffeine on bone and calcium economy. *Food Chem. Toxicol*, 40, 1263-1270.
- Higdon, J.V., & Frei, B. (2006). Coffee and health: a review of recent human research. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.*, 46, 101-123.
- Homolka, J., & Soukupová, E. (2005). Hodnocení výroby, obchodu a spotřeby komodity káva. 183–185.
- ICO (2015). Trade Statistics. Retrieved 17. 4. 2015 from the World Wide Web: http://www.ico.org/trade_statistics.asp
- James, J. E. (1991). Cardiovascular system. *Caffeine and Health*, edited by J. E. James (London: Academic Press), pp. 96–138.
- James, J. E. (1997). Is habitual caffeine use a preventable cardiovascular risk factor? *Lancet*, 349, 279–281.
- Jebas, M. (10. 10. 2003). Kofein a krevní tlak. Internetový magazín Ronnie. Retrieved 2. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://medicina.ronnie.cz/c-323-kofein-a-krevni-tlak.html>
- Jeukendrup, A., & Gleeson, M. (2010). *Sport nutrition: an introduction to energy production and performance*. Champaign: Human Kinetics.

- Kleiner, S. (2015). *Fitness výživa: Power Eating program*. Praha: Grada Publishing.
- Knapton, S. (2014). Too much coffee damages fertility for men, study finds. *China Daily*, 23. Retrieved 4. 4. 2015 from PROQUEST database on the World Wide Web: <http://search.proquest.com/docview/1640514189/1CCAEAC68A8540D7PQ/24?accountid=16730>
- Luo, J., Inoue, M., Iwasaki, M. et al. Green tea and coffee intake and risk of pancreatic cancer in a large-scale, population-based cohort study in Japan (JPHC study). *Eur.J. Cancer. Prev.*, 16(6), 542-548.
- Lee, J.E., Giovannucci, E., Smith-Warner, S.A et al. (2006). Total fluid intake and use of individual beverages and risk of cell cancer in two large cohorts. *Cancer. Epidemiol. Biomarkers. Prev.*, 15(6), 1204-1211.
- Lopez-Garcia, E., Rodriguez-Artalejo, F., Li, T.Y. et al. (2011). Coffee consumption and mortality in women with cardiovascular disease. *Am.J. Clin. Nut.*, 94(1), 218-224.
- Lüllman, H., Mohr, K., & Wehling, M. (2004). *Farmakologie a toxikologie*. Praha: Grada.
- Magkos, F., & Kavouras, S. A. (2004). Caffeine and ephedrine: psychological, metabolic and performance – enhancing effects. *Sports Medicine*, 34(13), 871–889. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=15487903&ordinalpos=2&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
- Mach, I. (2006). *Doplňky stravy na našem trhu*. Praha: Grada.
- Maridakis, V., O'Connor, P.J., Dudley, G.A., & McCully, K.K. (2007). Caffeine attenuates delayed-onset muscle pain and force loss following eccentric exercise. *The Journal of Pain*, 8(3), 237-243.
- Marjoire, I. (1995). Caffeine: The (mostly) good news. *Liberty Media for Women*, 6(2). Retrieved 3. 4. 2015 from PROQUEST database on the World Wide Web: <http://search.proquest.com/docview/204297603/C5F1CBF5F425421FPQ/4?accountid=16730>
- Maughan, R. J., & Burke, L. (2006). *Výživa ve sportu: Příručky pro sportovní medicínu*. Praha: Galén.
- Merighi, S., Benini, A., Mirandola, P. et al. (2007). Caffeine inhibits adenosine- induced accumulation of hypoxia-inducible factor-1alpha, vascular endothelial growth factor,

- and interleukin-8 expresion in hypoxic human colon cancer cells. *Mol. Pharmacol*, 72(2), 395-406.
- Myers, M. G.(1998). Cardiovascular effects of caffeine. *International Life Sciences Institute Caffeine Technical Committee Working Paper..*
- Myers, M. G.(1988). Effects of caffeine on blood pressure. *Archives of Internal Medicine*, 148, 1189–1193.
- Nancy, C. (2014). Sportovní výživa. Praha: Grada Publishing.
- Nawrot, P., Jordan, S., Eastwood, J., Rotstein, J., Hugenholtz, A., &Feeley, M. (2003). Effects of caffeine on human health. *Food Additives and Contaminants*, 20(1), 1–30. Retrived 22. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.tandf.co.uk/journals>
- O'Keefe, J. H., Bhatti, S. K., Patil, H.R., DiNicolantonio, J. J., Lucan, S. C,& Lavie, C. J. (2013). Effects of habitual coffee consumption on cardiometabolic disease, cardiovascular health, and all-cause mortality. *J Am Coll Cardiol*. 62(12, 1043-51.
- Pasman, W. J., Baak, M. A., Jeukendrup, A. E., Haan, A. (1995). The effect of different dosages of caffeine on endurance performance time.*Int J Sports Med.*, 16(4),225-30. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7657415>
- Pendell, D. (2005). *Pharmako Dynamis*. Praha: Dybbuk.
- Petříková, V.,& Patočka, J. (2006). Káva očima toxikologa. Retrieved 24. 4. 2015 from the World Wide Web:http://www.pmfhk.cz/VZL/VZL%203_4_2006/007%20Petrikova-T.pdf
- Powers, S. K., Dodd, S. (2005). Caffeine and endurance performance.*Sports Med.*,2(3), 165-74. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=3892626&ordinalpos=4&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
- Pössl, M. (2010). *Káva jako životní styl*. Praha: Grada Publishing.
- Riesenhuber, A., Boehm, M., Posch, M.,& Aufricht, C. (2006). Diuretic potential of energy drinks.*Amino Acids.*, 31(1),81-3. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=16847703&ordinalpos=2&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum

- Řehořová, K. (2014). Závislost na kofeinu – kofeinismus. *Mineralfit. Magazín nejen o zdraví*. Retrieved 27. 3. 2015 from the World Wide Web: <http://www.mineralfit.cz/clanek/zavislost-na-kofeinu-koferinismus>
- Schardt, D. (2008). Caffeine: The Good, the Bad, and the Maybe. *Nutrition Action Health Letter*, 35(2), 1,3–5. Retrieved 4. 4. 2015 from PROQUEST database on the World Wide Web: <http://search.proquest.com/docview/204130028/1CCAEAC68A8540D7PQ/39?accountid=16730>
- Sinclair, C. J. D., & Geiger, J. D. (2000). *Caffeine use in sports*. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(1), 71–79. Retrieved 7. 4. 2015 from PROQUEST database on the World Wide Web: <http://search.proquest.com/docview/202673922/7D77EC4865CC4468PQ/2?accountid=16730>
- Skolnik, H., & Chernus, A. (2011). *Výživa pro maximální sportovní výkon*. Praha: Grada Publishing.
- Smolka, O., Kumstát, M., & Hrnčířiková, I. (2014). Vliv kofeinu na maximální dosažený výkon při dlouhodobé vytrvalostní aktivitě u profesionálních a neprofesionálních cyklistů. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 23(1), 27. Retrieved 16. 4. 2015 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://ehis.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=45b32a4a-e77d-4074-8201-6c85c742dc2f%40sessionmgr4001&vid=16&hid=4111>
- Spangler, T. (1995). Study: Caffeine may impede fertility. *Orange County Register*, A.03. Retrieved 3. 4. 2015 from PROQUEST database on the World Wide Web: <http://search.proquest.com/docview/272799137/2D362A4F69AD4B0BPQ/11?accountid=16730>
- Svobodová, A. (2000). Kofein a jeho účinky v lidském těle. *Výživa a doplňky*. Retrieved 7. 4. 2015 from the World Wide Web: http://svajgl.sweb.cz/svobodova/koferin_a_jeho_ucinky.html
- Švorc, L., Tomčík, P., Svítková, J., Rievaj, M., & Bustin, D. (2012). Analytické metody na stanovenie kofeínu ako biologicky významnej látky. *Chemické listy*, 107, 530–536.
- Tamakoshi, A., Lin, Y., Kawado, M. et al. (2011). Effect of coffee consumption on all-cause and total cancer mortality: findings from the JACC study. *Eur. J. Epidemiol*, 26(4), 285–293.

- Thelle,D.S., (1993). Metabolic effects of coffee and caffeine intake on the cardiovascular system. *Caffeine, Coffee and Health*, edited by S. Garattini (New York: Raven), pp. 151–155.
- Trice, I., &Haymes, E.M. (1995). Effects of caffeine ingestion on exercise-induced changes during high-intensity, intermittent exercise. *International Journal of Sport Nutrition*, 5, 37-44
- Velíšek, J. (2002). *Chemie potravin 3*. Praha: Osis.
- Thelle,D. S.(1995). Coffee, tea and coronary heart disease. *Current Opinion in Lipidology*, 6, 25–27.
- Thelle,D. S., Heyden, S., & Fodor, J. G.(1987). Coffee and cholesterol in epidemiological and experimental studies. *Atherosclerosis*, 67, 97–103.
- Turley, K. R., Eusse, P. A., Thomas, M. M., Townsend, J. R.,& Morton, A. B. (2015). Effects of Different Doses of Caffeine on Anaerobic Exercise in Boys.*Pediatric Exercise Science*, 27(1), 50–57.
- Vacík, J., Barthová, J., Pacák, J., Strauch, B., Svobodová, M., Zemánek, F. (1999). *Přehled středoškolské chemie*.Praha: SPN-pedagogické nakladatelství.
- Van Nieuwenhoven,M. A., Brummer, R. M,& Brouns F. (2000). Gastrointestinal function during exercise: comparison of water, sports drink, and sports drink with caffeine.*J Appl Physiol*, 89(3),1079-85. Retrieved 23. 4. From the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=10956354&ordinalpos=15&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
- Vítek, L. (2014). Kofein a jeho užívání ve sportu. *Sportvital*. Retrieved 22. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.sportvital.cz/sport/vyziva-ve-sportu/kofein/kofein-a-jeho-uzivani-ve-sportu/>
- Wagner, J. C. (1991). Enhancement of athletic performance with drugs. An overview.*Sport Med.*, 12(4), 250–265. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=1686120&ordinalpos=2&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
- Wallman, E.K., Goh, W.J.,& Guelfi, J. K., (2010). Effects of Caffeine on Exercise Performance in Sedentary Females. *Journal of Sports Science and Medicine* (09), 183 - 189. Retrived 20. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.jssm.org/abstresearch.php?id=jssm-09-183.xml>
- Wenke, M., Hynie, S.,& Mráz, M. (1977). *Farmakologie*. Praha: Avicenum zdravotnické nakladatelství.

- Westerterp-Plantenga, M., Diepvens, K., Joosen, A. M., Bérubé-Parent, S., & Tremblay, A. (2006). Metabolic effects of spices, teas, and caffeine. *Physiol Behav.*, 89(1), 85-91. Retrieved 23. 4. 2015 from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=16580033&ordinalpos=5&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
- Woolf, K., Bidwell, W.K., & Carlson, A.G. (2008). The effect of caffeine as an ergogenic aid in anaerobic exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18, 412-429.
- Wu, Bo-Han, & Lin, Jung-Chang, (2010). Caffeine attenuates acute growth hormone response to a single bout of resistance exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 262-269. Retrieved 16. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://www.jssm.org/research.php?id=jssm-09-262.xml>
- Yu, X., Bao, Z., Zou, J., & Dong, J. (2011). Coffee consumption and risk of cancers: a meta analysis of kohort studies. *BMC Cancer*, 11(1), 96-106.
- Žáček, Z. (1962). *Zajímavě o kávě, čaji a kakau*. Praha: Vydavatelství obchodu.