

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Efekt kofeinu na lokální izometrický výkon flexorů prstů
u sportovních lezců**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Doc. Jiří Baláš, Ph.D.

Vypracoval:

Jeroným Ťuka

Vrchlabí, 2023

Prohlašuji, že jsem závěrečnou (bakalářskou) práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne:

.....

Podpis

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Chtěl bych poděkovat doc. Jiřímu Balášovi Ph.D. za jeho ochotu a čas, který mi věnoval při řešení této studie. Poděkování patří i mé sestře, rodině a probandům.

Abstrakt

Název: Efekt kofeinu na lokální izometrický výkon flexorů prstů u sportovních lezců.

Cíle: Cílem této práce bylo zjistit, zdali kofein ovlivňuje lokální izometrický výkon flexorů prstů u sportovních lezců při 4 minutovém all-out testu a testu maximální síly.

Metody: 12 lezců se zúčastnilo 3 návštěv laboratoře LSM na UK FTVS. Během každé návštěvy absolvovali test maximální síly, silového gradientu a all-out test na specifickém dynamometru. Při druhém a třetím testování jsme lezcům náhodně podali kofein nebo placebo a sledovali, zdali dojde ke změně výkonu.

Výsledky: Průměrná maximální síla během vstupního měření byla 48,8 kg ($\sigma = 12,5$ kg), při suplementaci kofeinem se průměrná maximální síla zvýšila na 48,9 kg ($\sigma = 11,5$ kg). Průměrná celková práce během vstupního měření byla 3573,3 kg.s ($\sigma = 810,2$ kg.s), při suplementaci kofeinem došlo ke zvýšení na 3700,8 kg.s ($\sigma = 865,7$ kg.s). Průměrná práce proveditelná nad kritickou silou během vstupního měření byla 1242 kg.s ($\sigma = 726$ kg.s), při suplementaci kofeinem došlo ke snížení na 1215,2 kg.s ($\sigma = 456,1$ kg.s). Průměrná kritická síla během vstupního měření byla 15 kg ($\sigma = 5,9$ kg), při suplementaci kofeinem došlo ke zvýšení na 15,9 kg ($\sigma = 5,3$ kg).

Závěr: Zjistili jsme, že výsledky nejsou natolik prokazatelné, abychom mohli s jistotou říci, že kofein jednoznačně zvyšuje izometrický výkon flexorů prstů u sportovních lezců.

Klíčová slova: sportovní lezení, lezecký výkon, kofein, kritická síla

Abstract

- Title:** Effect of caffeine on local isometric performance of fingers in sport climbers.
- Targets:** The aim of this study was to investigate whether caffeine affects local isometric finger flexor performance in sport climbers during a 4 minute all-out test and the maximal force test.
- Methods:** 12 climbers participated in the testing during 3 visits to the LSM laboratory at the UK FTVS. During each visit, they completed a maximal strength test, a force gradient and an all-out test on a specific dynamometer. During the second and third testing we randomly administered caffeine or a placebo to the climbers and monitored whether there was a change in performance.
- Results:** The average maximal force during the initial measurement was 48.8 kg ($\sigma = 12.5$ kg), with caffeine supplementation the average maximal force increased to 48.9 kg ($\sigma = 11.5$ kg). The average total work during the initial measurement was 3573.3 kg.s ($\sigma = 810.2$ kg.s), with caffeine supplementation there was an increase to 3700.8 kg.s ($\sigma = 865.7$ kg.s). The average work performed above critical strength during the initial measurement was 1242 kg.s ($\sigma = 726$ kg.s), with caffeine supplementation there was a decrease to 1215.2 kg.s ($\sigma = 456.1$ kg.s). The average critical force during the initial measurement was 15 kg ($\sigma = 5.9$ kg), increasing to 15.9 kg ($\sigma = 5.3$ kg) with caffeine supplementation.
- Conclusion:** we found that the results of these tests were not conclusive enough to say with confidence that caffeine clearly increases isometric flexor performance of the finger flexors in sport climbers.
- Keywords:** sport climbing, climbing performance, caffeine, critical strength

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Teoretická východiska	10
2.1. Sportovní lezení	10
2.1.1. Bouldering.....	10
2.1.2. Lezení na obtížnost	11
2.1.3. Lezení na rychlost	11
2.2. Struktura výkonu ve sportovním lezení	11
2.2.1. Svalová síla	12
2.2.2. Flexibilita	13
2.2.3. Vytrvalost.....	14
2.3. All-out test.....	15
2.4. Látky ovlivňující výkon	16
2.4.1. Kreatin.....	17
2.4.2. Bikarbonát sodný	17
2.4.3. Placebo	18
2.5. Kofein.....	19
2.5.1. Zdroje kofeinu.....	20
2.5.2. Účinky kofeinu.....	21
2.6. Látky používané ve sportovním lezení.....	24
3. Shrnutí teoretické části	26
4. Cíl Práce	27
5. Hypotézy	27
6. Metodika práce.....	27
6.1. Design studie.....	27
6.2. Výzkumný soubor	30
6.3. Metody měření	30
6.4. Vyhodnocení výsledků.....	30

7.	Výsledky	31
8.	Diskuze.....	33
9.	Závěr	35
10.	Seznam literatury	36
11.	Přílohová část.....	40

1. Úvod

Lezení se věnuji od 11 let a posledních zhruba 6 let se věnuji tréninku dětí. Jsem přesvědčený, že tělovýchova je u dětí velice důležitá pro jejich komplexní zdravý fyzický i duševní rozvoj. Zároveň je pro mne i velice zajímavé pozorovat postupné zlepšování dovedností dětí.

U dospělých lezců je možné použít k dosažení co nejvyššího výkonu, kromě pravidelných intenzivních tréninků, i některé ergogenní látky, což je z mého pohledu rovněž velice zajímavé a je to jeden z důvodů, proč jsem se rozhodl pro téma mojí práce zvolit výzkum vlivu kofeinu na lezce.

Kofein je droga, která je společnostmi uznávaná jako přijatelná, tedy nezakázaná a je jednou z nejužívanějších stimulačních látek, která působí zejména na centrální nervovou soustavu. Užívají ho nejen profesionální sportovci, ale i široká veřejnost, zpravidla při pití kávy, nicméně, může být obsažen i v čaji a mnoha dalších běžně dostupných potravinách.

Lezení se v poslední době stává čím dál tím populárnější a díky umělým lezeckým stěnám je i dostupné široké veřejnosti. Popularitu si lezení získalo také tím, že bylo zařazeno na Letní olympijské hry v Tokiu. Tím se zvýšil tlak na sportovní lezce, kteří se účastní závodů, aby podali co nejlepší výkony, a právě kofein by mohl lezecké výkony do určité míry ovlivnit.

Mnoho studií již vliv kofeinu na výkon zkoumalo a vyhodnocovalo, nutno říci, že s různými výsledky, avšak nejednalo se o výzkum zaměřený přímo na lezeckou aktivitu. Rád bych se zde tedy zaměřil a pokusil se objasnit, zda a jaký efekt má kofein na lokální izometrický výkon flexorů prstů u sportovních lezců. Vzhledem k tomu, že „kofein“ je velmi rozšířeným a používaným doplňkem, věřím že výsledek této práce může být užitečný pro mnoho amatérských i profesionálních sportovců.

2. Teoretická východiska

2.1. Sportovní lezení

Sportovní lezení můžeme rozdělit na pískovcové a na nepískovcové lezení. Smyslem sportovního lezení je přelézt cestu pouze vlastní silou, bez použití technických pomůcek. První volné přeazy byly na Labských pískovcích na počátku 20. století. Na nepískovcových skalách se začalo volně lézt až o půl století později (Baláš, 2016).

Sportovní lezení probíhá na skalách, které jsou velmi dobře zajištěné takzvanými nýty či borháky. Přívlástek sportovní se používá z důvodu, že cílem je eliminovat v co možná nejvyšší míře riziko, a tudíž i psychické obtíže a umožnit, aby se lezec soustředil jen na samotný výkon (Jaroš, Ondra, 2019).

K rozvoji sportovního lezení přispěla stavba umělých stěn. Umělé stěny můžeme najít ve sportovních areálech, kde jsou dostupné široké veřejnosti. V posledních letech se lezení dostává i do škol, kde jsou zřizovány lezecké stěny, které se využívají při hodinách tělesné výchovy.

Díky zařazení soutěžního lezení do programu olympijských her došlo k významné popularizaci tohoto sportu. V rámci olympijských her v Tokiu v roce 2021 se závodilo v takzvané trojkombinaci která zahrnuje tři níže zmíněné disciplíny.

Vzhledem k tomu, že lezení se stalo olympijským sportem, lezci jsou více motivováni k podávání maximálních výkonů a k tomu jim slouží nejrůznější suplementy včetně kofeinu.

Obecně zde můžeme konstatovat, že výkon při sportovním i jakémkoliv dalším typu lezení ovlivňuje několik důležitých faktorů, mezi které řadíme zejména tělesnou kondici a psychiku lezce, ale velmi významnou roli zde zároveň hraje zvolená taktika, technika a neméně důležité jsou i somatické charakteristiky lezce.

2.1.1. Bouldering

Bouldering je lezecká disciplína, ve které se leze krátká cesta, většinou do deseti kroků na nízké stěně nebo skále, bez klasického jištění. Lezec využívá pouze lezecké boty neboli lezečky a sáček s magneziumem pro vysušení rukou. Jako jištění se používají boulder matky.

Jedná se o velmi těžké kroky, ve kterých se uplatňuje především maximální síla prstů, silová vytrvalost a výbušnost. V posledních letech se do závodního boulderingu zařazují dynamické kroky, které jsou zaměřené na správnou koordinaci pohybu. Závody v boulderingu se konají na umělé stěně, která je vysoká maximálně 4 metry a každý závodník má časový limit na úspěšné zdolání konkrétního bouldery. V kvalifikaci je časový limit 5 minut, v semifinále a finále je limit zkrácen na 4 minuty. Cílem je dosáhnout cílového chytu (Topu) na co nejméně pokusů (Vomáčko, Boštíková, 2008).

2.1.2. Lezení na obtížnost

Jedná se o lezení delší a vyšší cesty než u boulderingu, závodní cesta musí mít alespoň 15 metrů, proto zde převažuje vytrvalostní složka výkonu. Během lezení má lezec nejen lezecké boty a magnezium, ale i sedací úvazek a lano, které zakládá do připraveného fixního postupového jištění k zajištění své bezpečnosti. Nezbytnou součástí lezení na obtížnost je jistič, který pomocí jisticí pomůcky a lana zachytává případný pád lezce. Zároveň po dosažení Topu cesty zajišťuje spuštění lezce zpět na zem. Časový limit pro zdolání kvalifikační cesty je 8 minut a pro semifinálovou a finálovou cestu je limit opět zkrácen na 6 minut.

2.1.3. Lezení na rychlost

Lezení na rychlost je disciplína, ve které se lezci snaží vylézt 15 metrovou standardizovanou stěnu v co nejkratším čase. Lezecké chyty jsou vždy stejné a umístěné na stejném místě, proto jsou závodníci schopni vylézt takovou cestu okolo pěti vteřin. Lezení na rychlost je oproti boulderingu a lezení na obtížnost specifické tím, že proti sobě soupeří vždy dva lezci, kteří lezou paralelně. Ten, který dosáhne posledního chytu (Topu) dříve, postupuje do dalšího kola. Zásadními schopnostmi pro lezení na rychlost jsou zejména výbušnost, dynamika a rychlost.

2.2. Struktura výkonu ve sportovním lezení

Pojem struktura sportovního lezení je používán v teorii sportovního tréninku, kde charakterizuje komplexní chápání pohybového výkonu. Sportovní výkon můžeme rozdělit na dílčí komponenty, a to na tělesnou kondici, psychiku, taktiku, techniku,

somatické charakteristiky a jejich vzájemné vazby. Každá komponenta je z části geneticky podmíněna a zároveň ji ale můžeme i do určitého stupně tréninkem ovlivnit.

Kondice je soubor kondičních schopností, do kterých můžeme zahrnout vytrvalost, sílu, rychlost a flexibilitu. Tyto schopnosti mohou být také nazývány jako faktory výkonu (Baláš, 2016). Níže si popíšeme faktory výkonu.

2.2.1. Svalová síla

Pro každou pohybovou aktivitu je zásadní činnost kosterní nebo příčně pruhované svaloviny. Samotný sval se skládá ze svalové a pojivové tkáně, nervů a cév. Činnost svalů je řízena mozkovou kůrou (Baláš, 2016).

Zkrácení nebo aktivace svalu je stav, kdy určité množství fibril aktinu a myozinu vyvíjí napětí. Díky tomu se na úponové šlaše projevuje síla vyvolávající pohyb. Svalovou sílu můžeme rozdělit dle typu kontrakce na izometrickou a dynamickou.

Dynamická kontrakce je smrštění svalu, během kterého se mění vzdálenost začátku a úponu svalu. Dynamickou kontrakci můžeme dále rozdělit na koncentrickou nebo excentrickou kontrakci (Dylevský, 2009).

Koncentrická kontrakce je typická zvětšením objemu svalového bříška a zkrácením svalu. Při tomto typu kontrakce sval vykonává pozitivní práci a svalová síla je vedena ve stejném směru jako pohybující se segment těla. Dochází tedy k pohybu stálou rychlostí nebo k akceleraci pohybu.

Excentrická kontrakce je opakem předchozího typu kontrakce. Jde o kontrakci, kdy se sval prodlužuje. Začátek i úpon svalu se oddalují. Výsledkem je pohyb zejména brzdící.

Izometrická kontrakce je specifická v tom, že nedochází ke generování pohybu, takže se ani nemění délka svalu. Mění se pouze napětí svalu. Tento typ kontrakce je vhodný pro testování, protože nám umožňuje zjistit maximální hodnoty síly pro celý rozsah pohybu daného segmentu (Baláš, 2016).

Sportovní lezení, stejně jako všechny ostatní disciplíny horolezectví, kladou vysoké nároky na svalové skupiny dolních a horních končetin a trupu těla. Zejména únava svalů horních končetin je příčinou selhání při výstupu. Proto sportovní lezci zaměřují trénink primárně na rozvoj síly a vytrvalosti horních končetin a s tím souvisí důraz na statické lezecké pozice a dynamické pohyby (Baláš et al., 2014).

Při lezení dochází k opakované izometrické kontrakci flexorů prstů. Tyto kontrakce způsobují pravidelnou ischemii ve svalech. Rozsah ischemie se liší u každého lezce dle svého zaměření (bouldering, lezení na obtížnost) a můžeme ji tedy ovlivnit tréninkem. Síla a vytrvalost ohybače prstů patří ke klíčovým prvkům lezeckého výkonu. Pohybovou výkonnost lze popsat jako specifickou adaptaci organismu na pohybovou zátěž.

Lezecký výkon je typický intermitentním zatížením, při kterém se střídají statické a dynamické fáze. Statické fáze slouží k odpočinku a k prohlížení následujících chytů a dynamické fáze k realizaci pohybu (Kodejška, 2018).

2.2.2. Flexibilita

Flexibilita neboli pohyblivost je schopnost vykonávat pohyb v kloubu ve velkém rozsahu. Této kondiční schopnosti nebyla věnována přílišná pozornost a byla během tréninku poměrně zanedbávána. Avšak v dnešní době je již flexibilitě věnována stále větší pozornost na všech sportovních úrovních. V lezení je flexibilita velice důležitá při provádění lezeckých kroků, ve kterých je nutné využít krajní pozice rozsahu. Při nedostatečném rozsahu nemusí být lezecký krok možné provést nebo minimálně nebude proveden efektivně. Flexibilitu můžeme rozdělit na pasivní pohyblivost a aktivní flexibilitu.

Pasivní flexibilita je rozsah, do kterého se klouby dostanou při působení dodatečných sil.

Aktivní flexibilita je rozsah, kterého dosáhneme bez cizí pomoci.

Pro lezení jsou důležité obě flexibility, ovšem zásadní je aktivní flexibilita (Vomáčko, Boštíková, 2008).

U sportovců můžeme pozorovat buď sníženou flexibilitu (ankylóza), která bývá častější, nebo zvýšenou flexibilitu (hypermobilitu). Ankylóza i hypermobilita je ve sportu negativní jev, který je spojován s vyšším rizikem zranění, neekonomickým prováděním pohybu nebo s pomalejším učení se nových pohybů.

Flexibilita tedy není obecná vlastnost, v každém kloubu se může pohyblivost značně lišit. Do určité míry je flexibilita dědičně dána, ale nejdůležitější je ji rozvíjet, a to především v mladším věku, kde ji lze snadno ovlivňovat. Rozdíly ve flexibilitě jsou dány i pohlavím. Muži jsou zpravidla méně flexibilní oproti ženám. Flexibilita není stálá, pokud nedochází k protahování nebo adekvátní činnosti, může dojít ke snížení flexibility svalů a

vazivových tkání. U lezců (zejména výkonnostních) je klíčová vysoká míra flexe, abdukce a vnější rotace v kyčelním kloubu (Baláš, 2016).

2.2.3. Vytrvalost

Svalová vytrvalost je schopnost svalů vykonávat submaximální sílu po delší dobu. Vytrvalost můžeme rozdělit dle počtu zapojených svalů. Pokud zapojujeme přibližně méně než třetinu svalů těla, jedná se o vytrvalost lokální, při zapojení více než třetiny svalů se jedná o vytrvalost obecnou. S obecnou vytrvalostí úzce souvisí kardiovaskulární systém a dýchací soustava, která musí být schopna podporovat sportovní výkon. Kardiovaskulární systém může být často limitujícím faktorem výkonu.

Pro lezení je charakteristická lokální vytrvalost, která odráží schopnosti a vlastnosti jednotlivých svalů. Zejména svaly předloktí jsou zatěžovány na maximum, ale tělo jako celek se nepřiblíží svým energetickým limitům. Velké svalové skupiny pracují jen na střední výkon. Díky tomu nedochází k přetěžování srdce ani plic.

Zlepšení obecné vytrvalosti nemá na sportovní lezení přímý účinek, ale aerobní nízkofrekvenční všeobecný trénink může pomoci s odbouráváním tuků, regenerací nebo stresem (Goddard, Newman, 1993).

Silová vytrvalost je typ zatížení, který nastává při lezení těžké cesty s lanem nebo při specifickém tréninku. Při zatížení dochází k významné acidóze svalů předloktí. Metabolické krytí svalů předloktí je především anaerobními procesy, přičemž nejvyšší tvorba laktátu nastává mezi 40-120 s výkonu při zatížení 50-70% maximálních volních kontrakcí. Pokud je výkon delší, uplatňuje ve větší míře aerobní procesy. Silovou vytrvalost můžeme rozdělit ještě na krátkodobou a dlouhodobou. Krátkodobá silová vytrvalost odpovídá 20-25 krokům, dlouhodobá 30-40 krokům. Při tréninku krátkodobé silové vytrvalosti je očekávána svalová hypertrofie, případně i nárůst maximální síly, pokud je jedinec netrénovaný. Adaptační mechanismus u dlouhodobé silové vytrvalosti je na úrovni zlepšeného anaerobního i aerobního metabolismu. Silová vytrvalost vychází z praxe, avšak přesné fyziologické zařazení je obtížné (Baláš, 2016).

Testování vytrvalosti a silové vytrvalosti u lezců

K určení síly flexorů prstů se využívají především izometrické testy jako je vis na liště. Tyto testy mohou být jak kontinuální, tak i přerušované. Můžeme je také použít k hodnocení maximální izometrické síly prstů držením maximální váhy po dobu 3-7 s.

Silovou vytrvalost prstů můžeme hodnotit visem do selhání na velmi úzkých lištách nebo visem na jedné ruce. Provedení testu se může lišit zejména typem úchopu, hloubku lišty a šířku použitého úchopu. Ovšem při testování na malých lištách hraje roli i maximální síla. U těchto testů byla zaznamenána vysoká až velmi vysoká spolehlivost mezi jednotlivými sezeními.

K hodnocení izometrické svalové vytrvalosti a maximální síly horních končetin se využívá výdrž ve visu s ohnutou paží. Vis může probíhat buď do vyčerpání, pak se jedná o test vytrvalostní nebo maximální sílu paže lze hodnotit pomocí maximální udržené hmotnosti po dobu 3 s. Test lze modifikovat, můžeme provádět vis na jedné ruce nebo na obou rukách, nebo měnit úchopy. Dynamickou vytrvalost horních končetin lze měřit i pomocí veslařského a pažního ergometru. U těchto měření můžeme sledovat další hodnoty jako je maximální a průměrný výkon, maximální síla, maximální příjem kyslíku, doba do selhání a srdeční frekvence. Oba dynamické testy by mohly být platné pro hodnocení vytrvalosti horních končetin při lezení, ovšem v této oblasti je zapotřebí dalšího výzkumu. Pro určení vytrvalosti lze využít testování přímo na lezecké stěně. Jedná se o test, kdy sportovec leze opakovaně jednu, případně dvě cesty až do selhání (Langer, Simon, Wiemeyer, 2023).

2.3. All-out test

All-out test se snaží imitovat typ úchopu a postavení paže jako při lezení na stěně či skále. Test se provádí na specifickém lezeckém dynamometru, délka trvání je 4 minuty a skládá se z 24 izometrickým kontrakcí s poměrem zatížení a relaxace 7s : 3s.

Kritická síla (CP) je maximální silový výkon, který vede k metabolickému ustálení stavu nazývaný plató. CP tedy rozděluje výkon, který je vyšší než CP a můžeme ho provozovat omezenou dobu, od výkonu který je nižší nebo roven CP a který můžeme provádět velmi dlouhou dobu. Čas, po který můžeme provádět výkon nad hranicí CP, zjistíme pomocí rovnice $T_{Lim} = W' / (P - CP)$, kde T_{Lim} je doba do vyčerpání, W' je práce proveditelná nad kritickým výkonem neboli zásoba energie a P je výkon.

Pokud je P výrazně nad CP , konstantní množství práce reprezentované parametrem W'

bude rychle využito a T_{Lim} bude malý. Jestliže by P bylo blíže k CP , pak by se W' využívalo pomaleji a T_{Lim} by bylo větší. Důležitým hlediskem je, že W' se považuje za konstantní pro všechna P nad CP (Poole et al., 2016).

Kritickou sílu flexorů prstů můžeme zjistit pomocí all-out testu, během kterého dojde k úplnému vyčerpání W' , zbývající výkon se rovná kritické síle. Takový výzkum provedl Giles et al. (2021), který sestavil lezecký dynamometr tak, aby byl co nejvíce podobný lezeckému úchopu a poloze těla při lezení.

Bylo zjištěno, že při cyklistické ergometrii se kritický výkon blíží nejvyšší pracovní intenzitě, při níž lze dosáhnout ustálených stavů laktátu v krvi, pH a plicního příjmu kyslíku. Naopak nad kritickým výkonem nelze žádnou z těchto veličin stabilizovat (Burnley, 2009).

Kritická síla má velký potenciál při optimalizaci výkonu během sportovních tréninkových programů (Poole et al., 2016).

2.4. Látky ovlivňující výkon

V počátcích moderního sportu byly jako ergogenní látky využívány směsi rostlinných stimulantů včetně kofeinu a dalších sloučenin jako kokain, strichnin, éter, heroin a nitroglycerin. Tyto látky byly tajně vyvinuty trenéry a sportovci. Používání různých farmaceutických koktejlů bylo omezeno až v roce 1920, kdy heroin a kokain byly vydávány pouze na předpis a dále když Mezinárodní olympijský výbor představil antidopingové programy (Nanci S. Guest et al., 2021).

Ergogenní látky jsou mezi sportovci velice oblíbené a využívají se na všech výkonnostních úrovních k zvýšení výkonnosti. Ovšem velká část těchto látek je Světovou antidopingovou agenturou zakázaná. Mezi povolené látky, které mohou prokazatelně zvyšovat výkonnost řadíme kofein, kreatin a bikarbonát sodný (jedlá soda) (Brunerová, Šmejkalová, Suchý, 2013).

Zcela jistě je ale velice důležité, aby si každý sportovec odzkoušel účinek jakékoliv ergogenní látky na svůj organismus ještě před daným sportovním výkonem, protože tyto- byť i doporučené suplementy, mají i řadu vedlejších účinků a jsou každým jedincem snášeny různě.

2.4.1. Kreatin

Slovo kreatin pochází z řeckého slova kreas – maso. Z chemického pohledu jde o N-methyl-guanidin-acetát. Přibližně polovina kreatinu pochází z potravy a polovina se vytvoří v ledvinách z aminokyselin, konkrétně z argininu, glycinu, a methioninu. Jeho denní potřeba je 2 gramy.

Při intenzivní zátěži dochází ke štěpení ATP: $ATP \rightarrow ADP + P_1 + \text{energie}$

Zásoby ATP ve svalech jsou malé a má-li výkon trvat déle než několik sekund, musí již během kontrakce svalu docházet k refosforylaci vzniklého ADP za katalytického působení kreatinkinázy: $ADP + CP \rightarrow ATP + C$

CP je ve svalech v omezeném množství, ale i tak je to významný energetický příspěvek. Regenerace CP probíhá v klidovém režimu za využití fosforylace (Vilikus, 2015).

Přibližně 95 % zásob kreatinu v těle se nachází v kosterním svalstvu a zbývajících 5 % je distribuováno v mozku, játrech, ledvinách a varlatech. Vzhledem k tomu, že je kreatin získáván převážně z masa, vegetariáni mají nižší klidové koncentrace kreatinu.

Jako perorální doplněk je nejpoužívanější a nejprozkoumanější formou kreatin monohydrát neboli CM (Cooper et al., 2012).

Podle studií nezvyšuje podávání kreatinu jednorázový maximální dynamický silový výkon, ale zvyšuje maximální izometrický silový výkon. Kreatin prokazatelně zvyšuje izometrickou vytrvalost a také zvyšuje rychlost resyntézy CP ve svalech (což je prokázáno experimentálně) (Vilikus, 2015).

Kreatin lze přijímat v suplementech jako samostatný produkt, nebo také v kombinaci s ostatními živinami např. se sacharidy nebo proteiny.

Při nedodržení doporučené dávky jsou známy poruchy ledvin, avšak jedná se o ojedinělé případy. Přestože kreatin mírně zvyšuje hladinu kreatininu, nedochází při doporučeném dávkování k žádnému progresivnímu účinku, který by způsobil u zdravých jedinců negativní důsledky pro renální funkci a jejich zdraví (Cooper et al., 2012).

2.4.2. Bikarbonát sodný

Bikarbonát sodný neboli jedlá soda, z chemického hlediska se jedná o hydrogenuhličitan sodný $NaHCO_3$, v potravinářství je znám jako kypřící látka.

Bikarbonát sodný je ve sportu vyhledávaný především pro svoje neutralizační vlastnosti. Ve vodním prostředí poskytuje hydrogenuhličitanovou skupinu, která pracuje jako konjugovaná zásada, která na sebe váže vodíkové ionty hromadící se při intenzivní svalové činnosti bez dostatečného kyslíkového zásobení – proto je označována jako bikarbonátový pufr. Tím dochází k navýšení kapacity CO₂-hydrogenuhličitanového pufru a pomáhá tak oddálit nástup anaerobní únavy. Pufr má v těle funkci vázat vodíkové ionty, které ve vysoké koncentraci vedou k poklesu pH. Pokud doplníme bikarbonát dojde k mírnému zvýšení pH, což znamená větší kapacitu organismu pro vodíkové ionty. Tímto mechanismem může dojít k navýšení intenzity, nebo k oddálení kritické únavy a zlepšení výkonu.

Bikarbonát sodný se jako suplement vyskytuje většinou ve formě kapslí, a to v kombinaci s dalšími látkami navyšující anaerobní výkonnost. Čistý je uváděn na trh především ve formě prášku pro potravinářské účely (Sportsensei, 2018).

Důležité je, aby si trenéři a sportovci otestovali svou reakci na používání této látky, protože ne všemi jedinci je snášena dobře. Přibližně 10 % sportovců (uvedených v citované studii) bikarbonát sodný špatně snáší. Vyšší dávky mohou vyvolat podráždění zažívacího traktu.

Avšak s jistotou lze říci, že krátkodobé i dlouhodobé vysoce intenzivní cvičení může těžit z ergogéních účinků této látky. Optimální použité množství je udáváno 0,3g/kg (McNaughton et al., 2008).

2.4.3. Placebo

Placebo je definováno jako inertní látka vyvolávající určité fyziologické účinky, což není ze samé podstaty pravda. Inertní látka je proto inertní, že nevyvolává reakce žádné. Nejnovější poznatky ukazují, že účinky placebo jsou psychobiologické a kulturní fenomény. Použití placebo v léčbě i výzkumu má plné oprávnění, vyžaduje ale dobré pochopení. Význam všech psychologických aspektů léčení vyplývá také z toho, že existuje placebo efekt i v situacích, ve kterých není žádná látka aplikována. Placebo reakce na podanou inertní látku napodobující lék nebo „sham“ (neuskutečněný postup, který je jako léčivý očekáván), není pouhou sugescí, ale je vyvoláván několika různými mechanismy a vypovídá o samoúdržavných schopnostech organismu v určitém mezilidském a kulturním kontextu (Psychosom, 2016).

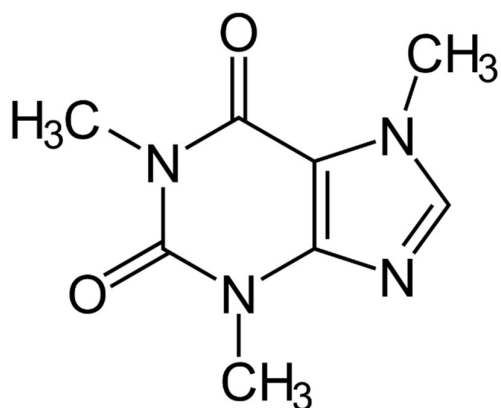
2.5. Kofein

Před 200 lety kofein izoloval v kávových zrnech německý analytický chemik (Friedlieb Ferdinand Runge). V té době bylo pití kávy v Evropě stále více populární. Nezaměnitelná chuť a vůně kávy byla velkým lákadlem ještě více, pokud se k tomu připojily další euforické až návykové účinky. Káva a čaj se po celém světě staly hlavními zdroji příjmu kofeinu.

Objev kofeinu začal dávat smysl mnoha pozorování lidského chování z doby kamenné. V různých zemích, kulturách a dobách existují příběhy lidí, kteří konzumují části rostlin, aby si dodali energii. Tyto příběhy zahrnují zvířata nebo lidi, kteří náhodně zkonsumují část rostliny a následně prožívají bdělost, nadšení a vitalitu. Čajové listy, kakaové boby, ořechy kola, yerba maté a guarana jsou příklady tohoto chování. Nyní víme, že společným jmenovatelem u těchto rostlin (nebo plodů) je kofein (Burke et al., 2013).

Nyní se kofein přírodní i syntetický používá jako ochucovadlo v potravinách a nápojích a také jako aktivní složka různých volně prodejných farmaceutických produktů a léků (Caballero, 2009).

Kofein (1,3,7-trimethylxantin) je bílý prášek bez zápachu, který je rozpustný ve vodě a v tucích. Má hořkou chuť. Rychle se vstřebává z gastrointestinálního traktu, především z tenkého střeva a ze žaludku (Chvasta, Cooke, 1971).



Obrázek č. 1: *Strukturní vzorec kofeinu (Pixabay)*

Kofein je účinně distribuován po celém těle díky tomu, že je dostatečně hydrofobní.

Po jeho konzumaci se objeví v krvi během několika minut, přičemž maximální hodnoty po perorálním podání se vyskytnou v rozmezí od 30 do 120 min. Absolutní biologická dostupnost kofeinu je velmi vysoká a dosahuje téměř 100% (Nanci S. Guest et al., 2021).

Rychlost metabolismu a rozpad kofeinu se mezi jednotlivci liší především z důvodu genetických odlišností. Průměrný poločas rozpadu kofeinu se obecně uvádí mezi 4 až 6 hodinami. Výjimečně se může dokonce pohybovat od 1,5 hodiny do 10 hodin u dospělého. Rychlost metabolismu kofeinu může být inhibována, nebo snížena těhotenstvím nebo užíváním hormonální antikoncepce. Zvýšená rychlost metabolismu může být na základě nadprůměrného užívání kofeinu a kouřením cigaret. Rychlost metabolismu je ovlivněna v obou směrech určitými dietními faktory (Rasmussen, 2002).

Více než 95% kofeinu je metabolizováno v játrech enzymem cytochromu (Begas et al., 2007).

Kofein je nejpoužívanější stimulační látkou na světě. V minulých letech byl dokonce uveden na seznamu podmíněně zakázaných látek viz. kapitola Doping (Vilikus, 2015).

2.5.1. Zdroje kofeinu

Kofein je přirozeně se vyskytující alkaloid, který se nachází v různém množství ve fazolích, listech a plodech více než 60 rostlin. Zdroje kofeinu jsou kola ořech, kakaové boby, yerba mate, guarana bobule. Pražená kávová zrna a čajové lístky jsou však světovými primárními zdroji kofeinu v potravě. Na příklad ve Spojených státech většina konzumovaného kofeinu v potravě se dováží ve formě kávy a čaje; kakao, kola ořechy a syntetický kofein tvoří jen malou část. Mezi syntetickým kofeinem a kofeinem z přírodních zdrojů neexistuje žádný chemický rozdíl (Heckman, Weil, Gonzalez De Mejia, 2010).

Kofein je nejčastěji požíván ve formě nápojů, jako je káva, nealkoholické nápoje a čaj (Nanci S. Guest et al., 2021). Káva je v celkové konzumaci zastoupena 71%, nealkoholické nápoje 16% a čaj 12%. V posledním desetiletí se trh s kofeinovými nápoji zvýšil zavedením funkčních nápojů a to včetně kategorie energetických a kofeinových sportovních nápojů.

Kromě těchto nápojů se kofein nachází také v kakau, čokoládě a v různých lécích, například proti bolesti hlavy, a dalších doplňcích stravy (Heckman, Weil, Gonzalez De

Mejia, 2010).

2.5.2. Účinky kofeinu

Účinky kávy na lidské zdraví se zabývá řada vědeckých studií. Jejich výsledky jsou sice někdy poměrně kontroverzní, ale v zásadě se shodují na tom, že konzumace kávy (kofeinu) může snižovat riziko některých civilizačních chorob jako Alzheimerovy a Parkinsonovy choroby, srdečních onemocnění, diabetu nebo poruch gastrointestinálního traktu. Pozitivní účinky kávy jsou připisovány především kofeinu (Informační centrum bezpečnosti potravin).

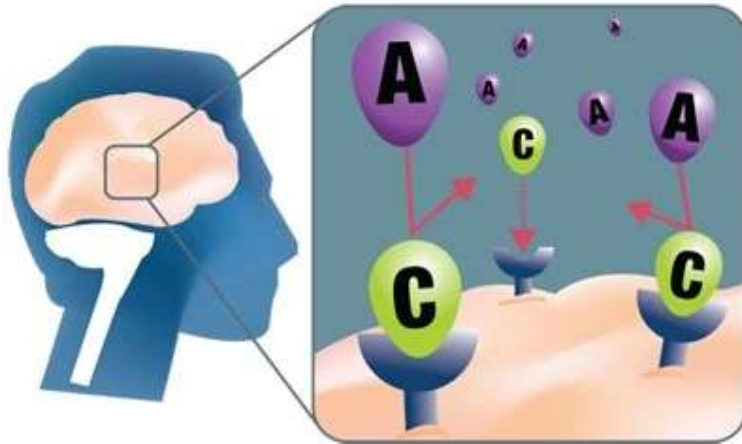
Nicméně, kofein je mezi sportovci široce užívanou látkou, ať již v podobě šálku kávy, či ve formě různých před tréninkových suplementů díky svému ergogennímu (výkon zvyšujícímu) efektu. Efekt zvýšení výkonnosti u řady sportovních disciplín je podpořen množstvím studií. Kofein je používán sportovci jako ergogenní pomůcka ke zlepšení jak krátkodobého výkonu při vysoké intenzitě, tak i při dlouhodobém cvičení se sřením intenzitou (Burke, 2015).

Vliv na centrální nervový systém

Vliv kofeinu na centrální nervovou soustavu je dnes považován za hlavní mechanismus účinku. Dochází k stimulaci činnosti svalových neurotransmiterů, zapojení většího počtu motorických jednotek a stimulaci Na-K pumpy. Takto kofein šetří svalový glykogen organismu a prodlužuje tak čas do jeho vyčerpání, ale taktéž zvyšuje i výkon (Vilikus, 2015).

Kofein působí v centrální nervové soustavě zejména na adenosinové receptory. Jejich úlohou je podpora útlumu organismu a spánku. Adenosinové receptory také snižují excitabilitu neuronů.

Kofein působí tak, že zabraňuje navázání adenosinu na receptory, usazuje se totiž na místech určených pro adenosin. Když kofein zabere receptory místo adenosinu, nedochází k navození ospalosti, naopak dojde k zrychlení nervových signálů (Walker, 2018). Centrálním potlačením signálů únavy může dojít k nepřímému zlepšení vytrvalostního výkonu.



Obrázek č. 2: *Blokování adenosinové receptory kofeinem (Jayson, 2015)*

Vytrvalostním sportovcům lze kofein doporučit především pro účinek zvýšení sekrece katecholaminů a pro přímý účinek na cyklický adenosinmonofosfát, díky kterému se zvyšuje lipolýza a tím i nabídka volných mastných kyselin (vilikus, 2015).

Některé studie ukazují, že zvýšené hladiny adrenalinu a noradrenalinu mohou přetrvávat od 1 do 4 dnů a pozitivně ovlivňují svalovou kontrakci. Dochází k sníženému vnímání námahy, což vede k větší vykonané práci. Z rozsáhlé sbírky studií vyplývá, že kofein dokáže zlepšit výkon při cvičení o 22 % (Kleiner, Greenwood-Robinson, 2014).

Podle prof. Roberta Motl, který 7 let studoval vliv příjmu kofeinu na fyzickou výkonnost, kofein působí na část mozku a páteře, které vyvolávají vnímání bolesti tím, že blokuje adenosin (adenosin neuromodulatory systém). Vnímání bolesti a působení kofeinu je však značně individuální (Informační centrum bezpečnosti potravin).

Kardiovaskulární systém

Kofein má přímý stimulační účinek na srdeční tkáň. To vede ke zvýšení rychlosti a síly kontrakce myokardu. Zároveň uvolňuje hladké svalstvo a rozšiřuje tepny, díky čemu se mírně zvyšuje průtok krve. Intenzita účinku je mezi jednotlivci různá, nebo dokonce i žádná (Arnauld, 2005).

Svalová soustava

Bylo prokázáno, že kofein má relaxační účinek na hladké svaly a zlepšuje kontrakci kosterních svalů. Tento účinek je způsoben stimulací centrální nervové soustavy, která následně působí na svaly (Caballero, 2009).

Pravděpodobně dochází i k přímému ovlivnění svalů kofeinem. Děje se tak díky mobilizaci vápenných iontů (Ca^{2+}), které aktivují kanály citlivé na kofein a tím dochází ke zvýšení produkce síly v každé motorické jednotce. Únava způsobená postupným snižováním uvolňování Ca^{2+} se může po požití kofeinu zmírnit (Nanci S. Guest et al., 2021).

Psychika

Pití kávy a tedy příjem kofeinu má vliv také na psychologické procesy v těle. Je prokázáný jeho pozitivní účinek např. při depresi, díky jeho stimulačnímu účinku (Bidel, Tuomilehto, 2013). Důkazem je studie Hintikka et al. (2005), která zjistila, že pravidelné pití čaje snižuje riziko deprese o 50%.

Zprávy z experimentálních studií nálady jsou konzistentnější. Výsledky ukazují, že 37,5-150 mg kofeinu, což je množství obsažené v 1-4 šálcích čaje, vyvolává akutní účinky, přičemž účastníci výzkumů uvádějí statisticky významné zvýšení bdělosti, čilosti, energie, jasnosti myšlení, výkonnosti, a snížení vnímání sedativ. Celkově byli účastníci, kteří konzumovali čaj obsahující 75 mg kofeinu, schopni udržet své výchozí úroveň výkonu v průběhu dne, zatímco výkon účastníků bez kofeinu klesl (Janet, 2008).

Zdravotní rizika a dávkování

Navzdory četným zdokumentovaným zdravotním přínosům spojeným s příjmem kofeinu, může mít jeho vysoká konzumace i negativní účinky na zdraví (Bidel, Tuomilehto, 2013).

Optimální dávka kofeinu pro dosažení ergogenního efektu se uvádí v rozmezí 250 – 500mg kofeinu (3–7 g/kg tělesné hmotnosti). Dávky již od 32 mg kofeinu mohou podporovat kognitivní funkce jako bdělost, ostražitost, reakční čas (Nanci S. Guest et al., 2021).

Častým důsledkem přílišné konzumace kofeinu je narušený nástup spánku, jeho množství a kvalita. Účinky na spánek se však mezi lidmi značně liší. Ovšem jedinci, kteří trpí poruchami spánku by se měli kofeinu vyvarovat především ve večerních hodinách

(Bidel, Tuomilehto, 2013).

Není ale prokázáno, že by příjem kofeinu způsoboval arytmii, nebo že by zvyšoval riziko kardiovaskulárních chorob např. hypertenze, infarkt myokardu.

Při nadměrném užívání kofeinu byly dále evidovány příznaky jako např.: zvracení, bolesti břicha, fotofobie, bušení srdce, svalové záškuby, křeče. Pravděpodobná smrtelná dávka u dospělého jedince byla odhadnuta na přibližně 10 g což odpovídá zhruba 150 – 200mg/kg (Arnauld, 2005).

2.6. Látky používané ve sportovním lezení

Doplňky stravy mohou mít vliv na lezecký výkon, ale je velmi málo studií, které to dokládají. V současné době je dobře popsáno užívání doplňků stravy u ostatních sportů, ovšem nikoliv u lezců. Z toho důvodu vznikla studie (Gregory et al., 2021), která se zabývala užíváním doplňků stravy u lezců.

Výzkum byl proveden v roce 2017 a detailně sledoval stravovací návyky i využívání výživových doplňků u profesionálních lezců a amatérů. Průzkum byl v podobě online dotazníku a celkový počet účastníků byl 1003. Souhlas poskytlo celkem 775 lezců (muži $n = 522$, ženy $n = 251$, neidentifikovaných $n = 2$, míra odpovědí 77 %). Účastníci uváděli, jaké doplňky stravy v posledních 12 měsících užívali, v jaké formě doplňky byly (kapsle, tablety, prášek, tekutina), a jestli je užívali za účelem podpory nebo zlepšení lezeckého výkonu.

Průměrný počet užívaných doplňků byl u elitních lezců $1,5 \pm 0,2$, u pokročilých lezců $1,6 \pm 0,1$ a u středně pokročilých lezců $1,3 \pm 0,1$. Z toho, byl kofein zdaleka nejčastěji uváděným doplňkem užívaným ke zlepšení výkonnosti (elitní lezci 51 %, pokročilí lezci 40 %, středně pokročilí lezci 33 %) viz. Tabulka č. 1. Lezci většinou upřednostňují přijímání kofeinu ve formě kávy místo sportovních nápojů nebo tobolek (elitní 38 %, pokročilí 33 % a středně pokročilí 24 %) (Gregory et al., 2021).

Zajímavostí je, že dusičnany (NO) a bikarbonát sodný byly nejméně uváděnými, doplňky u všech zkoumaných skupin navzdory tomu, že tyto doplňky stravy mají prokázaný vliv na zvýšení výkonnosti (Peeling et al., 2018). Při krátkodobé užívání NO bylo zjištěno především zlepšení odolnosti kvadricepsů vůči únavě (Hoon et al., 2015), nebo dle studie (Craig et al., 2018) došlo ke zvýšení kinetiky VO_2 ve svalech předloktí. Doposud ale

neproběhl výzkum, který by testoval účinky NO nebo bikarbonátu sodného na lezcích. Další užívané doplňky byly: kreatin, železo, vápník a vitamin D a vitamin C, všechny byly užívány 10-20 % lezců (Gregory et al., 2021).

Z tabulky je zřejmé, že všechny skupiny nejčastěji konzumují proteinové nápoje, kávu a energetické tyčinky.

	Elite (%)	Advanced (%)	Intermediate (%)	p value		Elite (%)	Advanced (%)	Intermediate (%)	p value
Caffeine	51*	40	33	0.03	Protein drink	47*	37	30	0.03
Multi-vitamin	19	22	17	0.49	Coffee	38*	33*	24	0.01
Omega-3	10	15	16	0.49	Energy bar	26	26	20	0.22
Vitamin C	18	17	11	0.15	Electrolytes	21	17	16	0.67
BCAA	16*	16	8	0.01	Caffeine drink	13	13	8	0.10
Vitamin D	10	14	13	0.71	Sports drink	6	11	8	0.18
Calcium	12	13	10	0.38	Liquid meals	8	6	5	0.79
Iron	10	11	8	0.50	Probiotics	9	8	8	0.92
Creatine	6	10	11	0.51	Gels	6	4	2	0.30
Vitamin E	4	5	6	0.77					
Nitrates	2	2	2	0.89					
Bicarbonate	2	1	2	0.68					

Tabulka č. 1: Užívání doplňků stravy a produktů podle vlastního vyjádření (podíl v každé kohortě [%]) za posledních 12 měsíců na podporu lezeckých výkonů v kategorii Elitní (n = 56), Pokročilí (n = 449) a středně pokročilí (n = 270) lezci. *p < 0,05 oproti středně pokročilým. (Gregory et al., 2021)

Doping

„Doping je definován jako porušení jednoho nebo více antidopingových pravidel, uvedených v člancích 2.1 až 2.11 Světového antidopingového Kodexu. Sportovci nebo jiné Osoby odpovídají za znalost toho, co představuje porušení antidopingových pravidel, a že znají látky a metody obsažené v Seznamu zakázaných látek a metod. Seznam zakázaných látek je aktualizován jednou měsíčně a obsahuje všechny aktuálně registrované léčivé přípravky, které obsahují jednu či více látek s označením pro doping.“ (Antidopingový výbor ČR)

Sportovci mohou mít nemoci nebo stavy, které vyžadují, aby užívali léky nebo podstupovali lékařské procedury. Tyto terapeutické výjimky schvaluje Komise pro TV Antidopingového výboru ČR a jsou platné pouze pro soutěžní a mimosoutěžní testování na národní úrovni.

Podle statistiky kontrol za roky 1993 – 2020 bylo provedeno obecně ve sportu horolezectví 43 kontrol celkem (jednalo se o kontroly při soutěži a mimo soutěž). Z těchto kontrolních vzorků nebyl zjištěn žádný pozitivní záchyt zakázané látky (Antidopingový výbor ČR).

V roce 1984 přidal MOV kofein na seznam zakázaných látek. O dopingový prohřešek se jednalo v případě, že sportovci byla naměřena větší koncentrace kofeinu v moči než 12 $\mu\text{g/ml}$. Od roku 2000 se kofein dostal i na seznam zakázaných látek Světové antidopingové agentury (WADA), ale v roce 2004 bylo toto opatření zrušeno a dnes WADA již jen doporučuje držet kofein pod touto hranicí.

Koncentrace 12 $\mu\text{g/ml}$ kofeinu v moči odpovídá příjmu 10 mg/kg tělesné hmotnosti před výkonem, což je dvojnásobek dávky, která se považuje za ideální množství pro podpoření výkonu (Nanci S. Guest et al., 2021).

3. Shrnutí teoretické části

V teoretické části jsem vysvětlil strukturu lezeckého výkonu včetně principů all-out testu, který jsem při výzkumu použil. Dále jsem popsal ergogenní látky používané ve sportovním lezení a zaměřil se na kofein, kterému je tato práce věnována.

Rešerší literatury jsme dospěli k závěru, že kofein je zcela jistě ergogenní látkou, ovšem jeho vliv nemusí být v každém sportu zřetelný. Zároveň i u každého sportovce je účinek kofeinu individuální. Je to dáno mnoha faktory, které toto ovlivňují. Nicméně většina studií uvedla, že kofein má pozitivní vliv na výkon, proto jsme se rozhodli realizovat výzkum na toto téma.

4. Cíl Práce

Cílem této práce bylo zjistit, zdali kofein ovlivňuje lokální izometrický výkon flexorů prstů u sportovních lezců při 4 minutovém all-out testu a testu maximální síly.

5. Hypotézy

Užití kofeinu před výkonem bude mít pozitivní vliv na maximální sílu flexorů prstů a vytrvalostní výkon u lezců.

6. Metodika práce

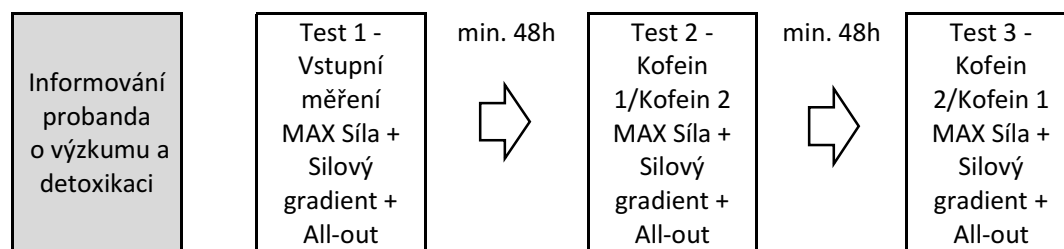
6.1. Design studie

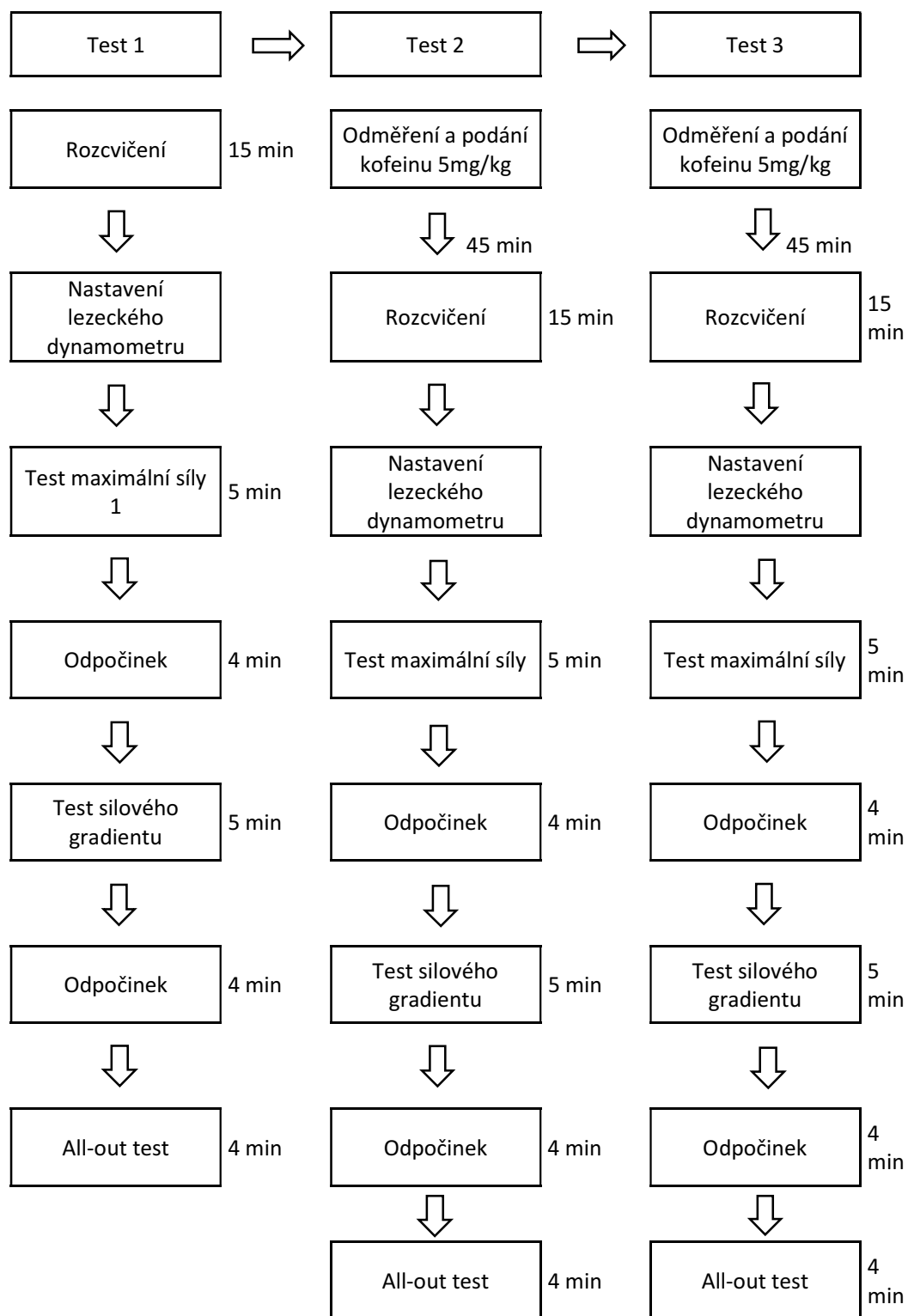
Výzkum byl rozdělen do 3 měření, které probíhaly v laboratoři sportovní motoriky na Fakultě tělesné výchovy a sportu. Mezi jednotlivými měřeními byla pauza minimálně 48 hodin a probandi byli instruováni, aby 24 hodin před testem neprováděli žádnou náročnou fyzickou aktivitu a nežívali nic co obsahuje kofein.

Při první návštěvě byly probandům změřeny antropometrické údaje (výška a váha) a byli seznámeni s výzkumem. Probandům bylo sděleno, že budou testovat 2 druhy kofeinu (přírodní a syntetický). Poté probíhalo standardizované rozcvičení, které bylo pro každé měření stejné. Skládalo se ze tří výběhů schodů z laboratoře do 3 patra a zpět, dynamického strečinku (3 minuty), rozlezení na bouldrové stěně (3-4 kola), izolovaných visů na liště po dobu 5 vteřin a individuálního protažení. Po rozcvičení následovalo nastavení ideální výšky lezeckého dynamometru dle probanda a podání instrukcí, že úchop musí být otevřený, vždy testujeme pouze dominantní ruku, začátek a konec testu je označen zvukovým znamením. Test maximální síly jsme opakovali 2x a mezi opakováním byl odpočinek 4 minuty. Dále jsme prováděli test určující silový gradient. Poučili jsme probandy, aby co nejdříve po zaznění zvukového signálu zatáhli za lištu co největší silou. Tento test se také prováděl 2x a mezi měřeními byl odpočinek 1 minuta. Posledním měřením byl all-out test. Jednalo se o 24 kontrakcí v délce 7 vteřin a mezi každou kontrakcí byl 3 vteřiny odpočinek. Během odpočinku bylo dovoleno vyklepávat ruku nebo používat magnesium. Kontrakce byly označeny zvukovým znamením a proband byl instruován, aby pokaždé vyvinul maximální sílu na lištu. Při každém testu jsme probanda verbálně podporovali.

Při druhé návštěvě proband losoval, zdali nejprve užije Kofein 1 nebo Kofein 2. Kofein 2 byl placebo ve formě bílého prášku (glutaminu), který jsme použili pro vyloučení psychologického efektu. Glutamin je vzhledově i chuťově podobný prášek jako kofein a zároveň nemá vliv na aktuální výkon. Po vylosování jsme prášek rozpustili v 300ml vody a podali probandovi. Mezi vypitím kofeinu a prvním testem byla 60 minutová pauza pro dosažení vrcholových koncentrací kofeinu v krvi. Tuto pauzu probandi využili k rozcvičení. Testy při druhé návštěvě byly totožné jako při první návštěvě.

Třetí návštěva byla s druhou návštěvou shodná, probandi pouze dostali opačný kofein, než který si vylosovali při druhé návštěvě.





Tabulka č. 2: Schéma Výzkumu

6.2. Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořilo 12 probandů, z toho 8 mužů (věk $24,6 \pm 4$ let, hmotnost $71,7 \pm 7,1$ kg, Výška $180,6 \pm 4,5$ cm) a 4 ženy (věk $23,5 \pm 1,1$ let, hmotnost $58,8 \pm 3,9$ kg, výška $168,5 \pm 0,9$ cm). Účastníci studie byli vybíráni tak, aby jejich lezecká zkušenost byla alespoň minimální. Probandi se výzkumu účastnili dobrovolně a nikdo během testování neměl zdravotní obtíže. Studie byla schválena etickou komisí UK FTVS.

6.3. Metody měření

Všechny prováděné testy byly měřeny pomocí speciálního lezeckého dynamometru 1D-SAC. Tento dynamometr se vyznačuje vysokou spolehlivostí a validností. Součástí je 23 mm hluboká lišta (chyt) se zakřivením 12 mm, navržená tak, aby co nejlépe aktivovala flexor digitorum profundus a superficialis bez aktivace palce. Sílu zaznamenává senzor s měřicím rozsahem ± 2 kN, přesností 0,5% a snímací frekvencí 125 Hz. 1D-SAC byl vyroben na zakázku v Spacelab (Sofa, Bulharsko) (Kodejška, 2018).

6.4. Vyhodnocení výsledků

K vyhodnocení výsledků jsem použil základní funkce deskriptivní statistiky a základní aritmetické operace. Výsledky jsem porovnal v tabulkách. Výsledky all-out testu jsem vložil do připravené šablony v MS Exel a tam zjistil všechny složky výkonu, které jsem hodnotil.

7. Výsledky

Výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách. Nejdříve jsou uvedené průměry výkonů z jednotlivých měření a následně je uvedeno, o kolik se lišily testy po suplementaci kofeinem nebo placebem oproti vstupnímu měření.

Prvním hodnotícím testem byla maximální síla. V tabulce č. 3 máme uvedenou průměrnou hodnotu všech 3 měření maximální síly. Následně jsme vypočítali rozdíl testu s kofeinem a vstupním měřením, s placebem a vstupním měřením a s kofeinem a s placebem. Vidíme, že maximální síla je u kofeinu i placeba o jednu desetinu vyšší než u vstupního měření, taková hodnota je ovšem zanedbatelná a vyšla nám v rámci chyby měření.

Maximální síla (Kg)	Vstupní měření	Kofein	Placebo
průměr	48,8	48,9	48,9
směrodatná odchylka σ	12,5	11,5	10,4
Rozdíl	kofein - V.m.	Placebo - V.m	kofein - placebo
	0,1	0,1	0
T test:	0,96		

Tabulka č. 3: *Maximální síla*

Druhý hodnotícím testem byl all-out, ve kterém jsme se zaměřili na tři parametry. Prvním je celková vykonaná práce. Zde již byly rozdíly mezi jednotlivými měřeními větší než u maximální síly. Nejvíce práce bylo vykonáno, když probandovi byl podán kofein. Suplementace placebem měla menší pozitivní vliv na výkon. Ovšem díky velké odchylce měření musíme považovat zjištěné hodnoty za nevýznamné.

Celková práce (kg.s)	Vstupní měření	Kofein	Placebo
průměr	3573,3	3700,8	3654,2
směrodatná odchylka σ	810,2	865,7	815,7
Rozdíl	kofein - V.m.	Placebo - V.m	kofein - placebo
	127,5	80,9	46,6
T test:	0,59		

Tabulka č. 4: *Celková práce*

Dalším parametrem, který jsme hodnotili je práce proveditelná nad kritickou silou.

Zde nám vyšly negativní výsledky po suplementaci kofeinem i placebem, nicméně hodnoty vycházely opět v rámci chyby měření.

W' (kg.s)	Vstupní měření	Kofein	Placebo
průměr	1242	1215,2	1050,2
směrodatná odchylka σ	726	456,1	386,6
Rozdíl	kofein - V.M.	Placebo - V.M	kofein - placebo
	-26,8	-191,8	165
T test:	0,09		

Tabulka č. 5: *W'*

Posledním parametrem, který jsme vyhodnocovali, je kritická síla. Nejvyšší kritická síla byla naměřena po podání placeba. U suplementace kofeinem byla kritická síla nepatrně nižší. Výsledek nemůžeme považovat za relevantní, jelikož je opět v rámci odchylky.

Kritická síla (kg)	Vstupní měření	Kofein	Placebo
průměr	15	15,9	16,4
směrodatná odchylka σ	5,9	5,3	5,6
Rozdíl	kofein - V.M.	Placebo - V.M	kofein - placebo
	0,9	1,4	-0,5
T test:	0,39		

Tabulka č. 5: *Kritická síla*

T test

Na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ se neprokázalo, že při suplementaci kofeinem budou účastníci výzkumu dosahovat vyšších hodnot než při suplementaci placebem a to u všech sledovaných parametrů.

8. Diskuze

Cílem této práce bylo zjistit, zdali suplementace kofeinu ovlivní lokální izometrický výkon flexorů prstů. Dle studie (Higgins, Straight, Lewis, 2016) dochází po požití kofeinu před výkonem ke zlepšení vytrvalostního výkonu do vyčerpání až o 24,2 %, ovšem takové výsledky byly pozorovány u 5 studií z 9.

Kofein prokazatelně způsobuje zvýšení sekrece katecholaminů. Díky vyplaveným hormonům dochází ke zvýšení lipolýzy a produkce energie. To je zásadní především pro vytrvalostní výkony, ke kterým se řadí i all-out test. Náš výzkum zjistil zvýšení celkové vykonané práce o 3,6 % oproti vstupnímu měření po podání kofeinu a zlepšení o 1,3 % po podání placeba. Vlivem velkých odchylek měření ale nemůžeme zjištěné výsledky považovat za relevantní. Ostatní zkoumané parametry all-out testu byly také mírně pozitivní či negativní a též je musíme považovat za zanedbatelné.

U měření maximální síly jsem také předpokládal značný nárůst výkonu, zejména vlivem zvýšené mobilizace iontů vápníku a potlačení bolesti, ovšem v našem výzkumu došlo pouze k zanedbatelnému rozdílu (0,1 kg) mezi měřeními bez kofeinu a měřeními s kofeinem.

Limitací této studie byly velké rozdíly mezi jednotlivými měřeními, které neměly mezi sebou souvislost. Nekonzistentní výkony mohou být způsobeny tím, že někteří účastníci byli takto testováni poprvé a v průběhu výzkumu mohlo docházet k nácviku nejen ideální pozice těla či úchopu lišty, ale také morální odolnosti. Testy do vyčerpání jsou i přes povzbuzování velmi morálně náročné. Tím tedy mohlo dojít ke zlepšení výkonu, ovšem ne vlivem požití kofeinu nebo placeba. Je vhodné vybírat takové účastníky výzkumu, kteří už mají s testováním zkušenost, nebo aspoň zkušenost s tréninkem na lištách.

Rozhodně zde není zanedbatelná ani celková psychika lezce, se kterým měření provádíme. Kofein sice ovlivňuje bdělost, čilost, jasnost myšlení, ovšem celková psychická pohoda, nebo naopak jakákoliv momentální psychická zátěž, výsledky měření zásadně ovlivňuje, kofeinu navzdory.

Další limitací studie bylo dodržování odpočinku a dekontaminace před testováním. I přes to, že účastníci výzkumu byli poučeni a souhlasili s tím, že nebudou vykonávat náročnou fyzickou aktivitu ani užívat kofein 24 hodin před testem, nemůžeme ověřit, zdali tomu tak skutečně bylo.

Poslední významný faktor, který bych zde chtěl uvést, je různá fyzická zdatnost, tedy

výkonnost u testovaných lezců. Pro další testování by bylo vhodné, aby se výzkumu zúčastnilo více lezců, protože kofein může na každého zcela prokazatelně působit jinak a u malého počtu testovaných nemusíme nalézt souvislosti.

9. Závěr

V naší práci jsem se snažil zjistit, zdali kofein ovlivní lokální izometrický výkon flexorů prstů u sportovních lezců, ovšem vlivem velkých odchylek měření nemohu jednoznačně říci, zda kofein ať už pozitivně nebo negativně ovlivňuje výkon flexorů prstů. K dosažení lepšího výsledku testu by bylo potřeba provést další měření s rozsáhlejším výzkumným souborem.

Dle teorie i našeho měření jsou účinky kofeinu velice individuální, proto nemůžeme tuto ergogenní látku doporučit všem lezcům. Pokud se ale po požití kofeinu cítíte lépe nebo podávají lepší výkon, je pravděpodobné, že se tak stalo právě díky kofeinu. Stejně tak je ale reálný i opačný případ a sice, že kofein způsobí pokles výkonu. V takovém případě je samozřejmě vhodné se před jakýmkoliv sportovním výkonem konzumaci kofeinu vyhnout.

10. Seznam literatury

Antidopingový výbor ČR. *Co je to doping?* [online]. [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://www.antidoping.cz/cs/co-je-to-doping>

Antidopingový výbor ČR. *Statistika dopingových kontrol* [online]. [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://www.antidoping.cz/cs/statistiky>

ARNAUD, M.J. *Caffeine. Encyclopedia of Human Nutrition*. 2 vyd. Amsterdam: Elsevier, 2005. s. 569. ISBN 0121501140

BALÁŠ J. (2016). *Fyziologické aspekty výkonu ve sportovním lezení*. Praha Karolinum. První vydání. ISBN 978-80-246-3361-9

BALÁŠ, Jiří, Michaela PANÁČKOVÁ, Soňa JANDOVÁ, et al. *The Effect of Climbing Ability and Slope Inclination on Vertical Foot Loading Using a Novel Force Sensor Instrumentation System. Journal of human kinetics* [online]. Poland: De Gruyter Open, 2014, 44(1), 75-81 [cit. 2023-06-15]. ISSN 1640-5544. Dostupné z: doi:10.2478/hukin-2014-0112

BEGAS, E., E. KOUVARAS, A. TSAKALOF a S. PAPAKOSTRA. *In vivo evaluation of CYP1A2, CYP2A6, NAT-2 and xanthine oxidase activities in a Greek population sample by the RP-HPLC monitoring of caffeine metabolic ratios* [online]. 2007 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: doi:10.1002/bmc.736

BERANOVÁ, Ludmila, Vladimíra ŠMEJKALOVÁ a Jiří SUCHÝ. *Výživa ve sportu* [online]. 2013 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/archiv/vyziva-ve-sportu/>

BIDEL, Siamak a Jaakko TUOMILEHTO. *The Emerging Health Benefits of Coffee with an Emphasis on Type 2 Diabetes and Cardiovascular Disease. European endocrinology* [online]. England: Touch Medical Media, 2013, 9(2), 99-106 [cit. 2023-06-15]. ISSN 1758-3772. Dostupné z: doi:10.17925/ee.2013.09.02.99

BRYAN, J. *Psychological effects of dietary components of tea: caffeine and L-theanine. Nutrition reviews* [online]. Malden, USA: Blackwell Publishing, 2008, 66(2), 82-90 [cit. 2023-06-15]. ISSN 0029-6643. Dostupné z: doi:10.1111/j.1753-4887.2007.00011.x

BURKE, Louise a Vicki DEAKIN. *Clinical Sports Nutrition*. Fifth edition. New York: McGraw-Hill Education, 2015, 828 stran ; 24. ISBN 978-1-74307-368-1.

BURKE, Louise, Ben DESBROW a Lawrence L. SPRIET. *Caffeine for sports performance* / † Louise Burke, Ben Desbrow, and Lawrence Spriet. Champaign, IL: *Human Kinetics*, 2013, 1 online resource : illustrations. ISBN 1492595311. Dostupné z: doi:10.5040/9781492595311

- BURNLEY, Mark. *Estimation of critical torque using intermittent isometric maximal voluntary contractions of the quadriceps in humans*. *Journal of applied physiology* [online]. 2009 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91474.2008>
- CABALLERO, Benjamin. *Guide to nutritional supplements*. Oxford: Elsevier, 2009, 548 s. : il. ISBN 978-0-12-375109-6.
- COOPER, Robert, Fernando NACLERIO, Judith ALLGROVE a Alfonso JIMENEZ. *Creatine supplementation with specific view to exercise/sports performance: an update* [online]. 2022 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-33>
- CRAIG, Jesse C., Ryan M. BROXTERMAN, Joshua R. SMITH, Jasson D. ALLEN a Thomas J. BARSTOW. *Effect of dietary nitrate supplementation on conduit artery blood flow, muscle oxygenation, and metabolic rate during handgrip exercise*. *Journal of applied physiology* [online]. 2018 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00772.2017>
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009, 532 s. : ilustrace ; 25 cm. ISBN 978-80-247-3240-4.
- GILES, David, Cam HARTLEY, Hamish MASLEN, et al. *An All-Out Test to Determine Finger Flexor Critical Force in Rock Climbers*. *International journal of sports physiology and performance* [online]. United States: Human Kinetics, 2021, 16(7), 1-949 [cit. 2023-06-21]. ISSN 1555-0265. Dostupné z: [doi:10.1123/ijsspp.2020-0637](https://doi.org/10.1123/ijsspp.2020-0637)
- GODDARD, Dale a Udo NEUMANN. *Performance rock climbing*. Mechanicsburg, PA: Stackpole Books, 1993, 194 s. : ill. ; 22 cm. ISBN 978-0-8117-2219-3.
- Gregory E. Peoples, Scott Parker, Ryan Anthony, Joel Craddock. *Rock climbers' self-reported dietary practices and supplement use in the context of supporting climbing performance*. *The Journal of Sport and Exercise Science* [online]. 2021, 5(2) [cit. 2023-06-15]. ISSN 2703-240X. Dostupné z: [doi:10.36905/jses.2021.02.06](https://doi.org/10.36905/jses.2021.02.06)
- GUEST, Nanci S., Trisha A. VANDUSSELDORP, Michael T. NELSON, et al. *International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance* [online]. [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00383-4>
- HECKEMAN, Melanie A., Jorge WEIL a Elvira GONZALEZ DE MEJIA. *Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in Foods: A Comprehensive Review on Consumption, Functionality, Safety, and Regulatory Matters* [online]. 2010 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01561.x>
- HIGGINS, Simon, Chad R. STRAIGHT a Richard D. LEWIS. *The effects of preexercise caffeinated coffee ingestion on endurance performance: An evidence-based review*. *International*

journal of sport nutrition and exercise metabolism [online]. United States, 2016, 26(3), 221-239 [cit. 2023-06-25]. ISSN 1526-484X. Dostupné z: doi:10.1123/ijsnem.2015-0147

HINTIKKA, Jukka, Tommi TOLMUNEN, Kirsi HONKALAMPI, Kaisa HAATAINEN, Heli KOIVUMAA-HONKANEN, Antti TANSKANEN a Heimo VIINAMÄKI. *Daily Tea Drinking Is Associated with a Low Level of Depressive Symptoms in the Finnish General Population. European journal of epidemiology* [online]. Dordrecht: Springer, 2005, 20(4), 359-363 [cit. 2023-06-15]. ISSN 0393-2990. Dostupné z: doi:10.1007/s10654-005-0148-2

HOON, Matthew W., Ché FURNUSEK, Phillip G. CHAPMAN a Nathan A. JOHNSON. *The effect of nitrate supplementation on muscle contraction in healthy adults. European Journal Sport Science* [online]. 2015 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1053418>

CHVASTA, Tomas E. a Allan R. COOKE. *Emptying and Absorption of Caffeine from the Human Stomach* [online]. 1971 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0016-5085\(19\)33396-7](https://doi.org/10.1016/S0016-5085(19)33396-7)

Informační centrum bezpečnosti potravin. *Káva* [online]. [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://bezpecnostpotravin.cz/termin/kava/>

Informační centrum bezpečnosti potravin. *Vliv kofeinu na vnímání bolesti* [online]. [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <http://bezpecnostpotravin.cz/vliv-kofeinu-na-vnimani-bolesti/>

JAROŠ, Martin a Adam ONDRA. *Adam Ondra: lezec tělem i duší*. 2. vydání. Praha: XYZ, 2019. ISBN 978-80-7597-549-2.

JAYSON, Christina. *Caffeine vs. Chocolate: A Mighty Methyl Group* [online]. 2015 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://scienceandfooducla.wordpress.com/2015/09/29/caffeine-vs-chocolate-a-mighty-methyl-group/>

KLEINER, Susan M. a Maggie GREENWOOD-ROBINSON. *Power eating. 4th edition. Human Kinetics*, 2014. ISBN 978-1-4504-3017-3.

KODEJŠKA, Jan. *Efekt ponořování předloktí do studené vody na opakované izometrické kontrakce flexorů prstů do vyčerpání u sportovních lezců*. Dizertační práce (Ph.D.)--Univerzita Karlova. Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2018.

LANGER, Kaja, Christian SIMON a Josef WIEMEYER. *Physical performance testing in climbing-A systematic review. Frontiers in sports and active living* [online]. Switzerland: Frontiers Media S.A, 2023, 5, 1130812-1130812 [cit. 2023-06-22]. ISSN 2624-9367. Dostupné z: doi:10.3389/fspor.2023.1130812

MCNAUGHTON, Lars R., Jason SIEGLER a Adrian MIDGLEY. *Ergogenic Effects of Sodium Bicarbonate* [online]. 2008 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: doi:10.1249/JSR.0b013e31817ef530

PEELING, Peter, Martyn J BINNIE, Paul S R GOODS, Marc SIM a Louise M BURKE. *Evidence-Based Supplements for the Enhancement of Athletic Performance. International journal of sport nutrition and exercise metabolism* [online]. United States: Human Kinetics Publishers, 2018, 28(2), 178-187 [cit. 2023-06-15]. ISSN 1526-484X. Dostupné z: doi:10.1123/ijsnem.2017-0343

Pixabay. *Strukturní vzorec kofeinu* [online]. [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/kofein-k%C3%A1va-strukturn%C3%AD-vzorec-v%C4%Bda-4659320/>

POOLE, DAVID C, Mark BURNLEY, Anni VANHATALO, HARRY B ROSSITER a ANDREW M JONES. *Critical Power: An Important Fatigue Threshold in Exercise Physiology. Medicine and science in sports and exercise* [online]. United States: American College of Sports Medicine, 2016, 48(11), 2320-2334 [cit. 2023-06-15]. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/MSS.0000000000000939

Psychosom. *TEORIE: PLACEBO* [online]. 2016 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://www.psychosom.cz/psychosom/vydani-4-2016/143-3-clanek-vydani-4-2016>

Rasmussen BB, Brix TH, Kyvik KO, Brøsen K. *The interindividual differences in the 3-demethylation of caffeine alias CYP1A2 is determined by both genetic and environmental factors.* [online]. [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: doi: 10.1097/00008571-200208000-00008.

SportSensei. *Nutriční podpora krátkodobých maximálních výkonů* [online]. 2018 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://www.sportsensei.cz/1/nutricni-podpora-kratkodobyx-maximalnich-vykonu/>

VILIKUS, Zdeněk. *Výživa sportovců a sportovní výkon*. 2. vydání. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-3152-3.

VOMÁČKO, Ladislav a Soňa BOŠTÍKOVÁ. *Lezení na umělých stěnách*. 2., upr. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2174-3.

WALKER, Matthew P. a Filip DRLÍK. *Proč spíme: odhalte sílu spánku a snění*. V Brně: Jan Melvil Publishing, 2018, 414 stran : ilustrace ; 22 cm. ISBN 978-80-7555-050-7.

11.Přílohová část

Seznam příloh:

Příloha 1: Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

Příloha 2: Vyjádření Etické komise UK FTVS

Příloha 3: Kompletní tabulka s výsledky

Příloha 1: Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Vliv kofeinu na intermitentní izometrické kontrakce flexorů prstů

Forma projektu: Výzkumná práce - BP

Období realizace: květen 2022 – červen 2022

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Předkladatel: Anežka Doktorová, UK FTVS – laboratoř sportovní motoriky

Hlavní řešitel: Anežka Doktorová, UK FTVS – laboratoř sportovní motoriky

Spoluřešitel: Michal Běhounek, Jeroným Ťuka

Místo výzkumu (pracoviště): UK FTVS – laboratoř sportovní motoriky

Vedoucí práce (v případě studentské práce): doc. Jiří Baláš, Ph.D.

Financování: CŽV 60040011

Popis projektu: Výzkum má smíšený charakter, budeme sledovat průběh lezeckého výkonu u jedince po podání kofeinu. Každý účastník absolvuje 2 měření oddělená od sebe přibližně 4 dny, jedno měření bude trvat přibližně 90 min. Při prvním měření proběhnou vstupní testy (antropometrické měření, měření maximální síly prstů na listě, zacvičení na dynamometru a na pohyblivé lezecké stěně ClimbStation, test perfuze flexorů prstů), při další návštěvě bude nejprve zacvičení, měření klidových hodnot a potom účastníci provedou test maximální síly, all out test. Při jedné návštěvě budou provádět mezi výkony vždy jeden cyklus odpočinku (sezení, stání v klidu). Cílem práce je posoudit vliv kofeinu s různou mírou zapojení svalových skupin na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů. Práce nám pomůže prohloubit vědomosti o práci s kofeinem, a zda má smysl do výkonu dávkování kofeinu zapojovat, čímž bychom napomohli k lepším výkonům při lezení.

Kofein budeme podávat formou rozpustného prášku ve vodě, tedy orálně jako nápoj. Dávkování bude 5mg kofeinu na 1kg váhy probanda. Při testu maximální síly se proband zavěsí vší silou za lištu na přístroji 3DSAC, při testu silového gradientu se proband na znamení (pípnutí) snaží co nejrychleji zavěsit na lištu a při all-out testu podstupuje 24 kontrakcí, kdy se po 7 sekund snaží viset maximální silou, 3 sekundy odpočívá a znovu.

Charakteristika účastníků výzkumu: Skupina bude obsahovat 20-25 účastníků. Zaměříme se na populaci dospělých (od 18 do 30 let), avšak budeme zkoumat jak muže, tak i ženy. Kontakty na účastníky získáme v lezeckých kurzech a v lezeckých komunitách. Účastník bude muset potvrdit, že má sportovní prohlídku bez omezení způsobilosti k vybraným sportovním aktivitám. Zároveň upozorňujeme na možné vedlejší účinky vyšší dávky kofeinu, jako je neklid, nespavost, zvýšený tep, chvění či nespavost. Do výzkumu budou zahrnuti pouze osoby, které běžně konzumují kofein ve formě kávy a dalších nápojů obsahujících kofein.

Kontraindikace: kardiovaskulární onemocnění, hypertenze, onemocnění kloubů ruky či podobně, akutní zejména infekční onemocnění či úraz nebo není v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu. Kontrolu vzhledem ke kontraindikacím provede řešitel s vedoucím práce.

Zajištění bezpečnosti: Měření bude probíhat na speciálním lezeckém dynamometru 1d-sac a lezeckém trenežeru ClimbStation, účastníci studie budou ležet pouze nad certifikovanou dopadovou matrací. Před vlastním měřením bude lezecký trenežer zkontrolován kvalifikovanou osobou. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Abychom co nejvíce předešli zranění, před každým testováním bude standardizované rozcvičení. Výzkum proběhne za standardních bezpečnostních podmínek proškolenými pracovníky laboratoře dle instrukcí výrobce zaškolenou obsluhou při dodržení bezpečnostních pravidel. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem. U výzkumu bude přítomna hlavní řešitelka a spoluřešitelé.

Etické aspekty výzkumu: Všichni účastníci budou seznámeni s cílem dané studie a budou poučeni o případných rizicích testování. Všichni zúčastnění budou vstupovat do studie z vlastního dobrovolného rozhodnutí a budou moci kdykoli ze studie odstoupit. Bude požadován písemný dobrovolný souhlas každého účastníka. Účastníci nebudou vybráni z vulnerabilních skupin.

Potenciální střet zájmů: Nejsm v rámci tohoto výzkumu v potencionálním nebo skutečném střetu zájmů. Já ani nikdo z účastníků nemáme soukromý zájem na výsledku výzkumu, výzkum nevede k mému osobnímu prospěchu ani k prospěchu žádného z účastníků výzkumu. Vedoucí práce bude dohlížet nad korektností a nestranností posuzování výsledků výzkumu mou osobou.

Příloha 2: Vyjádření Etické komise UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno, příjmení, e-mail, data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány v heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít pouze hlavní řešitel projektu. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována. Po anonymizaci budou osobní data smazána.

Získané výsledky mohou být publikovány v anonymní podobě v odborných časopisech a zveřejněny na vědeckých konferencích. Dále mohou být využity při dalších výzkumných pracích na UK FTVS.

Pořizování fotografií účastníků: Během výzkumu budou pořizovány fotografie, avšak anonymizace osob na fotografiích bude provedena rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. K neanonymizovaným fotografiím bude mít přístup hlavní řešitel, budou bezpečně uchovány v heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, anonymizovány budou do 1 dne po jejich pořízení. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

Pořizování videí/audí nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky ani videozáznamy.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Text informovaného souhlasu (IS): příložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 2. 5. 2022

Podpis předkladatele:



Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

Členové: prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 10/2022

dne: 9.5.2022

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6
- 20 -


podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha 3: Kompletní tabulka s výsledky

Jméno	Věk	Váha (kg)	Výška (cm)	Maximální síla (kg)		
				Vstupní měření	Kofein	Placebo
proband 1	22	59	168	37	39	42
proband 2	22	65	175	65	68	63
proband 3	20	76	180	42	53	51
proband 4	22	75,5	187	52	50	46
proband 5	25	75,5	183,5	57	57	57
proband 6	24	72,5	178	52	45	47
proband 7	34	83	175	40	40	46
proband 8	24	59	179	47	53	49
proband 9	25	65	170	44,1	43,6	45,9
proband 10	24	56	168	46,2	42,3	45,3
proband 11	26	67	187	74,6	66,7	67,5
proband 12	23	55	168	28,5	28,6	27,1
			průměr	48,8	48,9	48,9
			SD	12,5	11,5	10,4

All-out test	Celková práce (kg.s)			W' (kg.s)			Kritická síla (kg)			
	Jméno	Vstupní měření	Kofein	Placebo	Vstupní měření	Kofein	Placebo	Vstupní měření	Kofein	Placebo
proband 1		3426,7	3315,7	3375,6	1033	1255,4	1262,8	15,7	13	14
proband 2		5309,1	5078,6	5050,5	1683,9	1546,4	845,9	22,7	24,3	26,3
proband 3		3367,4	3647,1	3653,7	1469,6	1694,4	1635,5	12,3	12,3	12,3
proband 4		4287,5	4251,6	4038,6	1186,8	1061,9	747,5	20,3	20,7	21
proband 5		3969,1	4441,7	4166,1	1497,7	1489,8	1103,3	16	19	19,7
proband 6		3367,5	2872,9	2900,5	1572,5	1489,8	1449,7	12	9	9
proband 7		3331,5	3394,2	3247,7	1499,8	1104,8	1239,3	12	14,3	12,3
proband 8		4057,8	4185,9	3857	1850	1978	1258,8	14	13,3	16
proband 9		3258,2	3051,1	3821,8	59,8	653,6	715,1	19,7	15,7	19,3
proband 10		3670	4199,2	4171,6	-98,5	519,8	493,6	23	23	23
proband 11		2842,5	4133,2	3854,4	2434,4	1189	1387,9	3,7	18,3	15,3
proband 12		1992,6	1838,2	1712,3	715,1	599	463	8	7,7	8
průměr		3573,3	3700,8	3654,2	1242,0	1215,2	1050,2	15,0	15,9	16,4
		810,2	865,7	815,7	726,0	456,1	386,6	5,9	5,3	5,6

	Věk	Váha (kg)	Výška (cm)
Průměr m.	24,625	71,7	180,6
Průměr ž.	23,5	58,8	168,5
Odchyška m.	4,0	7,1	4,5
Odchyška ž.	1,1	3,9	0,9