



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra tělesné výchovy a sportu

Bakalářská práce

Vliv energetického nápoje Red Bull na rychlostně silový a odrazový výkon volejbalistek výkonnostní úrovně

Vypracovala: Helena Estella Harrisová

Vedoucí práce: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

České Budějovice, 2024



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

University of South Bohemia in České Budějovice

Faculty of Education

Department of Sports Studies

Bachelor thesis

**The influence of Red Bull energy drink on
the speed, power and rebound
performance of female volleyball players
at the performance level**

Author: Helena Estella Harrisová

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

České Budějovice, 2024

Bibliografická identifikace

Název bakalářské práce: Vliv energetického nápoje Red Bull na rychlostně silový a odrazový výkon volejbalistek výkonnostní úrovně

Jméno a příjmení autora: Helena Estella Harrisová

Studijní obor: Ms-Tvs

Pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU

Vedoucí bakalářské práce: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2024

Abstrakt:

Cílem bakalářské práce bylo zjistit vliv energetického nápoje Red Bull na rychlostně silový a odrazový výkon volejbalistek výkonnostní úrovně. Testování bylo podrobena patnáct prvoligových volejbalistek klubu VK Madeta České Budějovice z kategorie žen. Výkon volejbalistek byl zjišťován prostřednictvím bicyklového ergometru, odrazové desky a ručního dynamometru v polovině sezóny 2023/2024 v laboratoři funkční zátěžové diagnostiky na Katedře tělesné výchovy a sportu Jihočeské univerzity. Každá hráčka podstoupila testování dvakrát s týdenní pauzou. Účastníkům byl podán Red Bull energetický nápoj a placebo v náhodném pořadí. Nápoje byly zaslepeny. Byly zkoumány anaerobní parametry společně s koncentrací laktátu v krvi u Wingate testu, průměrná výška výskoku u Boscova testu a maximální síla stisku ruky u ručního dynamometru. Pro posouzení statistické a věcné významnosti výsledků byl použit t-test a Cohenovo *d*. Nebyl zjištěn významný vliv Red Bull energetického nápoje na sledované parametry, s výjimkou maximální síly stisku pravé ruky ($d=0,29$), průměrné výšky výskoku s odrazem z levé nohy ($d=0,22$), maximální srdeční frekvence ($d=0,29$), maximálního relativního výkonu ($d=0,31$), indexu únavy ($d=0,4$) a laktátu ($d=0,2$), u kterých byl zaznamenán věcně významný vliv pouze s malým efektem. Na základě důkazů získaných z měření se prokázalo, že Red Bull energetický nápoj v krátkém časovém úseku (20 min) neměl žádný efekt na výkon sportovců.

Klíčová slova: volejbal, energetický nápoj, Wingate test, výskoková ergometrie, dynamometr, dotazník, komparace výsledků

Bibliographical identification

Title of the bachelor thesis: The influence of Red Bull energy drink on the speed, power and rebound performance of female volleyball players at the performance level

Author's first name and surname: Helena Estella Harrisová

Field of study: Ms-Tvs

Department: Department of Sports studies

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

The year of presentation: 2024

Abstract:

The aim of the bachelor's thesis was to find out the influence of Red Bull energy drink on the speed, strength and rebound performance of female volleyball players at the performance level. Fifteen first-league volleyball players of VK Madeta České Budějovice club from the women's category were tested. The performance of female volleyball players was assessed using a bicycle ergometer, rebound board and hand dynamometer in the middle of the 2023/2024 season at the laboratory of load diagnostics at the department of physical education, University of South Bohemia. Each player underwent testing twice with a one-week break. Participants were given a Red Bull energy drink and a placebo in random order. Drinks were blinded. Anaerobic parameters were examined together with the blood lactate concentration using Wingate test, the average height recorded by the Bosc test and the maximum hand grip strength using the hand dynamometer. We did not confirm any significant effect of Red Bull energy drink on the observed performance. The t-test and Cohen's d were used to assess the statistical and substantive significance of the results. No significant effect of Red Bull energy drink on the observed parameters was found, with the exception of the maximum strength of the right-hand grip ($d=0,29$), the average height of the jump with a bounce from the left leg ($d=0,22$), maximum heart rate ($d=0,29$), maximum relative power ($d=0,31$), fatigue index ($d=0,4$) and lactate ($d=0,2$), for which substantive significant influence was recorded with only a small effect. Based on the evidence obtained from the measurements, it was proved that the Red Bull energy drink in a short period of time (20 min) had no effect on the performance of athletes.

Keywords: volleyball, energy drink, Wingate test, jumping ergometry, dynamometer, questionnaire, comparison of the results

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této bakalářské práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Datum

Podpis studenta

Poděkování

Děkuji mému vedoucímu bakalářské práce panu PhDr. Petru Bahenskému, PhD. za poskytnutí veškerých potřebných informací pro vypracování této bakalářské práce, cenné rady, odbornou pomoc při konzultacích, ochotu naslouchat a poskytnutí laboratoře KTVS k provedení testování. Dále bych chtěla poděkovat prvoligovým volejbalistkám klubu VK Madeta České Budějovice, které byly součástí měření jako probandi a pomohly mi získat veškeré potřebné výsledky.

Obsah

1	Úvod	10
2	Teoretická východiska	11
2.1	Charakteristika sportovních her	11
2.1.1	Charakteristika volejbalu	12
2.1.2	Charakteristika zatížení hráčů ve volejbale	13
2.2	Pohybové schopnosti	14
2.2.1	Silová schopnost	15
2.2.2	Rychlostní schopnost	17
2.2.3	Vytrvalostní schopnost	19
2.2.4	Obratnostní (koordinační) schopnost	22
2.3	Stimulanty a energetické nápoje	23
2.4	Charakteristika a složení Red Bull energetického nápoje	25
2.4.1	Kofein	28
2.4.2	Taurin	29
2.4.3	Vitamíny skupiny B	30
2.4.4	Regulátory kyselosti	32
2.4.5	Sladidla	33
2.4.6	Kyselina citronová	33
2.4.7	Oxid uhličitý	34
2.4.8	Barviva a aroma	34
2.5	Efekt energetického nápoje ve sportu	36
2.5.1	Vliv na anaerobní výkon	36
2.5.2	Vliv na aerobní výkon	38
2.5.3	Vliv na kognitivní funkce	39
2.5.4	Vliv energetických nápojů na lidský organismus	40
2.6	Zátěžová funkční diagnostika ve sportu	42
2.6.1	Wingate test	46
2.6.2	Boscův test	47
2.6.3	Dynamometrie	48
3	Cíl, úkoly a vědecké otázky	50
3.1	Cíl práce	50
3.2	Úkoly práce	50
3.3	Vědecké otázky	50
4	Metodika (Projekt experimentu, jeho organizace a průběh)	51
4.1	Charakteristika souboru	51
4.2	Design experimentu (sběr dat, popis experimentu, měření, vyhodnocení...)	52
4.2.1	Využití testovací přístroje	52
4.2.2	Popis experimentu	60
4.2.3	Použité metody	63
4.3	Statistické zpracování	64
5	Výsledky	66
5.1	Ruční dynamometr	66
5.2	Boscův test	67
5.3	Wingate test	70
5.3.1	Maximální srdeční frekvence	70
5.3.2	Maximální relativní výkon	71

5.3.3	Průměrný relativní výkon	72
5.3.4	Maximální 5s výkon.....	73
5.3.5	Otáčky	74
5.3.6	Index únavy	75
5.3.7	Laktát.....	76
5.3.8	Hodnocení dle Borgovy škály	77
5.3.9	Dotazník	78
6	Diskuze	84
7	Závěr.....	90
	Referenční seznam literatury	92
	Seznam příloh	100

1 Úvod

Při výběru tématu bakalářské práce jsem měla jedno hlavní kritérium, a to využít toho, že volejbalu rozumím a věnuji se mu několik let. Jelikož mám se svými spoluhráčkami velmi dobré vztahy, souhlasily s tím, že se nechají v laboratoři KTVS JU v rámci mé praktické části otestovat. Chtěla jsem do mé kvalifikační práce zahrnout něco z praktického života, proto mě napadl obyčejný energetický nápoj, který lidé požívají běžně ve svém životě. Ze začátku jsem si vlivem reklam myslela a byla přesvědčená o tom, že energetický nápoj Red Bull, má pozitivní vliv na anaerobní výkon a výbušnost. Poté, co jsem si přečetla několik článků a studií na toto téma, nebyla jsem si svým názorem stoprocentně jistá a rozhodla se, že toto je perfektní téma pro zpracování mé bakalářské práce. Chtěla jsem si to sama ověřit. Mým cílem bylo zjistit, zdali energetický nápoj Red Bull, má nějaký efekt na rychlostně silový a odrazový výkon volejbalistek. Otestování probandů a následná komparace jednotlivých výsledků mezi sebou bylo pro mě zajímavé téma k zpracování do bakalářské práce.

V teoretické části pojednáváme o charakteristice sportovních her, konkrétně o volejbalu a jeho zatížení. S tím souvisí pohybové schopnosti, které jsme jednotlivě vylíčili. Poté už se věnujeme energetickému nápoji Red Bull a jeho složení. V práci jsme popsali jednotlivé složky tohoto nápoje a jeho efekt ve sportu. V závěru teoretické části jsme charakterizovali zátěžovou funkční diagnostiku ve sportu a popsali všechny využití testy při měření. Snažili jsme se získat veškeré podklady potřebné k vypracování praktické části.

V praktické části využíváme naměřených hodnot otestovaných probandů a pracujeme s nimi v podobě různých grafů a tabulek. Budeme sledovat, zda se hodnoty či parametry po požití energetického nápoje Red Bull budou zlepšovat a zvyšovat. Konkrétně pozorujeme maximální sílu stisku pravé i levé ruky, výšku výskoku s odrazem z pravé i levé nohy a odrazem snožmo a anaerobní parametry po absolvování Wingate testu. U tohoto testu jsme sledovali maximální srdeční frekvenci, maximální relativní výkon, průměrný relativní výkon, maximální 5s výkon, otáčky, index únavy, laktát a závěrečné hodnocení dle Borgovy škály. Praktickou část jsme doplnili o krátký dotazník týkající se spotřebitelských návyků energetických nápojů. Pomocí naměřených výsledků se budeme snažit v diskuzi odpovědět na předem stanovené vědecké otázky.

2 Teoretická východiska

2.1 Charakteristika sportovních her

Sportovní hry patří mezi nejoblíbenější tělesné cvičení. Je třeba zmínit, že jsou nejběžnějšími fyzickými cvičeními a jejich popularita vzrůstá. Přispívají k rozvoji vztahů mezi jednotlivci a poskytují zážitky nejen hráčům, ale zejména divákům (Hondlík et al., 1992).

Sportovní hru bychom definovali jako soutěživou činnost dvou soupeřů ve stejném čase a prostoru, kdy jednotkou je utkání. Podle schválených pravidel se soupeři snaží ukázat svou převahu lepším ovládním společného předmětu. Konkrétně u volejbalu je předmětem volejbalový míč (Táborský, 2004). Dobrý a Semiginovský (1988) definují sportovní hru, realizovanou v utkání dvou družstev, jako specifickou pohybovou aktivitu, kterou tvoří různé pohybové akty odlišující se vnější formou, objemem a intenzitou.

Zápas je řízen rozhodčím, který dává pozor na to, aby byla dodržena pravidla hry a hráči se nedopustili přestupků. Pokud ano, určuje výši trestu. Na konci utkání vyhláší jeho výsledek. V každém sportovním zápase nastane, že jeden z týmů zvítězí, a to znamená přehrání soupeře a získání více bodů v rámci pravidel daného sportu (Hondlík et al., 1992). Mezinárodní nebo národní federace vydávají pravidla sportovních her, které představují souhrn předpisů, zákazů, práv a povinností (Bělka et al., 2021).

Podle různých hledisek dělíme sportovní hry na invazivní a neinvazivní. Invazivní sportovní hra znamená, že je hrací plocha obou soupeřů společná, jako například u ledního hokeje. Neinvazivní sportovní hra naopak hrací plochu společnou nemá, jako u tenisu či badmintonu. Dále rozlišujeme sportovní hry individuální, párové a týmové. Konkrétně volejbal patří mezi týmové sporty. Do individuálních bychom zařadili singly ve stolním tenise a do párových čtyřhru v tenise. Posledním hlediskem je způsob pohybu hráčů. Hráči se pohybují nejčastěji přirozeně bez pomocných prostředků, jako ve většině sportovních her, ale mohou se pohybovat ve vodě, či naopak právě využít živých nebo neživých dopravních prostředků (Táborský, 2005). Sportovní hry se dělí na brankové, síťové, pálkovací a terčové (Táborský, 2004). Tůma a Tkadlec (2004) využívají přehledné a běžně používané dělení sportovních her na brankové, síťové a pálkovací. Volejbal

řadíme mezi síťové sportovní hry, u kterých dochází k absenci přímého kontaktu soupeřících hráčů.

2.1.1 Charakteristika volejbalu

Volejbal řadíme mezi nejrozšířenější míčové kolektivní hry ve světě. Dá se hrát celoročně a je materiálně, technicky a prostorově nenáročný (Haník & Lehnert, 2004). Jedná se o nekontaktní, síťový sport, který se hraje na hřišti obdélníkového tvaru s rozměry 18 x 9 m. Má dvě stejné poloviny, které dělí volejbalová síť zavěšena nad středovou čarou. Hlavním cílem volejbalu je ubránit svoji vlastní polovinu a útočit do pole soupeře. Tým boduje, pokud pošle míč takovou silou nebo dovedností do pole soupeře, aniž by ho soupeř byl schopný vrátit. Volejbal se hraje na tři vítězné sety do 25 bodů. Pokud je stav vyrovnaný, podmínkou je, že tým musí získat o 2 body více než soupeř, tudíž nerozhodný výsledek ve volejbale není možný (Císař, 2005).

Řadí se mezi hry s velkým emotivním nábojem. Dochází k rychlému střídání herních situací, k jejich variabilitě, k útočným a obranným kombinacím a je pravidlem hrát až do vítězství jednoho se soupeřících kolektivů (Kaplan & Buchtel, 1987). Tento kolektivní sport je hlavně o spolupráci a komunikaci. Jedná se o kombinaci síly, obratnosti, rychlosti, bystrosti, reakce, výskoků a skoků. Ve vrcholovém volejbale máme několik postů, a to přesně pět. Patří mezi ně blokař, smečář, nahrávač, univerzál a libero. Tím dosáhneme toho, že jsou nejlépe využity přednosti každého hráče z hlediska volejbalu (Císař, 2005).

Jedná se o obtížnější sportovní hru, protože se míč odbíjí rukama. Je třeba zmínit, že v některých případech lze míč odehrát nohama, tělem či hlavou, ale neplatí to pro podání, které musí být odehráno rukou (Buchtel, 2017). Koncepce hry je založena na střídání hráčů na všech pozicích na hřišti. V setu může dojít i ke střídání hráčů z důvodu nezdaru. Ve hřišti musí být vždy 6 hráčů každého družstva. Rozehry nám tvoří každý set. Začínají podáním a končí chybou jednoho z týmů. Cílem každého týmu je úspěšně vyřešit herní situace a zvítězit (Příbramská, 1996).

Volejbal se hraje na vrcholové, výkonnostní, základní a nesoutěžní úrovni. Vrcholovou úroveň chápeme sport, jako živobytí, tedy hrát nejvyšší možnou soutěž. V České republice je to extraliga. Výkonnostní úroveň znamená, že hráči hrají druhou a třetí nejvyšší ligu. Druhou nejvyšší ligu ve volejbale nazýváme 1. liga a třetí 2. liga. Základní úroveň dělíme na soutěžní a rekreační. Krajský a okresní přebor chápeme jako

soutěžní úroveň. Rekreační volejbal v první řadě neklade důraz na výkony a výsledky, ale na pohyb jako takový, ačkoliv i v rekreačním volejbale jde o soutěživost a o výsledek. Umožňuje například sestavení smíšených družstev či odchýlení od oficiálních pravidel. U nesoutěžní neboli amatérské úrovně nejde o výsledek, ale pouze o radost ze hry (Buchtel, 2017).

2.1.2 Charakteristika zatížení hráčů ve volejbale

Zatížení lze obecně chápat jako pohybovou činnost, která je prováděná takovým způsobem, že vyvolává změnu funkční aktivity člověka. To má za následek trvalejší funkční, strukturální a psychosociální změny. Zátěž se vztahuje k fyzickým a psychickým nárokům kladeným na sportovce při tréninku a soutěžích. Účelem zatížení je výrazně pozitivně ovlivnit trénovanost a přispět ke zlepšení sportovního výkonu (Elliott & Mester, 1998).

Volejbal je sport, u kterého se na výkonu podílí velké množství různých faktorů, a proto ho řadíme mezi složité multifaktoriální sporty. Jedná se o pohybové, somatické, morfologické, fyziologické, psychologické, biochemické a genetické faktory (Kaplan & Buchtel, 1987). Na vrcholové úrovni je volejbal typický vysokými nároky na včasné, rychlé a přesné provádění herních činností. Herní situace se musí řešit optimální intenzitou bez poklesu efektivity (Bělka et al., 2021).

Ve volejbale se rozlišuje útočná a obranná fáze, tím chápeme činnosti družstva po vlastním podání a po podání soupeře. V zápase se objevují herní situace, které mají tendenci se opakovat. Dochází během nich ke střídání krátkodobých vysoce intenzivních intervalů zatížení a intervalů odpočinku. Důležitou součástí je i psychická odolnost vůči stresovým situacím, koncentrace na hru, konzistentnost herního výkonu jedinců a celého družstva, preciznost, dynamičnost a rychlost. Je třeba dodat, že jednou z nejdůležitějších vlastností volejbalového výkonu je zatížení skokem (Asher, 1996).

Volejbal je charakteristický vysoce intenzivními pohyby prováděnými s přestávkami. Vyžaduje činnosti jako je podání, útok a blok. Tudíž dochází k opakovaným skokům do výšky a náhlým zrychlením a zpomalením na krátkou vzdálenost. Proto se trénink volejbalistů zaměřuje na zlepšení skokanských schopností hráčů. Důležitá je síla a výbušnost svalů dolních končetin (Sheppard et al., 2007).

Jako vnější zatížení chápeme vertikální výskok hráčů. Ve volejbale hráči prochází dvěma fázemi, a to hrou u sítě a hrou v poli. Výjimkou je post libera, který hraje pouze

v zadních zónách hřiště. Zatížení u sítě je typické výskoky při blokování, nahrávce a útočném úderu. Hráči útočí i ze zadní řady a většinou podávají ve výskoku. U vertikálního výskoku záleží na úsilí hráče v odrazové fázi. Vrcholoví hráči dosahují u vertikálního výskoku vysokých hodnot. Je třeba zmínit, že největší skokanské zatížení v utkání má jednoznačně blokař. Pro útočníky je typické zatížení ve švihovém pohybu paže a trupu při podání a útočném úderu (Kaplan & Buchtel, 1987).

Bělka et al. (2021) tvrdí, že obecně největší skokanské zatížení je u hráčů specializace blokař, poté u diagonálních hráčů, nahrávačů, a nakonec u smečařů. Samozřejmě jinak zatížení závisí na počtu odehraných výměn a setů. Hra v poli je charakteristická přirozenými a jednoduchými pohyby. Dochází v ní především k různým přeběhům, běhům vpřed, vzad a stranou (Kaplan & Buchtel, 1987). Bělka et al. (2021) jsou toho názoru, že největší počet krátkých a dlouhých přesunů absolvují jednoznačně nahrávači.

Hráč volejbalu musí zvládnout různé techniky úderů a zvolit jejich výběr, tak aby byl schopen řešit herní situace, které během zápasu nastanou. To platí pro volejbal na všech úrovních. Je třeba dodat, že na nejvyšší úrovni je volejbal sportem, který klade na hráče vysoké nároky z hlediska fyzických, pohybových, technických, taktických a psychologických požadavků (Asher, 1996).

Řada kondičních předpokladů nám ovlivňuje herní výkon ve volejbale. Je tedy velmi důležité chápat kondiční trénink ve vztahu k ostatním tréninkovým prvkům (zejména technickému a taktickému tréninku) a usilovat o jejich integraci. Pro mladé hráče je přiměřené množství kondičního tréninku se správným obsahem a periodicitou jedním ze základních předpokladů pro dosažení vysoké výkonnosti ve volejbale i pro udržení dobrého zdravotního stavu (Haník & Lehnert, 2004).

2.2 Pohybové schopnosti

Perič & Dovalil (2010) pohybové schopnosti definují jako samostatné soubory vnitřních předpokladů lidského organismu nutné k pohybové činnosti, ve které se také projevují. Rozlišujeme vytrvalostní, silové, rychlostní, koordinační schopnosti a pohyblivost. Z převažujících charakteristik pohybové činnosti jsme schopni určit, o jakou pohybovou schopnost se jedná. Její úroveň je relativně stálá v čase a nekolísá ze dne na den.

Dle Dovalila et al. (2002) je kondiční příprava velmi důležitou složkou tréninku, protože se zaměřuje na pohybové schopnosti sportovců a ovlivňuje je. Pohybové schopnosti jsou významným faktorem všech sportovních výkonů a kondičním základem sportovní výkonnosti. Čelíkovský (1990) chápe pohybové schopnosti jako vnitřní předpoklady funkcí lidského organismu. Pro pohybovou schopnost existuje v teorii tělocvičné a sportovní motoriky několik termínů. Jejím projevem je pohybová činnost, kterou chápeme jako strukturu pohybů.

Dělíme je do dvou skupin, a to do kondiční a koordinační. Pohybové schopnosti, které lze poměrně rychle zlepšovat nazýváme kondiční. Je třeba zmínit, že pokud je člověk nebude udržovat, dojde k jejich poklesu. Řadíme mezi ně silové, vytrvalostní, rychlostní schopnosti a flexibilitu. Naopak schopnosti, které je nutné drilovat a trénovat delší dobu nazýváme koordinační. Výhodou je, že dojde k jejich uchování po celý život (Měkota & Blahuš, 1983). U kondičních pohybových schopností využíváme hodně energie pro vykonání pohybu, zatímco u koordinačních spíše dochází k řízení a regulaci pohybů (Perič & Dovalil, 2010).

2.2.1 Silová schopnost

Je schopnost překonávat nebo udržovat vnější odpor svalovou kontrakcí (Dovalil et al., 2009). Jedná se o základní a rozhodující schopnost. Ostatní schopnosti se při motorické činnosti, bez silové, vůbec nemohou projevit. Měříme ji fyzikálními nebo technickými veličinami a odpovídajícími měřicími jednotkami (Čelíkovský, 1979). Síla lze měřit dynamometrem a vykonaná práce či výkon ergometrem nebo ergografem (Bartůňková, 2013).

Z funkčního hlediska je mohutnost svalové kontrakce podkladem pro silovou schopnost (Dovalil et al., 2009). Velikost svalové kontrakce je určena několika faktory. Například množstvím a složením svalových vláken, svalovou koordinací a synchronizací svalstva, svalovou architekturou, množstvím zapojených motorických jednotek a tak dále (Bernaciková et al., 2017). Obecně platí, že velikost svalové síly, z morfologického hlediska, je závislá na velikosti fyziologického průřezu svalu. Dalším faktorem je počet zapojených motorických jednotek a koordinovaná činnost dalších svalů. Také robustnost kostry a pevnost vazů a úponů souvisí s mohutností svalstva (Bartůňková, 2013).

Rozdělujeme silové schopnosti dle vnějšího projevu a typu svalové kontrakce na statické a dynamické. U statického silového zatížení dochází k izometrické svalové

kontrakci, nedochází tudíž k pohybu. To znamená, že cílem je udržet tělo nebo břemeno v určité neměnné poloze. Zatímco u dynamické silové schopnosti dochází ke kontrakci izotonické, a to znamená, že tělo nebo určitá část těla se pohybuje. Dynamickou silovou schopnost můžeme dále rozdělit na výbušnou, rychlou, vytrvalostní a maximální sílu (Dovalil et al., 2009).

Výbušná neboli explozivní síla je typická maximálním zrychlením a nízkým odporem. Využívá se například při hodech, kopech či odrazech. Rychlá síla je charakteristická naopak nemaximálním zrychlením a opět nízkým odporem. Používá se například při sérii úderů v boxu nebo při běhu přes překážky. Vytrvalostní sílu vyznačujeme nižší rychlostí, nízkým odporem a využívá se například při silniční cyklistice nebo při kanoistice či veslování. U maximální síly dochází k překonávání maximálního až hraničního odporu nízkou rychlostí pohybu. Maximální sílu využíváme při vzpírání (Dovalil et al., 2002).

Čelíkovský (1979) dělí silové schopnosti na dva druhy, a to na statické a dynamické. Statické na dvě formy, a to na jednorázovou a vytrvalostní formu. Dynamické na tři formy, a to na explozivně silovou formu, rychlostně silovou formu a na vytrvalostně silovou formu.

Staticko-silovou schopnost vytrvalostní chápeme, jako udržení těla nebo jeho části v určité poloze. Zatímco staticko-silovou schopnost jednorázovou chápeme, jako schopnost vyvolat deformaci části těla podle zadaného úkolu. Obecně staticko-silové schopnosti jsou zásadní pro sportovní disciplíny, jako je sportovní gymnastika, vzpírání, zápas a jiné. Schopností explozivně silovou, rozumíme udělit tělu a jeho částem zrychlení podle zadaného pohybového úkolu. Dalším typem je již zmíněná rychlostně silová schopnost, která překoná odpor s vysokou rychlostí nebo frekvencí pohybu a vytrvalostní silová forma, je schopnost, která při silové činnosti udrží intenzitu motorické činnosti (Čelíkovský, 1979).

Rozvoj síly u chlapců, můžeme nejefektivněji rozvíjet mezi 15–19 lety života. U dívek, to není jednotně definováno, ale je popisováno, že se jedná o období mezi 12.–16. rokem života (Bernaciková et al., 2017). V síle relativní, nejsou mezi muži a ženami velké rozdíly, naopak v síle absolutní je rozdíl markantně větší. U mužů je absolutní síla výrazně vyšší, protože v období puberty, díky vlivu mužských pohlavních hormonů (testosteron), dojde k výraznější růstové hypertrofii svalů (Kenney et al.,

2015). Bartůňková (2013) tvrdí že genetika ovlivní z 55 % statistickou a z 65 % explozivní svalovou sílu. Statická síla je spíše závislá na tréninku, zatímco rychlostní složka explozivní síly je více determinována genetickým množstvím rychlých svalových vláken.

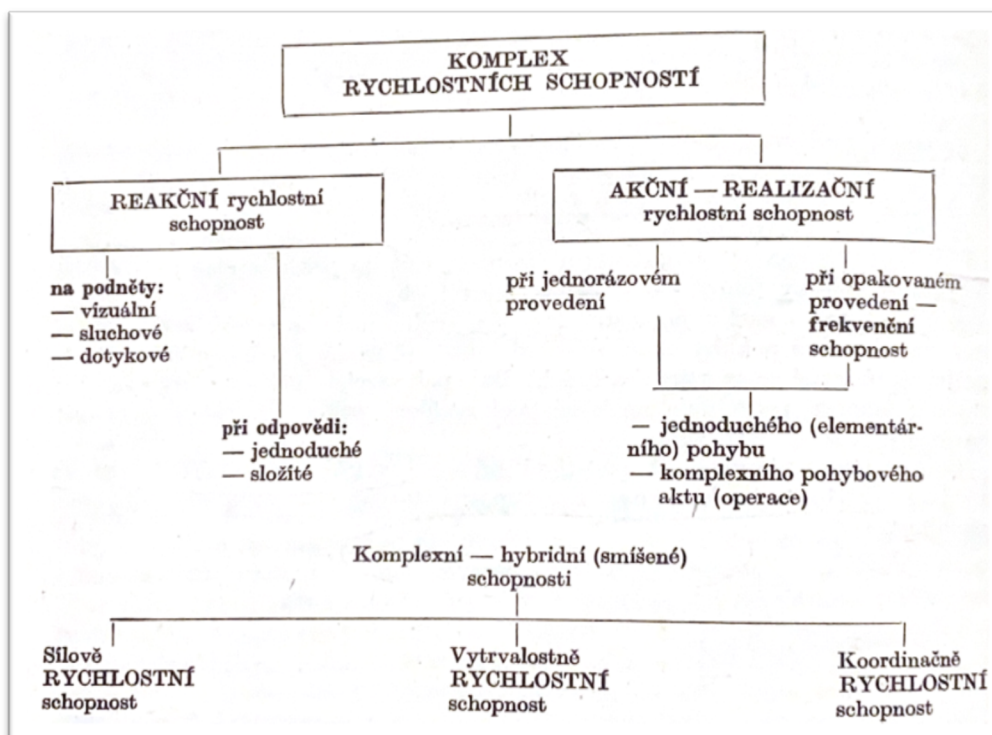
2.2.2 Rychlostní schopnost

Rychlostní schopnost charakterizujeme jako zahájení pohybu v co nejkratším čase či vykonání pohybu v co nejkratším čase. Z kineziologického hlediska se jedná o změnu polohy maximální rychlostí a z kvantitativního i kvalitativního hlediska se jedná o odraz vedení, přesnost nervového impulsu a jeho odpověď (Kučera & Dylevský, 1999).

Bernaciková et al. (2017) chápe a definuje rychlostní schopnost jako, co nejrychlejší reakci na určitý podnět. Rychlost se dělí na různé typy, a to na reakční rychlost, cyklickou rychlost a acyklickou rychlost. Dle Bartůňkové (2013) rychlost znamená, zahájit pohyb v co nejkratším čase a provádět ho s vysokou nebo maximální rychlostí. Rozlišujeme rychlost podle délky trvání a čerpání energetických zdrojů, kam řadíme klasickou rychlost a rychlostní vytrvalost. Poté podle pohybové rytmicity, kam patří cyklická a acyklická rychlost a dle charakteru kontrakce, kam spadá rychlost reakčně a realizačně rychlostní.

Rychlostní schopnosti jsou významné pro různé druhy sportovní a tělocvičné činnosti, a to například pro úpolové sporty či sportovní hry. Dělí se na dvě základní odlišné formy projevu rychlostních schopností, které se nazývají reakční rychlostní schopnost a akční realizační rychlostní schopnost (Čelikovský, 1979).

Obrázek 1
Členění rychlostních schopností



(Čelikovský, 1979, s. 98)

Čelikovský (1979) definuje reakční rychlostní schopnost jako schopnost, která reaguje na daný podnět či zahájí pohyb v co nejkratším čase. Akční realizační rychlostní schopnost jako schopnost umožňující provést určitý pohybový úkol v co nejkratším čase od započetí pohybu či maximální frekvenci.

Do předpokladů, pro vysokou sportovní výkonnost v rychlostních disciplínách, patří poměr typů svalových vláken, svalová architektura, flexibilita svalu, schopnost organismu využívat energetické zdroje a neuromuskulární faktory, které se podílejí na produkci síly (Bernaciková et al., 2017). Intenzita svalového stahu (silová schopnost) je pro rychlostní schopnost velmi důležitá (Kučera & Dylevský, 1999).

Bartůňková (2013) zmiňuje, že rozvoj rychlostních schopností je podřízený svalovým charakteristikám, a to přesně rychlosti kontrakce a relaxace. Z metabolického hlediska to souvisí s resyntézou ATP bez přítomnosti kyslíku. Je třeba, aby došlo k resyntéze ATP v co nejkratším čase a uvolnění co nejvíce energie. Podle toho hlediska rozlišujeme cvičení na rychlostní a rychlostně-vytrvalostní.

Rychlostní cvičení, které je prováděno maximální intenzitou, spadá do anaerobní alaktátové zóny, protože trvá maximálně 10–15 sekund. Naopak rychlostně-vytrvalostní cvičení trvá 30 sekund – 2 minuty a je prováděno submaximální intenzitou. Spadá tedy do anaerobní laktátové zóny (Havlíčková, 1999).

U vrcholné výkonnosti v rychlostních disciplínách je třeba mít vysoký podíl rychlých glykolytických svalových vláken. U rychlostně vytrvalostních disciplín, to jsou oxidativně glykolytická svalová vlákna. Zastoupení svalových vláken je z 90 % určeno geneticky. Je třeba zmínit, že prostřednictvím dlouhodobé tréninkové zátěže, můžeme ovlivnit pouze rychlá červená vlákna (FOG) (Sharkey & Gaskill, 2006).

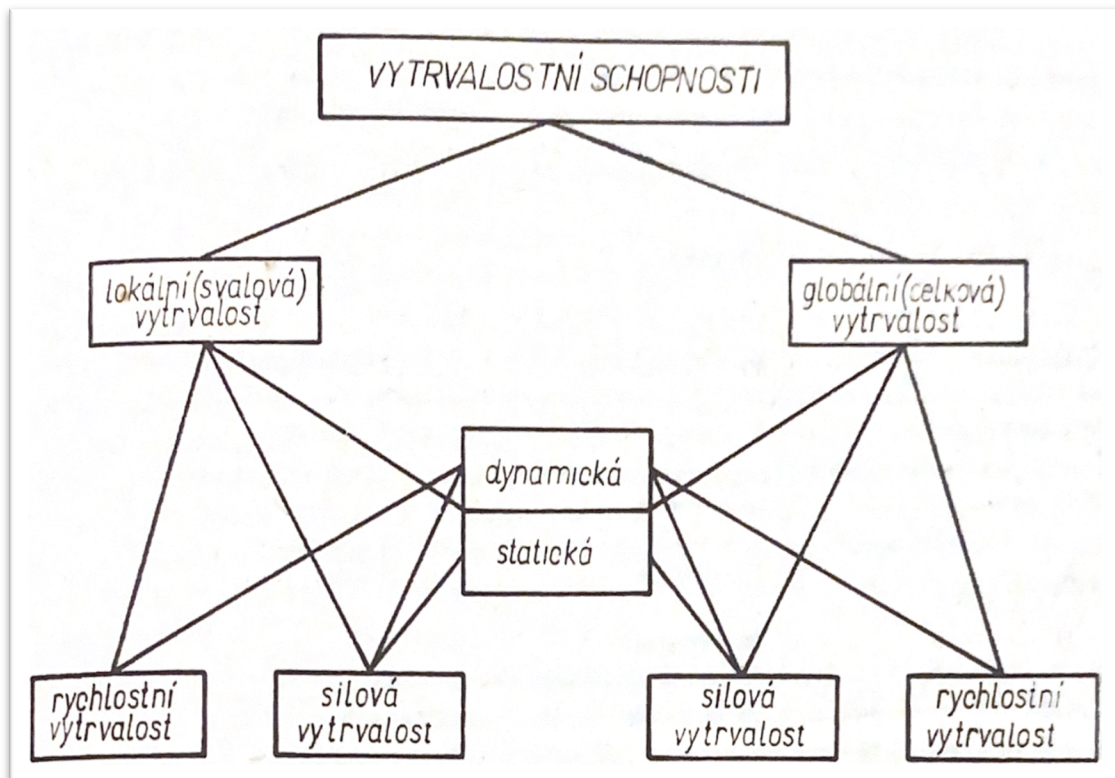
Již v dětském věku můžeme rozvíjet rychlostní schopnost, a to kolem 8.–10. roku života. Té nejvyšší úrovně dosáhnou trénovaní jedinci většinou mezi 18.–21. rokem života, protože se rychlostní schopnosti rozvíjí také vlivem rozvoje silových schopností. Navíc lépe ovládají techniku pohybu a zvýší se anaerobní kapacita organismu (Dovalil et al., 2009).

2.2.3 Vytrvalostní schopnost

Vytrvalostní schopnost je typická vysokou ekonomizací práce nervosvalového systému, u které se uvolňuje menší množství energie v časové jednotce a vykoná se velký objem práce. Dochází k zatížení kardiorespiračního systému (Bartůňková, 2013).

Kučera & Dylevský (1999) popisují vytrvalostní schopnost jako soubor schopností, díky kterým můžeme vykonávat déle trvající činnost na úrovni mírné až střední intenzity, a to bez poklesu výkonu. Čelíkovský (1979) obecně definuje vytrvalostní schopnost jako způsobilost organismu konat dlouhodobou pohybovou nebo jinou činnost. V antropomotorice ji chápe jako schopnost, která umožňuje provádět opakovaně pohybovou činnost, a to submaximální, střední a mírnou intenzitou bez snížení její efektivity nebo působit proti určitému odporu v neměnné poloze těla a jeho částí po relativně dlouhou dobu, popřípadě až do odmítnutí. Vytrvalostní schopnosti dělíme dle počtu zapojených svalů na lokální a globální a mohou se projevat, jak v dynamickém, tak i v statickém zatížení. Lokální a globální vytrvalostní schopnost můžeme dále dělit podle podílu rychlostní a silové složky při plnění pohybového úkolu na rychlostní a silovou.

Obrázek 2
Členění vytrvalostních schopností



(Čelikovský, 1979, s. 111)

Lokální vytrvalost znamená, že dojde k zapojení méně než 1/3 svalstva. Na druhou stranu u globální vytrvalosti, dojde k zapojení více než 1/3 svalstva (Hnízdil & Havel, 2012). Také rozdělujeme vytrvalostní schopnost podle doby trvání pohybového úkolu na krátkodobou, střednědobou a dlouhodobou. Dlouhodobá se ještě dále dělí na vytrvalost I–IV (Čelikovský, 1979).

Obrázek 3

Dělení vytrvalostních schopností podle kritéria času

Vytrvalost	Rozsah převažujícího projevu	Intenzita motorické činnosti
rychlostní	15–50 s	maximální, submaximální
krátkodobá	50 s – 2 až 3 min	submaximální
střednědobá	2 – 10 min	střední
dlouhodobá	nad 10 min	střední, mírná
I	10 – 35 min	
II	35 – 90 min	
III	90 min – 6 h	
IV	nad 6 h	mírná

(Čelikovský, 1979, s. 112)

Dalším rozdělením vytrvalostních schopností je základní a speciální vytrvalostní schopnost. Základní se týká základní výkonnosti a zdravotně orientované zdatnosti. Speciální souvisí s předpokladem dosažení maximálního výkonu v konkrétní sportovní disciplíně (Hnízdil & Havel, 2012).

Pro vytrvalce je typické nízké procento tuku v těle a nižší hmotnost těla. Projevuje se u nich často, vlivem tréninku, takzvané sportovní srdce. Znamená to, že dochází k hypertrofii levé komory a zvýší se objem i hmotnost srdce. Navíc se histologicky zjistilo, že u vytrvalců najdeme vyšší podíl pomalých oxidativních svalových vláken (Bartůňková, 2013).

Co se týče rozvoje vytrvalosti, sportovci jsou limitováni respiračními hodnotami, maximální minutovou ventilací a maximálním minutovým srdečním objemem. Konkrétně jedincovu úroveň vytrvalosti, nejlépe vystihuje ukazatel VO_{2max} , který je nejdůležitějším parametrem (Máček & Radvanský, 2011).

Bartůňková (2013) konstatuje, že vytrvalec má vysokou lipomobilizační schopnost s tendencí co možná nejvíce spořit cukry. Také má vyšší množství kyslíkových přenašečů, hemoglobinu i myoglobinu, velkou kapacitu aerobních enzymů a zvýšenou schopnost rychlé mobilizace aerobních pochodů.

Mezi projevy adaptace řadíme zvýšení vitální kapacity plic, zlepšení hodnot VO₂max nebo například sportovní bradykardii, což znamená zpomalení srdeční frekvence pod 60 úderů za minutu. Vytrvalostní schopnosti se mohou testovat prostřednictvím laboratorních či terénních testů (Máček & Radvanský, 2011). Geneticky determinovány jsou zhruba ze 70 % (Bartůňková, 2013).

2.2.4 Obratnostní (koordinační) schopnost

Obratnostní schopnost je koordinačně náročná složitá pohybová činnost. Umožňuje nám pohyb vykonávat lehce, účelně a cílevědomě ho řídit (Dovalil et al., 2009). Čelikovský (1979) obratnost definuje jako schopnost konkrétně uskutečňovat složité časoprostorové struktury pohybu. Je charakterizována neuromuskulární koordinací a dělíme ji na několik dílčích schopností, a to na kinestetickou diferenciací schopnost, orientační schopnost, schopnost rovnováhy, rytmickou schopnost, schopnost reakce, schopnost řešit prostorové struktury pohybu a schopnost řešit časové struktury pohybu.

Rozvoj obratnosti je dán ohebností, a to přesněji kloubní pohyblivostí a flexibilitou. Ta je dána stavbou anatomických struktur. Nejvhodnější období pro rozvoj obratnosti je do 10. roku života, protože člověk má menší obavy a zábrany a velmi vysokou motorickou docilitu. Konkrétně se tato část života nazývá období fyziologické hypermobility. Koordinace pohybů trvá až do období puberty, ale veškeré pohybové prvky osvojené v dětství, může člověk využít po celý zbytek svého života (Pastucha, 2011).

Mozeček nám řídí a je zodpovědný za koordinaci svalové práce. Schopnost vytvářet pohybové programy je spojeno s mozkovou plasticitou, která se s narůstajícím věkem snižuje a dochází tedy ke zhoršení schopnosti vytvářet nové pohybové programy. Sportovec má vysokou úroveň obratnostních schopností, jestliže se rychle a snadno učí novým pohybům. Tedy závisí na docilitě, rychlém znovu si vybavení již naučených pohybů a pohotové reakci na přetvoření podmínek (Havlíčková, 1999).

Obratnost se dá hodnotit řadou různých motorických testů. Flexibilita pomocí testu předklonu, rovnováha speciálním testem na kladině, kombinace svalové koordinace a rychlosti člunkovým během a tak dále. Speciálních testů hodnotící diferenciaci pohybu, orientaci v prostoru či rytmicitu, je několik (Bartůňková, 2013).

Všechny sporty využívají koordinační schopnosti, které jsou geneticky determinovány přibližně z 80 %. Tato schopnost je u žen na lepší úrovni než u mužů. Určitá úroveň obratnostní schopnosti je základem pro rozvoj síly, rychlosti a vytrvalosti (Havlíčková, 1999).

2.3 Stimulanty a energetické nápoje

Stimulanty jsou povzbuzující látky, které mají excitační účinky na centrální nervový systém. U některých stimulantů je efektem rozšířená zornice, a to například po požití amfetaminu a kokainu. Dojde sice k rozšíření zornice, ale rychlost zornicových reakcí se nemění (Pickworth & Fant, 1998).

Nazývají se jako budivé nebo psychomotorické látky, které se dělí na legální a nelegální. Mají různorodé chemické složení a vyvolávají duševní či tělesné povzbuzení. Mezi nejznámější nelegální stimulanty řadíme pervitin a kokain, mezi legální naopak látky s mírnějším efektem, a to například běžný čaj nebo kávu. Kokain byl ještě v 19. století považován za neškodnou legální stimulační látku, která je nejstarším známým lokálním anestetikem. U stimulačních drog nedochází k fyzické závislosti, ale velmi často k silné psychické závislosti. Pokud užíváme stimulanty často, zvyšuje se riziko vzniku mozkových a srdečních příhod (Kukla, 2016).

Stále více lidí, zejména studentů, vyhledává látky, které zlepšují jejich kognitivní funkce. Nejoblíbenější a nejvyužívanější skupinou kognitivních zesilovačů jsou právě stimulanty. V mnoha zemích jsou stimulanty legální a registrované látky pro léčbu různých poruch, i když vyvolávají mnoho pochybností a obav kvůli jejich návykovému potenciálu (Rozenek et al., 2019).

Produkty mohou obsahovat stimulanty, které nejsou na výrobku zmíněné, proto je dobré si vybírat produktový sortiment označený certifikátem USP (the United States Pharmacopeia). Přidanými látkami mohou být nejen stimulanty, ale i látky, které jsou podobné steroidům. Stimulanty jsou látky, které jsou často záměrně přidávány do výrobků, protože se po nich člověk cítí dobře (Kleiner, 2010).

Užívání stimulantů při extrémní fyzické námaze může být pro sportovce fyzicky velmi nebezpečné. Je prokázáno, že pokud dojde k intoxikaci stimulanty nebo k dlouhodobému užívání, následkem může být mrtvice, hypertenze, tachykardie, bradykardie, poruchy srdečního rytmu, koronární příhody až smrt. Míra zneužívání stimulantů je vysoká. Takže i když stimulanty v obvyklých předepsaných dávkách nezpůsobují srdeční následky, někteří sportovci, kteří dostávají tyto předpisy, je zneužívají, čímž se vystavují vyššímu riziku zdravotních následků než sportovci zneužívající stimulanty, kteří necvičí tak intenzivně (Wilens et al., 2008).

Mezi látky, které mají stimulační efekt, řadíme například kofein, teobromin a teofylin. Kofein najdeme i v běžném čaji, a to právě společně s látkou teofylin. Teobromin bychom našli například v kakaových bobech, které běžně konzumujeme již od dětského věku, tudíž můžeme říct, že se jedná o „neškodné“ stimulační látky. Přesto není pochyb o jejich potencionální návykovosti (Orel, 2015).

Energetický nápoj obsahuje látky, které mají stimulační účinky, tudíž tento nápoj můžeme označit jako stimulační nápoj, který má účinky na centrální nervovou soustavu a vede ke zvýšení pozornosti a k fyzickému a mentálnímu nárůstu výkonnosti (Higgins et al., 2010). Jedná se o nealkoholický stimulační nápoj, který má tělu dodat energii a odstranit únavu. Je brán jako doplněk stravy a vlivem svého složení, má tělu pomoci překonat krizi a nabudit ho. Rozhodně není dobré ho často konzumovat, protože vlivem velkých dávek kofeinu, může dojít k poškození či přímo k selhání organismu (Ballard et al., 2010).

Jelikož došlo k náhlému zaplavení obchodů různými typy stimulačních nápojů s označením „energy drink“, Evropská komise rozhodla posoudit bezpečnost těchto nápojů. Obchod se stimulačními nápoji dramaticky roste a stal se výhodným byznysem. Nejprodávanějšími produkty jsou „energy drinky“ od společností Red Bull, Monster Beverage Corporation, Rockstar Inc. a několika dalších společností. Do budoucna je obchod s energetickými drinky stále výnosným (Strunecká & Patočka, 2021).

Různé reklamní kampaně veřejnosti garantují, že jeden z účinků energetických drinků je povzbuzení organismu, proto jsou na dnešním trhu stále velmi populární. Doporučují tento nápoj sportovcům jako doplněk stravy a vyzdvihují pouze jeho pozitivní účinky. Tento nápoj je složen z několika chemických látek, které v kombinaci nejsou pro organismus prospěšné, a to si konzumující veřejnost neuvědomuje (Higgins et al., 2010).

Různé typy energetických nápojů se od sebe liší například složením, příchutí, barvou a množstvím obsaženého cukru. Existují i energetické nápoje, které cukr neobsahují. Sladkou chuť nahrazují umělá sladidla (Ballard et al., 2010).

Energetické nápoje obsahují několik složek. Základem každého „energy drinku“ je voda, vitamíny skupiny B, stimulační látka, oxid uhličitý a nějaký typ sladidla. Obsahují především kofein a taurin. Záleží na značce, ale některé stimulační nápoje mají i jiné složky, jako jsou aminokyseliny, rostlinné extrakty, ochucovadla, barviva, kyseliny nebo minerály (Higgins et al., 2010).

Energetický nealkoholický nápoj má 300–4 000 mg kofeinu a taurinu v jednom litru, který stimuluje CNS a dává tělu pocit čilosti. Může se to projevit jako dehydratace organismu nebo jako zvýšená srdeční frekvence či krevní tlak. U dávek přesahujících 200 mg kofeinu, se u lidí projevily nežádoucí účinky. Patří mezi ně nespavost, bušení srdce a bolest hlavy. Navíc, je povinností všech společností uvádět, že se energetický nápoj nemá míchat s alkoholem (Ballard et al., 2010).

Pro složky vyskytující se v energetickém nápoji jsou stanoveny limity. Kofeinu může v „energy drinku“ být pouze 320 mg/l, taurinu 4 000 mg/l, inositolu 200 mg/l a glukuronolaktonu 2 400 mg/l. Nejen, že energetický nápoj nesmí obsahovat alkohol, ale dokonce musí být označen varováním „nevhodné pro děti a těhotné ženy“ (Seifert et al., 2011).

Je třeba vyzdvihnout rozdíl mezi sportovním nápojem a energetickým nápojem, protože tyto termíny jsou často zaměňovány. Sportovní nápoj definujeme jako iontový nápoj zaměřený na rehydrataci organismu a neobsahující látky účinkující na psychiku jedince. Mohou obsahovat kofein, ale v mnohem menším množství a není primárním nositelem účinku. Cílovou skupinou jsou fyzicky aktivní lidé (Garth & Burke, 2013).

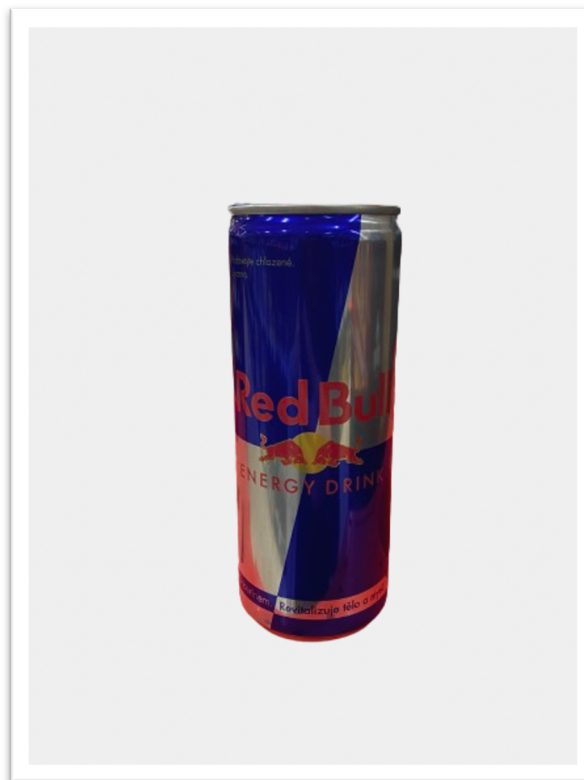
2.4 Charakteristika a složení Red Bull energetického nápoje

Roku 1987, rakouský podnikatel Dietrich Mateschitz, založil společnost nazvanou Red Bull, která prodává energetické nápoje. Dnes je Red Bull nejvíce rozšířený v USA a ve Velké Británii a je stále velmi populárním nápojem. Tato značka je spojována s formulí 1 a sponzoruje několik sportů či přímo sportovních klubů. Originální recept vymyslel thajský obchodník, který za to dostal svůj podíl. Značce se ze začátku nedařilo, proto se rozhodla expandovat i do jiných zemí. Ve Velké Británii došlo k několika

překážkám. Marketingový tým nemohl Red Bull nazvat energetickým nápojem, protože tento termín vlastnily tamní farmaceutické firmy, proto se využíval termín „stimulation drink“. Navíc se společnosti nedařilo, tak jak si představovala, a tak byla nucena vymyslet jinou strategii. Zaměřili se na noční život studentů, tedy dá se říct, na míchání Red Bullu s alkoholem. Strategie byla velmi úspěšná a prodejní čísla šla rapidně nahoru. Dodnes lidé kombinují Red Bull s alkoholem a neuvědomují si možné riziko nebezpečí (Gschwandtner, 2024).

Společnost je známá větou „Red Bull Vám dává křídla“ a „Revitalizuje tělo a mysl“. Také na stránkách zmiňuje že: „Red Bull Energy Drink je celosvětově oceňován vrcholovými sportovci, studenty a v náročných profesích, stejně jako při dlouhých cestách za volantem“. Existují již různé druhy Red Bullu s různými příchutěmi. Klasický Red Bull Energy drink, Red Bull Sugarfree, Red Bull Zero, Red Bull Blue Edition, Red Bull Red Edition, Red Bull Tropical Edition a Red Bull Winter Edition (Red Bull, 2024).

Obrázek 4
Energetický nápoj Red Bull



(zdroj vlastní 2024)

Jedna plechovka energetického nápoje Red Bull má objem 250 ml, to znamená 115 Kcal neboli 480 kJ. Bílkoviny ani tuky nejsou uvedeny. Mezi hlavní přísady Red Bull drinku patří dvě stimulující látky, a to kofein a taurin. Mezi přidávané emulgátory patří uhličitán sodný, uhličitán hořečnatý, oxid uhličitý a kyselina citronová. Také obsahuje vodu a vitamíny skupiny B. Konkrétně vitamín B3, B5, B6 a B12. Ze sladidel sacharózu a glukózu. A dalšími složkami energetického nápoje Red Bull jsou karamel, riboflavin a další aroma (Jagim et al., 2023).

Obrázek 5

Složení energetického nápoje Red Bull



(zdroj vlastní 2024)

V jednom balení najdeme 80 mg kofeinu a 900 mg taurinu. Když požijeme půllitrové balení energetického nápoje, dostaneme do těla tolik kofeinu, jako bychom naráz vypili tři šálky silné kávy. S cukrem je to ještě horší, a to pro naší nervovou soustavu není vhodné. Pokud tedy požijeme energetický nápoj, měli bychom se po zbytek dne snažit vyhnout cukrům i kávě (Seifert et al., 2011).

Jakmile zkonsumujeme energetický nápoj, trvá přibližně 10 minut, než se kofein dostane do našeho krevního oběhu a naše srdeční frekvence a krevní tlak začnou stoupat. Doba, kdy hladina kofeinu vrcholí v krevním řečišti je 15–45 minut. Efektem stimulantu je, že se budeme cítit více bdělí a dojde ke zlepšení koncentrace, ale spánek nenahradí, jen ho o něco oddálí. Po 30–50 minutách je veškerý kofein plně absorbován a játra reagují tím, že absorbují více cukru do krevního řečiště. Po hodině naše tělo bude pociťovat málo cukru a bude odeznívat účinek kofeinu. Začneme se cítit unavení a hladina energie nám začne klesat. Našemu tělu trvá 5 až 6 hodin, než sníží obsah kofeinu v krevním řečišti o 50 %. Dokonce u žen, užívajících antikoncepční tablety, je třeba dvojnásobný počet hodin, aby se obsah kofeinu v těle snížil. Většinou po 12 hodinách se nám úplně odstraní kofein z krve, ale samozřejmě závisí na mnoha faktorech, jako například na věku či aktivitě člověka (MNT, 2015).

2.4.1 Kofein

Kofein je velmi známá psychoaktivní látka, která je nejvíce konzumována a je legálně prodávána dětem. V čisté formě je to krystalický hebký bílý prášek hořké chuti a chemicky se jedná o purinový derivát 1,3,7-trimetylxantin. Patří mezi psychoanaleptika, což je skupina látek s dráždivým a povzbuzujícím (stimulačním) účinkem. Nejčastěji se vyskytuje v běžné kávě a čaji, tedy v nápojích, které konzumujeme velmi často. Kofein se nám vstřebává v tenkém střevě a šíří se rovnoměrně do všech orgánů a tělesných tekutin. V játrech dochází k přeměně na více než 25 různých látek, které jsou následně vyloučeny močí (Strunecká & Patočka, 2021).

Tato látka se vyskytuje v několika druzích rostlin. Hlavními zdroji je například kávovník, čajovník, kakaovník a tak dále. Extrakty rostlin jsou právě přidávány do nealkoholických nápojů nebo se z nich přímo vytváří nápoj. Existují i výrobky s obsahem kofeinu, mezi které patří například čokolády. Kofein hraje důležitou roli i v medicíně, kde je součástí analgetik a diuretik. V kombinaci s jiným lékem se používá například k léčbě migrény. Nachází se i v řadě kosmetických produktů (Winston et al., 2005).

U zdravých osob se v umírněném množství příjem kofeinu nepovažuje za nebezpečný. U osob s chronickými chorobami jako je Parkinsonova choroba či nemocí jater, je kofein benefitem. Dávky 100–600 mg kofeinu podporují koncentraci, rychlejší myšlení a lepší tělesnou koordinaci. Naopak dávky více než 2000 mg jsou pro lidské tělo nezdravé. Vyvolávají nespavost, roztěkanost, nesoustředěnost, třes a zrychlené dýchání,

ale samozřejmě tyto symptomy se mohou projevit i u nižších dávek. Záleží na jedinci a jeho reakci organismu. Je to velmi individuální. Není vhodný pro kojící a těhotné ženy, kvůli přechodu kofeinu přes placentu až na plod. Navíc vstupuje do mateřského mléka a kojenci nemají enzym odbourávající kofein, tudíž jim v těle zůstává kofein mnohem déle než dospělým. Následkem může být nespavost, neklid až kolika dítěte (Curry & Stasio, 2009).

Stimulační účinek kofeinu na centrální nervovou soustavu souvisí s adenosinovými mozgovými receptory, na které kofein působí jako antagonist. Tudíž kofein brání adenosinovým receptorům, které s vazbou na adenosin podporují spánek, a naopak tlumí spánek a udržuje stav bdělosti. Pokud častý konzument kávy, který je fixovaný na kofein, přeruší jeho požívání, může mít abstinenční příznaky, mezi které řadíme neklid, únavu, silné bolesti hlavy, podrážděnost a několik dalších (Winston et al., 2005).

O kofeinu víme, že zvyšuje srdeční frekvenci a krevní tlak. Dále také rozšiřuje věnčité, ledvinné, povrchové a mozkové cévy. Je potvrzeno, že mezi jeho účinky patří i zvýšení koncentrace adrenalinu, noradrenalinu a kortizolu. Kofein nemá pouze vliv na kardiovaskulární systém, ale rovněž i na respirační, kde podporuje dýchání a uvolňuje hladké svalstvo. Konkrétně uvolňuje plicní pasáže, a tím podpoří dýchací svaly k relaxaci. Také zvyšuje sekreci žaludečních šťáv a může zapříčinit pálení žáhy a bolesti žaludku. Není tedy vhodný pro lidi trpící tímto problémem. Je důležité, po konzumaci kofeinu dodržovat pitný režim, protože způsobuje odvodňování organismu (Barcelos et al., 2020).

2.4.2 Taurin

Taurin je derivátem aminokyseliny cysteinu a je řazen mezi podmíněné esenciální aminokyseliny, to znamená, že při fyzické či psychické námaze se z těla vyplavuje zvýšené množství taurinu, které nezvládne tělo v dostatečném množství substituovat. Jedná se o bílou, krystalickou látku bez chuti, jejímž účinkem je regulace hladiny tekutin ve svalech. Efekt můžeme přirovnat k účinku inzulínu. Taurin dává svaly sílu, ale snižuje se hladina krevního cukru. Přítomnost taurinu v těle je ve většině tkání a je součástí velmi důležitého lidského procesu, kdy působí jako antioxidant a napomáhá detoxikaci, tak že chemicky váže škodlivé látky a urychluje jejich vylučování z těla ven (Huxtable, 1992).

Taurin v kombinaci s kofeinem a cukrem má silné stimulační účinky. Je brán jako neškodný doping. Lidské tělo taurin vyžaduje a získává ho z potravy nebo přeměnou jiné aminokyseliny. Najdeme ho v mase, ve vejcích, v kvasnicích a v různých mořských plodech. Lidé, co maso nekonzumují, mají většinou v těle nedostatek taurinu. Pokud ho máme málo, máme i nedostatek žlučových kyselin, které hrají důležitou roli při zajištění dobrého trávení tuků. V potravě za den přijmeme přibližně od 9 do 400 mg. Taurin ovlivňuje mozek, a to konkrétně přenos nervových vzruchů a signálů. Navíc chrání nervové buňky před poškozením. Pokud máme opravdu malé množství taurinu v těle, může to vést k neplodnosti a obezitě. Po podání této aminokyseliny se snižuje krevní tlak a lépe se ovlivňuje hospodaření těla s vodou i hladinou některých hormonů. Je prospěšná při migrénách, nespavosti, neklidu či podrážděnosti. I při nemoci jako je lupénka, má vliv taurinu být benefitem. Samozřejmě se nejedná o konzumaci „energy drinků“, ale o taurin farmaceuticky vyrobený. Kvalitní suplementy s taurinem se doporučují při plánovaném těhotenství, v době kojení, při zvýšených fyzických výkonech, aktivním sportování nebo při trávicích potížích (Strunecká & Patočka, 2021).

Taurin je ve velkém množství přidáván do energetických nápojů, tudíž stimuluje mozkovou aktivitu. Má účinek na chování neurotransmiterů, optimalizuje činnost centrální nervové soustavy a zvyšuje prokrvení mozku, proto se celkově lepší výkonnost a bdělost člověka. Díky svým stimulačním účinkům se podává sportovcům 20–30 minut před výkonem, aby se zlepšila koordinace pohybů, soustředěnost, psychická odolnost a tolerance vůči stresu. Například i řidiči nebo studenti taurin požívají, aby se potlačila únava a celkově se zlepšila koncentrace. Tato látka je bezpečná a s velmi nízkou toxicitou, ale i přesto musí být člověk opatrný s její konzumací. Denní dávka taurinu by neměla přesáhnout 3 g (Bouckenooghe et al., 2006).

2.4.3 Vitamíny skupiny B

V Red Bull energetickém nápoji najdeme vitamín B3, B5, B6 a B12. Jedná se o vitamíny, které jsou rozpustné ve vodě, neukládají se v těle a přechází do oběhu prostřednictvím krevní plazmy. Pokud je tělo nevyužije pro svůj užitek, vyloučí je. Vitamíny skupiny B přispívají k látkové přeměně sacharidů a bílkovin. Navíc hrají důležitou roli v mozku, kde zajišťují správné fungování nervového systému. Také zajišťují správnou funkci gastrointestinálního traktu a imunitního systému. Vitamíny skupiny B přirozeně najdeme v potravinách rostlinného i živočišného původu. Hlavním zdrojem je

například maso, mléčné výrobky, celozrnné potraviny, vejce a některé druhy zeleniny (Velíšek, 2002).

Vitamín B3 se nazývá Niacin nebo vitamín PP. PP je odvozeno z anglického názvu pelegra preventine, protože pokud máme nedostatek vitamínu B3, projevuje se to poruchami funkce trávicího ústrojí, a především kožními chorobami. Vitamín B3 je velmi důležitý pro správnou funkci centrálního a periferního nervového systému. Snižuje krevní tlak, udržuje hladinu cholesterolu, napomáhá při vstřebávání tuků a je nezbytný při tvorbě pohlavních hormonů. Tělo si tento vitamín může vytvořit v játrech z aminokyseliny tryptofanu, ale bohužel ne v potřebné minimální denní dávce, která je 10–20 mg. Tělo tento vitamín musí přijímat hlavně z potravy. Přírodními zdroji niacinu jsou potraviny bohaté na bílkoviny, to znamená maso, vejce, obiloviny, avokádo, datle a například fíky (Norris & Wokes, 1956).

Vitamín B5 neboli kyselina pantothenová se podílí na syntéze koenzymu A, a je součástí enzymatických systémů jako je oxidativní dekarboxylace a Krebsův cyklus. B5 vitamín má několik pozitivních účinků na organismus, mezi které patří vývoj centrálního nervového systému, podpora růstu, odolnost vůči stresu a únavě, a také brání ukládání LDL-cholesterolu (špatný cholesterol) a naopak zvyšuje HDL cholesterol (dobrý cholesterol). Napomáhá ke správné funkci peristaltických pohybů a má vliv na hojitelnost ran. Denní potřebná dávka je 6–12 mg, což není hodně, proto nedostatek vitamínu B5 je vzácný. Vyskytuje se totiž v malém množství skoro v každé potravíně. Nejvíce se vyskytuje v celozrnných potravinách, luštěninách, zelenině, ovoci, vejcích, masu a pivovarských kvasnicích. Nedostatek vitamínu může způsobit vředy a různé druhy nádorů na sliznici. Také rány po úrazu či operaci se mohou hojit pomaleji. Tato kyselina pro tělo toxická není, naopak při zatížení stresem máme denní dávku vitamínu mít i vyšší (Velíšek, 2002).

Vitamín B6 se jmenuje pyridoxin, protože je tvořen skupinou pyridinových derivátů. Jedná se o vitamín, který hraje důležitou roli v metabolismu aminokyselin a sacharidů. Denní příjem je v průměru 2 mg a nejbohatším zdrojem je maso, droždí, celozrnné obiloviny, obilné klíčky, zelenina a vejce. Vegetariáni by si měli dávat pozor a nahradit tak maso jinými potravinami bohatými na vitamin B6. Pyridoxin je důležitý pro náš imunitní systém a pro produkci protilátek. Projevy nedostatku vitamínu jsou spojeny s nervovými poruchami a může dojít k velmi vážným onemocněním. Mezi

následky patří například tiky očních víček, křeče nebo vyrážky v oblasti očí, uší a nosu. Hladina pyridoxinu se u starších lidí snižuje, proto jim hrozí aterosklerotická porucha a zvýšené ukládání cholesterolu v krvi. Vitamín B6 se totiž podílí na rozpouštění lipidů, proto jeho nedostatek může způsobit již zmíněné onemocnění. Na závěr je třeba uvést účinek vitamínu B6 v období těhotenství nebo v postovulačním období, kdy u žen roste produkce estrogenů, u které je nutné zvýšené množství vitamínu B6 v těle (Fantó, 1993).

Vitamín B12 neboli kobalamin je také velmi důležitý pro správný vývoj centrální nervové soustavy. Jeho úkolem je působit na ochrannou látku, která obaluje nervy míchy a mozku. Je známé, že kobalamin se podílí na krvetvorbě a brání vzniku chudokrevnosti. Jeho dalším účinkem je pomoc při trávení bílkovin, sacharidů a tuků. Díky vitamínu B12 se navíc lépe soustředíme a máme lepší paměť. Jedná se opět o vitamín rozpustný ve vodě, který má účinek již v malých dávkách. Denní potřebná dávka je 1–3 µg, proto nedostatek vitamínu B12 většinou souvisí s vážnější poruchou. Jedná se o zhoubnou anémii, kdy člověk má sníženou produkci gastrického faktoru a následkem toho i snížené schopnosti absorpce vitamínu B12. Výsledkem toho je snížená schopnost tvorby krevního barviva hemu. Kobalamin se nachází v živočišných potravinách a v některých mléčných produktech, proto vegetariáni musí kobalamin doplňovat formou různých doplňků stravy s obsahem vitamínu B12. Zdravý člověk při standardních stravovacích návycích dosáhne optimální denní potřeby vitamínu (Fantó, 1993).

2.4.4 Regulátory kyselosti

V Red Bull energetickém nápoji se vyskytují uhličitany sodné a uhličitany hořečnaté. Regulátory kyselosti, které označujeme jako éčka, jsou potravinářské přísady, které se používají ke změně nebo k udržení pH. Mění, či naopak udržují, kyselost nebo alkalitu produktu. Regulátorem kyselosti může být báze, organická nebo minerální kyselina, neutralizační nebo pufrovací činidlo (CEFF, 2016).

Uhličitany sodné se využívají právě ke kontrole kyselosti nebo jako kypřící látky. Ve standardních dávkách je považujeme za bezpečné přídatné látky, u kterých nežádoucí účinky nejsou dosud známy. Uhličitany sodné se vyskytují v suchých směsích pro výrobu nápojů, v margarínech a v pekařských výrobcích. Ve slaném pečivu, sušenkách a v obdobných výrobcích se uhličitany sodné používají jako kypřící látky. Uhličitany hořečnaté jsou známy jako protispékavé látky, nosiče a stabilizátory barvy. Opět se jedná o bezpečné přídatné látky bez vedlejších účinků. Využívají se jako regulátory

kyselosti, v lékařství jako prostředek proti překyselení, a také je najdeme v sypkých směsích a v kuchyňské soli. Na závěr je třeba zmínit, že jsou zdrojem hořčíku (Vrbová, 2001).

2.4.5 Sladidla

V energetickém nápoji Red Bull se nachází sacharóza a glukóza. Sacharóza se jinak nazývá řepný cukr nebo třtinový cukr. Je jedním z nejdostupnějších sladidel, který má v čisté formě podobu bílých krystalů. Je to disacharid, jenž se enzymaticky štěpí na molekulu fruktózy a glukózy. Sacharóza má vysoký glykemický index, proto zvyšuje hladinu glukózy v krvi a má vliv na vyplavení inzulínu. Pokud nám sacharóza zůstane v ústní dutině, je pro ústní bakterie zdrojem potravy a způsobuje nám tak vznik zubního kazu. Člověk se snadno stane závislým na cukru a jeho zvýšená konzumace vede ke vzniku obezity (Kasper, 2015).

Glukóza, jako monosacharid, se nazývá hroznový cukr nebo krevní cukr. V čistém stavu je to bílá krystalická látka sladké chuti. Je to nejdůležitější zdroj energie pro všechny lidské buňky, zejména pro mozkové buňky a erytrocyty. Aby lidské tělo správně fungovalo, je nutný nepřerušovaný přístup glukózy do všech lidských buněk. Tělo si vytvořilo regulační mechanismy udržující koncentraci glukózy v relativně úzkém rozmezí. Fyziologické hodnoty u dospělého člověka jsou 3,3–5,6 mmol/l, u dětí do 15 let jsou hodnoty v rozmezí 3,3–5,4 mmol/l (Racek, 2006).

Zdrojem energie pro lidské tělo je potrava a v ní obsažené sacharidy jako samotná glukóza, sacharóza, fruktóza nebo polysacharidy. Po konzumaci se vysoká koncentrace glukózy vrací zpět do běžné hodnoty, protože se spotřebovává ke krytí energetické spotřeby procesem zvaným glykolýza. Jestliže není glukóza využita hned, dochází k procesu glykogeneze, která transformuje glukózu na glykogen jako zásobní zdroj energie v játrech. Pokud přijmeme nadbytek glukózy, může docházet k její přeměně na triacylglyceroly a ukládat se v tukové tkáni. Hladinu glukózy nám reguluje i řada hormonů (Ledvina et al., 2004).

2.4.6 Kyselina citronová

Kyselinu citronovou řadíme mezi trikarboxylové kyseliny. Je to bílá krystalická látka, která je buď bezvodá nebo jako monohydrát. Rozpustnost této kyseliny ve vodě, je velmi dobrá. Najdeme ji v ovoci, také se využívá v potravinářském průmyslu a v lékařství k přípravě léků. Ve vysokých dávkách ji rozhodně nalezneme v citrusových

plodech, které byly dlouho jediným zdrojem. Bohužel výroba byla ekonomicky náročná, proto se začala využívat kvasná výroba, která funguje dodnes. Kyselina citronová lze vyrobit i chemickou syntézou, ale jedná se o finančně náročnější výrobu (Janeczková & Klouda, 2001).

Její využití procentuálně nejvýše připadá potravinářskému průmyslu, kde má účinek jako stabilizátor barvy ve výrobcích z ovoce, okyselující a konzervační činidlo, přísada do nealkoholických nápojů dodávající kyselou a osvěžující příchut'. Pro tělo je tato kyselina biochemicky velmi významná, protože začíná složitý cyklus chemických reakcí odbourávající bílkoviny, tuky a sacharidy až na konečné produkty vodu a oxid uhličitý. Tento cyklus se nazývá Krebsův cyklus (Velíšek, 2002).

2.4.7 Oxid uhličitý

Oxid uhličitý máme spojený s termínem skleníkový plyn, který podporuje změnu klimatu. Jeho chemická značka je CO₂ a jedná se o velmi univerzální látku mající spoustu různých využití v průmyslových odvětvích. Je to bezbarvý plyn bez zápachu, který vzniká dokonalým spalováním uhlíku. Má formu kapalnou, plynnou i pevnou. Při ochlazení přechází do pevného skupenství a nazýváme ho suchým ledem. Pro organismus je oxid uhličitý velmi důležitý, neboť ho v těle vznikne 200–300 ml/min a je vydechován plícemi. Při dýchání dochází k výměně kyslíku a oxidu uhličitého (Rosina et al., 2006).

Využívá se často jako způsob přenosu energie, a to ve formě chladiwa či chladící kapaliny. Navíc má inertní vlastnost, což znamená, že vůbec nereaguje s jinými materiály, tudíž se využívá jako inertizační pomůcka v potravinářském a chemickém průmyslu. V potravinářském průmyslu má několik účinků. Jako plyn se využívá k sycení nealkoholických nápojů, piv a vína. Také se dá aplikovat pro odstranění kofeinu z kávy. Dále díky jeho chladícím vlastnostem uchovává potravinářské produkty při přepravě v chladu. V chemickém průmyslu se účastní výroby methanolu a močoviny. V lékařství může pomoci stimulovat dýchání. Má významnou roli v různých průmyslových odvětvích a je velmi užitečný (Atlas Copco, 2024).

2.4.8 Barviva a aromata

V energetickém nápoji Red Bull najdeme z barviv riboflavin a karamel. Jejich hlavním úkolem je obarvit nápoj kvůli vyšší atraktivitě. Barviva obecně dělíme na přírodní a syntetická. Riboflavin i karamel řadíme do skupiny přírodních barviv. Riboflavin se vyznačuje žlutou barvou, karamel hnědou. Přírodní barviva jsou spíše

nestálá a citlivá na změny pH prostředí, naopak syntetická jsou stabilnější (Markvart & Hrudková, 1989).

Riboflavin neboli laktoflavin či vitamín B2 je barvivo, které se objevuje v každé rostlinné a živočišné buňce. Používá se jako vitamín nebo jako barvivo. Najdeme ho v mléce, vejcích a játrech. Pravidelný příjem riboflavinu je nezbytný, protože ho tělo těžce ukládá. Patří mezi neškodné, bezpečné látky, které tělu prospívají. Riboflavin je pro nás důležitý, neboť díky němu máme zdravou kůži a lépe se nám dýchá. Navíc chrání oči před citlivostí na světlo a posiluje náš imunitní systém společně s hojením ran. Získat ho můžeme z droždí nebo fermentací syntetickou cestou. Jako barvivo se přidává do zavařenin, zmrzlin, cukrovinek nebo právě ovocných nealkoholických nápojů. Karamel se dělí na čtyři typy. Na jednoduchý karamel, kaustický sulfitový karamel, amoniakový karamel a amoniak sulfitový karamel. Tyto čtyři typy se v potravinářském průmyslu nejvíce využívají k barvení potravin. Dodávají potravinám stálou hnědou barvu. Přidává se například do čokolád, džemů, sirupů, sójových omáček a energetických nápojů. Zahříváním cukrů a přidáním několika přísad, vznikají různé druhy karamelu. Považujeme ho za bezpečnou přísadu bez negativních účinků. Barvení potravin je povoleno až na dětskou výživu, kde je barvení přísně zakázáno. Existují maximální dávky, které mohou být do nápojů a potravin přidány. U nápojů je to 70 mg/l a u potravin 290 mg/l (Vrbová, 2001).

Funkcí aromat je, aby dodala potravinám vůni a chuť. Dělíme je do různých kategorií, a to na aromatické látky přírodní, aromatické látky přírodně identické, aromatické látky umělé, aromatické přípravky, reakční aromatické přípravky a kouřové aromatické přípravky. Aromata jsou většinou složena směsí různých chemických látek a přidávají se velmi často do potravin či nápojů. Chemické látky svými vlastnostmi musí splňovat hlavní kritérium, a to je nezpůsobovat zdravotní nebezpečí. Pro některé látky je stanoveno maximální dávkování, které se nesmí přesáhnout. Aromata jsou testována na bezpečnost, ale konzument se o jejich složení z etikety nedozví žádné informace, protože se tato informace považuje za obchodní tajemství (Ministerstvo zemědělství, 2024).

2.5 Efekt energetického nápoje ve sportu

Je třeba rozlišovat sportovní a energetický nápoj. Sportovci na vysoké úrovni často konzumují právě sportovní nápoje, které jim při výkonu hydratují tělo, doplní ionty a podpoří celkově sportovní výkon. Tyto nápoje obsahují, pro vytrvalostní trénink, sacharidy v přiměřeném množství, a to je 6–8 g/100 ml. V energetických nápojích naopak najdeme větší množství sacharidů, a to 10–12 g/100 ml. Další složkou sportovních nápojů je sodík a draslík, které tělo v rámci potu ztrácí a musí doplnit. Energetické nápoje navíc obsahují ergogenní látky zvyšující duševní výkonnost a pozornost. Hlavní ergogenní složkou u energetických nápojů je známý kofein, který pozitivně působí na sportovní výkon v množství 3–6 mg/kg tělesné hmotnosti. U sportovců, co požívají větší množství kofeinu (více než 9 mg/kg), nedochází již k dalšímu zvyšování sportovního výkonu. Je dokázáno, že kofein má vliv na dlouhotrvající vytrvalostní výkon, protože díky oddálení vyčerpání organismu, ovlivňuje metabolismus tuků, zachovává glykogen ve svalech, a tím zvyšuje vytrvalostní výkon (Jagim et al., 2023).

Kofein má navíc ovlivňovat silový výkon zvýšením silové kontrakce, ale neexistuje dostatek důkazů. Ke zvýšení silové kontrakce má dojít pomocí zrychlení uvolňování intracelulárních vápenatých iontů. Zda kofein působí na anaerobní silový trénink, bohužel není stoprocentně jasné (Ghazaleh et al., 2024).

Sacharidy mají také důležitou roli při ovlivnění sportovního výkonu. Zabezpečují udržování hladiny glukózy v krvi, která je oxidována pro získání potřebné energie. Při vytrvalostním tréninku je ideální konzumace 6–8 % roztoku sacharidů, proto se doporučuje příjem sportovních nebo energetických nápojů společně s požitím čisté vody. Součástí energetických nápojů je i taurin, u kterého opět není jednoznačné, zda ovlivňuje sportovní výkon. Ve většině případů totiž nebyl posuzován vliv samostatného taurinu, ale energetického nápoje jako celku (Jagim et al., 2023).

2.5.1 Vliv na anaerobní výkon

Anaerobní cvičení je krátkodobá pohybová aktivita. Sval u ní získává energii díky mechanismům anaerobního metabolismu, který probíhá bez přístupu kyslíku. Má podobu silového tréninku, u kterého se rozvíjí rychlost a síla. Existuje několik studií, jejichž cílem bylo pozorování rozdílů v silových výkonech. Sportovci byli dvakrát testováni a požili buď dostupný energetický nápoj nebo takzvané placebo. Za úkol měli

provádět cviky se závažím, zejména bench press nebo leg press. Studie ukázala, že kofein v malé míře ovlivnil silový výkon, a to v podobě zvýšeného počtu opakování (Forbes et al., 2007).

Maughan & Burke (2006) říkají, že kofein podporuje svalovou činnost a zlepšuje anaerobní výkon. Kofein v organismu totiž spouští produkci epinefrinu v nadledvinkách, a tím zvyšuje svalovou kontrakci. Poté prý člověk trénuje s vyššími váhami, aniž by o tom vědomě přemýšlel a soustředil se na to. Výkon se zvýší klidně až o 22 %, tudíž je kofein řazen mezi pozitivní prostředky zvyšující sportovní výkon.

Beck et al. (2006) ve své studii zjistil, že pokud sportovcům podáme kofein před cvičením s váhami, dojde ke zvýšení svalové síly horní poloviny těla, ale u dolní poloviny těla nikoli. Woolf et al. (2008) v rámci testování dokázala, že pokud sportovec před silovým tréninkem požije kofein v dávce 5 mg/kg odcvičí více opakování. Naopak Astorino et al. (2008) ve své studii sportovcům podával před silovým tréninkem kofein v dávce 6 mg/kg a žádné významné výsledky a změny se nepotvrdily.

Dalším účinkem kofeinu je redukce svalové bolesti, která vzniká z excentrického cvičení proti odporu. I opožděnou svalovou bolestivost má kofein redukovat a pomáhat tak organismu. Závěrem tedy je, že konzumace kofeinu před silovým tréninkem s váhami zlepšuje svalový výkon i následné zotavení (Maridakis et al., 2007).

Existují i výzkumy, které se zajímaly o to, zda požití kofeinu před silovým tréninkem způsobuje vzrůst kortisolu a testosteronu. Woolf et al. (2008) ve své studii potvrdil zvýšenou koncentraci kortisolu při požití kofeinu v dávce 5 mg/kg. Beaven et al. (2008) se dozvěděl, že po vysokých dávkách kofeinu (800 mg) u sportovců dojde k malému vzrůstu testosteronu, a naopak k vyššímu nárůstu kortisolu. Tato studie potvrdila obojí, vzrůst testosteronu i kortisolu.

Provádělo se i několik výzkumů na zkoumání hbitosti a rychlostního výkonu po konzumaci energetického drinku a placebo. Závěrem testování bylo, že výsledky nepotvrdily prokazatelné zlepšení výkonnosti. Zaměřilo se i na fungování sacharidů v těle a jejich účinek při silovém tréninku. Výsledek ukázal, že sacharidy přítomné v nápojích nemají pozitivní vliv na výkonnost při silovém tréninku (Jagim et al., 2023).

Testováním, kterým se zabýval Turley et al. (2015) vyhodnotilo, že konzumace nízké dávky kofeinu (1 mg/kg) před provedením Wingate testu nemá žádný efekt na výkon. Naopak požití střední (3 mg/kg) a vysoké (5 mg/kg) dávky kofeinu se osvědčilo

a v porovnání s placebem dosahovalo vyšších hodnot. Výkon byl při užití zmíněných dávek významně vyšší.

Mueller et al. (2007) naopak v rámci svého testování prokázal, že energetický nápoj neměl žádný efekt na výkon sportovců. Měli za úkol splnit Wingate test po požití placeba a energetického nápoje. Než k samotnému testování došlo, probandi po konzumaci museli odpočívat a čekat, než se jim kofein dostane do krevního oběhu. Odpočinek trval 15 minut, protože to stačí k tomu, aby se kofein dostal do krevního řečiště a začal působit. Na základě důkazů získaných z této studie se prokázalo, že Red Bull energetický nápoj v takto krátkém časovém rozmezí neměl žádný efekt na výkon sportovců.

2.5.2 Vliv na aerobní výkon

Jedná se o aktivitu, která je prováděná střední intenzitou po delší čas se zvýšenou tepovou frekvencí, která se měří nejčastěji pomocí ergometru nebo běžícího pásu. Měří se čas jízdy na kole při tepové frekvenci udržované v rozmezí 65–75 % maxima. Na běžícím páse se měří čas vytrvalostního běhu při 70 % maximální spotřeby kyslíku, označované jako VO₂max, až do vyčerpání. Další využívající metoda je takzvaná časovka, u které se určí vzdálenost na čas (Campbell et al., 2013).

Studií sledující aerobní výkon po požití energetických nápojů je spousta a ve většině je závěr velmi obdobný. Aerobní cvičení společně s požitím energetického nápoje pozitivně ovlivňuje výkony. Je třeba zmínit, že ale záleží na času, kdy nápoj podávat. Existují výzkumy, kde účinek energetických nápojů byl pozitivní, protože byl podáván 10–40 min před výkonem, na druhou stranu jsou zveřejněny i výzkumy, kde se nápoj podával 60 min před začátkem aerobního cvičení a žádné významné výsledky se nepotvrdily (Campbell et al., 2013).

S požitím energetického nápoje souvisí i vliv kofeinu na srdeční činnost. Výzkumů je několik. V jedné studii požili placebo i energetický nápoj a zkoumali jeho efekt, jak v klidu, tak i při cvičení. Energetický nápoj byl zkonsumován sportovci v dávce 2–3 mg/kg a zjistilo se, že to žádný negativní účinek na srdeční činnosti nemá (An et al., 2014).

Několik sportovců ve výzkumu od Geiß et al. (1994) požilo Red Bull energetický nápoj či placebo před cyklistickým výkonem. Po požití energetického nápoje byla srdeční frekvence probandů nižší a jejich vytrvalostní čas delší. Výsledky této studie dokazují, že energetický nápoj obsahující taurin společně s kofeinem má efekt na vytrvalostní výkon.

Na druhou stranu, ve výzkumu od Smolky & Kumstáta (2014) se ukázal výsledek, že příjem kofeinu v různých dávkách nebyl spojen s lepším výkonem u vrcholových cyklistů. Testovali se dvě skupiny probandů, profesionální cyklisti a amatéři. Významné výsledky se prokázaly pouze u amatérů. Navíc se u této skupiny zjistilo, že čím vyšší dávka kofeinu se konzumovala, tím se zvyšoval jejich maximální dosažený výkon. Tato studie si stojí za tím, že úroveň trénovanosti je nadřazena vlivu kofeinu.

Dalším výzkumem, u kterého se vliv kofeinu neprokázal, se zabýval Wallman et al. (2010). Testovaly se ženy sedavého povolání, které nebyly zvyklé požívat kofein. Testování zahrnovalo jízdu na bicyklovém ergometru a zjišťoval se průměrný výkon, celková práce, spotřeba kyslíku, srdeční frekvence a respirační výměnný poměr. Nezjistily se žádné výrazné rozdíly v hodnotách. Účinek placebo i energetického nápoje byl v podstatě stejný.

Dokonce se porovnával vliv kofeinu a efedrinu v běhu na 10 km. Zkoumalo se několik parametrů a výsledek byl takový, že jedinci užívající efedrin, uběhli časový úsek rychleji a jejich srdeční frekvence byla vyšší. Probandi konzumující kofein byli pomalejší, tudíž z této studie vyplývá, že kofein nemá prokazatelný vliv na vytrvalost (Bell et al., 2002).

Studií je několik a dodneška není jednoznačné, zda energetické nápoje mají opravdu efekt na anaerobní a aerobní výkon. Výsledky výzkumů jsou různé a nedokáže se tedy stoprocentně říct, že kofein má pozitivní vliv na sportovní výkon. Je ale nutno dodat, že odborníci na sportovní výživu oznámili, že energetické nápoje mohou zlepšit anaerobní i aerobní výkon, ale také nemusí. Výzkumníci zjistili, že sportovci konzumující energetické nápoje mají subjektivní pocit lepšího sportovního výkonu, ale objektivní efekt není jednoznačně prokazatelný. Každopádně je publikováno několik studií potvrzujících pozitivní vliv energetického nápoje na vytrvalostní a silový výkon i na výkon v testu na výskok (Campbell et al., 2013).

2.5.3 Vliv na kognitivní funkce

Ve sportech často hraje důležitou roli i pozornost, soustředěnost, paměť, bdělost, reakční doba a subjektivní vnímání vlastní únavy. Výzkumy testující vliv energetického nápoje na kognitivní funkce zmiňují jejich zlepšení. Metody výzkumů jsou odlišné, ale dochází ke stejným výsledkům či závěrům. Energetické nápoje s obsahem kofeinu a taurinu podávané v různých poměrech, ovlivňují tyto funkce. Zajímavostí je

navíc zlepšení nálady. O ovlivnění těchto schopností se zaslouhuje hlavně ergogenní složka kofein (Campbell et al., 2013).

Alford et al. (2001) z výsledků zjistil, že díky konzumaci energetického nápoje, který obsahoval kofein, taurin a glukuronolakton, se opravdu zlepšila reakční doba, koncentrace, bdělost i paměť. Práce poukazuje na pozitivní účinky, jako výsledek kombinace kofeinu, taurinu a glukuronolaktonu.

Zajímavá je i studie, která se zabývá požitím Red Bull energetického nápoje před jízdou. Probandy čekala 6hodinová jízda autem, během 15 minut zkonsumovali Red Bull energetický nápoj. Během 3. a 4. hodiny testu měl Red Bull výrazný vliv na řízení i subjektivní ospalost. Během prvních dvou hodin po konzumaci, však nebyly pozorovány žádné významné rozdíly. Tato reakce je zvláštní, protože se obvykle očekává, že Red bull bude mít největší účinek již v prvních hodinách po konzumaci (Mets et al., 2011).

Horne & Reyner (2001) testovali, jestli podání energetického nápoje ospalým řidičům bude mít nějaký efekt. Probandi požili 500 ml energetického nápoje a výrazně se zlepšila reakční doba a jejich pozornost, zejména během první hodiny. Souhrnně lze říct, že výše uvedené studie dospěly k závěru o některých pozitivních účincích energetických nápojů.

2.5.4 Vliv energetických nápojů na lidský organismus

Konzumace energetických nápojů je u mládeže, čím dál tím více oblíbená. Je řada fyziologických účinků, včetně kofeinové toxicity, která lidský organismus negativně ovlivňuje. Vedlejšími účinky jsou například úzkost, neklid, podrážděnost nebo porucha spánku. To, ale není zdaleka vše. Může dojít i k erozi zubů, mrtvicím nebo v krajních případech i smrti. Následkem konzumace může být zvýšená srdeční frekvence, hypertenze, arytmie či komorová tachykardie. Ovlivní to i gastrointestinální část lidského těla, kdy je běžné zvracení, průjem a bolest břicha. Pokud tedy konzumujeme nadměrné množství energetických nápojů měli bychom se nad tím zamyslet. Existuje případ o ženě, která požívala 10 plechovek energetických nápojů denně po dobu 2 týdnů a skončila s akutní hepatidou (Guilbeau, 2012).

Kofein působí jako diuretikum, tudíž dochází ke zvýšené ztrátě tekutin. Proto je důležité říct, že kombinace sportu s konzumací kofeinu není ideální. Během cvičení se běžně potíme a dochází k přirozenému odvodu tekutin, proto je kofein pro tuto činnost

neadekvátní. Hrozí zvýšené riziko dehydratace. U dítěte je to riskantnější, pokud je citlivé na účinky kofeinu a dehydratace. Tento mix by neměl být běžně konzumován a lidé by měli být varováni (Alford et al., 2001). Mluví se o pozitivních účincích, ale negativní nebývají často diskutovány. Mezi spotřebiteli jsou energetické nápoje nejčastěji spojovány s problémy kardiovaskulárního systému. Různé, i již zmíněné následky, jsou tedy impulsem pro jednotlivé země, aby odmítly povolení prodeje mladistvým (Ragsdale et al., 2010).

V současné době je nejčastější výživovou poruchou obezita, s kterou je konzumace energetických nápojů také spojena. Je důležité si uvědomit, že příjem kalorií, které jsou obsaženy v nápojích, mohou při nadměrném užívání způsobit právě obezitu. Pozor by si měli dávat lidé trpící diabetem, protože nápoje obsahující velké množství sacharidů a kofeinu mohou zvyšovat hyperglykémii. Nedochází pouze ke zvýšené hladině glukózy v krvi, ale i ke zvýšenému BMI a obezitě, proto je nutné omezit konzumaci energetických nápojů (Seifert et al., 2011). Bohužel se vytratilo poslání energetických nápojů, které spočívalo v tom, že člověk měl nápoj požit pouze občas k překonání únavy či ke zvýšení koncentrace. Dnes se konzumují běžně na žízeň nebo na chuť. Navíc jsou nápojové automaty s energetickými nápoji běžně na školách, tudíž se nemůžeme divit, že jsou mladistvými stále více konzumovány (Garriguet, 2008).

Rizikovými skupinami jsou jednoznačně děti, mladiství, těhotné ženy a diabetici. Benefitem rozhodně není ani sedavý způsob života, obliba televize a počítačových her, ztráta zájmu o sport a stravování v rychlém občerstvení. Spotřeba energetických nápojů stále narůstá. Děti při nadměrné konzumaci trpí změnami nálady, nervozitou, podrážděností a nespavostí. Toto téma není dostatečně otvíráno a mělo by se o něm více hovořit. Hlavně školy by v tomto ohledu měly být mnohem aktivnější (Garriguet, 2008).

Těhotná žena skrze potravu přijímá vitamíny, minerální látky a živiny, které jsou důležité, jak pro ni samotnou, tak i pro plod. Placenta, jejíž funkce je chránit vnitřní prostředí plodu před možnou intoxikací, je pro řadu látek obsažených v energetických nápojích prostupná, včetně kofeinu. Proto na produktech musí být napsáno: „Nevhodné pro těhotné i kojící ženy.“ Kofein může plod velmi poškodit. Může způsobit nepříznivý vývoj kostry, potrat i porod mrtvého dítěte. I umělá sladila během těhotenství či kojení nejsou doporučována. Nejrizikovější je aspartam a sacharin (Hronek, 2007). Diabetici by

tyto nápoje také neměli užívat, protože obsahují velké množství cukru (Malik et al., 2010).

Do energetických nápojů sice není přidáván alkohol, ale obliba míchat tyto nápoje s alkoholem je velká. Tato kombinace přináší četná zdravotní rizika, mezi které řadíme otravu alkoholem. Člověk hůře kontroluje vypité množství alkoholu kvůli ergogenním účinkům energetického nápoje, proto k otravám alkoholem dochází mnohem častěji než při pití samotného alkoholu (Thombs et al., 2010).

Konzumace s alkoholem je velmi oblíbená mezi mladistvými a vysokoškoláky. Důvodem je chuť, překrytí chuti alkoholu, potlačení pocitu opilosti nebo předcházení kocoviny. Spotřebitelé si neuvědomují, že s touto kombinací je spojená vyšší spotřeba alkoholu a může to vést až k samotné závislosti na alkoholu (O'Brien et al., 2008). Kombinace taurinu, kofeinu a alkoholu způsobuje trochu jiné signály opilosti. Člověk si naopak neuvědomuje, jak moc opilý je a může udělat pravděpodobněji chybu. Například, že sedne za volant. Následkem nadměrné konzumace může dojít k ztrátě vědomí, mdlobě a poruše srdečního rytmu (Strunecká & Patočka, 2021).

I v České republice už záchranná služba musela vyrazit k několika kolapsům u nezletilých. Prý se jedná o několik případů měsíčně, kdy se pacienti necítí dobře, tluče jim srdce, jsou polití potem a mají zrychlený tep. Často se jedná o dvacetileté, ale nastal případ, kdy záchranná služba musela zasahovat u kolapsu desetileté dívky (Šopfová, 2023). Článků o zdravotních potížích způsobených konzumací energetických nápojů je na internetu mnoho. Týká se to především USA. Například příběh 14leté dívky z Marylandu, která zemřela po požití energetického nápoje, pochází z roku 2011. Šlo o srdeční arytmii způsobenou předávkováním kofeinem, který neumožnil srdci pumpovat krev do tělního oběhu. Dívka trpěla nemocí, která mohla hrát roli v její smrti. Rodiče, i přesto podali žalobu na firmu (Jemelka, 2012).

2.6 Zátěžová funkční diagnostika ve sportu

Heller (2018) chápe zátěžovou funkční diagnostiku jako sledování reakce organismu na zatížení a na studium přízpusobení navozených fyzickým zatěžováním. Součástí této oblasti je popis a charakterizace fyzických a psychických obtížných výkonů a určení vhodných morfologických a funkčních charakteristik, které se váží na zdařilé zvládnutí těchto náročných činností a výkonů. Zátěžová funkční diagnostika se využívá

pro různé sportovní činnosti a výkony, které se mohou diferencovat úrovní sportovní výkonnosti, od rekreační až po elitní sportovní úroveň. Praktickým motivem pro toto studium je sportovní soutěžení a růst sportovních výkonů.

Již v 8. století našeho letopočtu se zkoumala zdatnost člověka, a to v antické Spartě. Mladí chlapci byli pozorováni a hodnoceni v rámci tvrdého výcviku. Francouzský matematik a astronom Philippe de la Hire napsal článek o měření síly člověka. V té době vznikaly první dynamometry, které časem dokázaly změřit sílu stisku ruky, zad a tahu paže. Ve Spojených státech amerických se v 19. století konaly první testy na výkon a motoriku. V této době došlo i k zdokonalení dynamometrů, které změřily vyvíjenou sílu s přesností na jeden gram (Heller, 2018).

Laboratorní zátěžová diagnostika, myšleno jako laboratorní vyšetřování výkonnosti a zdatnosti, se vyvíjela koncem 19. století (Van Praahg & Franca, 1998). Už v roce 1883 se v Německu použila kliková ergometrie k hodnocení výkonu horních končetin. Roku 1897 se ve Francii vynalezl první brzděný bicyklový ergometr. Navíc roku 1889 byl v Německu zkonstruován běhací pás, který byl využit ke studii lokomoce člověka (Kolesár & Mikeš, 1981). Roku 1885 se prováděly první výskokové testy na desce, které zjišťovaly rychlostně-silový výkon v testu vertikálního výskoku. Krátkodobé testy na bicyklovém ergometru zaměřené na maximální výkon zavedli roku 1913 (Van Praahg & Franca, 1998).

V roce 1913 se prováděl jeden z prvních kardiovaskulárních testů, který srovnával hodnoty srdeční frekvence a systolického krevního tlaku v poloze vleže. Roku 1919 byl vyvinut další kardiovaskulární test, který hodnotil energetické nároky oběhového systému, a to pomocí srdeční frekvence a krevního tlaku. Francis Gano Benedict společně s Hansem Murschhauserem se zasloužili o to, že v oblasti měření spotřeby kyslíku při zatížení, prosadili svůj názor. Stáli si za tím, že maximální spotřeba kyslíku a kyslíkový dluh jsou dva hlavní faktory limitující výkon člověka. Dán Augustin Krogh se zajímal o výměnu plynů v plicích, využití sacharidů a tuků při zátěži. Dokonce jako první změřil systolický objem srdeční s pomocí oxidu uhličitého a vytvořil několik přístrojů na diagnostiku. V roce 1920 získal Nobelovu cenu za vyřešení problémů transportu dýchacích plynů do svalů a jejich difuze ve svalech (Kolesár & Mikeš, 1981).

Heller (2018) sport popsal jako všechny projevy tělesné činnosti, jejichž cílem je projevení či zlepšení tělesné a psychické kondice, vývoj společenských vztahů nebo

získání výsledků na všech úrovních. Zátěžová funkční diagnostika se zabývá hlavně vyšetřováním zdatnosti a výkonnosti jedince. Zdatnost představuje soubor předpokladů optimálně odpovídat na různé podněty prostředí různého charakteru. Například podněty teplotní, akustické, psychické a tak dále. Fyzická zdatnost patří do obecné zdatnosti a zahrnuje schopnost reagovat na dané úkoly spojené s pohybovým výkonem bez zjevné únavy (Beunen, 2001). Výkonnost je schopnost konat objektivně měřitelný výkon v dané pohybové oblasti či sportovním odvětví. Sportovní výkonnost je schopnost konat určitý sportovní výkon na stálé úrovni, a to i opakovaně (Heller, 2013). Sportovní výkonnost je ovlivněna několika faktory a řadíme mezi ně vrozené dispozice tréninkový proces, sociální prostředí a geografické podmínky (Bartůňková et al., 2013).

K posouzení zdatnosti a výkonnosti se používá několik postupů a metod. Většinou se jedná o laboratorní zátěžové testy, které dokážou stanovit úroveň maximální spotřeby kyslíku VO₂max. A to buď přímo pomocí testu na bicyklovém či běžeckém ergometru nebo nepřímo step testem, testem W170. Existují i terénní testy, které nejsou tak přesné jako laboratorní, ale i přesto jsou často využívány. Řadíme mezi ně Cooperův test, Légerův test nebo test chůze na 2 km (Heller, 2018).

Testy nemusí ovlivnit pouze nepřesnost, ale i daný ergometr. Výsledky se mohou lišit kvůli typu ergometru, který byl zvolen k testování. Příkladem jsou plavci, co byli testováni na běžeckém ergometru a měli mnohem vyšší kardiorespirační hodnoty, zatímco cyklisté dosáhli významně vyšších hodnot na bicyklovém ergometru (Bahenský et al., 2021).

Je důležité brát ohled na problematiku biologického věku, kdy některé děti, mládež, dospělí i osoby vyššího věku nevykazují morfologické a funkční hodnoty pro danou věkovou kategorii. U dětí se často vyskytuje biologická akcelerace či retardace. U sportovců se testy provádějí opakovaně v určených obdobích ročních cyklů přípravy, a poté se vyhodnocují výsledky na základě znalosti všech relevantních údajů (Heller, 2018).

Ve volejbale se nejvíce vyskytuje krátkodobé zatížení vysoké intenzity, které probíhá po celou dobu tréninku či zápasu. V průměru hráč vykoná klidně i více než 300 výskoků během 5 setů (Driss et al., 1998). Herní výkon ve volejbale je z fyziologického hlediska dán explozivně silovými předpoklady dolních končetin i horních končetin, obratností, nervosvalovou koordinací, startovní rychlostí, rychlou reakcí, silou při úderu

do míče, odhadem vzdálenosti, periferním viděním, přenášením pozornosti a v elitním volejbale i vytrvalostí (Smith et al., 1992). V průběhu zápasu většinou koncentrace laktátu osciluje mezi 3–4 mmol/l a dochází k alaktátovému způsobu energetické úhrady s průběžnou obnovou makroergních fosfátů i myoglobinu aerobním metabolismem (Viitasalo et al., 1987).

Ze zátěžových testů se ve volejbale využívají zejména anaerobní testy, a to konkrétně testy jednorázového výskoku, testy opakovaných výskoků, F-v testy, dynamometrické testy, terénní RAST test, Wingate test na bicyklovém ergometru, test na flexibilitu, senzomotorické testy a specifické motorické testy volejbalových dovedností (Driss et al., 1998). Na druhou stranu se někdy využívají i testy aerobního typu na běhacím koberci nebo bicyklovém ergometru, kvůli posouzení předpokladů volejbalistů i volejbalistek k specifickým nárokům na vytrvalost (Smith et al., 1992).

Driss et al. (1998) na základě svého výzkumu doporučuje testovat volejbalisty a volejbalistky F-v testem horních a dolních končetin, testem vertikálního výskoku a izokinetickou dynamometrií. Kalinski et al. (2002) testoval vrcholové volejbalisty i volejbalistky na Wingate testu a z výsledků se dozvěděl, že vykazují vyvážený poměr mezi silovou vytrvalostí a výbušnou rychlostní silou. Výsledkem byla lehce nadprůměrná úroveň anaerobní výkonnosti. Bosco et al. (1983) testoval různé věkové kategorie volejbalistek na opakované výskoky a dozvěděl se, že rychlostně silové složky kondice jsou víceméně u kadetek, juniorek i žen víceméně stejné, tudíž rozdíly v herním výkonu lze přikládat jiným faktorům.

Starší studie přiřazovaly úspěšný herní výkon volejbalistů a volejbalistek k antropometrickým ukazatelům, výšce vertikálního výskoku a vyšším rychlostně-silovým a aerobním předpokladům horní i dolní části těla (Viitasalo et al., 1987). Novější studie neprokázaly významnou odlišnost úspěšných a méně úspěšných hráčů v antropometrických a funkčních parametrech. Úspěšnost dle jejich názoru závisí na výběru sportovních talentů, kvalitě kondiční přípravy, úrovni specifických volejbalových dovedností a na sportovní výkonnosti (Gabbet & Georgieff, 2006). Zátěžová funkční diagnostika se ve volejbale využívá hlavně k výběru sportovních talentů a ke kontrole úrovně kondice (Heller, 2018).

2.6.1 *Wingate test*

Rozlišujeme Wingate test dolních a horních končetin. Wingate test dolních končetin je nejužívanějším anaerobním testem díky jeho vysoké přesnosti, spolehlivosti a interpretaci výsledků. Tento test vznikl jako obměna staršího Cummingova testu. 30s test na bicyklovém ergometru je běžným a celosvětově uznávaným anaerobním testem, který zjistí maximální a průměrný výkon s indexem únavy (Vandewalle et al., 1987).

Prodávané ergometry je třeba pro využití trénovaných sportovců nastavit. Zpevnit konstrukci, umožnit její různé pozice a nastavit vstupy a výstupy pro počítačové řízení testu. U testování různých výzkumů se většinou využívá standardní pozice vsedě, u sportovní diagnostiky je možnost stoupnutí si do pedálů (Heller, 2018). Specializovaný software umožňuje stanovit výkon v jednotlivých otáčkách a vypočítat základní parametry testu, mezi které patří vrcholový anaerobní výkon, anaerobní kapacita (součin průměrného výkonu a času), index únavy a poměr průměrného a maximálního výkonu. Testu předchází anaerobní rozcvička trvající 5 minut a po testu je v páté minutě zjištěna pozátěžová koncentrace laktátu v krvi (Heller et al., 1997).

Hlavními výsledky tedy jsou maximální anaerobní výkon (P_{max} , PP) vyjádřený ve W/kg, anaerobní kapacita (AnC) vyjadřovaná v J/kg, pokles výkonu vyjádřený absolutně ve W nebo relativně jako index únavy v procentech vrcholového výkonu (IÚ) a poměr průměrného a vrcholového výkonu (PP/MP). Sportovci, kteří mají větší zastoupení rychlých svalových vláken, mají vysoký vrchol výkonu na počátku testu s následným poklesem výkonu v závěru testu. Jedinci s vyšším zastoupením pomalých svalových vláken mají na počátku testu sice menší vrchol, ale v průběhu testu pouze mírný pokles výkonu (Heller, 2018).

Úplným závěrem testu je odběr laktátu v krvi či měření srdeční frekvence. Závěrečná hodnota srdeční frekvence se používá jako dohled na nasazení během testu, většinou dosahuje 85–95 % SF_{max}. Koncentraci laktátu se odebírá ve 3., 5., 8. a 10. min. po ukončení zátěže. Nejčastěji se odebírá laktát v 5. min. zotavení, protože nastává rovnováha mezi koncentrací laktátu v krvi a svalů. Koncentrace laktátu se týká práce vykonané v testu. Vysoký výkon a vysoká koncentrace laktátu či vysoký výkon a nižší koncentrace laktátu se považuje za pozitivní hodnocení. Když sportovec v kombinaci s vysokým výkonem, má nižší hodnotu koncentrace laktátu, znamená to, že se nedostává do stavu výrazné metabolické acidózy, bere více energie z alaktátových

zdrojů a pracuje ekonomicky. Nízký výkon, a naopak vysoká koncentrace laktátu v krvi vypovídá o malé ekonomizaci práce. A sportovec, který má nízkou koncentraci laktátu v krvi i nízký výkon, má rezervy v trénovanosti či provedení testu (Heller, 2018).

30 s Wingate test horních končetin (Wingate Anaerobic Arm test) je u sportovců nejužívanějším testem. U protokolu testu horních končetin neexistují obecně přijímané a celosvětově rozšířené standardy. Využívá se klikový ergometr s nižším zatížením, protože vzhledem k zapojenému menšímu množství svalstva se používá nižší brzdící síla. Nejvyšších absolutních i relativních hodnot dosáhli veslaři. Plavci, hráči sportovních her a zápasníci dosáhli nižších hodnot. Tento test se často využívá u sportovců se specifickými potřebami, hlavně u sportovců odkázaných na vozík (Heller, 2018).

2.6.2 Boscův test

Tento test navrhl Bosco, Luthanen a Komi v roce 1983. Jedná se o test opakovaných výskoků, který se provádí na tenzometrické desce měřící dobu trvání letové fáze a počet výskoků za čas. Z výsledků jsme schopni zjistit výšku výskoku i průměrný výkon v aktivní fázi odrazu. Starší verze testu hodnotila výkon v 15sekundových intervalech s celkovou dobou trvání 60 s, dnešní verze umožňují krátkodobé anaerobní zatížení (10 s) i delší anaerobní zatížení (60–90 s). Krátkodobé anaerobní zatížení je ukazatelem maximálního anaerobního výkonu a alaktátové anaerobní kapacity. Delší anaerobní zatížení je ukazatelem laktátové anaerobní kapacity (Heller, 2018).

Výskok se v praxi dělí na čtyři fáze, kdy v první je testovaná osoba v kontaktu s podložkou a poskytuje hmotě zrychlení, v druhé (vzestupné) a třetí (sestupné) fázi se jedná o samotný výskok, při němž se přeměňuje kinetická energie v potencionální a naopak, ve čtvrté fázi v momentu dopadu se část energie výskoku mění v energii tepelnou, chemickou a elastickou (Heller et al., 1991). Z hlediska fyziologického výskok chápeme jako děj, při kterém je hmotnému bodu o hmotnosti m udělena počáteční rychlost impulsem síly. Tato rychlost nastartuje hmotný bod do vertikálního pohybu vzhůru, na který zároveň bude působit gravitační síla, tudíž se bude pohybovat i v opačném směru. Během doby letu se počáteční rychlost (počáteční kinetická energie) změní na potencionální a v sestupné fázi se mění zpátky na energii kinetickou (Heller, 2018).

Během Boscova testu je nutné vynechat práci paží a udržet pozici ruce v bok. Než test provedeme, je nutné se důkladně rozcvičit. Do rozcvičky je vhodné zařadit protahovací cviky, napínací cviky a několikaminutové aerobní dynamické cvičení mírné zátěže. Rozcvičená testovaná osoba stoupne na tenzometrickou desku a připraví se do podřepu s úhlem v kolenním kloubu přibližně 90 stupňů s rukama v bok. Poté na pokyn může zahájit test. Test se zahájí prvním výskokem a průběžně se zapisuje doba letové fáze ve zvolených intervalech. Na závěr se zjistí celková práce vykonaná v testu. Je možné zvolit dobu trvání testu (Zemková & Hamar, 2005).

Boscův a Wingate test jsou anaerobního charakteru, ale stanovují odlišná hlediska anaerobního výkonu a kapacity. Při volbě zátěžového testu je tedy důležité zvážit nároky sportovních disciplín a vybrat vhodný test. Některé sporty, jako například sportovní gymnastika, využívají standardně obou testů (Sands et al., 2004).

2.6.3 Dynamometrie

Jedná se o vyšetřovací metodu, která nám podává informace o fyzickém stavu testovaného. Díky této metodě zjistíme sílu jednotlivých svalových partií či skupin. Ke změření síly se dají využít dvě dynamometrické metody, a to izokinetická a izometrická. Obě metody měří vzestup a následný pokles síly. U izometrické síly nedochází ke zkrácení svalu, ale provádí se pouze jeho napětím. Sval tudíž nemění nijak svoji délku, ale zvětší pouze svůj objem. U izokinetické síly je to přesně naopak. Dochází ke změně délky svalu, a to bez změny svalového napětí. Sval se sice natáhne nebo zkrátí, ale svůj objem nezmění (Kalichová et al., 2011).

Ruční dynamometrie je izokinetickou metodou měření. Využívá se k určení síly stisku horní končetiny. Ruční dynamometrie se nevyužívá pouze u sportovců, ale je oblíbená i mezi nespportujícími. Lidé mají zájem si změřit a zjistit svoji sílu stisku. Jedná se o metodu měření, která není náročná na provedení a pochopení. Navíc se dá zrealizovat i mimo laboratoř (Kalichová et al., 2011).

Dynamometrie se dá využívat ve sportu, v medicíně i v různých výzkumech. Pačes et al. (2016) ji aplikoval například u hráčů a hráček tenisu. Ve sportu může napomoci určit fyzický stav jedince nebo sledovat zaléčená zranění. V medicíně jí často používají v kombinaci s rehabilitací k zjištění pokroků. Ale využívá se i jako samostatná vyšetřovací metoda, a také se občas řadí mezi předoperační kontroly pacienta (Mafi et al., 2012). Dále se realizuje při sestavování kompenzačních plánů nebo k srovnání jednotlivých

populačních skupin. Dynamometrických výzkumů existuje několik a většina je spojena se sportem nebo medicínou (Ashton & Myers, 2003).

3 Cíl, úkoly a vědecké otázky

3.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je zjistit, zdali energetický nápoj Red Bull má nějaký efekt na rychlostně silový a odrazový výkon volejbalistek výkonnostní úrovně.

3.2 Úkoly práce

- Rešerše literatury a vymezení teoretických východisek pro tuto práci
- Výběr vhodných probandů
- Vytvoření dotazníku
- Podání energetického nápoje Red Bull a namíchaného placebo probandům
- Provedení měření somatických předpokladů vybraných probandů
- Provedení testů na bicyklovém ergometru, odrazové desce a ruční dynamometrii vybraných probandů
- Komparace naměřených hodnot a statistické zpracování
- Zpracování všech výsledků do grafické podoby
- Diskuze
- Vytvoření závěru

3.3 Vědecké otázky

VO1: Bude mít energetický nápoj Red Bull významný vliv na anaerobní výkon u Wingate testu?

VO2: Bude mít energetický nápoj Red Bull významný vliv na snížení hodnoty indexu únavy ve Wingate testu?

VO3: Budou u Wingate testu pozátěžové hodnoty koncentrace laktátu v krvi po požití energetického nápoje Red Bull vyšší?

VO4: Bude hodnocení podle Borgovy metody u Wingate testu po požití energetického nápoje Red Bull nižší?

VO5: Budou hodnoty Boscova testu po požití energetického nápoje Red Bull významně vyšší?

VO6: Budou hodnoty ruční dynamometrie po požití energetického nápoje Red Bull významně vyšší?

4 Metodika (Projekt experimentu, jeho organizace a průběh)

4.1 Charakteristika souboru

V rámci celkového testování bylo nutné požit energetický nápoj Red Bull i placebo a následně podstoupit ruční dynamometrii, Boscův test a Wingate test s odebráním laktátu v krvi, proto jsem využila dobrých vztahů v našem volejbalovém týmu VK Madeta České Budějovice a testovala své spoluhráčky. Probandi byli srozuměni a souhlasili s podmínkami testování.

Výzkumný soubor tvořilo 15 prvoligových hráček volejbalu ve věku 18–26 let, které trénují 3krát týdně a hrají zápasy téměř každý víkend, a to vždy v pátek i sobotu. Všechny testované hráčky absolvovaly všechna měření a v tréninkovém procesu byly bez dlouhých výpadků.

Podle postů jsme testovali 5 útočnic, 4 blokačky, 4 libera a 2 nahrávačky. Z 15 testovaných osob jsou 3 leváci a 12 praváků. Průměrný věk osob v testování byl $21,3 \pm 2,4$ let, výška $172,6 \pm 5,8$ cm, hmotnost $70,2 \pm 7,9$ kg, BMI $23,6 \pm 2,5$ kg/m², množství tuku $24,9 \pm 5,6$ % a množství svalové hmoty $41,9 \pm 3,2$ %. Zjištěné hodnoty jsou průměrem všech z prvního měření. Volejbalistka č. 11 a 15 oficiálně spadají do kategorie U20, každopádně byly trenéry posunuty i do kategorie žen, proto byly zahrnuty do testování. Pro charakteristiku souboru byly využity somatické parametry z prvního měření. Výsledné hodnoty z druhého měření byly identické, a proto v práci nejsou zahrnuty.

Tabulka 1
Popis probandů

proband	věk [r]	výška [cm]	hmotnost [kg]	BMI [kg/m ²]	množství tuku [%]	množství svalové hmoty [%]	post
volejbalistka č.1	23	183,9	75,4	22,3	18,1	46,6	blokačka
volejbalistka č.2	26	173,5	73,2	24,3	20,6	44,9	útočnice
volejbalistka č.3	19	170,2	61,1	21,1	22	42,7	nahrávačka
volejbalistka č.4	24	170,2	75,7	26,1	33	37,0	nahrávačka
volejbalistka č.5	24	173,8	92,4	30,6	37,3	35,2	útočnice
volejbalistka č.6	22	176,9	74,7	23,9	25,5	41,8	blokačka
volejbalistka č.7	19	181,3	70,1	21,3	25,3	41,7	útočnice
volejbalistka č.8	20	169,4	69,4	24,2	29,2	39,5	libero
volejbalistka č.9	20	172,6	67,6	22,7	20,7	44,1	útočnice
volejbalistka č.10	19	174,7	73	23,9	25,4	41,6	útočnice
volejbalistka č.11	18,6	159,6	63,4	24,9	20,1	45,0	libero
volejbalistka č.12	24	167	64,8	23,2	23,1	42,9	libero
volejbalistka č.13	23	170,7	71,1	24,4	32,6	37,4	libero
volejbalistka č.14	19	177,6	62,2	19,7	17,7	45,8	blokačka
volejbalistka č.15	18,5	167,6	59,3	21,1	23,4	42,0	blokačka

4.2 Design experimentu (sběr dat, popis experimentu, měření, vyhodnocení...)

4.2.1 Využití testovací přístroje

Přístroj Inbody 770 (Biospace, Jižní Korea) je též nazýván přístrojem nové generace. Jedná se o přístroj, který dokáže zjistit různé změny v těle. Je považován za nejpresnější bioimpedanční přístroj pro měření složení těla, který využívá metodu přímé segmentové bioelektrické impedance. To znamená, že dokáže detailně změřit tělo, jako 5 samostatných částí, 4 končetiny a trup. K tomu využívá 8 dotykových elektrod. Čtyři jsou umístěny ve spodní nášlapné části a další čtyři jsou integrované v ručních madlech. Díky tomuto přístroji jsme schopni zjistit stav nitrobuněčné a mimobuněčné vody v organismu, množství proteinů či kostních minerálů, celkové rozložení tukové, svalové a kostní hmoty, celkovou váhu, BMI, množství tělesného tuku, WHR, a procento svaloviny v jednotlivých tělesných segmentech. Umožňuje nám zjistit stav tělesné zdatnosti, stupeň obezity a fitness skóre. Měření trvá zhruba 2 minuty a je zaručena nejvyšší přesnost výsledků. Testovaná osoba by měla být pouze ve spodním prádle (Inbody, 1996).

Obrázek 6
Inbody 770



(zdroj vlastní 2024)

Inbody 770 lze propojit s výškoměrem BSM 370 (Biospace, Jižní Korea), který provádí přesné a precizní měření. Jeho přesnost je zaručena ergonomickou dotykovou lištou a měřícím senzorem. Tento přístroj je posuvný a díky jeho skládacímu systému skvěle přenositelný (Inbody, 2014).

Obrázek 7
Výškoměr BSM370



(zdroj vlastní 2024)

Ruční dynamometr KERN MAP (Kern & Sohn, Německo) slouží k odhalení síly stisku. Tento dynamometr nabízí různou tuhost pružin, tudíž je ideální pro testování různých věkových skupin. Využívá se jak ve sportu, tak i v medicíně při sledování průběhu léčení zlomenin. Tento dynamometr umožňuje čtyři módy měření, a to měření v reálném čase, maximální sílu stisku, průměrnou sílu ze dvou následujících stisků a počítačí nastavení (Compek Medical Services, 2024).

Obrázek 8

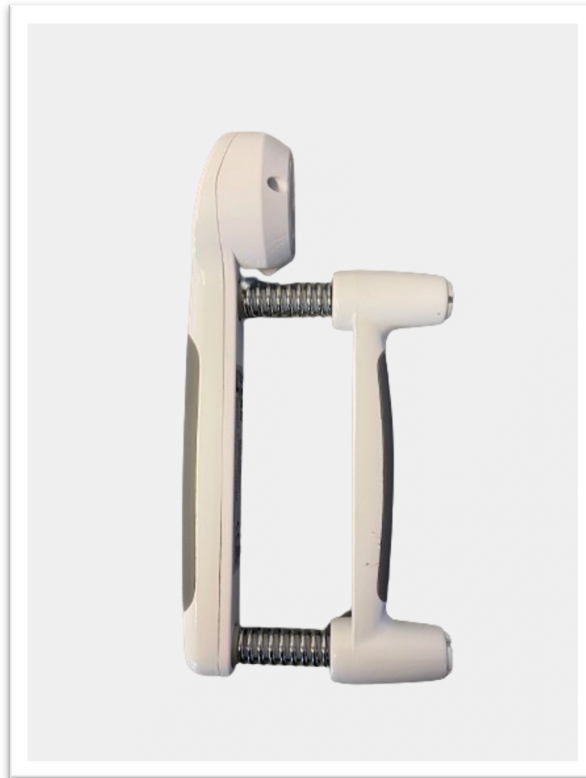
Ruční dynamometr KERN MAP (pohled zepředu)



(zdroj vlastní 2024)

Obrázek 9

Ruční dynamometr KERN MAP (pohled z boku)



(zdroj vlastní 2024)

Odrazová deska Lode ProJump (Lode, Nizozemsko) je deska na měření výšky výskoku. Deska je propojená s počítačem, kam jsou přenesená veškerá data. Příklad je považován za velmi spolehlivý a měří čas ve vzduchu, ze kterého zjistí výšku výskoku. Výskoky lze provádět jak snožmo, tak i z jedné nohy, a to s rukama v pozici v bok. Z výsledků jsme schopni zjistit počet výskoků, průměrnou výšku výskoku, průměrný čas kontaktu, průměrný čas intervalu, výšku výskoku, kontakt s odrazovou deskou a čas intervalu (Compak Medical Services, 2024).

Obrázek 10
Odrazová deska Lode ProJump



(zdroj vlastní 2024)

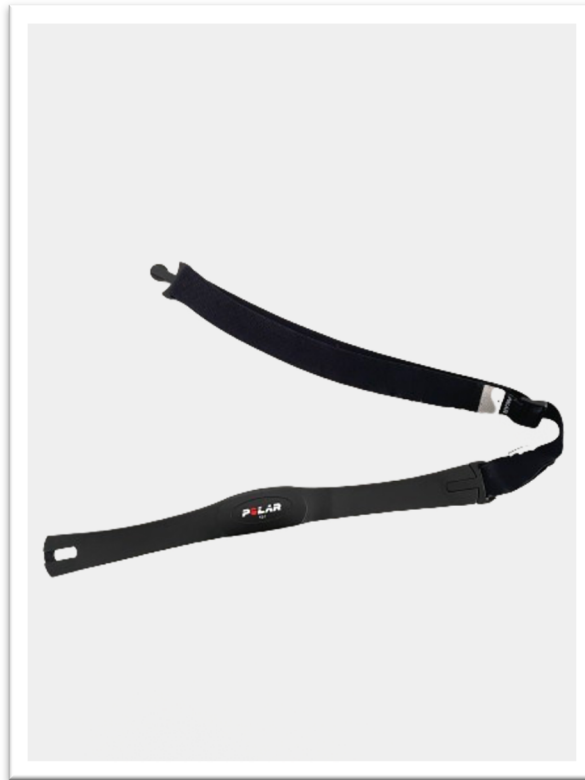
Bicyklový ergometr LODE excalibur (Lode, Nizozemsko) je celosvětově známý a nejvíce využívaný v ergometrii. Tento ergometr je určen pro Olympijská tréninková centra, sportovní lékařství a výzkum. Ergometr byl sestaven tak, aby mohl dosáhnout zátěže až 2 500 Wattů, a proto patří k nejlepším a nejvyužívanějším ergometrům ve sportovní moderní medicíně. Testovaná osoba si může řídítka i sedlo nastavit horizontálně i vertikálně dle svých potřeb. Ergometr, zjišťující ergometrické a spirometrické hodnoty, je propojený s počítačem, do kterého se hodnoty přenášejí (Compek Medical Services, 2024). Důležitou součástí ke zjištění dat byl hrudní pás značky Polar (Polar, Finsko) měřící srdeční frekvenci, který je díky Bluetooth připojen k programu v počítači (Polar, 2024).

Obrázek 11
Bicyklový ergometr LODE excalibur



(zdroj vlastní 2024)

Obrázek 12
Hrudní pás POLAR T31C



(zdroj vlastní 2024)

Lactate Scout (EKF Diagnostics, Velká Británie) na měření koncentrace laktátu v krvi je analyzátor, který potřebuje pouze kapku krve na změření. Výsledky se vyhodnotí během pár sekund. Byl navržen do terénu jako sportovní tréninkový společník pro odběr laktátu. Jedná se o jednoduchý, spolehlivý a dostupný analyzátor laktátu (Compek Medical Services, 2024).

Obrázek 13

Analyzátor laktátu Lactate Scout



(zdroj vlastní, 2024)

4.2.2 Popis experimentu

V přípravné fázi experimentu jsem vytvořila vlastní anketu na téma konzumace energetických nápojů, abych zjistila názory a spotřebitelské návyky testovaných osob. Anketu, obsahující 10 otázek, jsem nechala testované vyplnit během klidové fáze po požití nápoje.

Dále jsem zajistila testovanou látku, a to energetický nápoj značky Red Bull a placebo. Placebo jsem připravila vlastním namícháním dle inspirace z podobného testování v USA, tak aby chuť a konzistence nápoje, co nejvíce připomínala energetický nápoj Red Bull. Samotná receptura obsahovala perlivý nápoj Ginger Ale Schweppes, granulovaný citronový čaj a nápojový koncentrát s citronovou příchutí. Množství obou podávaných nápojů bylo stanoveno individuálně v závislosti na hmotnosti každé z testovaných hráček. Zjištěné hmotnosti hráček jsem zprůměrovala a výsledná průměrná hmotnost byla 70 kg. Poté jsem jednoduchým matematickým výpočtem zjistila množství podávané tekutiny na kg hmotnosti.

- Objem Red Bull energetického nápoje: 250 ml (plechovka)
- Průměrná hmotnost hráčky: 70 kg
- $250:70=3,57$ ml/kg

Placebo obsahovalo Ginger Ale Schweppes ve stejném množství jako byl podáván Red Bull a dále bylo obohaceno o 20 g citronového granulovaného čaje a 5 ml citronového koncentrátu. Nápoje jsem podávala v neprůhledných PET lahvích s brčkou, aby vizuálně nebyl znatelný žádný rozdíl při podávání nápoje.

Na rozdělení probandů do dvou náhodných skupin jsem využila nástroje pro randomizaci (GraphPad). Jedné skupině jsem v prvním kole testování přidělila Red Bull a druhé placebo, a poté proces v druhém kole testování obrátila.

Měření a testování probandů probíhalo v listopadu a prosinci roku 2023 v laboratoři zátěžové funkční diagnostiky na Katedře tělesné výchovy a sportu Jihočeské univerzity. Zásadním kritériem pro přesné testování byl zdravotní stav jedince a dodržení předem stanovených podmínek. Probandi před samotným testem neměli minimálně hodinu jíst a dostavit se po kvalitním spánku. Bylo důležité dodržet stejné podmínky, jak při prvním, tak i druhém testování, tudíž měla hráčka mít i stejnou tréninkovou zátěž předcházející testování. Dvakrát jsme termín testování museli o týden posunout kvůli nemoci hráčky.

Testování proběhlo u každé hráčky dvakrát s pauzou jednoho týdne mezi měřeními. Po příchodu do laboratoře jsme jako první provedli měření somatických parametrů pomocí přístroje Inbody 770 a výškoměru BSM 370. Měření výšky bylo provedeno nejdříve, a to bez ponožek a v co nejvíce vzpřímeném postoji. Následoval Inbody test ve spodním prádle, u kterého po kalibraci váhy, proband uchopil madla do ruky za účelem provedení přímé segmentové bioelektrické impedance, která byla doprovázená zvukovými signály. Po skončení testu byla všechna data přeposlána do počítače.

Hráčku jsem po somatických měření nechala v klidu obléknout do sportovního oblečení a předala jí předem namíchaný nápoj ke konzumaci, na jehož vypití měla testovaná osoba zhruba 3 minuty. Po požití nápoje jsem spustila časomíru 20 min a nechala hráčku v klidové fázi, aby se jí kofein, po konzumaci Red Bullu, vstřebal do krevního řečiště (Kaczrowski et al., 2007). Stejný proces jsem aplikovala i u podání placebo neobsahující kofein. V pauze jsem probandům poslala odkaz na dotazník a

poprosila je o vyplnění. Po vypršení časomíry následovala 5minutová rozcvička ve sportovní hale, zahrnující 2 minuty dlouhý běh, 10 dřepů, 10 výponů a 1 min přeskok přes švihadlo libovolným způsobem.

Po rozcvičce jsme začali s testováním. Prvním zátěžovým testem byla ruční dynamometrie vsedě se vzpřímenými zády. Využili jsme KERN MAP dynamometr a testovali maximální stisk pravé i levé ruky, kdy testovaná osoba měla na každou ruku vždy 2 pokusy. Nejdříve se opakoval 2x stisk pravé ruky s libovolnou časovou mezerou, a poté i levé ruky. Změřené hodnoty jsem si zapisovala do předem vytvořené tabulky. Po získání všech výsledků jsme zvolili vždy lepší pokus u pravé i levé ruky, a to po požití energetického nápoje Red Bull i placebo. Poté jsme porovnali hodnoty stisku pravé ruky po požití energetického nápoje Red Bull s hodnotami po požití placebo. To stejné jsme provedli u hodnot stisku levé ruky.

Dalším měřením byl Boscův test, který se prováděl ve sportovní obuvi na odrazové desce Lode ProJump. Testovaná osoba se připravila do klidové polohy v postoji nejdříve na pravé noze, a to z pozice v podřepu s rukama v bok. Na pokyn testujícího provedla výskok, a ten takto na pokyn ještě jednou opakovala. Poté následovalo měření výskoků levé nohy i výskoku snožmo. Veškeré hodnoty byly opět přeneseny do počítače. Po shromáždění všech výsledků, jsme opět porovnali hodnoty po požití Red Bull nápoje s hodnotami po požití placebo.

A posledním měřením byl Wingate test na bicyklovém ergometru LODE excalibur. Hráčce jsme nejdříve nasadili hrudní pás POLAR a nastavili ergometr dle jejich fyzických parametrů. Poté testující testovanému vysvětlil průběh měření včetně odběru laktátu a veškeré instrukce. Zahřívací rozšlapání ve Wingate testu trvalo 5 min s udržujícím tempem 60 otáček/min a dvěma, co nejrychlejšími výstupy nad 120 otáček/min. Po 5 min následovala hlavní fáze testu, kdy se jedinec dostal do maximálního zrychlení a 30 sekund se toto snažil udržet. Poté měl testovaný 3 min na bez zátěžové vyjetí s udržujícím tempem 60 otáček/min. Na závěr, testující testovanému, odebral 30 sekund po ukončení testu laktát v krvi a zeptal se ho na hodnocení náročnosti testu podle Borgovy metody. Hodnoty koncentrace laktátu jsem si zapisovala do předem připravené tabulky, jinak se veškeré hodnoty nahrály přehledně do protokolů a tabulek v počítači. Pomocí Wingate testu jsme zjistili anaerobní parametry jednotlivých probandů. Výsledné hodnoty, změřené po požití nápoje Red Bull

a placebo, jsme porovnali mezi sebou. Porovnávali jsme hodnoty maximální srdeční frekvence, maximálního relativního výkonu, průměrného relativního výkonu, maximálního 5s výkonu, otáček, indexu únavy, laktátu a hodnocení dle Borgovo škály.

Při odchodu z laboratoře, jsem se testovaných ptala, zdali jim po požití nápoje bylo nevolno a odpověď si zaznamenala. Zjistila jsem, že osmi probandům nesedl pravý energetický nápoj Red Bull a bylo jim po konzumaci, při testování lehce nevolno. Celý postup měření jsme opakovali u každého probanda stejně, a to vždy dvakrát (požití R a P), tak abychom získali, co nejpřesnější výsledky.

Obrázek 14

Postup testování

Postup	Čas
Příchod do laboratoře	0:00
Inbody měření	2:00
Požítí PL nebo RB	5:00
Odpočinek v sedě (vyplnění dotazníku)	8:00
5-min zahřátí	28:00
Začátek testování:	
1) Dynamometr	33:00
2) Odrazová deska	35:00
3) Wingate test	37:00
Odběr laktátu	45:30
Hodnocení podle Borgovy škály	46:00

(zdroj vlastní 2024)

4.2.3 Použité metody

V bakalářské práci jsme využili několik výzkumných metod. Aplikovali jsme metodu obsahové analýzy, metodu anketového šetření, metodu měření a testování, komparativní metodu a věcnou a statistickou významnost.

Obsahovou analýzu jsme použili k získání informací do teoretické části a ke zpracování odborné literatury. V bakalářské práci jsme vycházeli z odborné literatury,

článků a internetových zdrojů souvisejících s tématem, které jsme uvedli v seznamu literatury. Metodu ankety jsme využili k zjištění spotřebitelských návyků energetických nápojů. Anketa zahrnovala 10 otázek (viz příloha) týkajících se konzumace energetických nápojů. Žádné otázky nebyly otevřeného charakteru, pouze uzavřeného. Anketa byla vytvořena digitálně a poslána odkazem testujícím.

Pro zjištění somatických a anaerobních hodnot jsme využili metodu měření a testování v Laboratoři zátěžové funkční diagnostiky na Katedře tělesné výchovy a sportu Jihočeské univerzity. K měření byly použity tyto přístroje: výškoměr BSM 370 (Biospace, Jižní Korea), Inbody 770 (Biospace, Jižní Korea), ruční dynamometr KERN MAP (Kern & Sohn, Německo), odrazová deska Lode ProJump (Lode, Nizozemsko) a bicyklový ergometr LODE excalibur (Lode, Nizozemsko) společně s hrudním pásem Polar (Polar, Finsko). Pomocí výškoměru jsme nejprve zjistili výšku probandů. Poté byl využit Inbody 770 k analýze tělesného složení, ruční dynamometr k zjištění maximální síly stisku, odrazová deska k určení výšky vertikálního výskoku a Wingate test k zjištění anaerobních parametrů a pozátěžového laktátu. Měření probíhalo na podzim roku 2023, přibližně v půlce volejbalové sezóny. Jedno měření trvalo zhruba 45 minut.

Komparativní metodu jsme v bakalářské práci využili ke srovnání změřených výsledků po požití energetického nápoje Red Bull a placebo. Porovnávali jsme zprůměrované hodnoty jednotlivých anaerobních parametrů, po konzumaci Red Bullu a placebo, mezi sebou, které nám pomohly odpovědět na stanovené vědecké otázky. Pro komparaci jsme potřebovali zjistit, zda jsou rozdíly hodnot jednotlivých parametrů významné či nevýznamné. K tomu jsme využili věcnou a statistickou významnost, kterou jsme aplikovali u Wingate testu u následujících parametrů: maximální srdeční frekvence, maximální relativní výkon, průměrný relativní výkon, maximální 5s výkon, otáčky, index únavy, laktát a Borgova škála. U Boscova testu u průměrné výšky výskoku z pravé i levé nohy a u výskoku snožmo. U ruční dynamometrie u síly stisku pravé i levé ruky.

4.3 Statistické zpracování

Naměřené výsledky jsme ověřili pomocí různých statistických charakteristik. Používali jsme aritmetický průměr, jehož definice je součet všech naměřených hodnot vydělený jejich počtem. Dále směrodatnou odchylku, kterou je odmocnina z rozptylu náhodné veličiny. Statistická významnost byla stanovena pomocí párového t-testu na

hladině významnosti 0,05 a pro vyhodnocení věcné významnosti byl použit Cohenův d , který se využívá k zjištění efektu mezi dvěma nezávislými proměnnými. K vyhodnocení se používá následující tabulka vycházející z Cohenovy (Hendl, 2004):

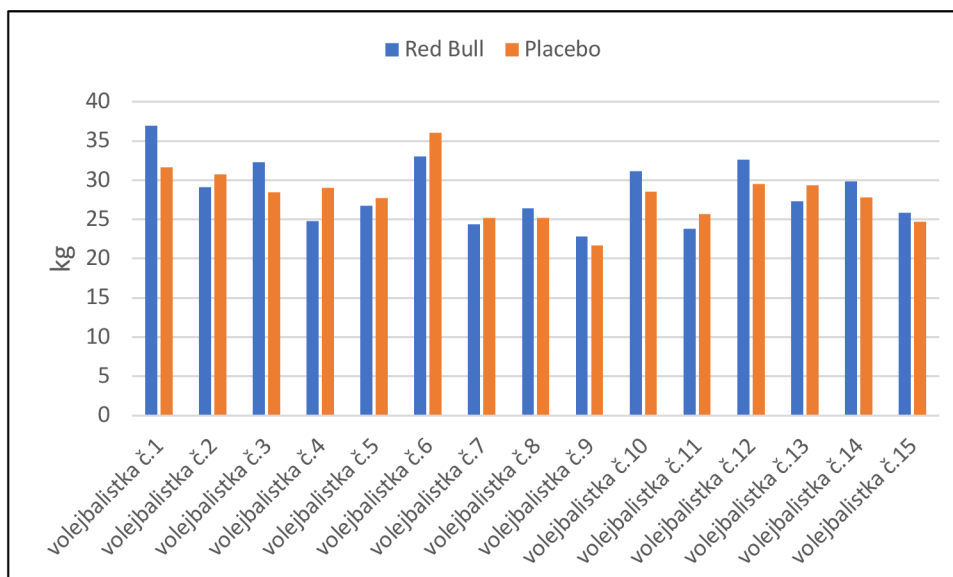
- $d \geq 0,80$ = velký efekt,
- $d = 0,50$ až $0,80$ = střední efekt,
- $d = 0,20$ až $0,50$ = malý efekt

K zodpovězení vědeckých otázek jsme využili kombinaci statistické a věcné významnosti. Statisticky ověřené výsledky nám pomohly zjistit, zda energetický nápoj Red Bull, má nějaký efekt na rychlostně silový a odrazový výkon volejbalových hráčků výkonnostní úrovně.

5 Výsledky

5.1 Ruční dynamometr

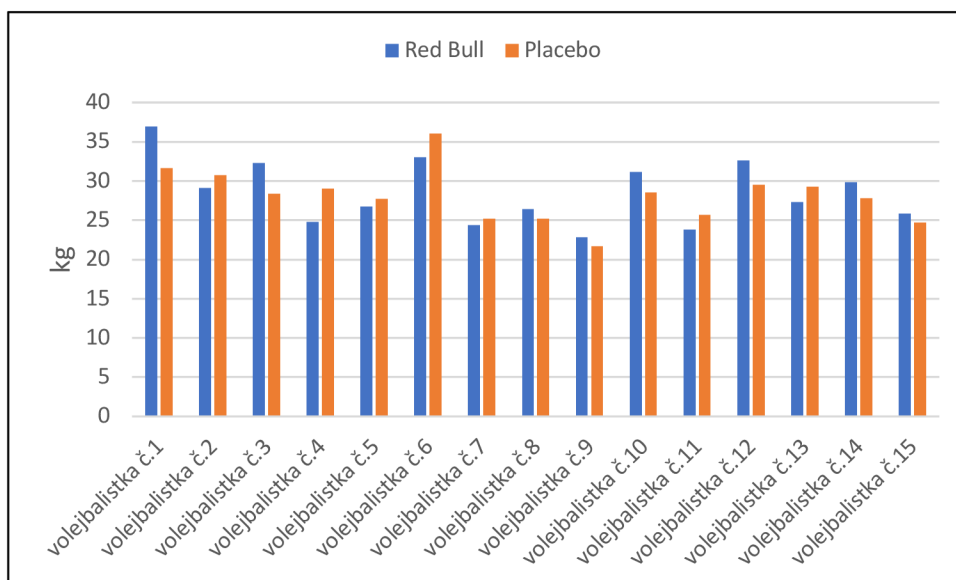
Z grafu č. 1 lze vyčíst jednotlivé naměřené hodnoty maximální síly stisku pravé ruky po požití nápoje Red Bull a placebo. Průměrné hodnoty po požití energetického nápoje činí $29,6 \pm 4,7$ kg a po požití placebo $28,2 \pm 4,8$ kg. Nejvyšší hodnota byla změřena u volejbalistky č. 1 a č. 14. Maximální síla stisku pravé ruky u nich dosahovala 36 kg, a to po požití energetického nápoje Red Bull. Nejnižší dosažená hodnota, po požití energetického nápoje Red Bull, byla 20,4 kg u volejbalistky č. 9. Nejvyšší hodnota, po požití placebo, dosáhla 35,5 kg u volejbalistky č. 6., naopak nejnižší 19,1 kg u volejbalistky č. 7. Probandi č. 3, 9 a 10 jsou leváci. Celkově tedy nejvyšší dosažená hodnota u maximální síly stisku pravé ruky byla po požití Red Bull energetického nápoje. Celkově nejnižší hodnota naopak po požití placebo. Nejvyšší hodnoty, po konzumaci placebo a nápoje Red Bull, byly téměř stejné. U nejnižších hodnot také nebyl markantní rozdíl. Nastala i situace, že výsledky po požití placebo byly vyšší než po požití Red Bullu, a to můžeme vidět v grafu č. 1 u volejbalistky č. 2. Na první pohled hodnoty po konzumaci Red Bull nápoje vypadají vyšší, ale jsou statisticky nevýznamné ($p=0,26$) s malou věcnou významností. Podle Cohenova koeficientu účinku je efekt malý s hodnotou $d=0,29$.



Graf 1

Maximální síla stisku pravé ruky

Na grafu č. 2 vidíme porovnání hodnot maximálního stisku levé ruky. Průměrné hodnoty po požití energetického nápoje činí $28,5 \pm 3,9$ kg a po požití placeba $28,1 \pm 3,3$ kg. Nejvyšší hodnota 36,9 kg dosahovala u volejbalistky č.1, a to opět po požití energetického nápoje Red Bull. Nejnižší hodnota, po požití nápoje Red Bull, byla 22,8 kg u volejbalistky č. 9. Po konzumaci placeba nejvyšší hodnota dosahovala rovných 36 kg u hráčky č. 6, nejnižší 21,7 kg opět u volejbalistky č. 9. Celkově nejvyšší naměřená hodnota byla 36,9 kg, a to po konzumaci Red Bull nápoje. Celkově nejnižší naměřená hodnota 21,7 kg, a to po požití placeba. Nejvyšší a nejnižší hodnoty, po požití placeba, nejsou o moc nižší než hodnoty po požití Red Bull energetického nápoje. Výsledky, po konzumaci Red Bullu, nebyly vždy vyšší než výsledky po konzumaci placeba. Například volejbalistka č. 6 měla vyšší výsledky po požití placeba než po požití Red Bullu. Naměřené hodnoty u maximální síly stisku levé ruky jsou statisticky i věcně nevýznamné. Hladina statistické významnosti vyšla $p=0,59$ a věcná významnost $d=0,11$, tudíž se podle Cohenova d nejedná ani o malý efekt.



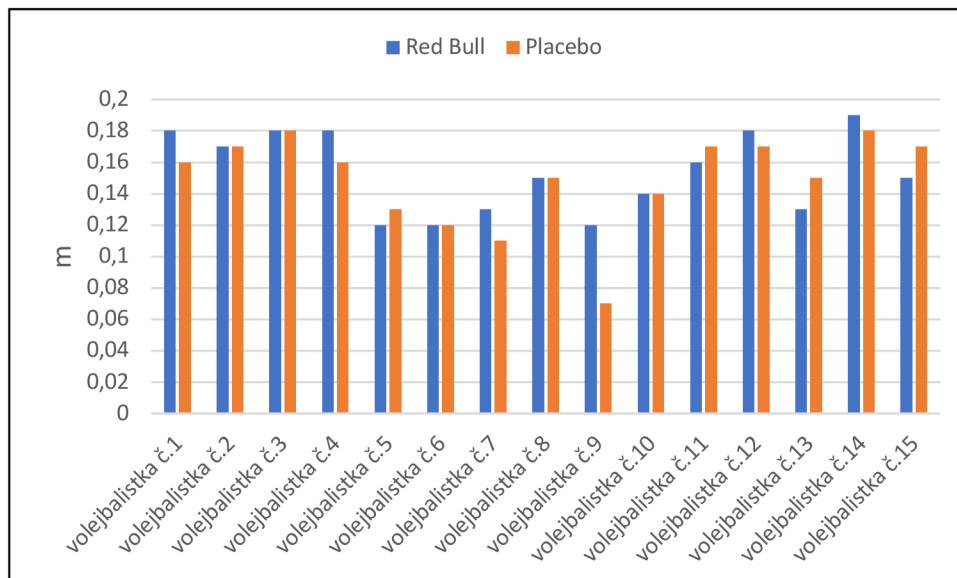
Graf 2

Maximální síla stisku levé ruky

5.2 Boscův test

Výsledky z grafu č. 3 poukazují na výsledné hodnoty průměrné výšky výskoku s odrazem z pravé nohy, po požití nápoje Red Bull a placeba. Průměrné hodnoty po požití energetického nápoje činí $0,2 \pm 0$ m a po požití placeba $0,1 \pm 0$ m. Nejvyšší

průměrné výšky výskoku dosáhla volejbalistka č. 14 s hodnotou 0,19 metrů po požití Red Bull nápoje. Nejnižší hodnota, po požití energetického nápoje, byla 0,12 metrů. Této hodnoty dosáhla hráčka č. 5,6 i 9. Nejvyšší naměřené hodnoty, po požití placebo, byly 0,18 metrů, které patří hráčkám č. 3 a 4. Nejnižší výsledek byl 0,07 metrů u volejbalistky č. 9. Celkově nejvyšší hodnoty se dosáhlo po požití Red Bull nápoje a nejnižší po požití placebo. U nejvyšších hodnot Red Bullu a placebo nebyl takový rozdíl, jako u hodnot nejnižších. Až na nějaké výjimky, jsou hodnoty průměrné výšky výskoku s odrazem z pravé nohy, po konzumaci Red Bullu a placebo, podobné. Volejbalistky č. 5, 11, 13 a 15 měly vyšší hodnoty po požití placebo. Rozdíl výsledků výskoku s odrazem z pravé dolní končetiny po užití Red Bullu a placebo není statisticky ($p=0,33$) ani věcně ($d=0,17$) významný.

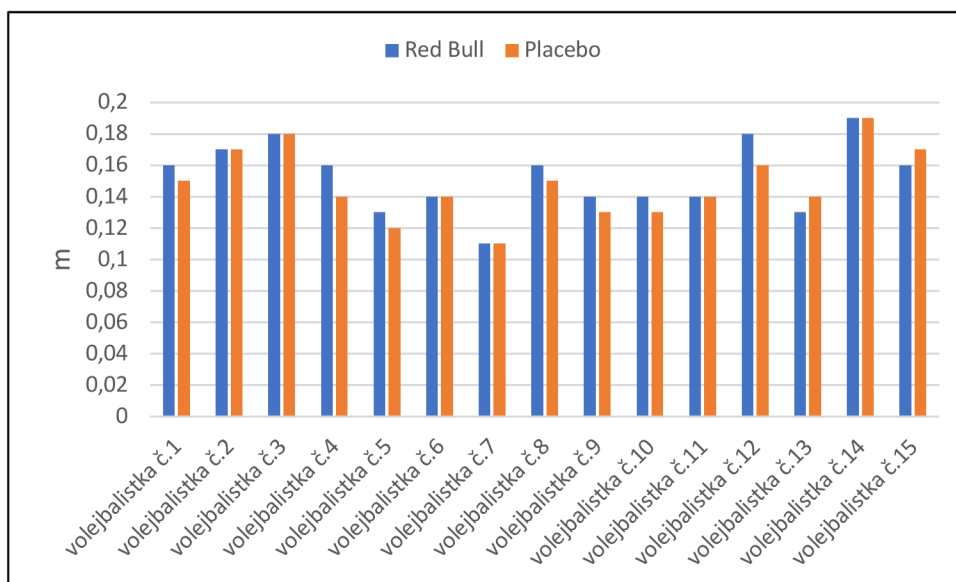


Graf 3

Průměrná výška výskoku s odrazem z pravé nohy

Na grafu č. 4 vidíme naměřené hodnoty průměrné výšky výskoku s odrazem z levé nohy. Průměrné hodnoty po požití energetického nápoje činí $0,2 \pm 0$ m a po požití placebo $0,1 \pm 0$ m. Hodnoty s odrazem levé nohy jsou vyrovnanější než hodnoty s odrazem z pravé nohy. Nejvyšší hodnota dosáhla 0,19 metrů u volejbalistky č. 14, která této hodnoty dosáhla, jak po požití energetického nápoje Red Bull, tak i po požití placebo. Nejnižší hodnota, po konzumaci nápoje Red Bull i placebo, byla 0,11 metrů u volejbalistky č. 7. Tentokrát tedy nejvyšší i nejnižší hodnoty byly u obou nápojů stejné.

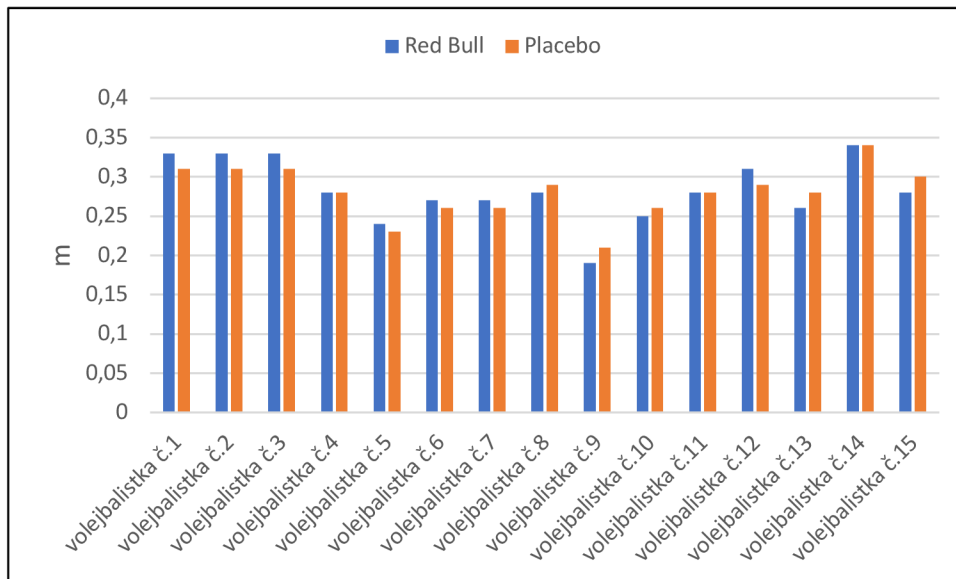
Hráčky č. 1,2, 4, 5, 8, 9, 10, a 12 dosáhly vyšších hodnot po požití energetického nápoje. Naopak hráčky č. 2, 3, 6 a 14 měly úplně stejné výsledné hodnoty po požití energetického nápoje i placebo. Pouze hráčky č. 13 a 15 měly vyšší průměrnou výšku výskoku s odrazem z levé dolní končetiny po požití placebo. Rozdíl hodnot vyšel staticky ($p=0,07$) nevýznamný. Cohenův koeficient ($d=0,22$) značí malý efekt.



Graf 4

Průměrná výška výskoku s odrazem z levé nohy

Z posledního grafu č. 5 této podkapitoly, vidíme výsledné hodnoty průměrné výšky výskoku s odrazem snožmo. Průměrné hodnoty po požití energetického nápoje činí $0,3 \pm 0$ m a po požití placebo $0,3 \pm 0$ m. Nejvyšší hodnota, po konzumaci nápoje Red Bull a placebo, byla opět stejná a dosáhla 0,34 metrů. Volejbalistka č. 14 dosáhla této hodnoty, jak po požití Red Bull nápoje, tak i po požití placebo. Nejnižší výsledek vyšel tentokrát po požití energetického nápoje Red Bull, kdy výskok volejbalistky č. 9 měřil 0,19 metrů. Tato hráčka vyskočila 0,21 metrů po požití placebo, což je více než po požití Red Bullu. Nebyla jedinou hráčkou s vyšším výskokem po požití placebo. Volejbalistky č. 8, 10, 13 a 15 měly také vyšší hodnoty výskoku po požití tohoto nápoje. Rozdíl výsledků výskoků s odrazem snožmo po užití Red Bullu a placebo není statisticky ($p=0,62$) ani věcně ($d=0,06$) významný.



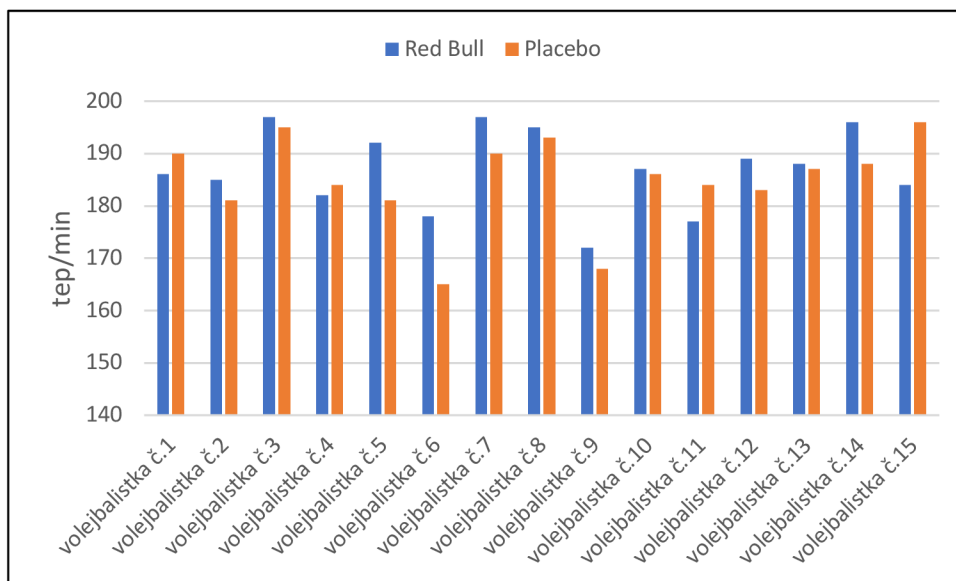
Graf 5

Průměrná výška výskoku s odrazem snožmo

5.3 Wingate test

5.3.1 Maximální srdeční frekvence

V grafu č. 6 máme výsledné hodnoty maximální srdeční frekvence naměřené během Wingate testu. Průměrné hodnoty po požití energetického nápoje činí $187 \pm 7,4$ t/min a po požití placebo $184,7 \pm 8,5$ t/min. Nejvyšší naměřená hodnota srdeční frekvence, po požití energetického nápoje, dosáhla 197 tepů/min u hráček č. 3 a 7. Nejvyšší naměřená hodnota, po požití placebo, dosáhla 196 tepů/min u volejbalistky č. 15. Volejbalistky č. 1, 4, 11 a 15 dosáhly vyšší maximální srdeční frekvence po požití placebo. K celkově nejvyšší hodnotě maximální srdeční frekvence došlo po konzumaci energetického nápoje Red Bull, ale rozdíl s nejvyšší naměřenou hodnotou, po požití placebo, nebyl velký. Nejnižší hodnota maximální frekvence byla naměřena hráčce č. 6, a to 165 tepů/min po konzumaci placebo. Rozdíl hodnot maximální srdeční frekvence byl prokázán jako věcně ($d=0,29$) významný, ale statisticky ($p=0,21$) nevýznamný.

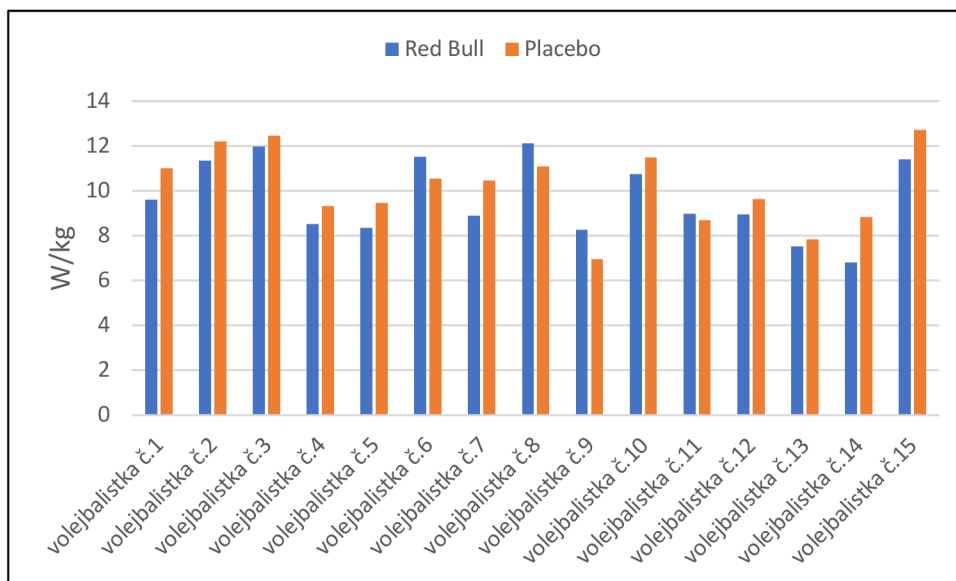


Graf 6

Výsledky maximální srdeční frekvence

5.3.2 Maximální relativní výkon

Na grafu č. 7 vidíme porovnané hodnoty maximálního relativního výkonu po požití Red Bullu a placeba. Průměrné hodnoty po požití energetického nápoje činí $9,7 \pm 1,7$ W/kg a po požití placeba $10,2 \pm 1,6$ W/kg. Nejvyšší hodnoty dosáhla, po požití placeba, hráčka č.15, jejíž maximální relativní výkon byl 12,71 W/kg. Nejvyšší hodnoty, po požití Red Bull nápoje, dosáhla hráčka č. 8 s 12,13 W/kg. Celková nejnižší hodnota nastala, po požití nápoje Red Bull, u hráčky č. 14 s 6,82 W/kg. Nejnižší hodnota, po požití placeba, byla 6,96 W/kg u hráčky č. 9. Celková nejvyšší hodnota je již zmíněných 12,71 W/kg. Volejbalistky číslo 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 12, 13, 14 a 15 měly vyšší maximální relativní výkony po požití namíchaného placeba. Rozdíl hodnot maximálního relativního výkonu po užití Red Bullu a placeba vyšel jako statisticky ($p=0,07$) nevýznamný. Podle Cohenova koeficientu účinku je efekt malý s hodnotou $d=0,31$.

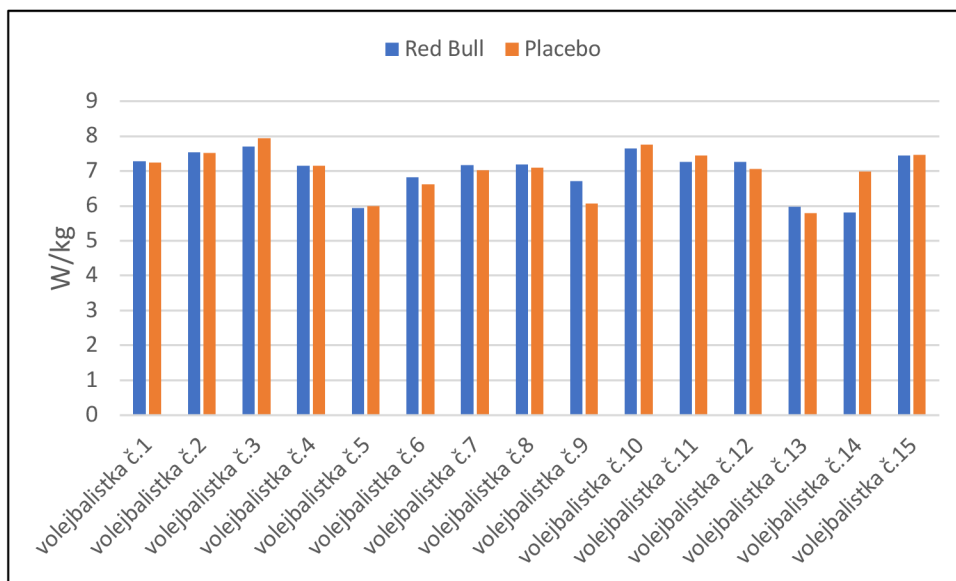


Graf 7

Výsledky maximálního relativního výkonu

5.3.3 Průměrný relativní výkon

Graf č. 8 vyhodnotil naměřené výsledky průměrného relativního výkonu po konzumaci Red Bull nápoje a placebo. Průměrné hodnoty po požití energetického nápoje a placebo jsou stejné, činí $7 \pm 0,6$ W/kg. Volejbalistky č. 3, 5, 10, 11, 14 a 15 měly změřený vyšší průměrný relativní výkon po požití placebo. Nejvyšší průměrný výkon ze všech probandů, měla hráčka č. 3, a to právě po požití placebo. Nejvyšší naměřený průměrný výkon, po požití energetického nápoje, měla opět hráčka č. 3 s 7,7 W/kg. Hodnoty jsou dá se říct velmi vyrovnané a není mezi nimi dramatický rozdíl, až na nějaké výjimky. Rozdíl hodnot byl prokázán jako statisticky ($p=0,86$) i věcně ($d=0,03$) nevýznamný.

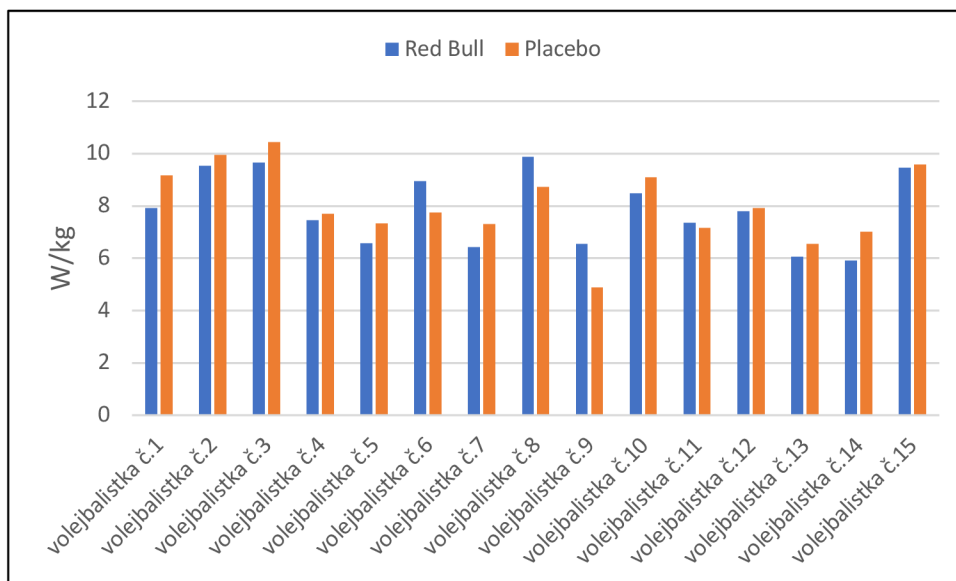


Graf 8

Výsledky průměrného relativního výkonu

5.3.4 Maximální 5s výkon

Na grafu č. 9 vidíme změřené hodnoty maximálního 5s výkonu volejbalistek. Výsledné vložené hodnoty jsou po konzumaci energetického nápoje a placeba. Průměrné hodnoty po požití energetického nápoje činí $7,9 \pm 1,3$ W/kg a po požití placeba $8 \pm 1,4$ W/kg. Nejvyššího maximálního 5s výkonu dosáhla hráčka č. 3 s $10,44$ W/kg, a to po konzumaci placeba. Nejnižší hodnoty dosáhla hráčka č. 9, také po požití placeba. Druhou nejvyšší změřenou hodnotou 5s výkonu dosáhla volejbalistka č. 2, také po požití placeba. Výsledná hodnota byla $9,94$ W/kg. Jediné hráčky č. 6, 8, 9, a 11 měly vyšší maximální 5s výkon po požití energetického nápoje. Cohenův koeficient $d=0,12$ značí žádný efekt, přičemž i rozdíl je statisticky ($p=0,46$) nevýznamný.

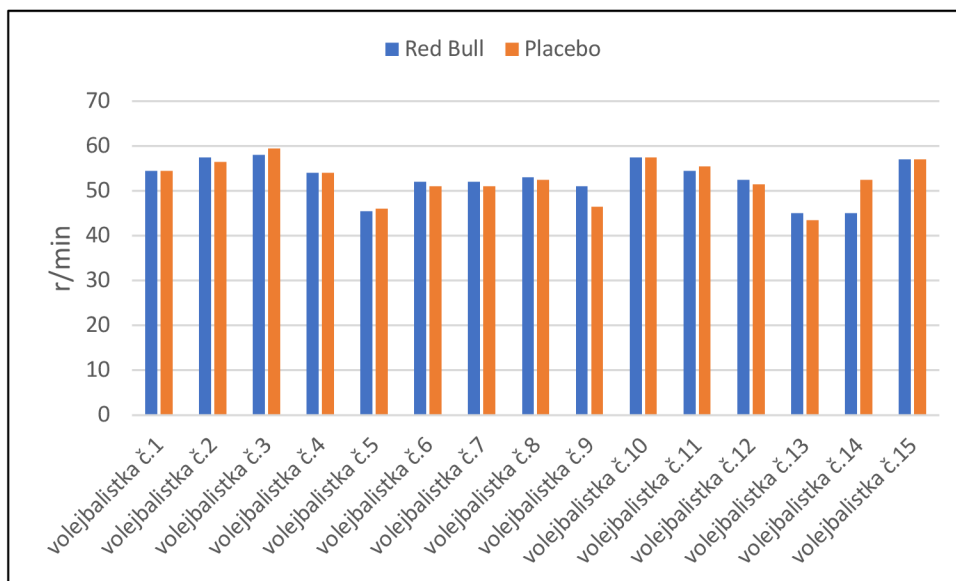


Graf 9

Výsledky maximálního 5s výkonu

5.3.5 Otáčky

Hodnoty, po konzumaci placebo a Red bullu, jsou velmi vyrovnané. Průměrné hodnoty po požití energetického nápoje činí $52,6 \pm 4,3$ r/min a po požití placebo $52,6 \pm 4,4$ r/min. Nejvyšších otáček dosáhla volejbalistka č. 3 po požití placebo. Výsledná změřená hodnota dosáhla 59,5 r/min. Druhá nejvyšší změřená hodnota byla 58 r/min znova u té samé hráčky, tentokrát po požití energetického nápoje Red Bull. Šest volejbalistek mělo vyšší otáčky po požití energetického nápoje, čtyři úplně stejné otáčky po požití obou nápojů, a zbývajících pět vyšší po požití placebo. Nejnižších otáček dosáhla hráčka č. 13 s 43,5 r/min, a to po konzumaci placebo. Dle Cohenova koeficientu účinku ($d=0$) jsou výsledky zcela bez efektu a nevýznamné. Rozdíl výsledků po užití Red Bullu a placebo se prokázal jako statisticky ($p=1$) nevýznamný.

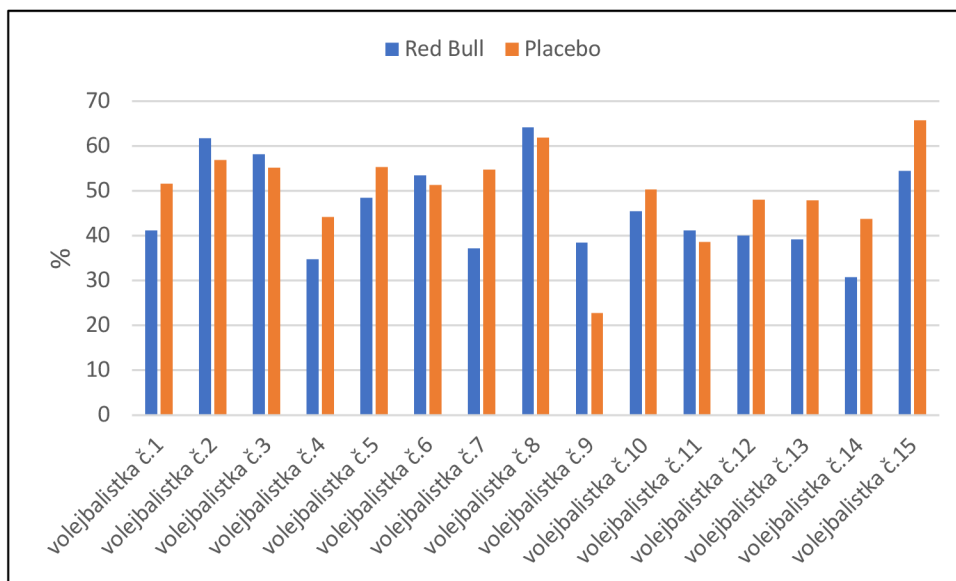


Graf 10

Výsledky otáček během Wingate testu

5.3.6 Index únavy

Na grafu č. 11 vidíme výsledné hodnoty indexu únavy. Tentokrát výsledky nejsou na první pohled vyrovnané. Průměrné hodnoty po požití energetického nápoje činí $45,9 \pm 9,9 \%$ a po požití placebo $49,9 \pm 9,9 \%$. Volejbalistky č. 2, 3, 6, 8, 9 a 11 mají vyšší index únavy po požití energetického nápoje Red Bull. Naopak hráčky č. 1, 4, 5, 7, 10, 12, 13, 14 a 15 mají vyšší index únavy po požití placebo. Nejvyššího indexu únavy dosáhla hráčka č. 15, po požití placebo a nejnižšího hráčka č. 9, také po požití placebo. Nejvyšší hodnota byla 65,68 %. Vyššího indexu únavy dosáhlo více hráček po konzumaci placebo. Rozdíl naměřených hodnot indexu únavy po užití Red Bullu a placebo není statisticky ($p=0,1$) významný, ale z hlediska věcné významnosti ($d=0,4$) ano.

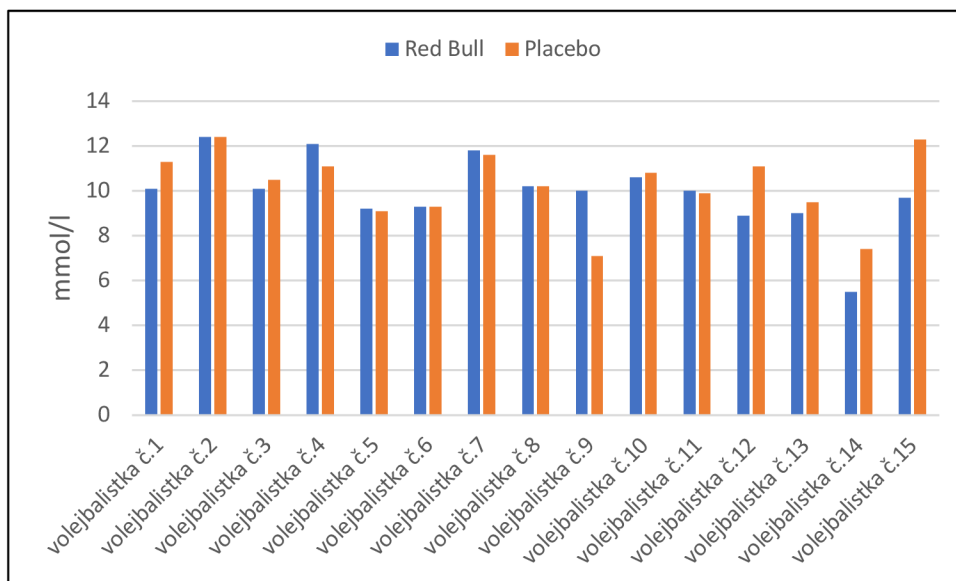


Graf 11

Výsledky indexu únavy během Wingate testu

5.3.7 Laktát

V grafu č. 12 spatříme změřené hodnoty koncentrace laktátu v krvi po uplynutí Wingate testu. Průměrné hodnoty po požití energetického nápoje činí $9,9 \pm 1,6$ mmol/l a po požití placebo $10,2 \pm 1,5$ mmol/l. Více hráček mělo vyšší koncentraci laktátu v krvi po požití placebo, a to konkrétně sedm. Tři hráčky měly stejné výsledky laktátu po požití placebo i Red Bullu. Pět hráček naopak vyšší laktát po požití energetického nápoje. Nejvyšší koncentraci laktátu v krvi měla hráčka č. 2 s hodnotou 12,4 mmol/l. Tuto stejnou hodnotu měla naměřenou i po požití placebo. Nejnižší hodnota byla naměřená po požití placebo u hráčky č. 14. Cohenův koeficient $d=0,2$ prokázal malý efekt, jinak rozdíl výsledků vyšel opět jako statisticky ($p=0,38$) nevýznamný.

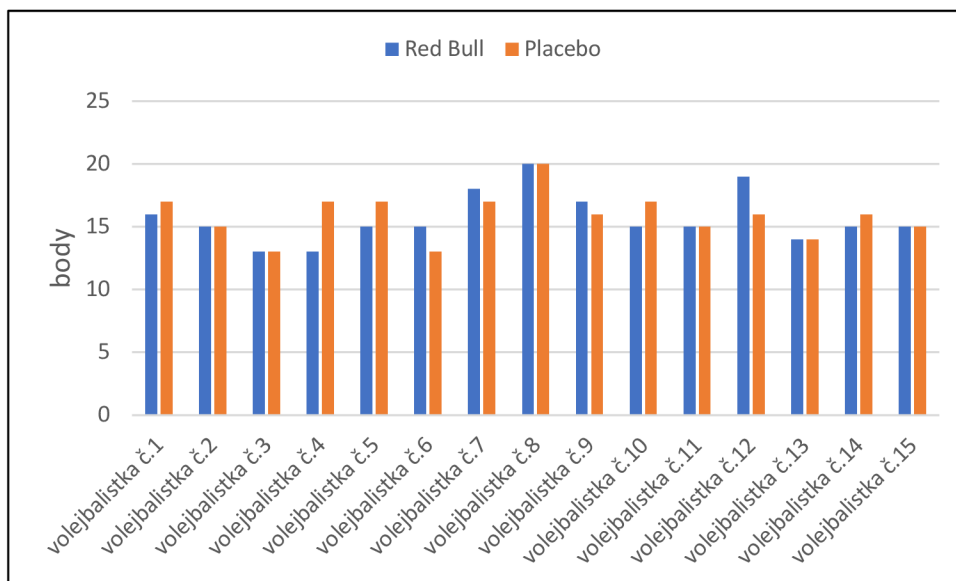


Graf 12

Výsledky koncentrace laktátu v krvi

5.3.8 Hodnocení dle Borgovy škály

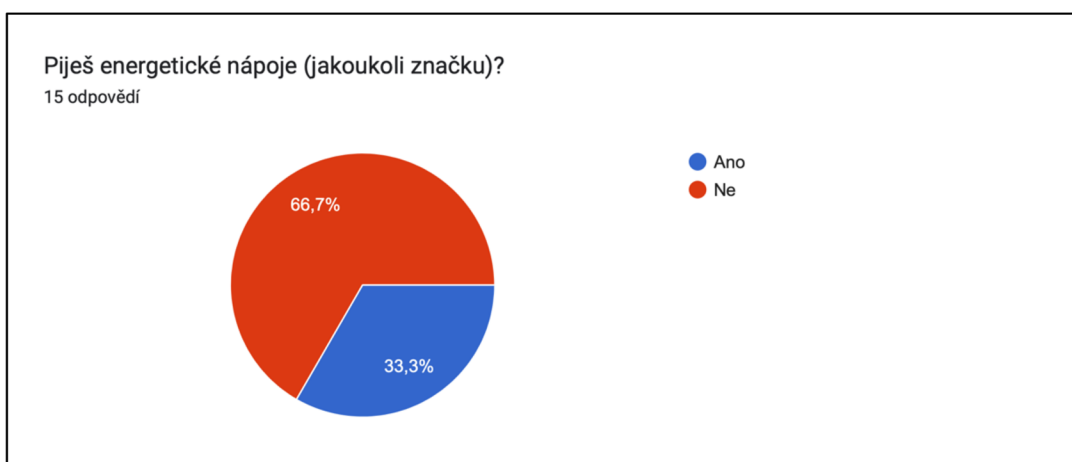
V grafu č. 13 vidíme hodnocení podle Borgovy škály po absolvování Wingate testů. Průměrné hodnoty po požití energetického nápoje činí $15,7 \pm 2$ body a po požití placebo $15,9 \pm 1,7$ bodů. Pět hráčkám se pocitově zdálo náročnější absolvovat Wingate test po požití placebo. Čtyřem hráčkám se zdál Wingate test náročnější po požití Red Bull nápoje. Šesti hráčkám přišlo obojí testování stejně náročné. Hráčka č. 8 zvolila u obou měření nejvyšší hodnotu 20, což znamená jako velmi náročné. K žádnému efektu u výsledků hodnocení nedošlo, protože rozdíl hodnot není statisticky ($p=0,66$) ani věcně ($d=0,11$) významný.



Graf 13
Výsledky hodnocení dle Borgovy škály

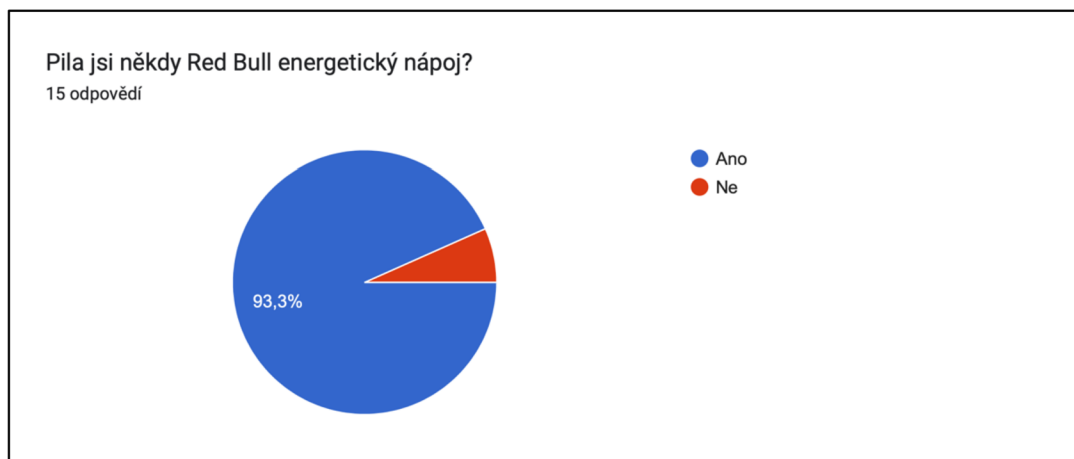
5.3.9 Dotazník

Pomocí vytvořeného dotazníku, jsme zjistili spotřebitelské návyky probandů ohledně energetických nápojů. V grafu č. 14 můžeme vidět procentuální odpovědi na otázku č. 1, která zjišťovala, zda probandi běžně požívají jakékoli energetické nápoje. 66,7 % probandů jakékoli energetické nápoje nepožívá. Zbýlých 33,3 % ano. Závěrem je, že více než půlka testovaných lidí, jakékoli energetické nápoje běžně nekonzumuje.



Graf 14
Odpovědi na otázku č. 1: Piješ energetické nápoje (jakoukoli značku)?

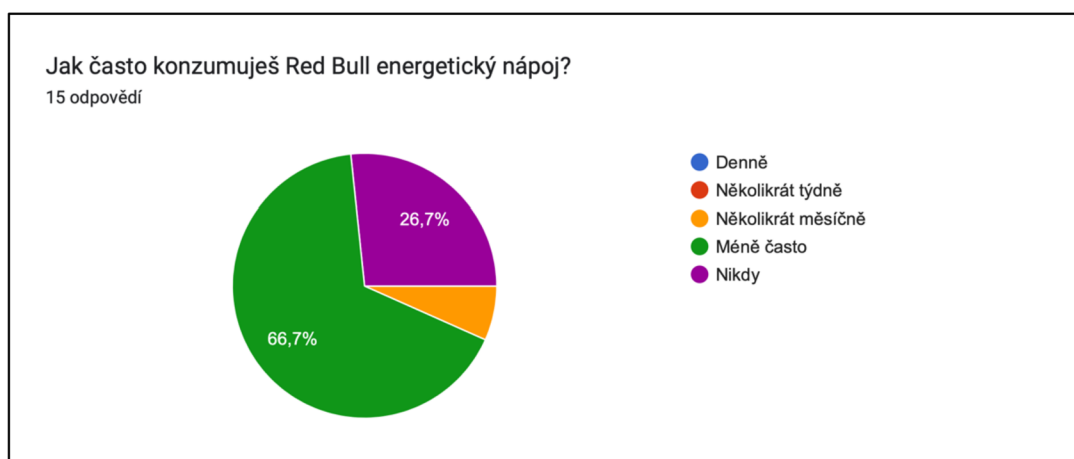
V grafu č. 15 jsme se dozvěděli, že 93,3 % probandů již energetický nápoj Red Bull někdy pila. Konkrétně 14 probandů už Red Bull energetický nápoj ochutnali. Pouze 1 testovaná hráčka, nikdy předtím tento nápoj nekonzumovala.



Graf 15

Odpovědi na otázku č. 2: Pila jsi někdy Red Bull energetický nápoj?

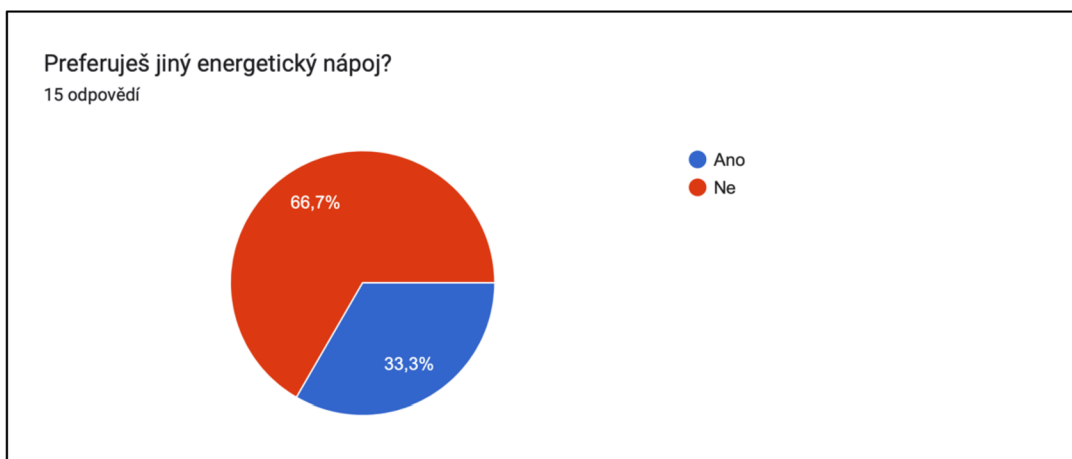
Graf č. 16 nám znázorňuje, jak často probandi energetický nápoj požívají. Přesně 66,7 % tedy 10 lidí nápoje konzumuje méně často. 26,7 % což jsou 4 probandi, je nepijí vůbec a jeden proband několikrát měsíčně.



Graf 16

Odpovědi na otázku č. 3: Jak často konzumuješ Red Bull energetický nápoj?

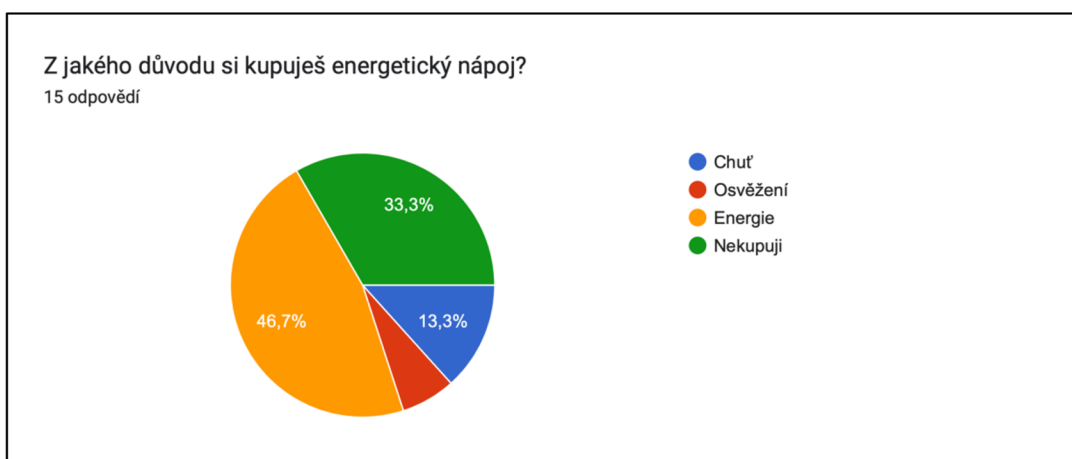
V dalším grafu č. 17 jsme zjistili, že 10 probandů jiný energetický nápoj nepreferuje. Tedy, když už si ho koupí, tak se jedná o značku Red Bull. Pět probandů má radši jiný energetický nápoj než Red Bull.



Graf 17

Odpovědi na otázku č. 4: *Preferuješ jiný energetický nápoj?*

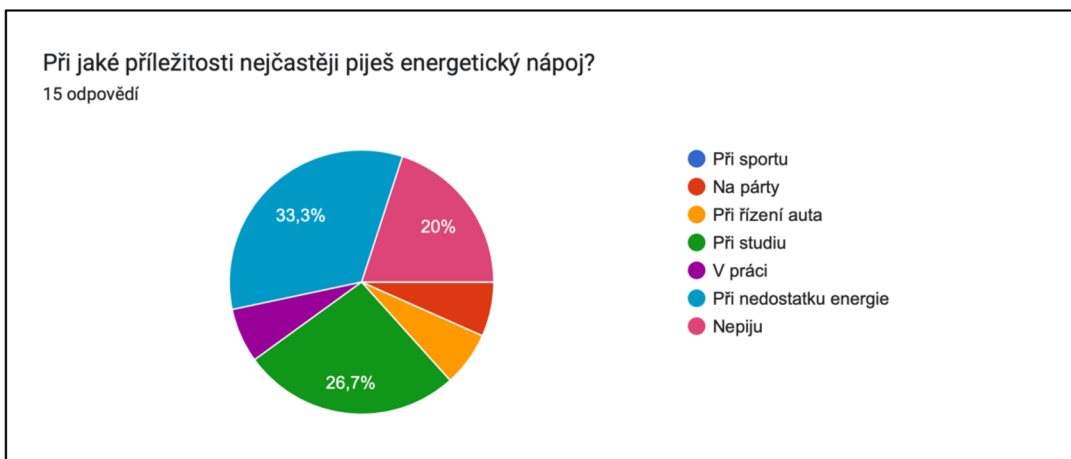
Graf č. 18 nám znázorňuje procentuální výsledky otázky č. 5. Sedm probandů, což je 46,7 % si kupuje energetické nápoje kvůli energii. Dvě testované osoby si ho kupují kvůli chuti, jedna kvůli osvěžení a pět probandů si ho nekupuje vůbec.



Graf 18

Odpovědi na otázku č. 5: *Z jakého důvodu si kupuješ energetický nápoj?*

V grafu č. 19 vidíme odpovědi na otázku č. 6, která se probandů ptala, při jaké příležitosti nejčastěji pijí energetický nápoj. Šest volejbalistek odpovědělo při nedostatku energie, čtyři při studiu, jedna v práci, jedna při řízení auta a jedna na oslavách. Tři hráčky odpověděly, že energetický nápoj při žádné z příležitostí nepijí.



Graf 19

Odpovědi na otázku č. 6: Při jaké příležitosti nejčastěji piješ energetický nápoj?

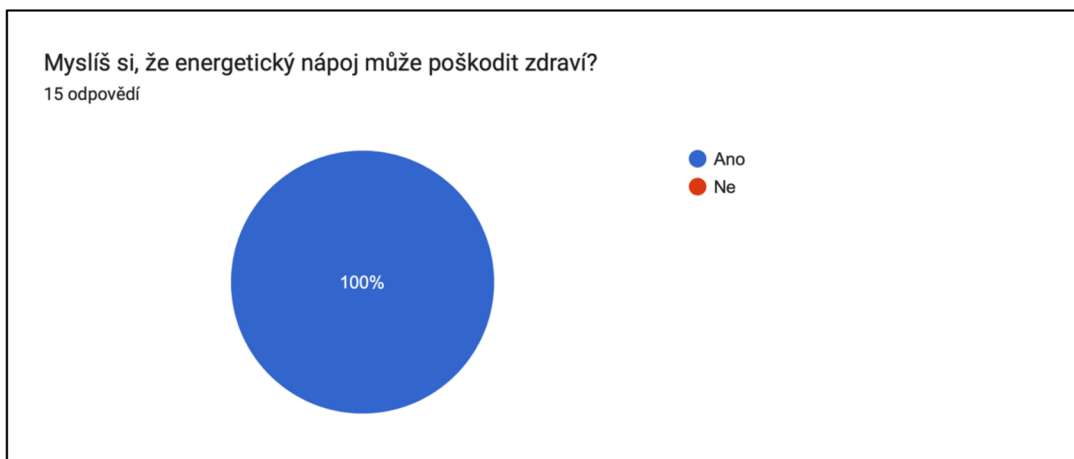
Graf č. 20 znázorňuje, že 78,6 % což je 11 probandů si při nákupu energetického nápoje nechte jeho složení. Tři hráčky, což je 21,4 % si při nákupu tohoto nápoje složení čtou a zajímá je. Jedna hráčka na tuto otázku neodpověděla. Hráčky si při nákupu energetického nápoje složení spíše nechtou a nezajímají se o to.



Graf 20

Odpovědi na otázku č. 7: Pokud si kupuješ energetický nápoj, zajímá tě jeho složení?

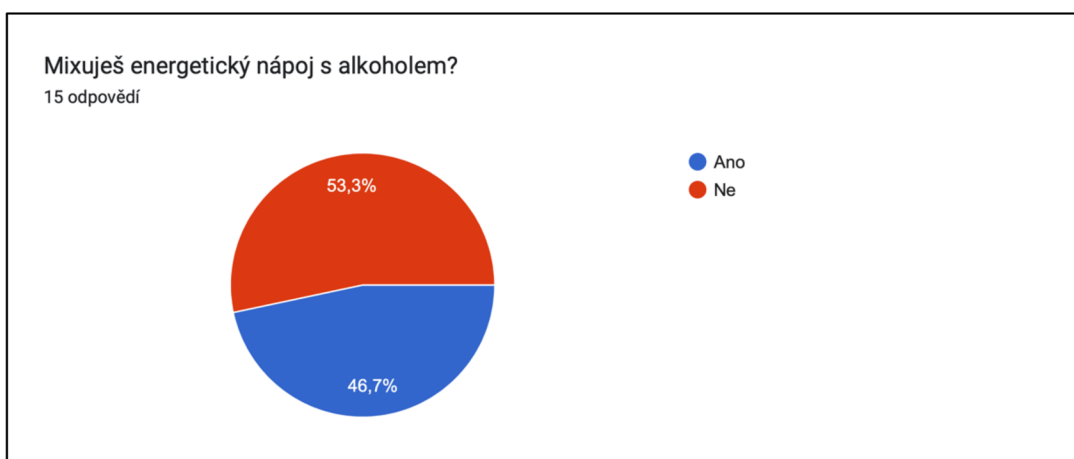
V následujícím grafu všichni probandi odpověděli, že si myslí, že energetický nápoj může poškodit zdraví.



Graf 21

Odpovědi na otázku č. 8: Myslíš si, že energetický nápoj může poškodit zdraví?

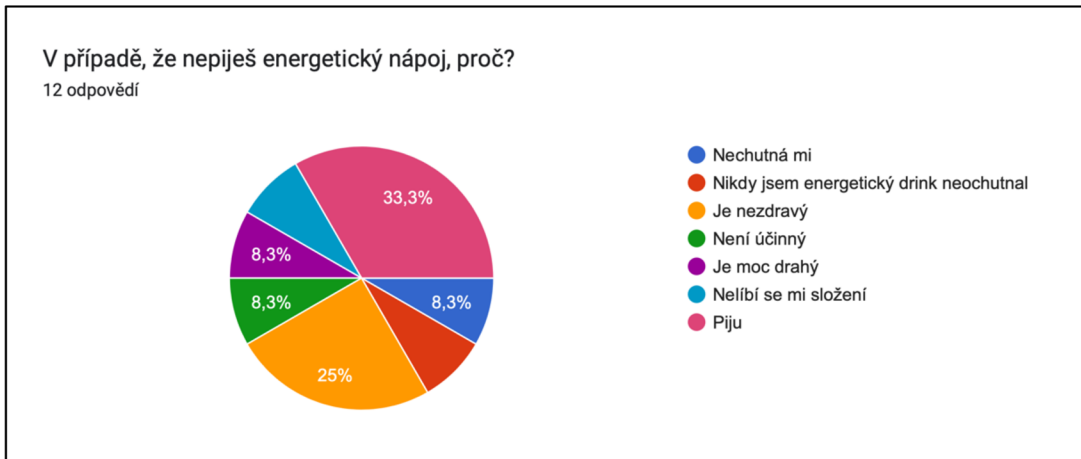
V grafu č. 22 jsme se probandů ptali, zda mixují alkohol s energetickým nápojem. Osm volejbalistek odpovědělo, že ne. Sedm naopak, že ano. Mixování alkoholu s energetickým nápojem je velmi oblíbené.



Graf 22

Odpovědi na otázku č. 9: Mixuješ energetický nápoj s alkoholem?

V poslední otázce jsme se volejbalistek ptali, že pokud nekonzumují běžně energetické nápoje, proč tomu tak je. Tři hráčky odpověděly kvůli tomu, že je nezdravý. Jedna hráčka ho v životě nechutnala. Jedna zaškrtnula, že jí nechutná. Další odpověděla, že jí přijde neúčinný. Jedné volejbalistce přijde moc drahý. Další si ho nekupuje kvůli tomu, že se jí nelíbí složení nápoje a čtyři odpověděly, že si ho kupují. Tři hráčky na tuto otázku neodpověděly.



Graf 23

Odpovědi na otázku č. 10: V případě, že nepiješ energetický nápoj, proč?

6 Diskuze

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit, zda Red Bull energetický nápoj bude mít efekt na rychlostně silový a odrazový výkon volejbalistek výkonnostní úrovně. Pro toto zjištění muselo všech 15 probandů podstoupit testování dvakrát. Jednou s požitím energetického nápoje Red Bull a podruhé s požitím placeba. Probandi však nevěděli, že se v jednom případě jedná o placebo. Veškeré nápoje se podávaly ve stejných neprůhledných láhvích s brčkem. Inspirací pro mě bylo několik podobných výzkumů týkajících se podobného tématu, například Kaczrowski et al., (2007), Astorino et al., (2012), Quinlivan et al., (2015) a Chtourou et al., (2019). Forbes et al. (2007) ve své studii zjišťoval vliv Red Bull energetického nápoje na anaerobní Wingate test a bench-press svalovou vytrvalost a využil stejných či podobných metod. Po získání všech výsledků, jsme naměřené hodnoty po požití energetického nápoje Red Bull, porovnali se získanými hodnotami po požití placeba, a mohli tak odpovědět na předem stanovené vědecké otázky.

Rychlostně silový a odrazový výkon jsme zjistili prostřednictvím ručního dynamometru, odrazové desky (Boscův test) a Wingate testu. Výsledky jsme ověřili pomocí statistického zpracování, a to konkrétně s použitím statistické a věcné významnosti. Statistická významnost byla stanovena pomocí t-testu na hladině významnosti 0,05 a pro vyhodnocení věcné významnosti byl použit Cohenův d , který se využívá k zjištění efektu mezi dvěma nezávislými proměnnými. Žádné porovnané výsledky nevyšly statisticky i věcně významné. Pouze v některých případech vyšla věcná významnost s malým efektem dle Cohenova d .

Rozdíl výsledků maximální síly stisku pravé ruky po užití Red Bullu a placeba je věcně významný s malým efektem ($d=0,29$), naopak u síly stisku levé ruky se prokázal jako ($d=0,11$) nevýznamný. U výskokové ergometrie, konkrétně u vertikálního výskoku s odrazem z levé nohy značí Cohenův koeficient účinku $d=0,22$ malý efekt. U odrazu z pravé nohy a odrazu snožmo se naměřené výsledky vyhodnotily jako nevýznamné. U Wingate testu jsme porovnávali tyto parametry: maximální srdeční frekvenci, maximální relativní výkon, průměrný relativní výkon, maximální 5s výkon, otáčky, index únavy, koncentraci laktátu v krvi a závěrečné hodnocení dle Borgovy škály. Pouze u maximální srdeční frekvence, maximálního relativního výkonu, indexu únavy a laktátu vyšla opět věcná významnost s malým efektem dle Cohenova d . U ostatních parametrů

vyšly hodnoty statisticky i věcně nevýznamné, tedy nedošlo mezi nimi k žádnému markantnímu efektu.

Součástí bakalářské práce je i krátký dotazník o deseti otázkách na téma konzumace energetických nápojů, který probandi v rámci praktické části vyplnili. Z dotazníku jsme se dozvěděli, že více než půlka testovaných lidí, konkrétně 10, běžně energetické nápoje nekonzumuje. Tudíž 10 probandů není pravidelnými konzumenty stimulačních nápojů, ale všichni, až na jednu osobu, energetický nápoj Red Bull doposud požili. Všechny testované osoby si myslí, že energetický nápoj může poškodit zdraví člověka. Strunecká & Patočka (2021) napsali, že vlivem nadměrné konzumace může dojít až ke ztrátě vědomí, mdlobě a poruše srdečního rytmu. S otázkou ohledně zdraví byl spojený další dotaz, jestli volejbalistky někdy mixují alkohol s energetickým nápojem. Sedm hráček z 15 odpovědělo, že ano, tudíž se potvrzuje, co psali Thombs et al. (2010) a O'Brien et al. (2008) ve svých studiích, kde zjistili, že mixování energetických nápojů s alkoholem je mezi mladistvými a vysokoškoláky velmi oblíbené. Deset testovaných osob konzumuje energetické nápoje méně často, a když už si ho koupí, nepreferují jiný než Red Bull. Jedna testovaná osoba nikdy předtím energetický nápoj nepila, tudíž při měření tento nápoj ochutnala poprvé v životě. Z dotazníku jsme se dozvěděli, že hráčky tento nápoj nepožívají z důvodu jeho složení, protože je nezdravý, přijde jim neúčinný, moc drahý a nechutná jim. Tři hráčky u této otázky žádnou z odpovědí nezvolily. Důvodem mohly být nevyhovující možnosti odpovědí. Také jsme zjistili, že ani jedna z hráček nekonzumuje energetický nápoj cíleně ve spojení se sportem pro lepší výkon. Konzumují ho nejčastěji v případě únavy a nedostatku energie, když se potřebují soustředit v práci, ve škole a při jízdě autem. Campbell et al. (2013) došel k závěru, že energetické nápoje opravdu mají efekt na kognitivní funkce. Konkrétně Alford et al. (2001) díky svému výzkumu zjistil, že energetický nápoj s obsahem kofeinu a taurinu ovlivnil bdělost, reakční dobu, koncentraci a paměť člověka.

V bakalářské práci jsme předem stanovili celkem 6 vědeckých otázek, na které jsme díky testování schopni odpovědět. Všechny otázky se vztahují k energetickému nápoji Red Bull a jeho efektu na naměřené výsledky.

VO1 se týká energetického nápoje Red Bull a jeho vlivu na anaerobní výkon u Wingate testu. Do této otázky zahrneme hned několik porovnávaných parametrů.

Maximální relativní výkon, zaznamenávaný ve Wattech, chápeme jako maximální výkon, který je testovaná osoba schopná během 30 sekund vygenerovat. U trénovaných sportovkyň tato hodnota dosahuje přibližně 9-13 W/kg. Nejvyšší naměřené hodnoty (12,71 W/kg) dosáhla hráčka po konzumaci placebo. Nejvyšší naměřená hodnota, po požití energetického nápoje, byla 12,13 W/kg. Celková nejnižší naměřená hodnota (6,82 W/kg) nastala, po požití energetického nápoje Red Bull, u volejbalistky, u které jsem si zaznamenala, že jí po konzumaci energetického nápoje bylo nevolno. Mohl to být také jeden z důvodů, proč hráčka nedosáhla vyššího maximálního výkonu. Celkem 11 hráček měly vyšší maximální výkony po požití namíchaného placebo, proto se prokázal Cohenův koeficient $d=0,29$ jako věcně významný s malým efektem. Rozdíly mezi změřenými hodnotami, po požití energetického nápoje a placebo, nebyly až tolik rozdílné, proto můžeme říct, že u tohoto parametru, energetický nápoj Red Bull neměl žádný významný efekt.

Výsledky průměrného relativního výkonu naměřené po konzumaci Red Bull nápoje a placebo, byly velmi vyrovnané a vyšly statisticky i věcně nevýznamné. Nejvyšší naměřená hodnota průměrného relativního výkonu vyšla 7,94 W/kg, a to po požití namíchaného placebo. Stejná hráčka dosáhla i nejvyššího naměřeného průměrného výkonu, po požití energetického nápoje. Celkem 6 hráček mělo vyšší průměrný výkon po placebo a zbylých 9 po Red Bullu. Výsledek opět ukázal, že energetický nápoj neměl významný vliv na tento parametr. Forbes et al. (2007) ve své studii prokázal, že energetický nápoj Red Bull nemá žádný významný vliv na maximální nebo průměrný výkon.

Dalším parametrem je maximální 5s výkon, u kterého hodnoty vyšly jako statisticky ($p=0,49$) i věcně ($d=0,12$) nevýznamné. Opět mezi změřenými hodnotami nebyl velký rozdíl, až na nějaké výjimky. 10,44 W/kg byl nejvyšší zaznamenaný maximální 5s výkon, u kterého hráčka před testováním požíla placebo. Nejnižší naměřený 5s výkon byl sice také po placebo, ale pouze čtyři hráčky měly vyšší maximální 5s výkon po konzumaci energetického nápoje. Znovu se zde neprojevil efekt energetického nápoje.

U otáček jsme narazili na stejný případ, kdy se rozdíl hodnot prokázal jako statisticky ($p=1$) i věcně ($d=0$) nevýznamný. Šest hráček měly vyšší otáčky po požití energetického nápoje, čtyři měly úplně stejné otáčky po konzumaci placebo i Red Bullu

a pět hráček vyšší otáčky po konzumaci placebo. Kvůli velmi vyrovnaným hodnotám nám vyšla statistická i věcná významnost bez jakéhokoli efektu.

Poslední parametr, který zahrnujeme k vědecké otázce číslo jedna, je maximální srdeční frekvence, u které rozdíl výsledků vyšel jako statisticky ($p=0,21$) nevýznamný, ale věcně ($d=0,29$) významný s malým efektem. Nejvyšší naměřená hodnota srdeční frekvence byla po konzumaci energetického nápoje. Pouze čtyři hráčky měly vyšší srdeční frekvenci po požití placebo. Pokud má testovaná osoba vyšší výkon a zároveň vyšší srdeční frekvenci, hodnotí se to pozitivně. Naopak vyšší srdeční frekvence a nižší výkon se hodnotí jako horší výkon (Heller, 2018). Celkem 11 hráček mělo vyšší srdeční frekvenci po požití energetického nápoje, ale ne vždy vyšší maximální výkon než po požití placebo. I přesto hodnoty vyšly věcně významné, ale pouze s malým efektem a nepovažujeme je za stěžejní.

Díky zjištěným výsledkům teď můžeme říct, že porovnání hodnot neprokázalo žádný významný vliv Red Bull energetického nápoje na anaerobní výkon u Wingate testu. Tento fakt prokázal ve své studii i Kaczrowski et al. (2007), v které zjišťoval efekt Red Bull energetického nápoje na anaerobní a odrazový výkon. V závěru výzkumu napsal, že dle jeho názoru a zpracovaných výsledků, Red Bull energetický nápoj nezvyšuje fyzickou výkonnost. K stejnému závěru došel i Mueller et al. (2007) ve svém výzkumu.

VO2 se zabývá vlivem Red Bull energetického nápoje na snížení hodnoty indexu únavy během Wingate testu. Jedná se o rychlost poklesu únavy během testu. Ve volejbale to můžeme chápat tak, jestli hráčka vydrží podávat maximální výkon po celou dobu výměny. Testovaná osoba s vyšším indexem únavy, vydrží podávat maximální výkon kratší dobu než hráčka s indexem únavy menším (Heller, 2018). Šest hráček mělo vyšší index únavy po požití energetického nápoje a devět hráček po konzumaci placebo. Tudíž můžeme říct, že 9 hráček mělo nižší index únavy po požití energetického nápoje Red Bull a mohly tak vlivem nápoje podávat maximální výkon delší dobu. Na druhou stranu je třeba říct, že index únavy je jedním z méně spolehlivých parametrů, protože může být ovlivněn strategií rozložení sil v testu. Můžeme tedy říct, že energetický nápoj může mít vliv na snížení hodnoty indexu únavy během Wingate testu, ale vzhledem k již okomentovaným výsledkům, nemá celkově vliv na anaerobní výkon u Wingate testu.

VO3 zjišťuje, zda pozátěžové hodnoty koncentrace laktátu v krvi budou po požití energetického nápoje vyšší. Nejvyšší naměřená hodnota koncentrace laktátu v krvi byla 12,4 mmol/l u hráčky, která této hodnoty docílila po požití energetického nápoje i placebo. Rozdíl výsledků vyšel věcně ($d=0,2$) významný s malým efektem, protože bylo více hráček, co mělo vyšší pozátěžové hodnoty koncentrace laktátu v krvi po konzumaci placebo. To je velmi zajímavé stanovisko, které akorát naznačuje tomu, že Red Bull energetický nápoj neměl žádný významný vliv na anaerobní výkon u Wingate testu a výrazně nezvyšoval pozátěžové hodnoty koncentrace laktátu v krvi. Tuto teorii potvrdil i Forbes et al. (2007) ve svém experimentu. Zjistil, že Red Bull energetický nápoj nemá významný vliv na koncentraci laktátu v krvi během Wingate testu.

VO4 se zabývá závěrečným hodnocením dle Borgovy škály u Wingate testu. Zajímalo nás, zda hodnocení Wingate testu bude nižší po požití energetického nápoje než po požití placebo. Pěti hráčkám se pocitově zdálo náročnější absolvovat Wingate test po požití placebo. Čtyřem hráčkám se zdál Wingate test náročnější po požití Red Bull nápoje. Důvodem může být i případná nevolnost, která se během testování u probandů párkrát objevila. Zajímavostí je, že se objevila pouze po vypití energetického nápoje. Šesti hráčkám přišlo obojí testování stejně náročné. Z hodnocení jsme tedy nezjistili žádné významné pocitové zlepšení s požitím energetického nápoje a nemůžeme říct, že hodnocení Wingate testu po požití energetického nápoje bylo nižší než po požití placebo. Navíc se rozdíl výsledků prokázal jako statisticky ($p=0,66$) i věcně ($d=0,11$) nevýznamný.

VO5 se týká Boscova testu a toho, zda hodnoty, po požití energetického nápoje, budou významně vyšší. Zjišťovali jsme průměrnou výšku výskoku s odrazem z pravé i levé nohy a s odrazem snožmo. Až na nějaké výjimky, vyšly hodnoty průměrné výšky výskoku s odrazem z pravé nohy, po konzumaci Red bullu a placebo, podobně. Stejný případ nastal u odrazu snožmo. Rozdíl naměřených výsledků u odrazu z pravé nohy a odrazu snožmo vyšel jako statisticky i věcně nevýznamný. Pouze u odrazu z levé nohy se potvrdil rozdíl výsledků jako věcně ($d=0,22$) významný s malým efektem. Sedm hráček měly lepší průměrnou výšku výskoku po požití energetického nápoje, šest hráček měly stejnou naměřenou výšku výskoku, jak po požití placebo, tak i Red Bullu a pouze dvě hráčky vyšší výšku výskoku po konzumaci placebo. Hodnoty byly velmi vyrovnané a nedá se tedy říct, že by se vlivem energetického nápoje Red Bull, průměrná výška výskoku s odrazem z levé nohy zvyšovala. Podle naší studie, energetický nápoj Red Bull neměl

žádný významný efekt na odrazový výkon. Výsledky korespondují s výsledky Kaczrowski et al. (2007), která ve svém měření neprokázala vliv energetického nápoje Red Bull na odrazový výkon.

V poslední vědecké otázce (VO6) se ptáme na to, jestli výsledné hodnoty ručního dynamometru budou vyšší po požití energetického nápoje. Zjišťovali jsme maximální stisk pravé i levé ruky. U maximálního stisku pravé ruky vyšel rozdíl výsledků jako statisticky ($p=0,26$) nevýznamný s malým efektem věcné ($d=0,29$) významnosti. Deset hráček mělo vyšší maximální stisk pravé ruky po konzumaci energetického nápoje než po konzumaci placebo. To, ale může být ovlivněno i lateralitou ruky. Zbylých pět hráček to mělo přesně naopak. U maximálního stisku levé ruky naopak rozdíl hodnot, po užití Red Bullu a placebo, vyšel statisticky ($p=0,59$) i věcně ($d=0,11$) nevýznamný. Sedm hráček mělo naměřené vyšší hodnoty po požití placebo a zbylých osm naopak po požití energetického nápoje. V tomto případě se nedá určit, zda energetický nápoj má vliv na maximální sílu stisku. Výsledné hodnoty u ručního dynamometru nebyly významně vyšší po konzumaci energetického nápoje. Ke stejnému závěru došla i Goel et al. (2014) ve svém výzkumu, kde zjišťovala maximální stisk a reakční dobu sluchu po požití energetického nápoje Red Bull. Neprokázala vliv energetického nápoje na svalovou výkonnost, konkrétně na maximální sílu stisku, ale potvrdila pozitivní vliv nápoje na reakční dobu sluchu.

Za limity práce můžeme považovat, že volejbalistky podstoupily měření zhruba v polovině volejbalové hráčské sezóny, kdy je již markantně znát únava ze zátěže, a proto mohly být jejich výkony vlivem této velké tréninkové a zápasové zátěže lehce ovlivněny. Také je důležité vzít v úvahu vliv psychického rozpoložení každého jedince před testováním (kvalitní spánek, psychická pohoda vs. stres, též rozdílná denní doba testování) a aktuálního fyzického stavu (zdravý jedinec či mírná fyzická indispozice). Dále též stravovací návyky a pitný režim (testování po lehkém jídle, na lačný žaludek, po vydatném těžkém jídle a podobně). I když jsme testované osoby žádali o dodržení námi stanovených pokynů připravenosti jedince před měřením, nebylo možné jejich dodržování uhlídat.

7 Závěr

Cílem naší bakalářské práce bylo zjistit, jestli energetický nápoj Red Bull má vliv na rychlostně silový a odrazový výkon volejbalistek výkonnostní úrovně. Měření, které proběhlo v polovině sezóny 2023/2024 v laboratoři zátěžové funkční diagnostiky na KTVS JU, se zúčastnilo patnáct prvoligových volejbalistek klubu VK Madeta České Budějovice, které souhlasily s otestováním na bicyklovém ergometru, odrazové desce a ručním dynamometru. Jednou měření podstoupily s požitím energetického nápoje Red Bull a podruhé s požitím placeba. Naměřené hodnoty po konzumaci Red Bull energetického nápoje jsme porovnali s hodnotami po požití placeba.

Nepotvrdili jsme žádný významný vliv Red Bull energetického nápoje na sledovaný výkon. Výsledky jsme ověřili pomocí statistického zpracování, a to konkrétně s použitím statistické a věcné významnosti. Žádné porovnané výsledky nevyšly statisticky i věcně významné. Pouze v některých případech vyšla věcná významnost s malým efektem dle Cohenova d . Díky zjištěným výsledkům a literatuře jsme byli schopni zodpovědět předem stanovené vědecké otázky a splnit veškeré úkoly práce.

Z výsledků naší práce je zřejmé, že rozdíly hodnot (Red Bull vs. placebo) všech zkoumaných anaerobních parametrů u Wingate testu vyšly statisticky nevýznamné ($p > 0,05$). Věcná významnost, podle Cohenova d , byla zjištěna u čtyř parametrů s malým efektem ($d = 0,20$ až $0,50$), ten na výsledek neměl významný vliv. Tímto faktem byla zodpovězena vědecká otázka 1.

Devět hráček z 15 mělo nižší index únavy po požití energetického nápoje Red Bull. Drink tedy může mít významný vliv na snížení hodnoty indexu únavy ve Wingate testu. Tímto byla zodpovězena vědecká otázka 2.

Výsledky pozátěžových hodnot koncentrace laktátu v krvi byly u čtyř hráček stejné, jak po požití energetického nápoje, tak i placebo. Ze zbylých 11 hráček mělo 7 vyšší pozátěžové hodnoty laktátu po požití placeba. Red Bull energetický nápoj neměl významný efekt na laktát v krvi. Tímto byla zodpovězena vědecká otázka 3.

Z výsledků jsme zjistili, že absolvování Wingate testu po požití energetického nápoje a placebo, přišlo šesti hráčkám stejně náročné. Pěti hráčkám se pocitově zdálo náročnější absolvovat Wingate test po požití placeba a čtyřem hráčkám po požití Red Bull nápoje. Nejistili jsme žádné významné pocitové zlepšení s požitím energetického drinku. Tato skutečnost nám odpovídá na vědeckou otázku 4.

Naměřené hodnoty u Boscova testu byly po požití obou nápojů velmi podobné. Pouze u výskoku s odrazem z levé nohy jsme prokázali věcnou významnost s malým efektem ($d=0,22$), který na výsledek neměl významný vliv. Tímto faktem byla zodpovězena vědecká otázka 5.

U maximální síly stisku pravé ruky jsme podle Cohenova koeficientu účinku potvrdili malý efekt s hodnotou $d=0,29$. Naopak u stisku levé ruky vyšly hodnoty statisticky i věcně nevýznamné. Zjištěný efekt věcné významnosti může souviset s lateralitou ruky. Dvanáct účastnic z 15 byly praváci. Výsledné hodnoty u ručního dynamometru nebyly významně vyšší po konzumaci energetického nápoje. Tímto byla zodpovězena poslední vědecká otázka 6.

Mezi limity naší práce můžeme zařadit počet probandů. Výsledky by byly přesnější s vyšším počtem testovaných. Jako další limitující faktor bychom uvedli absolvování měření zhruba v polovině sezóny, protože výkony mohly být vlivem únavy z tréninků a zápasů lehce ovlivněny. Také je důležité vzít v úvahu, že výsledky mohly být ovlivněny stavem jedince před testováním, jako je psychický stav, kvalita spánku, stravovací návyky spolu s pitným režimem nebo aktuální fyzická kondice a zdravotní stav. Nutno též podotknout, že jsme měli omezený časový prostor v laboratoři na testování každého jednotlivého probanda. A dalším klíčovým limitem může být stanovené množství stimulačního nápoje.

Na základě důkazů získaných z měření se prokázalo, že Red Bull energetický nápoj v krátkém časovém úseku (20 min) neměl žádný efekt na výkon sportovců. Naše výsledky ukazují na fakt, že Red Bull nepřispívá ke zlepšení fyzických výkonů. Je možné, že pokud by práce nebyla ovlivněna limity zmíněnými v předchozím odstavci, zjištěné výsledky by mohly být odlišné.

Referenční seznam literatury

Periodika

- Alford, C., Cox, H., & Wescott, R. (2001). The effects of red bull energy drink on human performance and mood. *Amino acids*, 21(2), 139–150.
<https://doi.org/10.1007/s007260170021>
- An, S. M., Park, J. S., & Kim, S. H. (2014). Effect of energy drink dose on exercise capacity, heart rate recovery and heart rate variability after high-intensity exercise. *Journal of exercise nutrition & biochemistry*, 18(1), 31–39.
<https://doi.org/10.5717/jenb.2014.18.1.31>
- Ashton, L.A., & Myers, S.H. (2003). Serial Grip Strength Testing- Its Role In Assessment Of Wrist And Hand Disability. *The Internet Journal of Surgery*, 5.
- Astorino, T. A., Rohmann, R. L., & Firth, K. (2008). Effect of caffeine ingestion on one- repetition maximum muscular strength. *European journal of applied physiology*, 102(2), 127–132.
<https://doi.org/10.1007/s00421-007-0557-x>
- Astorino, T. A., Matera, A. J., Basinger, J., Evans, M., Schurman, T., & Marquez, R. (2012). Effects of red bull energy drink on repeated sprint performance in women athletes. *Amino acids*, 42(5), 1803–1808.
<https://doi.org/10.1007/s00726-011-0900-8>
- Ballard, S. L., Wellborn-Kim, J. J., & Clauson, K. A. (2010). Effects of commercial energy drink consumption on athletic performance and body composition. *The Physician and sportsmedicine*, 38(1), 107–117.
<https://doi.org/10.3810/psm.2010.04.1768>
- Barcelos, R. P., Lima, F. D., Carvalho, N. R., Bresciani, G., & Royes, L. F. (2020). Caffeine effects on systemic metabolism, oxidative-inflammatory pathways, and exercise performance. *Nutrition research (New York, N.Y.)*, 80, 1–17.
<https://doi.org/10.1016/j.nutres.2020.05.005>
- 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(2), 131–141.
<https://doi.org/10.1123/ijsnem.18.2.131>
- 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.
<https://doi.org/10.1519/18285.1>
- Bell, D. G., McLellan, T. M., & Sabiston, C. M. (2002). Effect of ingesting caffeine and ephedrine on 10k-m run performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(2), 344–349.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200202000-00024>
- Beunen, G. (2001). Physical growth, maturation and performance. *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual*, vol. 1, s. 65-90.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 50(2), 273–282.
<https://doi.org/10.1007/BF00422166>

- Bouckenooghe, T., Remacle, C., & Reusens, B. (2006). Is taurine a functional nutrient?. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 9(6), 728–733.
<https://doi.org/10.1097/01.mco.0000247469.26414.55>
- Campbell, B., Wilborn, C., La Bounty, P., Taylor, L., Nelson, M. T., Greenwood, M., Ziegenfuss, T. N., Lopez, H. L., Hoffman, J. R., Stout, J. R., Schmitz, S., Collins, R., Kalman, D. S., Antonio, J., & Kreider, R. B. (2013). International Society of Sports Nutrition position stand: energy drinks. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(1), 1.
<https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-1>
- Curry, K., & Stasio, M. J. (2009). The effects of energy drinks alone and with alcohol on neuropsychological functioning. *Human psychopharmacology*, 24(6), 473–481.
<https://doi.org/10.1002/hup.1045>
- Driss, T., Vandewalle, H., & Monod, H. (1998). Maximal power and force-velocity relationships during cycling and cranking exercises in volleyball players. Correlation with the vertical jump test. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 38(4), 286–293.
- Forbes, S. C., Candow, D. G., Little, J. P., Magnus, C., & Chilibeck, P. D. (2007). Effect of Red Bull Energy Drink on Repeated Wingate Cycle Performance and Bench-Press Muscle Endurance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17(5), 433-444.
<https://doi.org/10.1123/ijsnem.17.5.433>
- Gabbett, T. J., & Georgieff, B. (2006). The development of a standardized skill assessment for junior volleyball players. *International journal of sports physiology and performance*, 1(2), 95–107.
<https://doi.org/10.1123/ijspp.1.2.95>
- Garriguet D. (2008). Beverage consumption of children and teens. *Health reports*, 19(4), 17–22.
- Garth, A. K., & Burke, L. M. (2013). What do athletes drink during competitive sporting activities? *Sports medicine*, 43(7), 539–564.
<https://doi.org/10.1007/s40279-013-0028-y>
- Geiß, K. R., Jester, I., Falke, W., Hamm, M., & Waag, K. L. (1994). The effect of a taurine-containing drink on performance in 10 endurance-athletes. *Amino acids*, 7(1), 45–56.
<https://doi.org/10.1007/BF00808445>
- Ghazaleh, L., Enayati, A., Delfan, M., Bamdad, S., Laher, I., Granacher, U., & Zouhal, H. (2024). Effects of caffeine supplementation on anaerobic power and muscle activity in youth athletes. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 16(1), 23.
<https://doi.org/10.1186/s13102-023-00805-1>
- Goel, V., Manjunatha, S., & Pai, K. M. (2014). Effect of red bull energy drink on auditory reaction time and maximal voluntary contraction. *Indian journal of physiology and pharmacology*, 58(1), 17–21.
- Guilbeau J. R. (2012). Health risks of energy drinks: what nurses and consumers need to know. *Nursing for women's health*, 16(5), 423–428.
<https://doi.org/10.1111/j.1751-486X.2012.01766.x>
- Heller, J., Bunc, V., Jürimäe, T., Smirnova, T. & Karelson, K. (1991). Anaerobní zátěžové „all out“ testy: Volba typu a doby trvání zátěže. *Časopis Lékařů českých*, 130(6), 164–168.

- Heller, J., Rokoš, V. & Zelenka, K. (1997). Anaerobní zátěžová diagnostika a její softwarové řešení. *Sborník referátů z Národní konference Tělesná výchova a sport na přelomu století*. FTVS UK.
- Higgins, J. P., Tuttle, T. D., & Higgins, C. L. (2010). Energy beverages: content and safety. *Mayo Clinic proceedings*, 85(11), 1033–10.
<https://doi.org/10.4065/mcp.2010.0381>
- Horne, J. A., & Reyner, L. A. (2001). Beneficial effects of an "energy drink" given to sleepy drivers. *Amino acids*, 20(1), 83–89.
<https://doi.org/10.1007/s007260170068>
- Huxtable R. J. (1992). Physiological actions of taurine. *Physiological reviews*, 72(1), 101–163.
<https://doi.org/10.1152/physrev.1992.72.1.101>
- Chtourou, H., Trabelsi, K., Ammar, A., Shephard, R. J., & Bragazzi, N. L. (2019). Acute Effects of an "Energy Drink" on Short-Term Maximal Performance, Reaction Times, Psychological and Physiological Parameters: Insights from a Randomized Double-Blind, Placebo-Controlled, Counterbalanced Crossover Trial. *Nutrients*, 11(5), 992.
<https://doi.org/10.3390/nu11050992>
- Jagim, A. R., Harty, P. S., Tinsley, G. M., Kerksick, C. M., Gonzalez, A. M., Kreider, R. B., Arent, S. M., Jager, R., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Campbell, B. I., VanDusseldorp, T., & Antonio, J. (2023). International society of sports nutrition position stand: energy drinks and energy shots. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 20(1), 2171314.
<https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2171314>
- Kaczowski, K., Lynnes, T., Lochowitz, W., & Spangberg, Ch. (2007). Red Bull improves sport performance: fact or fiction? *Journal of Undergraduate Kinesiology Research*.
- Kalinski, M. I., Norokowski, H., Kerner, M. S. & Tkaczuk, W.G. (2002). Anaerobic power characteristics of elite athletes in national level team-sport games. *European Journal of Sport Science*, 2(3), 1–13.
- Kenney, E.L., Gortmaker, S.L., Davison, K.K., & Bryan Austin, S. (2015). The academic penalty for gaining weight: a longitudinal, change-in-change analysis of BMI and perceived academic ability in middle school students. *International journal of obesity (2005)*, 39(9), 1408–1413.
<https://doi.org/10.1038/ijo.2015.88>
- Mafi, P., Mafi, R., Hindocha, S., Griffin, M., & Khan, W. (2012). A systematic review of dynamometry and its role in hand trauma assessment. *The open orthopaedics journal*, 6, 95–102.
<https://doi.org/10.2174/1874325001206010095>
- Malik, V. S., Popkin, B. M., Bray, G. A., Després, J. P., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2010). Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes care*, 33(11), 2477–2483.
<https://doi.org/10.2337/dc10-1079>
- 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.
<https://doi.org/10.1016/j.jpain.2006.08.006>

- Mets, M. A., Ketzer, S., Blom, C., van Gerven, M. H., van Willigenburg, G. M., Olivier, B., & Verster, J. C. (2011). Positive effects of Red Bull® Energy Drink on driving performance during prolonged driving. *Psychopharmacology*, *214*(3), 737–745. <https://doi.org/10.1007/s00213-010-2078-2>
- Mueller, E., Rado, L., Weise, M., & Cass, T. (2007). Effects of Red Bull on Wingate testing of college aged students. *Journal of the Department of Kinesiology*.
- Norris, F. W., & Wokes, F. (1956). Stability of B vitamins in pharmaceutical products. *The Journal of pharmacy and pharmacology*, *8*(11), 895–906. <https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.1956.tb12219.x>
- O'Brien, M. C., McCoy, T. P., Rhodes, S. D., Wagoner, A., & Wolfson, M. (2008). Caffeinated cocktails: energy drink consumption, high-risk drinking, and alcohol-related consequences among college students. *Academic emergency medicine: official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, *15*(5), 453–460. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2008.00085.x>
- Pačes, J., Zháněl, J., Vodička, T., Mudra, P., Vilím, M., & Hubáček, O. (2016). Analýza úrovně antropometrických a silových charakteristik tenistů a tenistek ve věku 11-12 let. *Studia Sportiva*, *10*(1):x-x. cit. 23.4.2020. <https://doi.org/10.5817/StS2016-1-13>
- Pickworth, W. B., & Fant, R. V. (1998). Endocrine effects of nicotine administration, tobacco and other drug withdrawal in humans. *Psychoneuroendocrinology*, *23*(2), 131–141. [https://doi.org/10.1016/s0306-4530\(97\)00075-9](https://doi.org/10.1016/s0306-4530(97)00075-9)
- Quinlivan, A., Irwin, C., Grant, G. D., Anoopkumar-Dukie, S., Skinner, T., Leveritt, M., & Desbrow, B. (2015). The effects of Red Bull energy drink compared with caffeine on cycling time-trial performance. *International journal of sports physiology and performance*, *10*(7), 897–901. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0481>
- Ragsdale, F. R., Gronli, T. D., Batool, N., Haight, N., Mehaffey, A., McMahon, E. C., Nalli, T. W., Mannello, C. M., Sell, C. J., McCann, P. J., Castello, G. M., Hooks, T., & Wilson, T. (2010). Effect of Red Bull energy drink on cardiovascular and renal function. *Amino acids*, *38*(4), 1193–1200. <https://doi.org/10.1007/s00726-009-0330-z>
- Rozenek, E. B., Górska, M., Wilczyńska, K., & Waszkiewicz, N. (2019). In search of optimal psychoactivation: stimulants as cognitive performance enhancers. *Archives of Occupational Hygiene and Toxicology*, *70*(3), 150–159. <https://doi.org/10.2478/aiht-2019-70-3298>
- Sands, W. A., McNeal, J. R., Ochi, M. T., Urbanek, T. L., Jemni, M., & Stone, M. H. (2004). Comparison of the Wingate and Bosco anaerobic tests. *Journal of strength and conditioning research*, *18*(4), 810–815. <https://doi.org/10.1519/13923.1>
- Seifert, S. M., Schaechter, J. L., Hershorin, E. R., & Lipshultz, S. E. (2011). Health effects of energy drinks on children, adolescents, and young adults. *Pediatrics*, *127*(3), 511–528. <https://doi.org/10.1542/peds.2009-3592>

- Sheppard, J., Newton, R., & McGuigan, M. (2007). The effect of accentuated eccentric load on jump kinetics in high-performance volleyball players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2(3), 267-273.
<https://doi.org/10.1260/174795407782233209>
- Smith, D. J., Roberts, D., & Watson, B. (1992). Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *Journal of sports sciences*, 10(2), 131-138.
<https://doi.org/10.1080/02640419208729915>
- Smolka, O., & Kumstát, M. (2014). Caffeine intake enhances endurance performance in sub-elite but not in elite athletes. *Annales Kinesiologiae*, 5(2).
- Thombs, D. L., O'Mara, R. J., Tsukamoto, M., Rossheim, M. E., Weiler, R. M., Merves, M. L., & Goldberger, B. A. (2010). Event-level analyses of energy drink consumption and alcohol intoxication in bar patrons. *Addictive behaviors*, 35(4), 325-330. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2009.11.004>
- Turley, K., 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), 50-56.
<https://doi.org/10.1123/pes.2014-0032>
- Vandewalle, H., Pérès, G., & Monod, H. (1987). Standard anaerobic exercise tests. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 4(4), 268-289.
<https://doi.org/10.2165/00007256-198704040-00004>
- Van Praagh, E. & Franca, N. M. (1998). Measuring maximal short-term power output during growth. *Pediatric anaerobic performance*, 155-189, Champaign, IL: Human Kinetics.
- Viitasalo, J., Rusko, H., Pajala, O., Rahkila, P., Ahila, M. & Montonen, H. (1987). Endurance requirements in volleyball. *Canadian Journal of Applied Sports Science*, 12, 194-201.
- Wallman, K. E., Goh, J. W., & Guelfi, K. J. (2010). Effects of caffeine on exercise performance in sedentary females. *Journal of sports science & medicine*, 9(2), 183-189.
- Wilens, T. E., Adler, L. A., Adams, J., Sgambati, S., Rotrosen, J., Sawtelle, R., Utzinger, L., & Fusillo, S. (2008). Misuse and diversion of stimulants prescribed for ADHD: a systematic review of the literature. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 47(1), 21-31.
<https://doi.org/10.1097/chi.0b013e31815a56f1>
- Winston, A. P., Hardwick, E., & Jaber, N. (2005). Neuropsychiatric effects of caffeine. *Advances in Psychiatric Treatment*, 11(6), 432-439.
<https://doi:10.1192/apt.11.6.432>
- Wolf, 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(4), 412-429.
<https://doi.org/10.1123/ijsnem.18.4.412>
- Zemková, E., & Hamar, D. (2005). Jump ergometer in sport performance testing. *Universitas Palackianae Olomouensis gymnica*, 35(1), 7-16.

Neperiodika

- Asher, K. (1996). *The best of Coaching volleyball*. Masters Press.
- Bahenský, P., Marko, D., Malátová, R., Krajcigr, M., & Schuster, J. (2021). *Fyziologie tělesných cvičení*. PF JU.
- Bartůňková, S., (2013). *Fyziologie pohybové zátěže*. Fakulta tělesné výchovy a sportu.
- Bělka, J., Hůlka, K., Dudová, K., Háp, P., Hrubý, M., & Reich, P. (2021). *Teorie a didaktika sportovních her 1*. Vydavatelství Univerzity Palackého.
- Bernaciková, M., Cacek, J., Dovrtělová, L., Hrnčířiková, I., Kapounková, K., Kopřivová, J., Kumstát, M., Pospíšil, P., Moc Králová, D., Novotný, J., Řezaninová, J., Struhár, I., Šafář, M., & Ulbrich, T. (2017). *Regenerace a výživa ve sportu*. Masarykova univerzita.
- Buchtel, J. (2017). *Trénink dětí a mládeže ve volejbalu*. Karolinum.
- Císař, V. (2005). *Volejbal*. Grada.
- Čelikovský, S. (1979). *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. Státní pedagogické nakladatelství.
- Čelikovský, S. (1990). *Antropomotorika*. Státní pedagogické nakladatelství.
- Dobrá, L., & Semiginovský, B. (1988). *Sportovní hry: výkon a trénink*. Olympia.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Olympia.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2009). *Výkon a trénink ve sportu*. Olympia.
- Elliott, B., & Mester, J. (1998). *Training in sport: applying sport science*. Wiley.
- Fantó, A. (1993). *Vitamíny a prevence*. Dona.
- Haník, Z., & Lehnert, M. (2004). *Volejbal*. Český volejbalový svaz.
- Havlíčková, L. (1999). *Fyziologie tělesné zátěže I*. Karolinum.
- Heller, J. (2018). *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu*. Karolinum.
- Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat*. Portál.
- Hnízdil, J., & Havel, Z. (2012). *Rozvoj a diagnostika vytrvalostních schopností*. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně.
- Hondlík, J., Kouba, V., Šebrle, Z. & Řepka, E. (1992). *Sportovní a pohybové hry na 1. stupni základní škol*. Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta.
- Hronek, M. (2007). *Výživa ženy v obdobích těhotenství a kojení*. Maxdorf.
- Janeczková, A., & Klouda, P. (2001). *Organická chemie*. Pavko.
- Kalichová, M., Baláž, J., Bedřich, P., & Zvonař, M. (2011). *Základy biomechaniky tělesných cvičení*. Masarykova univerzita.
- Kaplan, O., & Buchtel, J. (1987). *Odbíjená-teorie a didaktika*. Státní pedagogické nakladatelství.
- Kasper, H. (2015). *Výživa v medicíně a dietetika*. Grada.
- Kleiner, S. (2010). *Fitness výživa*. Grada.
- Kolesár, J., & Mikeš, Z. (1981). *Ergometria v klinické praxi*. Osveta.
- Kučera, M., & Dylevský, L. (1999). *Sportovní medicína*. Grada.
- Kukla, L. (2016). *Sociální a preventivní pediatrie v současném pojetí*. Grada.
- Ledvina, M., Stoklasová, A., & Cerman, J. (2004). *Biochemie pro studující medicíny I*. Karolinum.
- Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Galén.

- Maughan, R., & Burke, L. (2006). *Výživa ve sportu*. Galén.
- Markvart, J., & Hrudková, A. (1989). *Nealkoholické nápoje*. Státní nakladatelství technické literatury.
- Měkota, K., & Blahuš, P. (1983). *Motorické testy v tělesné výchově*. Státní pedagogické nakladatelství.
- Orel, M. (2015). *Nervové buňky a jejich svět*. Grada.
- Pastucha, D. (2011). *Pohyb v terapii a prevenci dětské obezity*. Grada.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Grada.
- Příbramská, A. (1996). *Volejbal-učebnice pro školení trenérů 3. třídy*. Fakulta tělesné výchovy a sportu.
- Racek, J. (2006). *Klinická biochemie*. Galén.
- Rosina, J., Kolářová, H., & Stanek, J. (2006). *Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů*. Grada.
- Sharkey, B.J., & Gaskill, S.E. (2006). *Sport physiology for coaches*. Human Kinetics.
- Strunecká, A., & Patočka, J. (2021). *Doba jedová a covidová*. Profisales s.r.o.
- Táborský, F. (2004). *Sportovní hry*. Grada.
- Táborský, F. (2005). *Sportovní hry II*. Grada.
- Tůma, M., & Tkadlec, J. (2004). *Hry s míčem pro děti*. Grada.
- Velíšek, J. (2002). *Chemie potravin*. OSSIS.
- Vrbová, T. (2001). *Víme, co jíme?* EcoHouse

Webová stránka

- AtlasCopco. (n.d.). *Jaké jsou komerční a průmyslové způsoby využití oxidu uhličitého?*
<https://www.atlascopco.com/cs-cz/compressors/wiki/compressed-air-articles/carbon-dioxide-uses>
- Certified E-Friendly Food. (n.d.). *Regulátory kyselosti*.
https://www.ceff.info/cz/additives/categories?category_id=26&do=categoryDetail
- Compek Medical Services. (n.d.). *Ruční dynamometr KERN MAP 80K1*.
https://www.compek.cz/e-shop/rucni-dynamometr-kern-map-80k1-zakladni-verze-pro-beznou-populaci_704-103.html
- Compek Medical Services. (n.d.). *Odrázová deska Lode ProJump*.
https://www.compek.cz/signys_data/eshop/katalogy/Katalog_produkty_COMPEK_2018_WEB.pdf
- Compek Medical Services. (n.d.). *Bicyklový ergometr Excalibur Sport*.
https://www.compek.cz/signys_data/eshop/prospekty/lode/produktovy_list_bicyklovy_ergometr_Excalibur_Sport.pdf
- Compek Medical Services. (n.d.). *Lactate SCOUT+*.
<http://www.compek.sk/inc/getfile.php?file=4521497c00ed0c1b4e8a35f199a288c0010c8555>
- Gschwandtner, G. (n.d.). *Red Bull Sales Strategy and Marketing Success*.
<https://www.sellingpower.com/9437/red-bull-sales-strategy>
- InBody. (n.d.). *InBody770*.
https://www.inbody.cz/katalog_inbody770.pdf
- InBody. (n.d.). *Výškoměr BSM370*.
<https://www.inbody.cz/produkty/104-vyskomer>

- Jemelka, P. (2012, 23. října). *Po energy drinku údajně umírali lidé, k mání je i v ČR.*
<https://zpravy.aktualne.cz/zahranici/po-energy-drinku-udajne-umirali-lide-k-mani-je-i-v-cr/r~i:article:761163/>
- Ministerstvo zemědělství. (n.d.). *Aromata.*
<https://bezpecnostpotravin.cz/termin/aromata/>
- Polar. (n.d.). *Kódovaný vysílač T31C.*
https://www.polar.com/cs/products/accessories/T31_coded_transmitter?sku=92053125
- Red Bull. (n.d.). *Produkty.* <https://www.redbull.com/cz-cs/energydrink/red-bull-energy-drink>
- Šopfová, K. (2023, 14. listopadu). *Energy drink, pak kolaps. A záchranka vyjíždí.*
<https://www.novinky.cz/clanek/domaci-energy-drink-pak-kolaps-a-zachranka-vyjizdi-40450711>
- Whiteman, H. (2015, 15. srpna). *How energy drinks affect your body within 24 hours.*
<https://www.medicalnewstoday.com/articles/298202>

Seznam příloh

Příloha 1. Vyjádření etické komise PF JU



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Etická komise Pedagogické fakulty

Ethics Board of the Faculty of Education

Vyjádření Etické komise PF JU

Složení komise	
Předsedkyně:	doc. PhDr. Renata Malátová, Ph.D., Katedra tělesné výchovy a sportu
Členové:	RNDr. Martina Hrušková, Ph.D., Katedra biologie
	doc. PhDr. Dalibor Kučera, Ph.D., Katedra psychologie
	Mgr. Marek Šebeš, Ph.D., Katedra společenských věd

Projekt s názvem

„Vliv energetického nápoje Red bull na rychlostně silový a odrazový výkon volejbalistek vrcholové úrovně.“

byl Etickou komisí PF JU posouzen pod jednacím číslem: **EK032/2023**, dne: 30. 11. 2023.

Etická komise PF JU zhodnotila předložený projekt a **usnesla se, že způsob realizace posuzovaného projektu uvedený v žádosti nevykazuje rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními standardy pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky, protože vydává toto souhlasné vyjádření pro výzkum realizovaný do 30. 11. 2028.**

The Ethics Committee of the Faculty of Education of the University of South Bohemia has studied the submitted project and has come to the conclusion that the project does not contradict existing principles, rules and regulations or international standards for carrying out research involving human participants. That is why the committee issues this consent for research carried out until 30th September 2028.

JHOČESKÁ UNIVERZITA
ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
LEKARNÁ

razítko PF JU

podpis předsedy Etické komise PF JU

Dne 30. 11. 2023

Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých
Budějovicích
Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice
Česká republika, www.pf.jcu.cz

Příloha 2. *Otázky anketového šetření*

- 1) Piješ energetické nápoje (jakoukoli značku)?
- 2) Pila jsi někdy Red Bull energetický nápoj?
- 3) Jak často konzumuješ Red Bull energetický nápoj?
- 4) Preferuješ jiný energetický nápoj?
- 5) Z jakého důvodu si kupuješ energetický nápoj?
- 6) Při jaké příležitosti nejčastěji piješ energetický nápoj?
- 7) Pokud si kupuješ energetický nápoj, zajímá tě jeho složení?
- 8) Myslíš si, že energetický nápoj může poškodit zdraví?
- 9) Mixuješ energetický nápoj s alkoholem?
- 10) V případě, že nepiješ energetický nápoj, proč?