

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
BIOLOĢIJAS FAKULTĀTE
CILVĒKA UN DZĪVNIEKU FIZIOLOĢIJAS KATEDRA

ENERĢIJAS DZĒRIENA, AR UN BEZ CUKURA,
AKŪTĀS IEDARBĪBAS NOVĒRTĒJUMS UZ
ORGANISMA MIERA ENERĢĒTISKO METABOLISMU
UN SIRDSDARBĪBAS FREKVENCI

Bakalaura darbs

Autors: Arta Bogdānova

Stud. apl. Nr.: ab15098

Darba vadītājs: Asoc.prof., Dr.biol. Līga Ozoliņa-Molla

RĪGA 2018

KOPSAVILKUMS

Palielinoties enerģijas dzērienu patēriņam sabiedrībā, palielinās arī akūtu un hronisku veselības problēmu skaits, kas saistīts ar enerģijas dzērienu regulāru lietošanu. Zinātniskie priekšstati par enerģijas dzērienu efektu uz organisma funkcijām ir nepilnīgi un pretrunīgi. Tādēļ pētījuma mērķis bija izvērtēt enerģijas dzērienu efektus uz kardio-vaskulārajām un vielmaiņas funkcijām laboratorijas miera apstākļos.

Pētījumā piedalījās 10 jaunas, klīniski veselas sievietes. Tādu funkcionālo parametru kā sirdsdarbības frekvence, arteriālais spiediens, skābekļa patēriņš, tika monitorēti pētījuma laikā 10 min. pirms enerģijas dzēriena uzņemšanas un 40 min. pēc enerģijas dzērienu uzņemšanas.

Pētījuma rezultāti ļauj secināt, ka enerģijas dzēriena uzņemšana uzrāda tendenci palielināt sirdsdarbības frekvenci un arteriālo spiedienu, bet samazināt miera vielmaiņas intensitāti. Pie tam, enerģijas dzēriena, ar un bez cukura, uzņemšana izsauc līdzīgas tendences darbā pētītajās vielmaiņas un sirds-asinrites parametru izmaiņās un abu dzērienu savstarpēji salīdzinātie efekti statistiski būtiski neatšķiras.

Atslēgas vārdi: enerģijas dzēriens, vielmaiņas intensitāte, sirdsdarbības frekvence, arteriālais spiediens.

SUMMARY

Increasing consumption of energy drinks in the community also increases acute and chronic health problems associated with the regular use of energy drinks. Scientific ideas about the effect of energy drinks on the functions of the organism are incomplete and contradictory. Therefore, the aim of the study was to evaluate the effects of energy drinks on cardiovascular and metabolic functions in laboratory conditions.

The study was attended by 10 young, clinically healthy women. Functional parameters such as heart rate, arterial pressure, oxygen consumption, were monitored during the study for 10 minutes before the intake of an energy drink and 40 minutes after the intake of an energy drink.

The results of the study lead to the conclusion that the intake of energy drinks shows a tendency to increase the heart rate and arterial pressure, but to reduce the resting metabolic intensity. In addition, an energy drink, with and without sugar intake, causes similar trends in the studied metabolic and cardiovascular parameters, and the mutually compared effects of the two drinks do not statistically significantly differ.

Key words: energy drink, metabolic intensity, heart rate, arterial pressure.

SATURS

IEVADS	5
1. LITERATŪRAS APSKATS.....	6
1.1. Enerģijas dzērienu raksturojums.....	6
1.2. Red Bull enerģijas dzēriens ar un bez cukura, tā efektu izpausmes laiki	6
1.3. Red Bull enerģijas dzēriena sastāvdaļas	8
1.3.1. Kofeīns	8
1.3.2. Taurīns	9
1.3.3. Niacīns (B ₃ vitamīns)	10
1.3.4. Pantotēnskābe (B ₅ vitamīns).....	11
1.3.5. B ₆ vitamīns.....	11
1.3.6. B ₁₂ vitamīns	12
1.4. Enerģētisko dzērienu iespējamā ietekme uz organismu	13
1.4.1. Efekts uz sirds un asinsvadu sistēmu.....	13
1.4.2. Neiroloģiskā un psiholoģiskā iedarbība	13
1.4.3. Efekts uz kuņģa-zarnu traktu un vielmaiņu.....	13
1.4.4. Efekts uz nieru darbību.....	14
2. MATERIĀLI UN METODEDES	15
2.1. Auguma garuma mērīšana	15
2.2. Ķermeņa svara noteikšana	15
2.3. Ķermeņa masas indeksa aprēķināšana	15
2.4. Gāzu maiņas datu reģistrācija ar netiešās kalorimetrijas metodi	16
2.5. Enerģētisko pamatsubstrātu oksidācijas intensitātes aprēķini	17
2.6. Sirdsdarbības frekvences noteikšana	18
2.7. Arteriālā spiediena mērīšana.....	18
2.8. Pētījuma protokols	19
2.9. Datu statistiskā analīze.....	20
3. REZULTĀTI.....	21
3.1. Vielmaiņu raksturojošo parametru salīdzinājums pirms un pēc enerģijas dzērienu uzņemšanas	22
3.2. Arteriālo spiedienu un sirdsdarbību raksturojošie parametri	26
3.3. Enerģijas dzērienu ar un bez cukura efektu salīdzinājums	29
4. DISKUSIJA.....	32
5. SECINĀJUMI.....	34
PATEICĪBAS	35
LITERATŪRAS SARAKSTS	36

IEVADS

Pēdējā desmitgadē ir strauji uzplaucis enerģijas dzērienu tirgus ne tikai pasaulē, bet arī Latvijā, un kopš šo dzērienu ienākšanas tirdzniecībā pirms aptuveni 50 gadiem, to pārdošana ir augusi eksponenciāli (Reissig et al., 2009). Pieaugot enerģijas dzērienu lietošanai, palielinās arī neatliekamo palīdzības gadījumu skaits, kas saistīts ar enerģijas dzērienu uzņemšanu. Enerģijas dzērieni, kas enerģijas dzērienu lietošanas pirmssākumos tika lietoti organisma funkciju vispārējai stimulācijai, fizisko darbaspēju paildzināšanai un koncentrēšanās spēju uzlabošanai, mūsdienās ir kļuvuši par populāru ikdienas dzērienu papildinājumu. Tomēr augstās stimulējošo vielu kā kofeīna, taurīna, guarānas un L-karnitīna koncentrācijas dēļ, enerģijas dzērieni, īpaši regulāru lietošanu gadījumos, var radīt nelabvēlīgu ietekmi kardiovaskulārajām (Wassef et al., 2016), nieru (Greene et al., 2014), gremošanas (Ayuob et al., 2016) u.c. organisma funkcijām.

Zinātniskajā literatūrā ir visai daudz aprakstīta enerģijas dzērienu spēja paildzināt un uzlabot fiziskās darbaspējas (Al-Fares et al., 2015; Nienhueser et al., 2011; Prins et al., 2016), tomēr visai maz zinātniskajā literatūrā ir aprakstīti enerģijas dzērienu tūlītējie efekti uz organisma funkcijām miera apstākļos (Nienhueser et al., 2011). Pētījumi miera apstākļos kļūst aktuāli tādēļ, ka palielinoties enerģijas dzērienu lietošanai sabiedrībā, tie tiek lietoti ne tikai ar konkrētu mērķi atsevišķos gadījumos fizisko darbaspēju uzlabošanai, bet gan ikdienā, kas ne vienmēr ir saistīta ar paaugstinātu fizisko vai garīgo piepūli. Līdzās klasiskajiem enerģijas dzērieniem, arvien populārāki kļūst arī bez cukura enerģijas dzērieni, kuru efekti zinātniskajā literatūrā ir vēl maz aprakstīti (Candow et al., 2009). Tādēļ mana bakalaura darba **mērķis** bija izvērtēt enerģijas dzēriena, ar un bez cukura, efektus uz kardio-vaskulārajām un vielmaiņas funkcijām laboratorijas miera apstākļos.

Darba mērķa sasniegšana tika izvirzīti šādi **darba uzdevumi**:

1. Izvērtēt enerģijas dzēriena *Red Bull*, ar un bez cukura, iespējamus tūlītējos efektus uz sirds-asinsrites funkcijām.
2. Izvērtēt enerģijas dzēriena *Red Bull*, ar un bez cukura, iespējamus tūlītējos efektus uz vielmaiņu un to raksturojošiem parametriem.
3. Salīdzinoši analizēt enerģijas dzēriena *Red Bull*, ar un bez cukura, efektu iespējamās atšķirības uz vielmaiņas un sirds-asinsrites funkcijām.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Enerģijas dzērienu raksturojums

Termins “enerģijas dzēriens” attiecas uz viegli pieejamo bezalkoholisko dzērienu klāstu ar mērķi samazināt vai novērst nogurumu, uzlabot fiziskās darbaspējas un noskaņojumu, kā arī veicināt kognitīvo sniegumu (Malinauskas et al., 2007).

Enerģijas dzērieni parasti satur kofeīnu, taurīnu, glikuronolaktonu, vitamīnus, augu ekstraktus, patentētos maisījumus un/vai aminoskābes. Tie ir pieejami ar cukuru vai bez tā, un var būt gāzēti vai negāzēti, tādēļ produktu klāsts ir plašs. Nozīmīgi, ka enerģijas dzērieni ir populāri un ar biežu patēriņu sportistu, darbinieku un vidusskolēnu vidū: līdz 80% koledžas sportistu ASV ziņo par enerģijas dzērienu izmantošanu, kas iespējams palīdz uzlabot viņu sasniegumus (Breda et al.,2014; Terry-McElrath et al.,2014).

Globālais enerģijas dzērienu tirgus 2013.gadā bija 39 miljardi ASV dolāru un tiek prognozēts, ka līdz 2021. gadam sasniegs 61 miljardus (PR Newswire 2016).

Enerģijas dzērienu patēriņš turpina gūt popularitāti kopš 1997. gada debijas “Red Bull”, kurš ir pašreizējais līderis enerģijas dzērienu tirgū (Boyle, Castillo 2006). Vēl pieejami tādi enerģijas dzērieni kā Monster, Rock Star, Dynamite, Burn u.c.

1.2. Red Bull enerģijas dzēriens ar un bez cukura, tā efektu izpaušmes laiki

Red Bull enerģijas dzēriens satur kofeīnu, taurīnu, B vitamīnus (B₃, B₅, B₆, B₁₂) un vienkāršus cukurus (glikozi un saharozi), gāzētu ūdeni, nātriju un magnija karbonātu. Red Bull (sugar free) bez cukura, glikozi un saharozi aizstāj ar saldinātājiem acesulfāmu K un aspartāmu (Red Bull Ingredients 2012).

1.tabula. Enerģijas dzēriena *Red Bull* sastāvs.

Table 1. Red Bull energy drink ingredients.

	Uzturvērtība/masa Red Bull uz 100 ml	Uzturvērtība/masa Red Bull (sugar free) bez cukura uz 100 ml
Enerģētiskā vērtība	46 kcal	3 kcal
Kofeīns	32 mg	32 mg
Taurīns	400 mg	400 mg
Ogļhidrāti (cukurs)	11 g	0 g
Olbaltumvielas	0 g	0 g
Lipīdi	0,1 g	0 g
Sāls	0,1 g	0, 1 g
Nātrijs	40 mg	40 mg
Niacīns	8 mg	8 mg
Pantotēnskābe	2 mg	2 mg
B₆ vitamīns	2 mg	2 mg
B₁₂ vitamīns	2 µg	2 µg

*Citronskābe,skābuma regulētāji (oglekļa dioksīds, nātrija karbonāts), magnija karbonāts, aromatizētāji, pārtikas krāsvielas (riboflavīns, karamele), saldinātāji (acesulfāms K, aspartāms). Šīs vielas ir iekļautas pētījumā izmantoto Red bull dzērienu sastāvā, bet to devas ir ļoti zemas un netiek norādītas uz produkta marķējuma.

Red Bull efektu izpausmes uz sirds asinsrites sistēmu un vielmaiņu ir atkarīgs no laika pēc *Red Bull* uzņemšanas. Pirmie efekti sāk izpausties jau pēc 10 minūtēm.

Pirmās 10 minūtes: Uzņemot enerģijas dzērienu, kofeīns iekļūst asinsritē pēc 10 minūtēm, kofeīns sāk uzsūkties asinīs un organismā sāk izpausties efekti, palielinot sirdsdarbības frekvenci un arteriālo asinsspiedienu.

Pirmās 15-45 minūtes: Atkarībā no laika, cik ātri tiek izdzerts enerģijas dzēriens, kofeīna līmenis asinīs ir visaugstākais, uzlabojas koncentrēšanās, jo kofeīns ir stimulējošs līdzeklis.

30-50 minūtes pēc izdzeršanas: Viss kofeīns ir pilnībā uzsūcies, un aknas sāk reaģēt, uzņemot vairāk cukura no asinsrites.

1 stunda pēc izdzeršanas: Organisma cirkulācijā sāk samazināties kofeīna koncentrācija, jo tas metabolizējas, un izpaužas nogurums un enerģijas zudums.

5-6 stundas pēc izdzeršanas: kofeīna eliminācijas pusperiods, organismā samazinās kofeīna saturs asinīs par 50%.

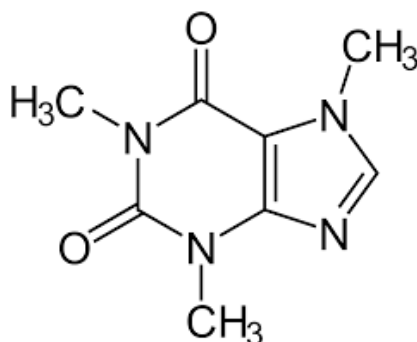
12 stundas pēc izdzeršanas: Kofeīns pavisam ir eliminēts no asinsrites.

12-24 stundas pēc izdzeršanas: Cilvēki, kuri ikdienā nelieto enerģijas dzērienus var sākt izjust vēlmi pēc kofeīna (Anonymous 2012)

1.3. Red bull enerģijas dzēriena sastāvdaļas

1.3.1. Kofeīns

Kofeīns, metilksanītu grupas alkoīds (1.attēls), ir visbiežāk sastopamā psihoaktīvā viela enerģijas dzērienu sastāvā. Pēc uzņemšanas tas ātri un pilnībā uzsūcas, parasti sasniedz maksimālo koncentrāciju pēc 30 līdz 120 minūtēm (Higgins et.al., 2010). Kofeīns galvenokārt metabolizējas aknās par vairākiem fizioloģiski aktīviem metabolītiem, tostarp paraksantīnu, teobromīnu un teofilīnu (Benowitz, 1990). Farmakoloģiski, uzņemot vairāk nekā 6 mg kofeīna uz ķermeņa masas kilogramu, domājams, tiek sasniegta kofeīna metabolisma piesāte aknās (Benowitz, 1990). Tomēr ir ievērojamas individuālas izmaiņas kofeīna metabolismā, jutībā, kā arī ietekmē uz modrību un / vai darbaspējām (Benowitz, 1990).



1.attēls. Kofeīna struktūrformula.

Figure 1. Caffeine structural formula.

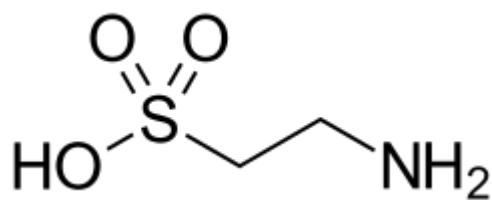
Pētījuma dati rāda, ka kofeīna uzņemšana palielina noradrenalīna, plazmas laktāta un kortizola koncentrāciju (Adler, 2000). Vairākos pētījumos ir pierādīts, ka pēc kofeīna uzņemšanas plazmas beta endorfīna koncentrācija palielinās gandrīz divkārtīgi (Adler, 2000). Kofeīna molekulārā iedarbība šūnā saistīta ar adenozīna receptoru inhibēšanu, kas rezultējas intracelulārā cikliskā adenozīnmonofosfāta koncentrācijas palielināšanā un cikliskā adenozīna monofosfāta katabolisma inhibēšanā (Laurent et.al., 2000). Tas ļauj secināt, ka kofeīns, kas lietots ergogēnā nolūkā, stimulē muskuļu darbības spējas un var būt vienīgā aktīvā enerģijas dzērienu sastāvdaļa, kas rada interesi par enerģijas dzēriņu aktivējošo efektu (Laurent et.al., 2000).

Kofeīns parasti tiek pievienots kā sintētisks alkoīds, nevis dabiski sastopams augu izcelsmes dzērienos (kā tēja vai kafija); tomēr guarana un *Yerba mate*, kas ir bieži sastopama kā daļa no enerģijas dzērienu “enerģijas maisījuma”, ir dabīgi kofeīna avoti, kuru līmenis bieži vien nav norādīts iepakojuma marķējumā (Higgins et.al., 2010). Kofeīna līmenis enerģijas dzērienos ir dažāds, lielākā daļa satur 32 mg*100 ml⁻¹, bet citi var saturēt 30 līdz 134 mg kofeīna uz 100 ml, koncentrācija ievērojami pārsniedz FDA (no angļu val. - Food and Drug Administration, ASV) noteikto limitu 20 mg kofeīna uz 100 ml kā tradicionālajai sodai (piemēram, kokakola vai pepsi). Jāņem vērā, ka nelielā daudzumā enerģijas dzēriena (~ 60 ml) kofeīna saturs, apmēram 6 līdz 12 reizes pārsniedz koncentrācijas robežu (Higgins et.al.,2015). Kafijas kofeīna saturs var arī ievērojami atšķirties: no 48 mg un 317 mg uz porciju (Ludwig et.al., 2014).

Lai gan kofeīns kafijā arī var būt kaitīgs, tomēr parasti kafija parasti ir karsta un tā ir pagatavota ilgākā laika periodā. Turklāt, kafijas pupiņās ir daudz labvēlīgi antioksidanti, kas ir saistīti, lai uzlabotu vielmaiņu un sirds un asinsvadu veselību (Tunnicliffe et.al., 2008).

1.3.2. Taurīns

Taurīns (2-aminoetānsulfonskābe) ir nosacīti neaizvietoājama aminoskābe (2.attēls), kas ir sastopama lielā koncentrācijā smadzenēs, sirdī, acīs, muskuļos, aknās un kaulos (Huxtable, 1992). Taurīnu nevar uzskatīt par olbaltumvielu, tas ir izplatīta intracelulāri brīva aminoskābe zīdītāju audos (Huxtable, 1992). Taurīns kalpo dažādām fizioloģiskām un farmakoloģiskām funkcijām, piemēram, stabilizē šūnu membrānas, abribo brīvos radikāļus, regulē intracelulāro osmozi un uztur intracelulāru kalcija koncentrāciju (Huxtable, 1992; Pasantes-Morales et al.1998).



2.attēls. Taurīna struktūrformula.

Figure 2. Taurine structural formula.

Taurīns ir atrodams gaļā un jūras veltēs (Rotstein et.al., 2013). Taurīna dienas deva cilvēkam svārstās no 40 mg līdz 400 mg (Hayes, Trautwein 1994). Šie taurīna uztura līmeņi ir salīdzinoši zemi, salīdzinot ar 1000 mg taurīna, kas atrodas vienā tipiskā enerģijas dzēriena

bundžā. Taurīns arī tiek sintizēts aknās no cisteīna, kā arī citiem sēra savienojumiem (Rotstein et.al., 2013). Taurīnam ir loma vairākos bioloģiskajos procesos, ieskaitot žultskābes veidošanos, šūnu membrānas stabilitāti, kalcija plūsmas un neironu uzbudināmības modulāciju (FSPB, 2002).

Taurīns relatīvi lielos daudzumos ir atrodams skeleta un sirds muskuļos (Timbrell et al., 1995), un ir pierādījumi ar laboratorijas dzīvniekiem, ka taurīns ir nepieciešams normālai muskuļu darba funkcionēšanai (Warskulat et al., 2007). Literatūrā atrodamas ziņas, ka taurīns var labvēlīgi ietekmēt cilvēka sirds mazspējas veidošanos, hipertensiju, cukura diabētu un skeleta muskuļu darba traucējumus (Boucknooghe et al., 2006; Shao, Hathcock, 2008). Pētījumi liecina, ka taurīns viegli uzsūcas no uzņemtās pārtikas, un taurīna līmenis plazmā ir maksimāls stundas laikā pēc uzņemšanas (SCF 2003).

1.3.3. Niacīns (B₃ vitamīns)

Niacīns ir termins, kuru izmanto, lai aprakstītu B₃ vitamīnu - nikotīnskābe un nikotīnamīds ir divas dažādas niacīna formas (Rotstein et.al., 2013). Niacīns ir atrodams tuncī, gaļā, riekstos, graudaugos (Groff, Gropper 2000). Niacīns enerģijas dzērienos parasti ir klāt nikotīnamīda formā un visticamāk tas ir pievienots, pateicoties tā lomai enerģijas metabolismā (Rotstein et.al., 2013).

Metaboliski, niacīns ir iesaistīts aktīvo koenzīmu nikotīnamīda adenīndinukleotīda (NAD) un nikotīnamīda adenīndinukleotīda fosfāta (NADP) veidošanas uzsākšanā (Ball 2004; Bender 1992; Lewis 1997; Heath 2006). Šie divi koenzīmi organismā ir ļoti svarīgi, jo tie ir transportieri tādās reakcijās kā glikolīzē, trikarboksilskābes ciklā, kā arī elektronu pārvades ķēdē, kur enerģija tiek radīta adenozīna trifosfāta formā (Heath 2006). Niacīnam ir pozitīvas lipīdu mainīšanas spējas un, vairāk nekā 40 gadus, tam ir identificētas antihiperlipidēmiskas spējas (Heath 2006; Paolini et al. 2008; Robinson et al. 2000). Niacīns spēj uzlabot lipīdu anomālijas, piemēram, pazemināt zema blīvuma lipoproteīnu un triglicerīdu līmeni, paaugstināt augsta blīvuma lipoproteīnu līmeni (Jungnickle et al. 1997; Heath 2006; Pan et al. 2002; Robinson et al. 2000; Robinson et al. 2001).

Nevēlamus efektus un blakusparādības var novērot pēc lielas niacīna devas uzņemšanas, ko var panākt uzņemot farmakoloģiskos preparātus vai uztura bagātinātājus (Groff, Gropper 2000). Šīs blakusparādības sastopamas tikai lielās niacīna devās (100 mg - 500 mg), un tādēļ enerģijas dzērieni, visticamāk, neradītu šos efektus, jo tajā ir ļoti maz niacīna (~18mg) (Jungnickle et al., 1997).

1.3.4. Pantotēnskābe (B₅ vitamīns)

Pantotēnskābe (B₅ vitamīns) ir ūdenī šķīstoša un koenzīma A daļa, kas darbojas kā olbaltumvielu nesēja (Ball 2004; Camporeale et al. 2006; Thomas 1997).

Visām ķermeņa šūnām ir nepieciešama pantotēnskābe, tās saturs ir visaugstākais orgānos (Balch, Balch 1997). Cilvēki uzņem pantotēnskābi koenzīma A veidā no pārtikas, piemēram, no svaigiem dārzeņiem, sēnēm, dzīvnieku orgāniem (aknām, nierēm, sirds vai smadzenēm) (Ball 2004; Thomas 1997). Cilvēka ķermenis nespēj pats radīt pantotēnskābi, tāpēc tā uzņemšana notiek tikai ar uzturu (Ball 2004). Organisms absorbē pantotēnskābi tievajā zarnā, un tā tiek transportēta šūnās, izmantojot nātrijas atkarīgu multivitamīna transportieri (Ball 2004; Thomas 1997; Camporeale et al., 2006). Kad pantotēnskābe tiek absorbēta asinīs, lielākā daļa no tās tiek transportēta uz aknām un sirdi (Ball 2004).

Pantotēnskābe ir pazīstama kā antistresa vitamīns, kurš iedarbojas uz ķermeni. Vitamīns tiek iesaistīts daudz dažādos procesos, piemēram, noteiktos virsnieru hormonos, veidojot vairākas antivielas, kā arī veicinot tauku, ogļhidrātu un olbaltumvielu pārveidi enerģijā. B₅ vitamīns ir pazīstams ar spēju palielināt izturību un samazināt dažu veidu anēmijas klātbūtni (Balch, Balch 1997).

Pantotēnskābes atbilstoša uzņemšana - pieaugušiem vīriešiem un sievietēm ir nepieciešams 5 mg/dienā (IOM, 1998). Tipisks enerģijas dzēriens var saturēt 6 mg pantotēnskābes uz 250 ml (Rotstein et.al., 2013). Nav ziņu par pantotēnskābes toksicitāti cilvēkiem. Nelieli kuņģa un zarnu trakta traucējumi, piemēram, neregulāra caureja un ūdens aizture, var būt no paaugstinātas lietošanas devas (10-20 g dienā) (European Commission 2002).

1.3.5. B₆ vitamīns

Vitamīns B₆ ir nosaukums, kas apraksta visus 3-hidroksil-2-metilpiridīna atvasinājumus un arī ir saukts par piridoksīnu (Balch, Balch 1997; Ball 2004; Hansen and Manore 2006). B₆ vitamīna avoti, kas tiek patērēti pārtikā ir banāni, jūras aļģes, pupiņas un valrieksti (Groff, Gropper 2000).

Ir ieteicams patērēt 1,3-1,7 mg/dienā pieaugušiem vīriešiem un sievietēm 1,3-1,5 mg/dienā (IOM 1998). Tipisks enerģijas dzēriens satur 2 mg B₆ vitamīna uz 250 ml. B₆ vitamīns ietekmē gan fizisko, gan garīgo veselību organismā aktīvi darbojoties piridoksāla 5'-fosfāta veidā (PLP) (Balch, Balch 1997; Hansen un Manore 2006). PLP darbojas kā koenzīms daudziem zīdītāju fermentiem, kas ir iesaistīts imūnsistēmā, nervu sistēmā, glikoģenēzē,

niacīna veidošanā, kā arī olbaltumvielu un aminoskābju metabolizēšanā (Hansen, Manore 2006).

B₆ vitamīns ir noderīgs, lai absorbētu taukus un olbaltumvielas, kā arī uzturētu nātrija un kālija līdzsvaru. Vitamīns aktivē noteiktus enzīmus, kas ļauj absorbēt B₁₂ vitamīnu, palīdzot imunsistēmas funkcionēšanai un saražot antivielas. Tas ir nepieciešams arī, lai izveidotu no nukleīnskābēm dezoksiribonukleīnskābi (DNS) un ribonukleīnskābi (RNS) (Balch, Balch 1997).

1.3.6. B₁₂ vitamīns

Kobalamīns jeb B₁₂ vitamīns ir lielākais vitamīns B grupas vitamīnos (Scott 1999). Vienīgie B₁₂ vitamīna uztura avoti cilvēkiem ir no dzīvnieku izcelsmes produktiem. Labākie kobalamīna avoti ir gaļas produkti un olas (Rotstein et.al., 2013).

Vitamīns B₁₂ tiek sintizēts noteiktos mikroorganismos, jo īpaši aļģēs un baktērijās (Scott 1999). B₁₂ vitamīna galvenā iedarbība ir nodrošināt organismam labu gremošanu, sarkano asins šūnu veidošanos un dzelzs absorbciju, lai novērstu anēmiju (Balch, Balch 1997). Kobalamīns tiek izmantots arī organismā, lai palīdzētu absorbēt pārtikas produktus, sintizējot olbaltumvielas un ogļhidrātus, kā arī paaugstinot tauku metabolismu, paldzinot šūnu dzīvotspēju, novēršot nervu audu bojājumus, saglabājot vīriešu un sieviešu reproduktīvo veselību, un visbeidzot palīdzot ražot acetilholīnu (Balch, Balch 1997). Ja B₁₂ vitamīns ir nepietiekams, tas parasti ir saistīts ar ķermeņa nespēju to absorbēt (Balch, Balch 1997). Šāda veida trūkums visbiežāk rodas gados vecākiem cilvēkiem ar noteiktiem gremošanas traucējumiem (Balch, Balch 1997; McMartin 2006). Pastāv vairākas blakusparādības, ko izraisa nepietiekams vitamīna B₁₂ daudzums organismā, piemēram, nogurums, aizcietējums, depresija, reibonis, miegainība, galvassāpes (Balch, Balch 1997; McMartin 2006).

B₁₂ vitamīns vīriešiem un sievietēm ir nepieciešams 2,4 mikrogrami/dienā. Tipiskais daudzums B₁₂ vitamīna enerģijas dzērienos uz 250 ml ir 20 mikrogrami (IOM 1998).

1.4. Enerģētisko dzērienu ietekme uz organismu

1.4.1. Efekts uz sirds un asinsvadu sistēmu

Vairāki pētījumi ir pierādījuši, ka pieaug sirdsdarbības frekvence un arteriālais spiediens, pēc enerģijas dzēriena uzņemšanas. Šie rezultāti ir attiecināmi uz kofeīna devas atkarīgo ergogēnisko iedarbību enerģijas dzērienos. Nozīmīgas izpausmes sirdsdarbības ciklā, piemēram, ir ventrikulārā aritmija, sirdsdarbības cikla atsevišķo fāzu pagariājums (Goldfarb et al., 2014).

Palpildus ir zināms par priekškambaru fibrilāciju pēc enerģijas dzēriena uzņemšanas pusaudžu vidū (Di Rocco et al., 2011).

1.4.2. Neuroloģiskā un psiholoģiskā iedarbība

Cilvēkiem parasti parādās simptomi no kofeīna intoksikācijas, kur kofeīna deva pārsniedz 200 mg. Simptomi ietver trauksmi, bezmiegu, kuņģa – zarnu trakta traucējumus, muskuļu raustīšanos, nemieru un nespēka periodu (Bedi et al., 2014).

Vairāki raksti liecina, ka enerģijas dzērieni var viecināt išēmisku insultu, kas var izraisīt epilepsijas lēkmes (Dikici et al., 2013). No pārmērīgas kofeīna uzņemšanas (300 mg/dienā) var rasties halucinācijas (Jones, Fernyhough 2009).

1.4.3. Efekts uz kuņģa-zarnu traktu un vielmaiņu

Enerģijas dzērieni parasti satur lielu daudzumu cukura 21 g – 34 g uz 250 ml. Cukura saturs galvenokārt ir saharoze, glikoze vai fruktoze. Tāpēc bieža enerģijas dzērienu lietošana var palielināt aptaukošanās risku un 2. tipa cukura diabēta attīstību (Bedi et al., 2014).

Turklāt augsts cukura saturs enerģijas dzērienos var mazināt zarnu baktēriju aktivitāti, daudzveidību un gēnu ekspresiju, kā rezultātā palielinās risks iegūt metabolo sindromu un kļūt korpulentam (Greenblum et al., 2012). Akūta kofeīna uzņemšana samazina jutību pret insulīnu, kas varētu izskaidrot, paaugstināto glikozes līmeni asinīs pēc enerģijas dzērienu uzņemšanas (Lee et al., 2005).

1.4.4. Efekts uz nieru darbību

Kofeīns enerģijas dzērienos palielina diurēzi, jo inhibē antidiurētiskā hormona produkciju Tādēļ karstā laikā nav ieteicams lietot enerģijas dzērienu, jo tādejādi iespējama dehidratācija (Riesenhuber et al., 2006). Kofeīns arī veicina nātrija zudumus urīnā, kas ietekmē plazmas līmeni un ievērojami mainās kardiovaskulārā aktivitāte (Mora-Rodriguez, Pallarés 2014).

2. MATERIĀLI UN METODEDES

Pētījumā piedalījās 10 klīniski veselas, jaunas sievietes, vecumā no 19 līdz 27 gadiem. Bakalaura darbs tika izstrādāts Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes Cilvēka un dzīvnieku fizioloģijas katedrā.

2.1. Auguma garuma mērīšana

Ķermeņa augums tika mērīts ar auguma stadiometru ("KaWe", ražotājvalsts Vācija). Izmeklējamai personai bija jānovelk apavi un jānostājas zem stadiometra tā, lai papēži, sēžamvieta, mugura un pakausis pieskartos sienai. Auguma garums tika noteikts ar precizitāti līdz 0,5 cm.

2.2. Ķermeņa svara noteikšana

Svara noteikšanai tika izmantoto mehāniskie svāri (Malli RTZ-125B; ražotājvalsts Somija) ar iespēju noteikt svaru līdz precizitātei 0,1 kg. Šajā pētījumā personu svārs tika noteikts ar precizitāti līdz 0,5 kg. Sveroties, izmeklējamai personai bija jābūt pēc iespējas vieglākā apģērbā, bez apaviem un aksesuāriem.

2.3. Ķermeņa masas indeksa aprēķināšana

Ķermeņa masas indekss (ĶMI) ir aprēķināts parametrs, kuru izmanto ķermeņa svara raksturošanai atbilstoši auguma garumam. ĶMI aprēķina pēc formulas:

$$\text{ĶMI} = \text{svars(kg)} / \text{augums(m)}^2.$$

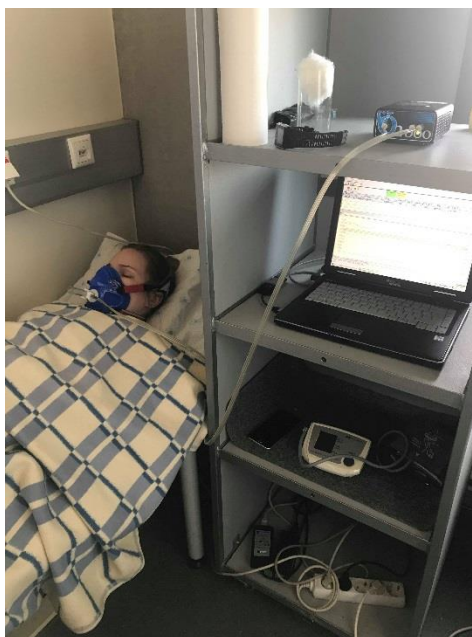
2. tabula. ĶMI un atbilstošās svara kategorijas pēc Pasaules Veselības organizācijas kritērijiem.

Table 2. BMI and relevant weight categories according to World Health Organization criteria.

ĶMI (kg/m ²)	Svara kategorija
<18.5	Nepietiekams svars
18.5 - 24.9	Normāls svars
25.0– 29.9	Liekais svars
30.0 – 34.9	1. klases aptaukošanās
35.0 – 39.9	2. klases aptaukošanās
>40.0	3. klases aptaukošanās

2.4. Gāzu maiņas datu reģistrācija ar netiešās kalorimetrijas metodi

Miera vielmaiņas reģistrēšanai tika izmantota netiešās kalorimetrijas metode, pēc kuras var noteikt enerģijas patēriņu, ņemot vērā skābekļa un izelpotās ogļskābās gāzes tilpuma attiecības. Šajā pētījumā netiešās kalorimetrijas veikšanai tika izmantots metabometrs VO2000 ar programmu *Breeze Suite*. Pētījumā izmantotais metabometrs uzrādīja vidējos gāzu maiņas rādītājus aptuveni 30 sekunžu periodā (4 ieelpas/izelpas ciklos). Lai metabometrs noteiktu vielmaiņas intensitātes vērtību (REE- no angļu valodas – resting energy expenditure; kcal/dienā) un elpošanas koeficientu RQ (no angļu valodas – *respiratory question*), kuri arī tika izmantoti tālākai rezultātu apstrādei, tika izmantoti skābekļa patēriņa un ogļskābās gāzes produkcijas tilpumi. Gāzu maiņas datu reģistrēšanai, tika veikta izmeklējamām personām laboratorijas miera apstākļos (3. attēls).



3.attēls. Gāzu maiņas datu reģistrācija laboratorijas miera apstākļos.

Figure 3. Registration data of gas change in laboratory conditions.

2.5. Enerģētisko pamatsubstrātu oksidācijas intensitātes aprēķini

Lai novērtētu izmeklējamo personu lipīdu un ogļhidrātu oksidācijas intensitāti, tika izmantoti ar netiešās kalorimetrijas metodi iegūtie gāzu maiņas dati – skābekļa patēriņš un ogļskābās gāzes produkcijas lielums.

Enerģētisko pamatsubstrātu - ogļhidrātu un lipīdu, oksidācijas intensitāte tika aprēķināta, izmantojot Peronnet un Massicotte formulas (Peronnet, Massicotte, 1991):

$$\text{Lipīdu oksidācijas intensitāte (mg/min)} = -1.7012 * VCO_2 + 1.6946 * VO_2;$$

$$\text{Ogļhidrātu oksidācija intensitāte (mg/min)} = 4.585 * VCO_2 - 3.2255 * VO_2;$$

kur VCO_2 un VO_2 – ar netiešās kalorimetrijas metodi izelpā reģistrētā ogļskābās gāzes produkcija (l/min) un skābekļa patēriņš (l/min).

Lai aprēķinātu **īpatnējo ogļhidrātu un lipīdu** oksidācijas intensitāti (uz cilvēka svara kilogramu), iegūtie ogļhidrātu un lipīdu oksidācijas rezultāti bija jāizdala ar izmeklējamās personas svaru.

2.6. Sirdsdarbības frekvences noteikšana

Sirdsdarbības frekvence tika reģistrēta pirms un pēc enerģijas dzērienu uzņemšanas miera apstākļos. Reģistrēšanai tika izmantots Polar V800 (ražotājvalsts Somija) pulsmetrs, kura sastāvā ir elektrodu josta, kura tika uzlikta izmeklējamai personai krūškurvja rajonā un frekvences uztvērējs – monitors (rokas pulkstenis) (4.attēls). Polar V800 pulsmetrs reģistrēja sirdsdarbības frekvenci, reģistrējot tā katru ciklu, kas tika tālākai datu analīzei pārraidīts uz datoru, izmantojot Polar Flow programmu.



4.attēls Polar V800 pulsmetrs sirdsdarbības frekvences reģistrēšanai.

Figure 4 Polar V800 heart rate monitor.

(<https://gearinstitute.com/gear-review/polar-v800-gps-sports-watch-bluetooth-smart/>)

2.7. Arteriālā spiediena mērīšana

Arteriālais spiediens izmeklējamām personām tika mērīts ar elektrisko asinsspiediena mērītāju Visomat comfort 20/40 (ražotājvalsts Vācija). Manšete tika uzlikta uz personas kreisās rokas augšdelma guļus stāvoklī. Manšete tika uzlikta tik cieši, lai starp to un rokas virsmu varētu ielikt rādītājpirkstu, kā arī personas roka atradās paralēli ķermenim. Arteriālais spiediens tika mērīts miera apstākļos pēc 15-20 minūšu gāzu maiņas reģistrēšanas, kā arī pēc 40-50 minūšu gāzu maiņas reģistrēšanas.

No arterialā spiediena vērtībām tika aprēķināts pulsa spiediens, kas ir starpība starp sistolisko un diastolisko spiedienu (sistoliskais spiediens – diastoliskais spiediens = pulsa spiediens), kas tika izmantots tālākā datu analīzē.

2.8. Pētījuma protokols

Lai pētītu konkrēta enerģijas dzēriena efektus uz organisma funkcijām, tika izvēlēts konkrēts enerģijas dzēriens *Red Bull* – ar cukuru un bez cukura, oriģināliepakojumā. Pētījumā izmantoto enerģijas dzērienu sastāvs apskatīts darba “Literatūras apskatā” 1.2. nodaļā.

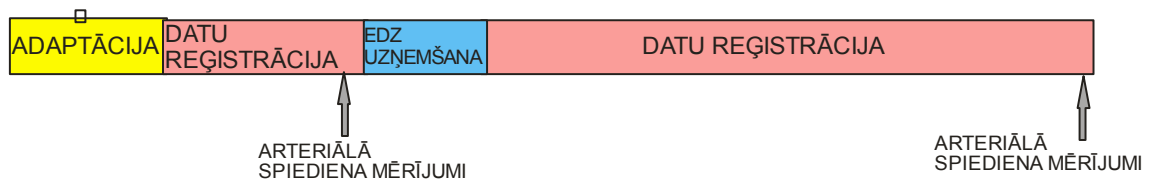
Personu sagatavošanās pētījumam:

Pirms katras pētījuma daļas, izmeklējamās personas nedrīkstēja ieturēt maltīti vismaz 3-4 stundas pirms mērījuma, nedrīkstēja uzņemt kofeīnu saturošus produktus un nedrīkstēja smēķēt vai lietot citus nervu sistēmu stimulējošus līdzekļus vismaz 3-4 stundas pirms mērījuma.

Pētījums sastāvēja no divām daļām. Pirmā daļa: Red Bull uzņemšana ar cukuru un otrā daļā - Red Bull uzņemšana bez cukura. Starp abām pētījuma daļām bija vismaz 7 dienu pauze. Ikvienu izmeklējamā persona pētījumā piedalījās abās daļās.

Pētījuma gaita:

1. Izmeklējamā persona adapējas laboratorijas apstākļiem un sagatavojas mērījuma veikšanai. Adaptācijas ilgums 10 – 15 min.
2. Pēc adaptācijas perioda tiek noteikti reģistrējamie parametri: sirdsdarbības frekvenci reģistrē nepārtraukti visa mērījuma laikā. Gāzu maiņu reģistrē laboratorijas miera apstākļos 15-20 minūtes. Arteriālo spiedienu nosaka uzreiz pēc gāzu maiņas reģistrēšanas, mērot to 2 reizes ar divu minūšu laika intervālu.
3. Seko enerģijas dzēriena Red Bull ar cukuru uzņemšana (otrajā pētījuma daļā tiek uzņemts RedBull bez cukura. Uzņemtā enerģijas dzēriena tilpums ir 250 ml (1 bundža). Šī deva ir tāda, kas atbilst visbiežāk patērētajam dzēriena tilpumam vienā uzņemšanas reizē. Laika periodā, kad tiek uzņemts enerģijas dzēriens, datu reģistrācija netiek veikta.
4. Pēc 10 minūtēm, pēc pilnīgas RedBull uzņemšanas, tiek atsākta datu reģistrācija – sirdsdarbības frekvences monitorēšana, gāzu maiņas reģistrācija, kas ilgst 40 min. Datu reģistrācijas pēdējās 5 min. tiek veikti arteriālā spiediena mērījumi (divos atkārtojumos).



5.attēls. Pētījuma protokola laika skala.

Figure 5. Time table for research protocol.

2.9. Datu statistiskā analīze

Datu statistiskā apstrāde tika veikta ar datorprogrammām MSEXcel 2016, SigmaPlot 12.5.

- Datu kopu normalitātes pārbaude tika veikta ar Kolmogorova-Smirnova testu (SigmaPlot).
- Darbā aprakstītā ticamība pēc p vērtības, ja $p < 0,05$ tika novērtēta ar t -testu (SigmaPlot).
- Attēlu veidošanai, vidējo aritmētisko vērtību un standartnoviržu aprēķināšanai tika izmantota datorprogramma MSEXcel 2016.
- Datu kopu salīdzināšanai tika izmantots t -tests parametriskām datu kopām, vai *Runk Sum Test* neparametriskām datu kopām.

3. REZULTĀTI

Pētījumā piedalījās 10 jaunietes vecumā no 19 līdz 27 gadiem. Izmeklējamo personu ķermeni raksturojošie parametri ir attēloti 3. tabulā. No tabulas datiem redzams, ka izmeklējamo personu vidējais svars ir $64,20 \pm 8,38$ kg, vidējais auguma garums ir $1,70 \pm 0,07$ m, ķermeņa masas indekss ir $22,15 \pm 1,64$ kg/m². Neskatoties uz to, ka tika izvēlēta randomizēta pētījuma dalībnieku grupa, tās vispārējie ķermeni raksturojošie rādītāji ir visai homogēni ar relatīvi nelielām standartnovirzēm. Pēc ĶMI vērtības visas izmeklējamās personas atbilst normāla svara rādītājam.

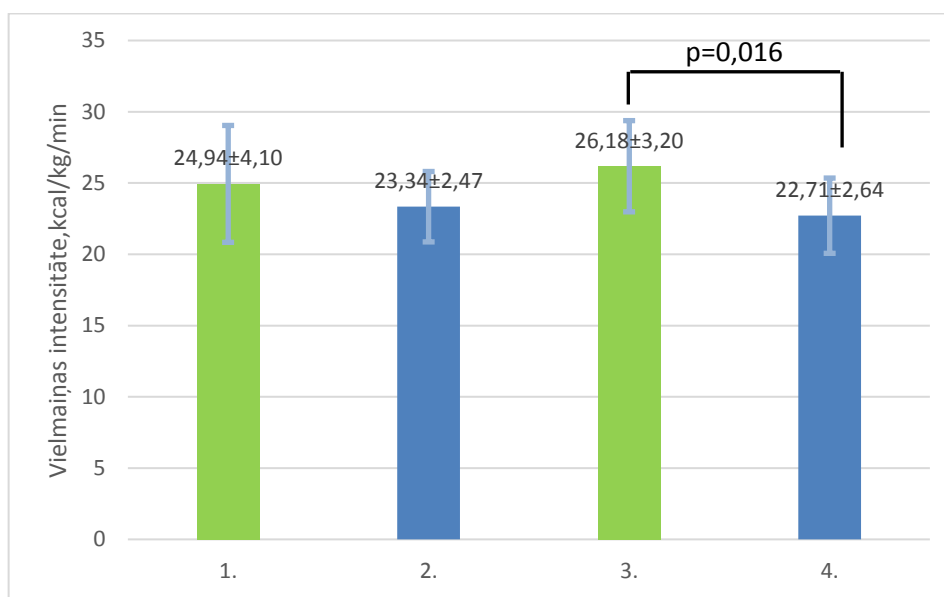
3.tabula. Izmeklējamo personu ķermeni raksturojošie dati.

Table 3. Body characteristics of the investigated person`s body.

Nr.p.k.	Svars,kg	Augums,m	ĶMI,kg/m ²
1.	64,00	1,65	23,51
2.	77,00	1,80	23,77
3.	81,00	1,83	24,19
4.	59,00	1,77	18,83
5.	58,00	1,64	21,56
6.	66,00	1,69	23,11
7.	58,00	1,65	21,30
8.	58,00	1,66	21,05
9.	58,00	1,65	21,30
10.	63,00	1,66	22,86
Vidēji	64,20	1,70	22,15
standartnovirze	8,38	0,07	1,64

3.1. Vielmaiņu raksturojošo parametru salīdzinājums pirms un pēc enerģijas dzērienu uzņemšanas

Vielmaiņas intensitātes pirms abu veidu enerģijas dzērienu uzņemšanas vidējās vērtības ir $24,94 \pm 4,10$ kcal/kg/min un $26,18 \pm 3,20$ kcal/kg/min. Pēc abu enerģijas dzērienu uzņemšanas vidējās vērtības ir $23,34 \pm 2,47$ kcal/kg/min un $22,71 \pm 2,64$ kcal/kg/min. Statistiski būtiska atšķirība pastāv vielmaiņas intensitātes vērtībās pirms un pēc enerģijas dzēriena bez cukura uzņemšanas, kur $p=0,016$. Ir redzama tendence, ka vielmaiņas intensitāte laboratorijas miera apstākļos samazinās pēc abu veidu enerģijas dzērienu uzņemšanas (6. attēls).



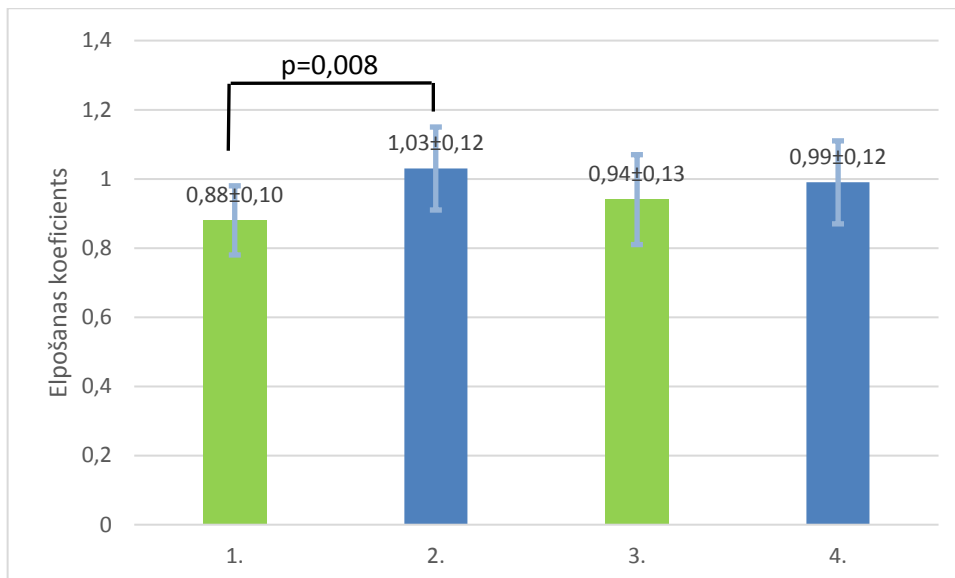
6. attēls. Vielmaiņas intensitāte (REE) laboratorijas miera apstākļos.

Figure 6. Metabolic intensity (REE) at laboratory rest conditions.

1. REE pirms Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 2. REE pēc Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 3. REE pirms Red Bull bez cukuru uzņemšanas; 4. REE pēc Red Bull bez cukuru uzņemšanas.

1. REE before taking Red Bull with sugar; 2. REE after taking Red Bull with sugar; 3. REE before taking Red Bull without sugar; 4. REE after taking Red Bull without sugar.

Izvērtējot elpošanas koeficientu, pirms abu veidu enerģijas dzērienu uzņemšanas, vidējās vērtības bija $0,88 \pm 0,10$ un $0,94 \pm 0,13$. Gadījumā pēc abu enerģijas dzērienu uzņemšanas, vidējās vērtības bija $1,03 \pm 0,12$ un $0,99 \pm 0,12$. Statistiski būtiska atšķirība ir starp pirms un pēc Red Bull uzņemšanas ar cukuru ($p=0,008$). Lai gan nepastāv statistiski nozīmīga atšķirība enerģijas dzēriena bez cukura gadījumā, elpošanas koeficients paaugstinās pēc abu enerģijas dzērienu uzņemšanas (7.attēls).



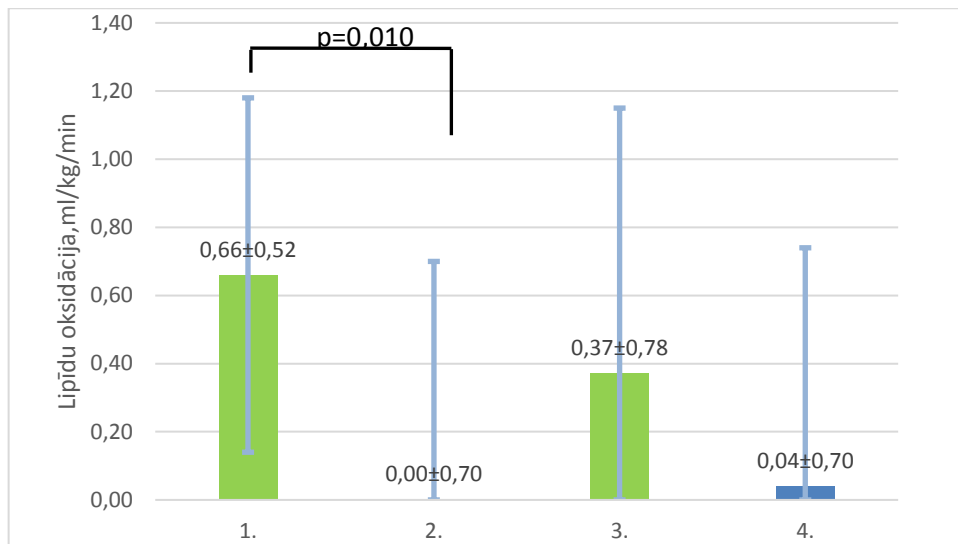
7. attēls. Elpošanas koeficients (RQ) laboratorijas miera apstākļos.

Figure 7. Respiratory quotient. (RQ) at laboratory rest conditions.

1. RQ pirms Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 2. RQ pēc Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 3. RQ pirms Red Bull bez cukuru uzņemšanas; 4. RQ pēc Red Bull bez cukuru uzņemšanas.

1. RQ before taking Red Bull with sugar; 2. RQ after taking Red Bull with sugar; 3. RQ before taking Red Bull without sugar; 4. RQ after taking Red Bull without sugar.

Lipīdu oksidācijas, pirms abu enerģijas dzērienu uzņemšanas, vidējās vērtības ir $0,66 \pm 0,52$ ml/kg/min un $0,37 \pm 0,78$ ml/kg/min. Pēc abu enerģijas dzērienu uzņemšanas vidējās vērtības ir $0,00 \pm 0,70$ ml/kg/min un $0,04 \pm 0,70$ ml/kg/min. Ir redzams, ka lipīdu oksidācijas intensitāte samazinās. Statistiski būtiska atšķirība ir Red Bull ar cukuru pirms un pēc uzņemšanas gadījumā ($p=0,01$) (8.attēls).



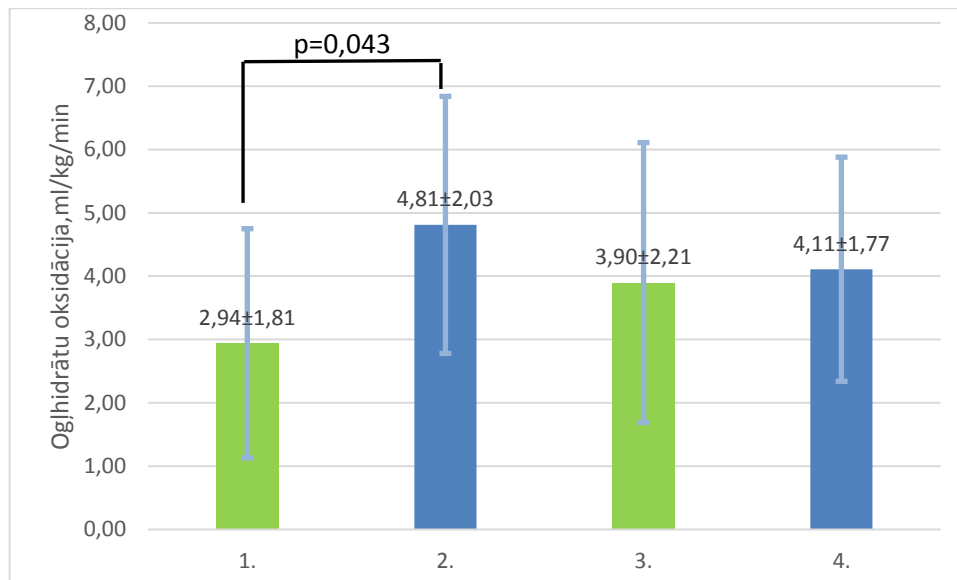
8. attēls. Lipīdu oksidācijas intensitāte laboratorijas miera apstākļos.

Figure 8. Lipid oxidation rate at laboratory rest conditions.

1. Lipīdu oksidācija pirms Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 2. Lipīdu oksidācija pēc Red Bull ar cukuru uzņemšanas 3. Lipīdu oksidācija pirms Red Bull bez cukuru uzņemšanas; 4. Lipīdu oksidācija pēc Red Bull bez cukuru uzņemšanas.

1. Lipid oxidation before taking Red Bull with sugars; 2. Oxidation of lipids after taking Red Bull with sugars; 3. Oxidation of lipids before taking Red Bull without sugars; 4. Oxidation of lipids after taking Red Bull without sugar.

Izvērtējot, ogļhidrātu oksidāciju, pirms abu enerģijas dzērienu uzņemšanas, vidējās vērtības bija $2,94 \pm 1,81$ ml/kg/min un $3,90 \pm 2,21$ ml/kg/min. Pēc abu enerģijas dzērienu uzņemšanas vidējās vērtība bija $4,84 \pm 2,03$ ml/kg/min un $4,11 \pm 1,77$ ml/kg/min. Pastāv statistiski nozīmīga atšķirība pirms un pēc enerģijas dzēriena ar cukura uzņemšanas ($p=0,043$). Ir redzama tendence ogļhidrātu oksidācijai paagstināties abu enerģijas dzērienu gadījumos (9.attēls).



9. attēls. Ogļhidrātu oksidācijas intensitāte laboratorijas miera apstākļos.

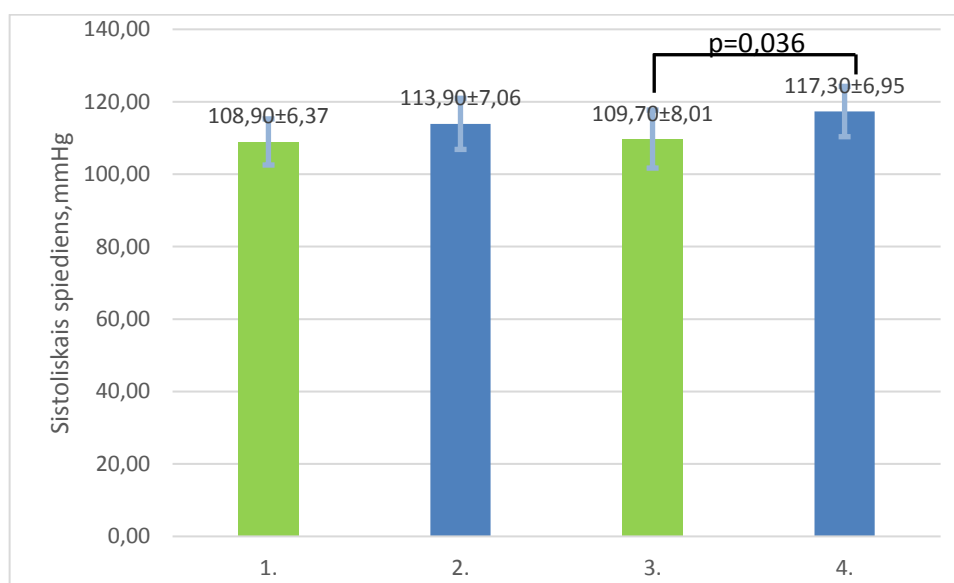
Figure 9. Oxidation of carbohydrates at laboratory rest conditions.

1. Ogļhidrātu oksidācija pirms Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 2. Ogļhidrātu oksidācija pēc Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 3. Ogļhidrātu oksidācija pirms Red Bull bez cukuru uzņemšanas; 4. Ogļhidrātu oksidācija pēc Red Bull bez cukuru uzņemšanas.

1. Oxidation of carbohydrates before taking Red Bull with sugars; Oxidation of carbohydrates after taking Red Bull with sugars; 3. Oxidation of carbohydrates before taking Red Bull without sugar; 4. Oxidation of carbohydrates after taking Red Bull without sugar.

3.2. Arteriālo spiedienu un sirdsdarbību raksturojošie parametri

10. attēls atspoguļo sistoliskā asinsspiediena vērtības pirms abu veidu enerģijas dzērienu uzņemšanas, kas attiecīgi ir $108,90 \pm 6,37$ mmHg un $109,70 \pm 8,01$ mmHg. Pēc abu enerģijas dzērienu veidu uzņemšanas vidējās vērtības bija $113,90 \pm 7,06$ mmHg un $117,30 \pm 6,95$ mmHg. Statistiski nozīmīga atšķirība ir enerģijas dzēriena bez cukura pirms un pēc uzņemšanas ($p=0,036$). Ir redzams, ka sistoliskais spiediens paaugstinās abos gadījumos, kaut arī nepastāv statistiski nozīmīga atšķirība enerģijas dzēriena ar cukura uzņemšanas gadījumā.



10. attēls. Sistoliskais spiediens laboratorijas miera apstākļos.

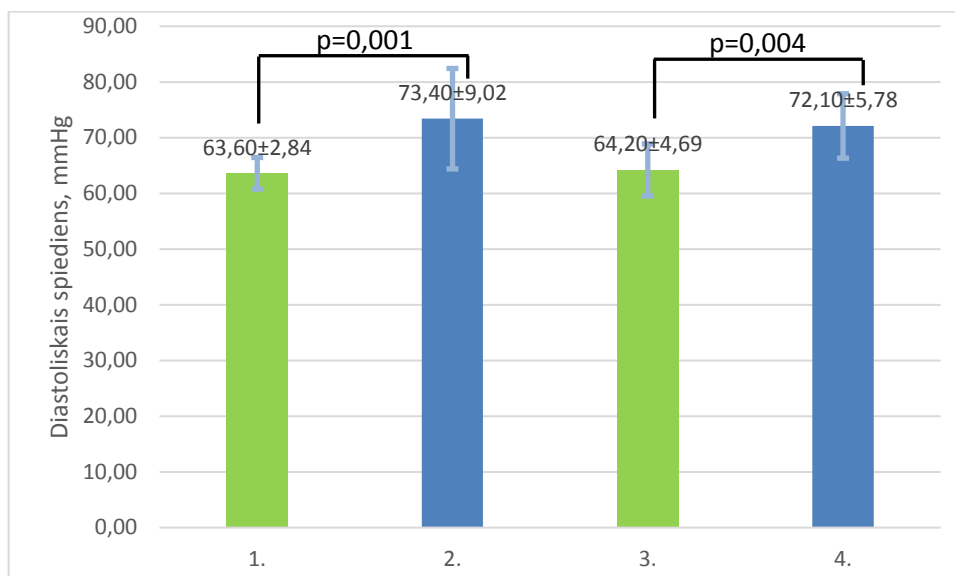
Figure 10. Systolic pressure at laboratory rest conditions.

1. Sistoliskais spiediens pirms Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 2. Sistoliskais spiediens pēc Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 3. Sistoliskais spiediens pirms Red Bull bez cukuru uzņemšanas; 4. Sistoliskais spiediens pēc Red Bull bez cukuru uzņemšanas.

1. Systolic pressure before taking Red Bull with sugar; 2. Systolic pressure after Red Bull taking sugar; 3. Systolic pressure before taking Red Bull without sugar; 4. Systolic pressure after taking Red Bull without sugar.

Pirms abu veidu enerģijas dzērienu uzņemšanas diastoliskā spiediena vidējās vērtības bija $63,60 \pm 2,84$ mmHg un $64,20 \pm 4,69$ mmHg. Pēc abu veidu enerģijas dzērienu uzņemšanas vidējās vērtības bija $73,40 \pm 9,02$ mmHg un $72,10 \pm 5,78$ mmHg. Pastāv statistiski nozīmīga atšķirība pirms un pēc enerģijas dzēriena ar cukuru ($p=0,001$) un arī pirms un pēc enerģijas

dzēriena bez cukura ($p=0,004$). 10. attēlā ir redzama tendence starp abiem gadījumiem, kur var secināt, ka diastoliskais spiediens laboratorijas miera apstākļos paaugstinās pēc enerģijas dzērienu uzņemšanas (11. attēls).



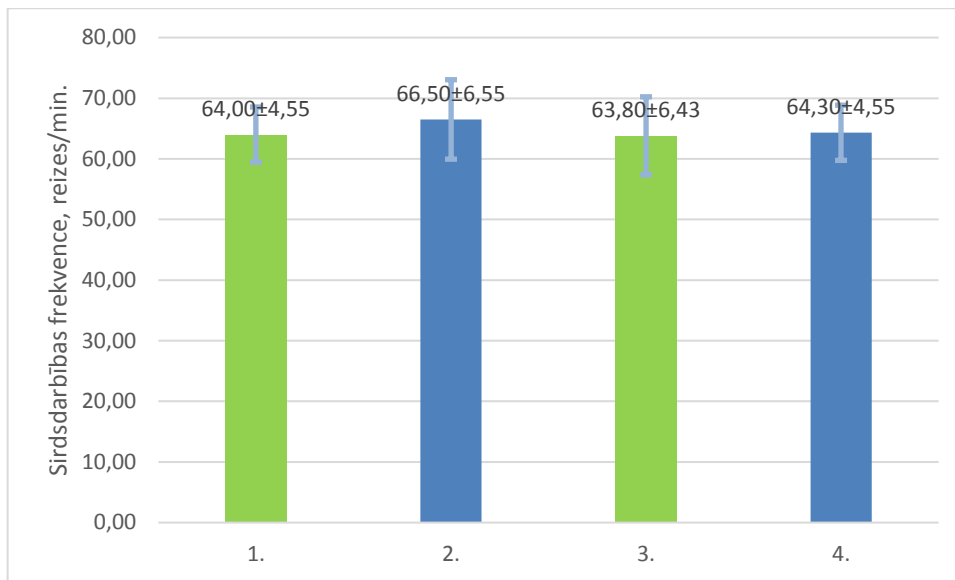
11. attēls. Diastoliskais spiediens laboratorijas miera apstākļos.

Figure 11. Diastolic pressure at laboratory rest conditions.

1. Diastoliskais spiediens pirms Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 2. Diastoliskais spiediens pēc Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 3. Diastoliskais spiediens pirms Red Bull bez cukuru uzņemšanas; 4. Diastoliskais spiediens pēc Red Bull bez cukuru uzņemšanas.

1. Diastolic pressure before taking Red Bull with sugar; 2. Diastolic pressure after taking Red Bull with sugars; 3. Diastolic pressure before taking Red Bull without sugar; 4. Diastolic pressure after taking Red Bull without sugar.

Izvērtējot sirdsdarbības frekvences vērtības laboratorijas miera apstākļos pirms abu veidu enerģijas dzērienu uzņemšanas, vidējās vērtības bija $64,00 \pm 4,55$ mmHg sitieni minūtē un $63,80 \pm 6,43$ mmHg sitieni minūtē. Pēc abu veidu enerģijas dzērienu uzņemšanas vidējās vērtība bija $66,50 \pm 6,55$ mmHg un $64,30 \pm 4,55$ mmHg. Veicot sirdsdarbības frekvences salīdzinājumu pirms un pēc enerģijas dzērienu uzņemšanas ar un bez cukura, nevienā no gadījumiem nepastāv statistiski būtiska atšķirība; ir novērojama ļoti neliela tendence frekvences pieaugumam, tomēr to nevar uzskatīt par fizioloģiski nozīmīgu. (12.attēls).



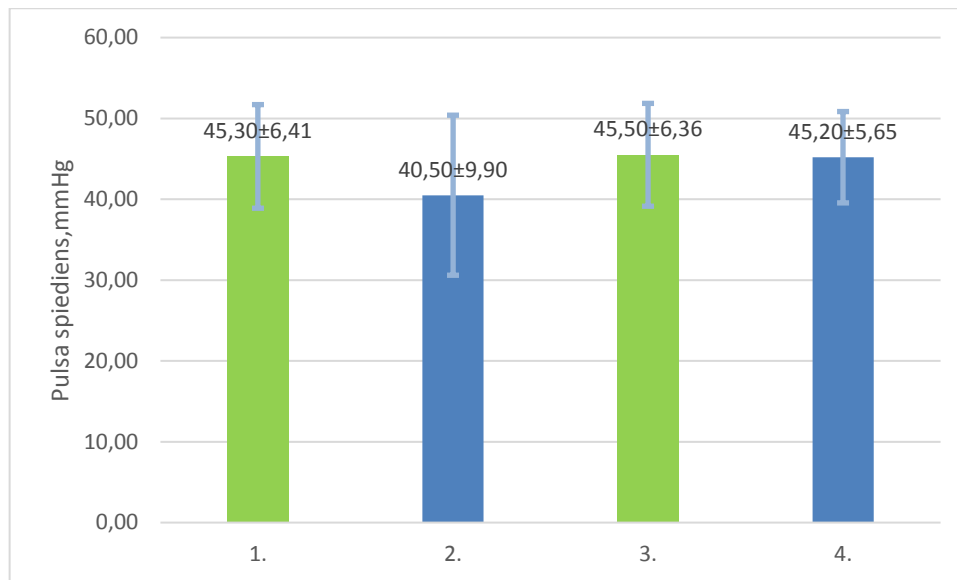
12. attēls. Sirdsdarbības frekvence laboratorijas miera apstākļos.

Figure 12. Heart rate at laboratory rest conditions.

1. Sirdsdarbības frekvence pirms Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 2. Sirdsdarbības frekvence pēc Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 3. Sirdsdarbības frekvence pirms Red Bull bez cukuru uzņemšanas; 4. Sirdsdarbības frekvence pēc Red Bull bez cukuru uzņemšanas.

1. Heart rate before taking Red Bull with sugar; 2. Frequency of heartbeat after taking Red Bull with sugars; 3. Heart rate before taking Red Bull without sugar; 4. Frequency of heart rate after taking Red Bull without sugar.

Pulsa spiediena vidējās vērtības pirms abu veidu enerģijas dzērienu uzņemšanas bija $45,30 \pm 6,41$ mmHg un $45,50 \pm 6,36$ mmHg. Pēc abu veidu enerģijas dzērienu uzņemšanas vidējās vērtības bija $40,50 \pm 9,90$ mmHg un $45,20 \pm 5,65$ mmHg. Un arī pulsa spiediena gadījumā nepastāv statistiski būtiska atšķirība. Pulsa spiediens ir parametrs, kas netieši raksturo sirds sistoles lielumu. Pētījumā iegūtie dati rāda, ka nepastāv statistiski nozīmīgas atšķirības pulsa spiediena vērtībā pirms un pēc enerģijas dzērienu uzņemšanas nevienā no gadījumiem. Tas ļauj izdarīt secinājumu, ka miera apstākļos enerģijas dzērienu uzņemšana būtiski nemaina sirds sistoles tilpumu (13. attēls).



13. attēls. Pulsa spiediens laboratorijas miera apstākļos.

Figure 13. Pulse pressure at laboratory rest conditions.

1. Pulsa spiediens pirms Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 2. Pulsa spiediens pēc Red Bull ar cukuru uzņemšanas; 3. Pulsa spiediens pirms Red Bull bez cukuru uzņemšanas; 4. Pulsa spiediens pēc Red Bull bez cukuru uzņemšanas.

1. Pulse pressure before taking Red Bull with sugar; 2. Pulse pressure after taking Red Bull with sugar; 3. Pulse pressure before taking Red Bull without sugar; 4. Pulse pressure after taking Red Bull without sugar.

3.3. Enerģijas dzērienu ar un bez cukura efektu salīdzinājums

Tā kā atsevišķos sirds un asinsrites sistēmu un vielmaiņu raksturojošos parametros pirms un pēc enerģijas dzērienu uzņemšanas izpaudās statistiski nozīmīga atšķirība, darbā tika noskaidrots, vai pastāv statistiski nozīmīga atšķirība abu enerģijas dzērienu veidu (ar un bez cukura) efektos. Lai to noskaidrotu, vispirms tika novērtēts, vai pastāv darbā reģistrēto parametru būtiska atšķirība laboratorijas miera apstākļos pirms enerģijas dzēriena ar cukura un enerģijas dzēriena bez cukura uzņemšanas. Šīs datu statistiskās analīzes vērtības atspoguļotas 4.tabulā.

4.tabula. Vielmaiņu un sirds asinsrites sistēmu raksurojošo parametru atšķirības būtiskumu novērtējums pirms enerģijas dzērienu, ar un bez cukura,uzņemšanas.

Table 4. The significance of the differences between the parameters of the metabolism and the cardiovascular system before the intake of the energy drink with and without sugar.

Parametrs	p vērtība
Vielmaiņas intensitāte	0,463
Elpošanas koeficients	0,255
Lipīdu oksidācijas intensitāte	0,334
Ogļhidrātu oksidācijas koeficients	0,298
Sistoliskais spiediens	0,808
Diastoliskais spiediens	0,733
Sirdsdarbības frekvence	0,929
Pulsa spiediens	0,945

Aplūkojot statistisko datu analīzes p vērtības, ir redzams, ka izejas datos pirms enerģijas dzērienu uzņemšanas nav būtiskas atšķirības. Proti, laboratorijas miera vielmaiņas un sirds asinsrites raksturojošo parametru vērtības ir līdzīgas, un tas ļauj salīdzināt abu enerģijas dzērienu efektus uz šiem te parametriem.

Veicot datu statistisko analīzi, parametru atšķirību būtiskuma novērtēšanu pēc abu enerģijas dzērienu veidu uzņemšanas, arī neuzrādījās statistiski nozīmīgi būtiska atšķirība nevienā no gadījumiem (5. tabula).

5. tabula Vielmaiņu un sirds asinsrites sistēmu raksurojošo parametru atšķirības būtiskumu novērtējums pēc enerģijas dzērienu, ar un bez cukura, uzņemšanas.

Table 5. The significance of the differences between the parameters of the metabolism and the cardiovascular system after the intake of the energy drink with and without sugar.

Parametrs	p vērtība
Vielmaiņas intensitāte	0,586
Elpošanas koeficients	0,481
Lipīdu oksidācijas intensitāte	0,421
Ogļhidrātu oksidācijas intensitāte	0,422
Sistoliskais spiediens	0,292
Diastoliskais spiediens	0,909
Sirdsdarbības frekvence	0,395
Pulsa spiediens	0,209

4. DISKUSIJA

Pamatā enerģijas dzērieni tiek izmantoti, lai uzlabotu fiziskās un kognitīvās darba spējas. Vairums zinātnisko pētījumu, kas veikti par enerģijas dzērieniem, ir veikti tieši saistībā ar to efektiem fiziskās un kognitīvās slodzes palielināšanai, tai skaitā arī pētījumi pēdējā desmitgadē (Al-Fares et al., 2015; Perez-Lopez et al., 2015; Lara et al., 2014). Tādi pētījumi, kas pēta funkcionālās izmaiņas organismā tieši miera apstākļos, ir salīdzinoši maz, un tas rada interesi, jo enerģijas dzērieni mūsdienās tiek arvien biežāk lietoti kā ikdienas dzērienu papildinājums arī tajos gadījumos, kad slodze nav paaugstināta.

Izvērtējot darbā izmantoto enerģijas dzērienu efektus uz sirds-asinsrites parametriem, uzrādās tendence, ka abu veidu enerģijas dzērieni – ar un bez cukura, palielina, bet ne fizioloģiski nozīmīgi, arteriālo spiedienu. Zinātniskajā literatūrā ir atrodami arī fakti, ka enerģijas dzērieni (tai skaitā *RedBull*, kas tika izmantots pētījumā) palielina arī sirdsdarbības frekvenci arī miera apstākļos, pie kam, efekts tieši uz sirdsdarbības frekvenci parasti ir izteiktāks nekā uz arteriālo spiedienu (Miles-Chan et al., 2015). Manā bakalaura darba pētījumā gan izmaiņas sirdsdarbības frekvencē neapstiprinājās. Šādiem efektiem uz sirds-asinsrites parametriem, ir vairāki, tai skaitā savstarpēji saistīti iemesli. Un kā nozīmīgākais cēlonis tam ir enerģijas dzēriena sastāvā esošais kofeīns, kas kā nespecifisks antagonists saistās pie adenozīna A1 un A2 receptoriem, kavējot sekundāro starpnieku – cikliskā adenozīna monofosfāta veidošanos (Ribeiro, Sebastiao, 2010) un intracelulārās kalcija koncentrācijas palielināšanos, kas asinsvadu endotēlija šūnās stimulē NO-sintāzes ekspresiju, un atgriezeniski stimulē pašām endotēlija šūnām palielināt NO produkciju. NO difundē asinsvadu gludajā muskulatūrā, kas atrodas tieši zem endotēlija šūnu slāņa, un sekmē asinsvadu gludās muskulatūras un attiecīgi paša asinsvada dilatāciju (Echeverri et al., 2010). Otrs paralēlais mehānisms ir saistīts ar kofeīna spēju saistīties tieši pie asinsvadu gludās muskulatūras adenozīna receptoriem, un ar līdzīgu mehānismu, sekmēt vazodilatāciju (Echeverri et al., 2010). Adenozīna receptori ir eksperimentāli visur cirkulācijas sistēmas struktūrās, kur izsauc vazodilatāciju, palielinot asins piegādi audiem. Kofeīns konkurējoši saistās pie adenozīna receptoriem, kā rezultātā stimulē kompensējošu adenozīna produkciju organismā, audos, kas savukārt, stimulē simpātiskā tonusa palielināšanos, kateholamīnu un renīna sekrēciju palielināšanos, kas stimulē sekojošu vazokonstrikciju un perifērās pretestības palielināšanos, kas noved pie arteriālā spiediena kāpuma un sirdsdarbības frekvences palielināšanās (Higgins, Babu, 2013). Higgins un kolēģi (Higgins, Babu, 2013) savā pētījumā apraksta, ka pēc 300 mg kofeīnu saturoša dzēriena uzņemšanas sistoliskais arteriālais spiediens palielinājās miera apstākļos par 7 mmHg, bet diastoliskais par 3 mmHg.

No enerģijas dzērienu sastāvā esošajām vielām, tieši kofeīnam, un ne taurīnam vai kādai cita vielai, ir galvenā nozīme sirds - asinsrites funkciju izmaiņu nodrošināšanā.

Pētījumā analizētie dati par vielmaiņas intensitāti atspoguļo, ka vielmaiņas intensitāte pazeminās laboratorijas miera apstākļos pēc abu veidu enerģijas dzērienu uzņemšanas. Nienhauser un kolēģi (Nienhauser et al. 2011) savā pētījumā secina, ka uzņemot enerģijas dzērienu (473 ml) laboratorijas miera apstākļos, vielmaiņas intensitāte paaugstinās, kas ir pretrunā ar manis iegūtajiem rezultātiem. Ir grūti rast skaidrojumu, kāpēc vielmaiņas intensitāte manā pētījumā samazinājās.

Citos pētījumos, kuros novēro miera vielmaiņas intensitātes palielināšanos pēc enerģijas dzēriena uzņemšanas, vielmaiņas paaugstinājums tiek saistīts ar pastiprināto cukuru metabolismu, kas kombinējas ar stimulējošo vielu (galvenokārt, kofeīna, taurīna) tiešiem efektiem šūnu vielmaiņas palielināšanai (Thomas 2007).

Elpošanas koeficienta, ogļhidrātu un lipīdu oksidācijas intensitātes statistiski nozīmīgas izmaiņas *Red Bull* dzēriena ar cukuru uzņemšanas gadījumā, ir skaidrojamas ar izmaiņām enerģētisko substrātu izmantošanā sakarā ar relatīvi lielas cukuru (11 g/100 ml) devas nonākšanu cirkulācijā, un līdz ar to arī to pieejamību audiem.

5. SECINĀJUMI

1. Vienreizējas devas enerģijas dzēriena *Red Bull*, ar un bez cukura, uzņemšana, nerada būtiskas sirdsdarbības frekvences izmaiņas, bet izsauc statistiski būtisku arteriālā spiediena palielināšanos laboratorijas miera apstākļos, ko, savukārt, nevar uzskatīt par fizioloģiski nozīmīgu palielinājumu. Tomēr rezultāts norāda uz enerģijas dzēriena izsauktā efekta tendenci arteriālā spiediena palielināšanai.
2. Enerģijas dzēriena *Red Bull* uzņemšana samazina organisma vielmaiņas intensitāti laboratorijas miera apstākļos, un bezcukura enerģijas dzēriena uzņemšanas gadījumā šis efekts ir statistiski būtisks ($p=0.016$).
3. Enerģijas dzēriena *Red Bull*, kura sastāvā ir cukurs, uzņemšana statistiski būtiski izmaina enerģētisko substrātu izmantošanas proporciju organisma enerģētiskajam nodrošinājumam, palielinot ogļhidrātu oksidāciju.
4. Enerģijas dzēriena *Red Bull*, ar un bez cukura uzņemšana, izsauc līdzīgas tendences vielmaiņas un sirds-asinsrites parametru izmaiņām miera apstākļos, un to savstarpēji salīdzinātie efekti statistiski būtiski neatšķiras ($p=0.05$).

PATEICĪBAS

Izsaku vislielāko pateicību savai bakalaura darba vadītājai Līgai Ozoliņai-Mollai par palīdzību darba veidošanā un uzlabošanā. Pateicību vēlos pateikt arī tiem, kuri piedalījās pētījumā.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Adler GK. Exercise and fatigue--is neuroendocrinology an important factor? *J Clin Endocrinol Metab.* 2000 Jun;85(6):2167-9.
2. Ahluwalia N, Herrick K. Caffeine intake from food and beverage sources and trends among children and adolescents in the United States: review of national quantitative studies from 1999 to 2011. *Adv. Nutr.* 2015; 6:102-11.
3. Al-Fares, M. N., Alsunni, A. A., Majeed, F., & Badar, A. (2015). Effect of energy drink intake before exercise on indices of physical performance in untrained females. *Saudi Medical Journal*, 36(5), 580–586. <http://doi.org/10.15537/smj.2015.5.11141>
4. Anonymous 2012. What happens 24 hours after drinking an energy drink. <https://www.personalise.co.uk/blog/what-happens-24-hours-after-drinking-an-energy-drink/>
5. Ayuob, N., & ElBeshbeishy, R. (2016). Impact of an Energy Drink on the Structure of Stomach and Pancreas of Albino Rat: Can Omega-3 Provide a Protection? *PLoS ONE*, 11(2), e0149191. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0149191>
6. Balch JF, Balch PA (1997) Prescription for nutritional healing second edition. Avery Publishing Group, Garden City Park, New York pp.12-21.
7. Ball GFM (2004) Vitamins: Their role in the human body. Blackwell Publishing, Oxford UK, pp. 298-309, 326-335.
8. Bedi N, Dewan P, Gupta P. Energy drinks: Potions of illusion. *Indian pediatrics.*2014;51(7):529-533.
9. Bender DA (1992) Nutritional biochemistry of the vitamins. Cambridge University Press, Cambridge, pp.184-188.
10. Benowitz NL. Clinical pharmacology of caffeine. *Annu. Rev. Med.* 1990; 41:277Y88.

11. Boucknooghe T., Remacle C., Reusens B. Is taurine a functional nutrient? *Curr Opin clin Nutr Metab Care* 2006; 9: 728-733.

12. Boyle M, Castillo VD: Monster on the loose. *Fortune* 2006, 154:116-122.

13. Breda JJ, Whiting SH, Encarnacao R, et al. Energy drink consumption in europe: a review of the risks, adverse health effects, and policy options to respond. *Front Public Health*. 2014; 2:134.

14. Camporeale G, Rodriguez-Melendez R, Zempleni J (2006) Panthothenic Acid. In: Wolinsky and Driskell (eds) *Sports nutrition: Vitamins and trace elements Second Ed.* CRC Press, Boston, pp. 123-139.

15. Candow DG, Kleisinger AK, Grenier S, Dorsch KD. Effect of sugar-free Red Bull energy drink on high-intensity run time-to-exhaustion in young adults. *J Strength Cond Res*. 2009 Jul;23(4):1271-5.

16. Di Rocco JR, During A, Morelli PJ, Heyden M, Biancaniello TA. Atrial fibrillation in healthy adolescents after highly caffeinated beverage consumption: two case reports. *J Med Case Reports*. 2011;5(1):18.

17. Dikici S, Saritas A, Besir FH, Tasci AH, Kandis H. Do energy drinks cause epileptic seizure and ischemic stroke? *The American journal of emergency medicine*. 2013;31(1):274. e271-274. e274

18. Echeverri D, Montes FR, Cabrera M, Galán A, Prieto A. Caffeine's vascular mechanisms of action. *International Journal of Vascular Medicine*. 2010 PMID: PMC3003984. article ID: 834060. doi: 10.1155/2010/834060.

19. European Commission: Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Levels of Pantothenic Acid (expressed on 17 April 2002). http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out80k_en.pdf

20. Flinn S, Gregory J, McNaughton LR, Tristram S, Davies P. Caffeine ingestion prior to incremental cycling to exhaustion in recreational cyclists. *Int J Sports Med* 11: 188-193, 1990
21. Food Safety Promotion Board (FSPB). A Review of the Health Effects of Stimulant Drinks, 2003. Food Standards Agency. Expert Group on Vitamins and Minerals: Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals (May 2003)
<http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/vitmin2003.pdf>
22. Goldfarb M, Tellier C, Thanassoulis G. Review of published cases of adverse cardiovascular events after ingestion of energy drinks. *The American journal of cardiology*. 2014;113(1):168-172.
23. Greenblum S, Turnbaugh PJ, Borenstein E. Metagenomic systems biology of the human gut microbiome reveals topological shifts associated with obesity and inflammatory bowel disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2012;109(2):594-599.
24. Greene E, Oman K, Lefler M. Energy drink-induced acute kidney injury. *Ann Pharmacother*. 2014 Oct;48(10):1366-70. doi: 10.1177/1060028014541997. Epub 2014 Jul 1.
25. Groff JL and Gropper SS. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*, 3rd Edition. Wadsworth Thomson Learning 2000.
26. Hansen CM, Manore MM (2006) Vitamin B6. In: Wolinsky and Driskell (eds) *Sports nutrition: Vitamins and trace elements* Second Ed. CRC Press, Boston, pp. 81-93.
27. Hayes KC and Trautwein EA, 1994. Modern nutrition in health and disease. In: *Taurine*, Lea & Febiger. Pp 477-485.
28. Heath EM (2006) Niacin. In: Wolinsky and Driskell (eds) *Sports nutrition: Vitamins and trace elements* Second Ed. CRC Press, Boston, pp.69-81.

29. Higgins JP, Tuttle TD, Higgins CL. Energy beverages: content and safety. *Mayo Clin. Proc.* 2010; 85:1033Y41.
30. Higgins JP, Babu KM. Caffeine reduces myocardial blood flow during exercise. *American Journal of Medicine.* 2013;126(8):730.e731–730.e738.
31. Higgins JP, Yarlagadda S, Yang B. Cardiovascular complications of energy drinks. *Beverages.* 2015; 1:104-26.
32. Huxtable, RJ (1992) “Physiological actions of taurine” *Physiol Rev* 72:101-163
33. Institute of Medicine (IOM): Dietary References Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin and Choline. 1998.
34. Jones SR, Fernyhough C. Caffeine, stress, and proneness to psychosis-like experiences: A preliminary investigation. *Personality and Individual Differences.* 2009;46(4):562-564
35. Jungnickle PW, Maloley PA, Vander Tuin EL et al. (1997) Effect of two aspirin pretreatment regimes on niacin-induced cutaneous reactions. *J. Gen. Intern. Med.* 12: 591-596.
36. Lara, B., Gonzalez-Millan, C., Salinero, J.J., Abian-Vicen, J., Areces, F., Barbero-Alvarez, J.C., . . . Del Coso, J. (2014). Caffeine-containing energy drink improves physical performance in female soccer players. *Amino Acids*, 46, 1385–1392. PubMed doi:10.1007/s00726-014-1709-z
37. Laurent D, Schneider KE, Prusaczyk WK, Franklin C, Vogel SM, Krssak M, Petersen KF, Goforth HW, Shulman GI. Effects of caffeine on muscle glycogen utilization and the neuroendocrine axis during exercise. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000 Jun;85(6):2170-5.

38. Lee S, Hudson R, Kilpatrick K, Graham TE, Ross R. Caffeine ingestion is associated with reductions in glucose uptake independent of obesity and type 2 diabetes before and after exercise training. *Diabetes Care*. 2005 Mar;28(3):566-572.
39. Lewis RD (1997) Riboflavin and niacin. In: Wolinsky and Driskell (eds) *Sports nutrition: Vitamins and trace elements*. CRC Press, Boston, pp. 57-75.
40. Ludwig IA, Mena P, Calani L, et al. Variations in caffeine and chlorogenic acid contents of coffees: what are we drinking? *Food Funct*. 2014; 5:1718-26.
41. Malinauskas BM, Aeby VG, Overton RF, Carpenter-Aeby T, Barber-Heidal K. A survey of energy drink consumption patterns among college students. *Nutr J* 6: 35, 2007.
42. McMartin K (2006) Vitamin B12. In: Wolinsky and Driskell (eds) *Sports nutrition: Vitamins and trace elements Second Ed*. CRC Press, Boston, pp. 111-123.
43. Miles-Chan, J.L.; Charriere, N.; Grasser, E.K.; Montani, J.-P.; Dulloo, A.G. The blood pressure-elevating effect of Red Bull energy drink is mimicked by caffeine but through different hemodynamic pathways. *Physiol. Rep*. 2015, 3, e12290.
44. Mora-Rodriguez R, Pallarés JG. Performance outcomes and unwanted side effects associated with energy drinks. *Nutrition reviews*. 2014;72(suppl 1):108-120
45. Nienhueser J, Brown GA, Shaw BS, Shaw I. Effects of energy drinks on metabolism at rest and during submaximal treadmill exercise in college age males. *Int J Exerc Sci* 2011; 4: 65-76
46. Paolini JF, Mitchel YB, Reyes R, et al. (2008) Measuring flushing symptoms with extended release niacin using the flushing symptom questionnaire: results from a randomised placebo controlled clinical trial. *Int. J. Clin. Pract*. 62: 896-904.
47. Pan J, Lin M, Kesala RL, Van J, Charles MA (2002) Niacin treatment of the atherogenic lipid profile Lp (a) in diabetes. *Diabetes, Obes. Metab*. 4: 255-261.

48. Pasantés-Morales, H, Quesada, O, Moran, J (1998) "Taurine: An osmolyte in mammalian tissues" *Adv Exp Med Biol* 442:209-217
49. Pérez-López A, Salinero JJ, Abian-Vicén Javier, Valades D, Lara B, Hernández C, Areces F, et al. 2015. "Caffeinated energy drinks improve volleyball performance in elite female players." *Medicine and science in sports and exercise* 47 (4): 850-6. doi:10.1249/MSS.0000000000000455.
50. Peronnet F, Massicotte D. Table of nonprotein respiratory quotient: an update. *Canadian Journal of Sports Science*. 1991;16:23–29
51. PR Newswire. Global Energy Drinks Market 2015Y2021: Insights, Market Size, Share, Growth, Trends Analysis and Forecasts for the \$61 Billion Industry.[cited 2016 May 13]. <http://www.prnewswire.com>
52. Prins PJ, Goss FL, Nagle EF, Beals K, Robertson RJ, Lovalekar MT, Welton GL. Energy Drinks Improve Five-Kilometer Running Performance in Recreational Endurance Runners. *J Strength Cond Res*. 2016 Nov;30(11):2979-2990.
53. Red Bull Ingredients:Energy Drink:Retrieved 2012 <https://www.redbull.com>
54. Ribeiro JA, Sebastião AM. Caffeine and adenosine. *J Alzheimers Dis*. 2010;20 Suppl 1:S3-15. doi: 10.3233/JAD-2010-1379.
55. Riesenhuber A, Boehm M, Posch M, Aufricht C. Diuretic potential of energy drinks. *Amino Acids*. 2006 Jul;31(1):81-83. PubMed PMID: 16847703.
56. Reissig CJ, Strain EC, Griffiths RR. Caffeinated energy drinks--a growing problem. *Drug Alcohol Depend* 2009; 99: 1-10 [PMID: 18809264 DOI:10.1016/j.drugalcdep.2008.08.001
57. Robinson AW, Sloan HL, Arnold G (2000) The antilipidemic effects of plain and extended-release niacin. *Prev. Cardiol*. 3: 131-136.
58. Robinson AW, Sloan HL, Arnold G (2001) Use of niacin in the prevention and management of hyperlipidemia. *Prog. Cardiovasc. Nurs*. 16: 14-20.

59. Rotstein, J.; Barber, J.; Strowbridge, C.; Hayward, S.; Huang, R.; Godefroy S.B. "Energy Drinks : An assessment of the potential health risks in the Canadian context" *Int. Food Risk Anal. J.* 2013, 4, 1-29.
60. SCF (Scientific Committee on Food Authority), 1999. Opinion on caffeine, taurine and D-glucuronolactone as constituents of so-called "energy" drinks, adopted on 21 January 1999.
61. Shao A., and Hathcock JN. Risk assessment for the amino acids taurine, l-glutamine and l-arginine. *Reg Toxicol Pharmacol*, 2008, 50: 376-399.
62. Terry-McElrath YM, O'Malley PM, Johnston LD. Energy drinks, soft drinks, and substance use among United States secondary school students. *J. Addict Med.* 2014; 8:6-13.
63. Thomas E (1997) Panthothenic Acid. In: Wolinsky and Driskell (eds) *Sports nutrition: Vitamins and trace elements*. CRC Press, Boston, pp. 97-101.
64. Thomas P. Behind the Label: Red Bull. *The Ecologist* 37: 14-15, 2007.
65. Timbrell JA, Seabra V, and Waterfield CJ. The in vivo and in vitro protective properties of taurine. *Gen Pharmacol* 1995, 26, 453-462.
66. Tunnicliffe JM, Erdman KA, Reimer RA, et al. Consumption of dietary caffeine and coffee in physically active populations: physiological interactions. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2008; 33:1301-10.
67. Warskulat U., Heller-Stilb B., Oermann E. Et al., Phenotype of the taurine transporter knockout mouse. *Methods Enzymol* 2007; 428: 439-458.

Bakalaura darbs „Energijas dzēriena, ar un bez cukura, akūtās iedarbības novērtējums uz organisma miera enerģētisko metabolismu un sirdsdarbības frekvenci” izstrādāts LU Bioloģijas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Arta Bogdānova

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: Asoc.prof., Dr.biol. Līga Ozoliņa-Molla

Recenzents: asist., M.biol. Karīna Volčeka

Darbs iesniegts LU Bioloģijas fakultātē

Lietvede:

Darbs aizstāvēts bakalaura gala pārbaudījuma komisijas sēdē

06.06.2018. prot. Nr.

vērtējums

Komisijas sekretārs: doc., Dr.biol. Uģis Kagainis