

VINIAUS UNIVERSITETO MEDICINOS FAKULTETO
FIZIOLOGIJOS, BIOCHEMIJOS IR
LABORATORINĖS MEDICINOS KATEDRA

MAGISTRO DARBAS

**KRAUJO PLAZMOS ELEKTROLITŲ SPEKTRO POKYČIAI VARTOJANT
MINERALINĮ VANDENĮ**

Magistrantė KRISTINA PRANCKEVIČIŪTĖ _____

(parašas)

Darbo vadovė
Doc. Dr. V. Jablonskienė _____

(parašas)

VU MF Fiziologijos, biochemijos ir
Laboratorinės medicinos katedros vedėja
Hd. Dr., prof. Z. Kučinskienė

leidžiama ginti _____

(parašas)

Darbo įteikimo data _____

Registracijos Nr.

2009

TURINYS

SANTRUMPOS.....	3
ĮVADAS	4
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	6
1.1. Organizmo vanduo ir jo kiekio pastovumo reguliavimas.....	6
1.2. Natrio fiziologinė reikšmė ir jo tyrimo rezultatų vertinimas	8
1.3. Kalio fiziologinė reikšmė ir jo tyrimo rezultatų vertinimas	10
1.4. Chloridai, jų fiziologinė reikšmė ir jų tyrimo rezultatų vertinimas	12
1.5. Kalcio fiziologinė reikšmė ir jo tyrimo rezultatų vertinimas.....	14
1.6. Magnio fiziologinė reikšmė ir jo tyrimų rezultatų vertinimas.....	16
2. TYRIMO MEDŽIAGA	18
2.1. Tiriamieji ir tyrimo eiga.....	18
2.2. Tyrimo metodai.....	19
2.3.1. Analizatorius Radiometer EML 105	19
2.3.2. Architect c 8000	21
2.3. Statistinė duomenų analizė	22
3. TYRIMŲ REZULTATAI.....	22
4. REZULTATŲ APTARIMAS	37
IŠVADOS	40
LITERATŪROS SĄRAŠAS	41
SUMMARY	44
PADĖKA	45
PRIEDAI.....	46

SANTRUMPOS

ADH – antidiurezinis hormonas

ATP – adozintrinukleotidfosfatas

cAMP – ciklinis adozinmonofosfatas

GKP – glomerulų ir kanalėlių balansas

GFG – glomerinės filtracijos greitis

ULS – užląsteliniai skysčiai

VLS – viduląsteliniai skysčiai

ULST – užląstelinio skysčio tūris

PTH – parathormonas

Įvadas

Kraujas tai nepaprastai sudėtingas audinys, sudarytas iš skystosios tarpląstelinės medžiagos, vadinamos kraujo plazma, ir joje plūduriuojančių kraujo kūnelių.

Kraujo plazma – skystoji kraujo dalis, sudaranti 55% kraujo tūrio. Kraujo plazma perneša biologiškai aktyvias medžiagas, medžiagų apykaitos produktus, lemia organizme cirkuliuojančio skysčio tūrio pastovumą. Plazmos sudėties laboratoriniai tyrimai padeda diagnozuoti ligas.

Kraujo plazmoje yra – 90% vandens ir 0,9% elektrolitų.

Vandens kiekis kraujo plazmoje gana pastovus. Tai įmanoma dėl to, kad vandens patekimas į kraują ar jo pašalinimas yra reguliuojamas nerviniu ir humoraliniu būdu. Vanduo kraujyje gali būti laisvas ir fiziškai sujungtas su baltymais. Apie laisvo vandens kiekį galima spręsti iš kraujo plazmos osmosinio slėgio.

Svarbiausias užląstelinių skysčių katijonas yra natrijs. Pastovų jo kiekį organizme palaiko inkstai dalyvaujant hormonams ir kitoms ekskrecinėms sistemoms [18]. Daugiausiai jo būna NaCl, šiek tiek bikarbonatų pavidalu ir susijungusio su baltymais. Natrijs yra svarbus kraujo plazmos osmosiniam slėgiui, rūgščių-šarmų pusiausvyrai, raumenų bei nervų dirglumo, laidumo procesams.

Chloridai – pagrindiniai organizmo anijonai. Chloridų pokyčiai dažniausiai būna antriniai. Jie išryškėja kaip organizmo kompensacinė reakcija į kitų organizmo jonų svyravimus. Chloro koncentracijos padidėjimas ir sumažėjimas dažnai sutampa su natrio koncentracijos padidėjimu ir sumažėjimu [44].

Kalis yra svarbiausias viduląstelinių skysčių katijonas. Jis ypač reikalingi angliavandenių ir baltymų apykaitai, ląstelių membranų elektriniams reiškiniams, nervų ir raumenų jaudrumui, nervinio impulso perdavimui, pasižymi slopinančiu (vagtropininiu) veikimu.

Plazmoje kalcis būna dvejopas: jonizuotas ir laisvas. Fiziologiškai veiklus tik jonizuotas kalcis. Kalcio jonai ypač reikšmingi raumenų ir nervų jaudrumui, kraujo krešėjimui (nes yra IV kraujo plazmos faktorius), kapiliarų pralaidumui, simpatinės nervų sistemos tonusui.

Magnis, kaip ir kalis, yra viduląstelinis katijonas [18]. Jis mažina nervų ir raumenų jaudrumą, dalyvauja fermentiniuose procesuose, pasižymi raminančiu, spazmolitiniu, fibrinoliziniu veikimu, lėtina kraujo krešėjimą, mažina kraujyje cholesterolio koncentraciją.

Tikslas

Ištirti kraujo plazmos elektrolitų koncentracijos pokyčius vartojant Lietuvoje išgautą natūralų mineralinį vandenį „Tichė“

Darbo uždaviniai

1. Įvertinti kraujo plazmos natrio jonų koncentracijų pokyčius vartojant mineralinį vandenį „Tichė“.
2. Įvertinti kraujo plazmos kalio jonų koncentracijų pokyčius vartojant mineralinį vandenį „Tichė“.
3. Įvertinti kraujo plazmos chloridų koncentracijų pokyčius vartojant mineralinį vandenį „Tichė“.
4. Įvertinti kraujo plazmos magnio jonų koncentracijų pokyčius vartojant mineralinį vandenį „Tichė“.
5. Įvertinti kraujo plazmos kalcio jonų koncentracijų pokyčius vartojant mineralinį vandenį „Tichė“.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Organizmo vanduo ir jo kiekio pastovumo reguliavimas

Vandens kiekis organizme yra priklausomas nuo amžiaus ir lyties. Motinos iščiose vaisiaus vandens kiekis gali būti didesnis nei 94%, tuo tarpu naujagimių jis siekia jau 75%, o vienerių metų vaiko – 60%. Tarp pirmųjų ir antrųjų gyvenimo metų ir per lytinį brendimą, vandens kiekis organizme dar svyruoja ir pagaliau pasiekia pastovią būklę: 60% vyrų organizme ir 50% – moterų.

Organizmui būtina nuolat papildyti pašalinto vandens kiekį. Jo kiekis priklauso nuo žmogaus fizinės veiklos, klimatinių sąlygų ir kitų veiksnių. Įvairiose klimato juostose suvartojamo vandens norma per parą yra skirtinga. Vidutinio klimato juostoje, vandens pusiausvyra yra palaikoma per dieną suvartojant 1,5 litro vandens [42]. Didžiąją dalį reikiamo vandens kiekio organizmas gauna su maistu ir įvairiais skysčiais – arbata, sultimis, geriamu vandeniu. Nedidelis vandens kiekis (apie 400 ml) susidaro vykstant oksidaciniams procesams [18].

Kad išsilaikytų osmosinė pusiausvyra (izotonija) ir homeostazinis skysčio tūris (normovolemija) tarp užląstelinio ir viduląstelinio skysčio dalių organizmas turi palaikyti tolygų balansą ir tarp vandens, ir tarp elektrolitų suvartojimo ir jų išskyrimo. Šias funkcijas atlieka inkstai bei kitos ekskrecinės sistemos. Esant normaliai inkstų funkcijai, normalus skysčio tūris, taip pat ir osmosinis slėgis yra glaudžiai susijęs. Šių procesų reguliacijai labai svarbus yra antidiurezinis hormonas (ADH) (angl. *Antidiuretic hormone* – ADH) [1, 2, 18, 26, 42].

Osmosinis slėgis

Osmosas – tai vandens judėjimas pro pusiau pralaidžią membraną iš mažesnio osmosinio slėgio aplinkos į didesnio osmosinio slėgio aplinką. Osmosinį slėgį sukuria vandenyje ištirpusių dalelių skaičius. Kuo didesnis ištirpusių dalelių kiekis, tuo didesnis jų sukurtas osmosinis efektas. Vanduo visada pasiskirsto viduląstelinėje ir užląstelinėje terpėje taip, kad susidaro vienodas osmosinis slėgis (izoosmosiškumas) [18, 20].

Sveiko žmogaus organizme bendras vandens kiekis yra gana pastovus. Vandens kiekį organizme reguliuoja užląstelinės terpės pokyčiai. Viduląstelinės terpės skysčiai yra veikiami netiesiogiai, esant glaudžiam kontaktui su užląstelinės terpės skysčiais. Osmosinį slėgį reguliuoja labai jautrūs mechanizmai, reaguojantys net į 1% vandens kiekio nuokrypį nuo įprastinės vertės. Padidėjus keraujo osmosiniam slėgiui reaguoja osmoreceptoriai, esantys pagumburyje ir kraujotakoje. Kai padidėja osmosinis slėgis, pagumburio osmoreptorių dirginimas skatina ADH sintezę ir išskyrimą. Iš pagumburio ADH patenka į hipofizės užpakalinę dalį ir iš jo sekretuojamas

į kraują ir krauju pasiekia inkstus. Padidėjusi ADH koncentracija inkstų distaliniuose ir surenkamuosiuose kanalėliuose, veikdamas V_2 receptorius, didina vandens rezorbciją iš pirminio šlapimo į kraują, atverdamas poras kanalėlių membranose. Sumažėjus osmosiniam slėgiui, osmoreceptoriai nebedirginami ir sumažėja ADH sintezė bei išskyrimas, todėl inkstai ima šalinti daugiau vandens [18].

Tūrio homeostazė

Organizmo skysčių tūrio homeostazės mechanizmai yra mažiau jautrūs nei osmoreguliaciniai mechanizmai. Iš esmės tūrio homeostazę nulemia įvairių mechanizmų visuma. Jie aktyvinami, kai sumažėjus kraujo tūriui, kyla pavojus arterinio spaudimo pastovumui. Mažėjant arteriniam kraujo spaudimui reaguoja baroreceptoriai esantys dešiniajame prieširdyje, plaučiuose ir aortos lanke, kurių aferentiniai impulsai didina ADH sekreciją ir kitus mechanizmus, palaikančius arterinį kraujo spaudimą [18, 42].

Tūrio homeostazei labai svarbi kraujagyslių vazodilatacija (kraujagyslės lygiųjų raumenų atsipalaidavimas ir kraujagyslės išsiplėtimas) ir vazokonstrikcija (kraujagyslės spindžio sumažėjimas). Jei ši pusiausvyra sutrikdoma prasideda vandens ir elektrolitų pasiskirstymo pokyčiai. Pavyzdžiui:

- Vazokonstrikcija pasireiškia kraujagyslių susitraukimu, kartu išsaugant natrį ir vandenį (antidiuretinis efektas), kuri aktyvinama per simpatinę nervų ir renino-angiotenzino-aldosterono sistemas, taip pat per padidėjusią antidiurezinio hormono (ADH) (angl. *Antidiuretic hormone* – ADH) sekreciją;
- Vazodilatacinis efektas, kurio metu kraujagyslių lygieji raumenys atsipalaiduoja ir išsiplėčia, taip pat kartu šalinama natris ir vanduo (diuretinis efektas) yra užtikrinami natriuretinių peptidų, NO, prostaglandinų, kalikreino-kinino sistemų.

Kad organizme būtų palaikomas pastovus vandens tūris inkstai gali šalinti daugiau ar mažiau koncentruotą šlapimą. Šie procesai reguliuojami:

- ADH – antidiuretinio hormono;
- keičiant procesų, vykstančių glomerulose ir kanalėliuose pusiausvyrą (GKP) (angl. *glomerular-tubular balance* – GTB);
- keičiant glomerulinio filtrato sudedamųjų dalių (pavyzdžiui gliukozės) koncentracijas [42].

GKP rodo inkstų gebėjimą atsakyti į glomerulų filtracijos greičio (GFG) (angl. *glomerular filtration rate* – GFR) pokyčius keičiant reabsorcijos intensyvumą inkstų kanalėliuose [37].

Bendras organizmo vanduo yra pasiskirstęs užląstelinėje (ULS) (angl. *extracellular fluid compartment* – ECF) ir viduląstelinėje erdvėje (VLS) (angl. *intracellular fluid compartment* – ICF) [42].

Vanduo yra lengvai per ląstelių membranas praeinantis skystis, todėl osmolališkumas užląstelinėje ir viduląstelinėje erdvėje yra vienodas. Absolūtus užląstelinio natrio ir viduląstelinio kalio kiekis nulemia bendro organizme esančio vandens pasiskirstymą tarp dviejų erdvių – viduląstelinės ir užląstelinės [40].

Užląsteliniai skysčiai

Užląsteliniai skysčiai palaiko visą vandenį už ląstelių ribų, t.y. maždaug 1/3 bendro organizmo vandens. Jie apima kraujo plazmą (7,5% bendro kūno vandens), intersticinį skystį (tai tikroji vidinė terpė), kuri skalauja kiekvieną ląstelę (sudaro 20% bendro organizmo vandens), tarpląstelinį skystį (sudaro 15% bendro kūno vandens), limfą, vandenį esantį tankiajame audinyje, pavyzdžiui jungiamajame ir kauliniame audinyje [18, 34, 42].

Viduląsteliniai skysčiai

Viduląstelinėje erdvėje yra 2/3 organizmo skysčių. Tai nėra homogeninis skystis. Jį sudaro įvairių ląstelių skysčiai.

Elektrolitų koncentracijos abipus ląstelių membranų, yra taip pat skirtingos. Na^+/K^+ adozin trifosfazė (ATP-azė) (angl. *adenozin trifosfatase* – ATPase), kuri perneša viduląstelinį natrių už ląstelės ribų, o užląstelinį kalį – į ląstelę, sukuria didelius jonų koncentracijos gradientus. Viduląstelinė magnio koncentracija yra daug didesnė, nei užląstelinė. Viduląstelinės chloridų ir bikarbonatų koncentracijos yra mažesnės nei užląstelinės koncentracijos, tuo tarpu fosfatų ir sulfatų koncentracijos yra didesnės [18, 40, 42].

1.2. Natrio fiziologinė reikšmė ir jo tyrimo rezultatų vertinimas

Natris yra svarbiausias neląstelinis katijonas, o kalis – viduląstelinis. Veikiant Na^+/K^+ ATPazei elektrolitai abipus ląstelės membranos išsidėsto santykiu 3:2, taip palaikydami ląstelės krūvio pokytį abipus ląstelės membranos [18, 20, 42].

Užląstelinės erdvės tūrio mažėjimas yra visada susijęs su natrio kiekio organizme mažėjimu. Padidėjęs natrio pasisavinimas sukelia užląstelinės terpės tūrio didėjimą, net jei nepadidėjęs vandens kiekis. Tokiu atveju vanduo dėl osmotinio slėgių skirtumo patenka iš viduląstelinės terpės tol, kol atstatoma pusiausvyra [18, 42].

Paprastai, vandens pasiskirstymas tarp užląstelinės ir viduląstelinės erdvių svyruoja tikrai 1–2% ir veikia tonizuojamai. Žymūs natrio koncentracijos užląsteliniai pokyčiai, kurie nėra sąlygojami kalio koncentracijos, pavyzdžiui hiponatremija, susiję su vandens skverbimusi iš užląstelinės erdvės į viduląstelinę erdvę. Kaip pasekmė tokių pokyčių, vystysis ląstelinė edema.

Sutrikus bendro vandens ir natrio pusiausvyrai pasireiškia šie klinikiniai požymiai:

- tachikardija, troškulys, sausėjanti oda, didesnis šlapalo kreatinino santykis rodo natrio ir vandens netekimą;
- įgytos širdies ydos, kepenų cirozė ar nefrozinis sindromas kliniškai pasireiškiantis edema, rodo natrio ir vandens perteklių [42].

Osmolališkumas rodo natrio kiekio plazmoje ir bendro organizmo vandens santykį. Paprastai, natrio koncentracijos pakitimai plazmoje yra siejami su osmolališkumo pokyčiais. Dažniausiai hipoosmolališkumas susijęs su hiponatremija. Nors hiponatremija gali būti susijusi ir su padidėjusiu, normaliu ar sumažėjusiu plazmos osmolališkumu [21, 42]. Tuo tarpu didelis kraujo plazmos osmolališkumas gali būti nesusijęs su hipernatremija [20].

Hiponatremija

Hiponatremija yra nustatoma 1–4% visų hospitalizuotų pacientų. Ji nustatoma sutrikus elektrolitų balansui. Visais atvejais kai natrio koncentracija mažesnė nei 135 mmol/l yra kliniškai svarbios [7, 21].

Hiponatremija gali išsivystyti dėl:

- Vandens sulaikymo organizme, t.y. kai žmogaus organizme vandens sulaikoma daugiau negu normaliai ir jis praskiedžia neląstelinės terpės elektrolitus;
- Natrio praradimo, kai natrio jonų šalinimas viršija vandens šalinimą. Taip nutinka gausiai vemiant, viduriuojant [20, 42].

Hiponatremija, pagal užląstelinio tūrio pakitimus skirstoma į:

- Hiponatremiją, kai sumažėja užląstelinio skysčio tūris, bei sumažėja natrio organizme;
- Hiponatremija, kai padidėja užląstelinio skysčio tūris bei padidėja natrio kiekis organizme;
- Hiponatremija, kai užląstelinio skysčio tūris ir natrio koncentracija yra normali [42].

Hipernatremija

Hipernatremija nustatoma 0,2–0,3% visų hospitalizuotų pacientų. Kliniškai svarbu, kai natrio koncentracija padidėja daugiau nei 145 mmol/l [2].

Hipernatremija dažniausiai diagnozuojama pagyvenusiems žmonėms ar mažiems vaikams, kurie negauna pakankamai skysčių ar jų negeria. Kliniškai, hipernatremijai ir

hiperosmolialinei būklei būdingi neurologiniai simptomai, tokie kaip neramumas, judrumas, raumens virpulys, ir hiperrefleksija dėl ląstelių dehidratacijos; priepuoliai ir koma yra vėlyvesni simptomai. Daugiau nei pusei pacientų būdinga ypač bloga psichinė būklė padidėjus natrio koncentracijoms daugiau 160 mmol/l [42].

Hipernatremija gali išsivystyti:

- kai organizmas negauna pakankamai vandens;
- netekus daug vandens, o su juo ir natrio;
- per daug vartojant natrio;
- kai organizmas nesubega išskirti natrio [20].

1.3. Kalio fiziologinė reikšmė ir jo tyrimo rezultatų vertinimas

Kalis yra svarbiausias ląstelių katijonas. Ypač daug kalio yra raumenyse, todėl, sergant širdies ligomis ar dėl įvairių ligų nykstant raumenims mažėja kalio jonų koncentracija [13].

Kalio jonų daugiausiai randama viduląstelinėje erdvėje. Nors maža dalis randama ir užląstelinėje erdvėje. Todėl kalio koncentracijos padidėjimas ar sumažėjimas plazmoje gali sukelti viduląstelinio ir užląstelinio kalio pusiausvyros sutrikimus [18, 42].

Užląstelinio kalio pusiausvyros sutrikimai

Užląstelinio kalio kiekis reguliuojamas šalinant kalį distaliniuose ir surenkamuosiuose inkstų kanalėliuose. Kalio šalinimas per inkstus ir jo užląstelinis kiekis priklauso nuo:

- kalio kiekio, gaunamo su maistu;
- natrio kiekio ir jo šalinimo distaliniuose kanalėliuose. Didėjant natrio ir vandens kiekiui didėja filtracijos greitis, taip aktyvindamas kalio sekreciją [10];
- rūgščių-šarmų pusiausvyros. Esant metabolinei alkalozei, kinta ląstelėse esantis kalio kiekis. Išsivysto hipokalemija kartu su padidėjusiu kalio išskyrimu inkstuose dėl hiperaldosterodizmo ir padidėjusio silpnai reabsorbuojamų bikarbonatų distaliniuose kanalėliuose. Respiracinė alkalozė sukelia tuos pačius pakitimus; Metabolinės acidozės metu kalis išeina iš ląstelės vidaus į jos išorę pasikeičiant ląstelės pH. Stipri metabolinė acidozė, gali sukelti hiperkalemiją. Respiracinės acidozės metu, kalio balanso pakitimai yra daug mažesni nei neorganinių rūgščių acidozės metu;
- mineralokortikoidų ar gliukokortikoidų veiklos. Mineralkortikoidai tiesiogiai, gliukokortikoidai – netiesiogiai sukelia kalio sekreciją distaliniuose kanalėliuose;

- distalinių kanalėlių jautrumo mineralokortikoidams. Įvairios inkstų ligos gali būti distalinių ir surenkamųjų kanalėlių pažeidimo priežastis, kai sumažėja jautrumas aldosteronui. Todėl sutrikdomas kalio išskyrimas, išsivysto hiperkalemija ir sunkioji acidozė;
- anijonų tipo. Jei anijonų absorbcija užląstelinėje erdvėje yra sumažėjusi, tada kalio išskyrimas padidėja ir kaip kompensacinis mechanizmas gali išsivystyti hipokalemija [42].

Viduląstelinio kalio pusiausvyros sutrikimai

Kalio koncentracijos pokyčiai kraujo plazmoje rodo viduląstelinio kalio pusiausvyros sutrikimus. Tačiau šie pokyčiai nekeičia organizme esančio bendrojo kalio. Pavyzdžiui: katecholaminai veikia tiesiogiai per inkstus, sukeldami kalio išskyrimo sumažėjimą kanalėliuose. Insulinas skatina kalio patekimą į ląsteles [33, 42].

Hipokalemija

Hipokalemija yra būklė, kai kalio koncentracija plazmoje ar serume yra mažesnė nei 3,5 mmol/l. Mažesnė nei 2,5 mmol/l koncentracija visada sukelia klinikinius simptomus.

Greitas kalio koncentracijos mažėjimas yra siejamas su klinikiniais simptomais. Tuo tarpu lėtam kalio koncentracijos mažėjimui nebūdingi jokie klinikiniai simptomai. Kalio perėjimas iš užląstelinės į viduląstelinę terpę taip pat sukelia tik minimalius klinikinius simptomus, kurie pasireiškia po įtemptos fizinės veiklos ar vartojant gliukozę ar insuliną [5, 9, 42].

Hipokalemiją gali sukelti:

- nepakankamas kalio kiekio suvartojimas per dieną;
- per didelis kalio netekimas per virškinamąjį traktą ar per inkstus;
- sutrikus kalio pernašai per ląstelių membraną [5, 20].

Hiperkalemija

Hiperkalemija yra būklė, kai kalio koncentracija serume ar plazmoje yra didesnė nei 5 mmol/l [42]. Tai yra sunkiausia būklė, kurią sukelia sutrikusi elektrolitų pusiausvyra [20].

Hiperkalemija vystosi sutrikus kalio pusiausvyros reguliavimo mechanizmams. Esant normaliai inkstų funkcijai, hiperkalemija vystosi retai, kadangi inkstai greitai reaguoja į pakitimus didindami kalio išskyrimą.

Klinikiniai hiperkalemijos simptomai yra širdies ir jos kraujagyslių, taip pat neuroraumeniniai sutrikimai. Tačiau, daugeliu atvejų, ji yra nustatoma kaip pasekmė ligos atveju, kuri sukėlė hiperkalemiją [19].

Hiperkalemijos priežastys:

- padidėjęs kalio suvartojimas;

- sumažėjus kalio išskyrimui;
- pseudohiperkalemijos atvejais, kurių metu hiperkalemija nustatoma kaip artefaktas įvykus hemolizei kraujo ėmimo metu;
- pakitus kalio pernašai per ląstelės membraną;
- sutrikus kalio pernašai iš viduląstelinės į užląstelinę terpę, pavyzdžiui, dėl įtempto fizinio darbo, diabeto, vaistų poveikio [15, 33, 42].

1.4. Chloridai, jų fiziologinė reikšmė ir jų tyrimo rezultatų vertinimas

Chloridų koncentracijos kraujo plazmoje tiriamos esant rūgščių-šarmų pusiausvyros sutrikimams organizme ar sutrikus normaliai vandens ir natrio pusiausvyrai [31].

Chloridai yra svarbiausi natrio anijonai ir yra atsakingi už užląstelinį skysčių tūrį ir plazmos osmolališkumą. Vėlesni tyrimai patvirtino ankstesnį pastebėjimą, kad natrio ir chloridų pašalinimas stipriai koreliuoja tarpusavyje [23].

Chloridų anijonai yra absorbuojami virškinamajame trakte. Jų išsiskyrimas su šlapimu priklauso nuo jų kiekio, kuris patenka su maistu. Chloridai iš organizmo šalinami su šlapimu, prakaitu, išmatomis. Gausiai vemiant diagnostiškai patikimiau nustatyti chloridų nei natrio kiekį organizme [20, 42].

Hipochloremija išsivysto sergant nefritu, kai netenkama chloridų anijonų. Chloridų galima netekti ir per virškinamąjį traktą, t.y. vemiant, viduriuojant. Hipochloremija gali atsirasti dirbant sunkų fizinį darbą, gausiai prakaituojant ar karščiuojant. Hipochloremija išsivysto metabolinės acidozės atvejais, kai padidėja organinių rūgščių susidarymas ir sutrinka jų šalinimas [3, 6, 20, 31].

Hiperchloremija pasireiškia sumažėjus chloridų išsiskyrimui iš organizmo (metabolinė acidozė, užsitęsęs viduriavimas); vartojant daug chloridų; esant alkalozei, kai sumažėja CO₂ [6, 20, 27, 31, 42].

Natrio, kalio ir chloridų anijonų reguliavimas

Natrio ir vandens apykaitai labai svarbūs inkstai. Taip yra sukuriama vandens dinaminė pusiausvyra tarp suvartojimo ir išskyrimo, todėl užląstelinio skysčio tūris lieka pastovus. Natrio kaip druskos kiekis organizme nesikeičia, tačiau jo suvartojimas kiekvieną dieną nuolat svyruoja. Taip pat svyruoja ir netenkamo natrio kiekis iš organizmo. Su šlapimu pašalinamo natrio kiekis

beveik atitinka jo suvartojimą. Daugiausiai natrio netenkama per inkstus. Dalis pašalinama su prakaitu ir išmatomis [20, 42].

Per parą mūsų organizmui reikia 2–4 g kalio. Didžiausia dalis nefiltruojamo kalio pašalinama per inkstus su šlapimu. Kita dalis šalinama su išmatomis [20].

Šių trijų elektrolitų homeostazę palaiko du pagrindiniai hormonai:

- aldosteronas;
- prieširdžių natriurezitinis hormonas.

Aldosteronas – svarbiausias hormonas reguliuojantis natrio, kalio ir chloridų jonų koncentracijas kraujo plazmoje. Jis aktyvina natrio druskų (NaCl) jonų ir vandens reabsorbciją inkstų kanalėliuose ir kalio sekreciją. Didėjant osmosiniam slėgiui vanduo pasyviai rezorbuojamas, dėl to vanduo kaupiasi audiniuose bei kraujyje. Padidėjus kalio koncentracijai tarpląstelinėje terpėje, o kraujyje sumažėjus natrio, ląstelės perduoda signalus specifiniams receptoriams esantiems citoplazmoje. Šie receptoriai kontaktuoja su antinksčių hormonu aldosteronu [18].

Na^+/K^+ ATPazę, kuri yra bazolateralinėje membranoje, reguliuoja hormonas aldosteronas. Jis skatina natrio kanalų sintezę, kurie randasi distalinių inkstų kanalėlių apikalinėje membranoje. Veikiant aldosteronui, daugiau natrio jonų patenka į ląsteles per apikalinę membraną, kartu pernešdami ir chloridų jonus, pagal koncentracijos gradientą. Tuo pat metu aktyvinami kalio kanalai, kuriais vyksta kalio sekrecija. Ji vyksta dėl kelių priežasčių:

- patenkančio natrio jonų srautas sukelia apikalinės membranos depoliarizaciją, kuri lengvina kalio išėjimą pro apikalinę membraną;
- pro apikalinę membraną patenkantys natrio jonai, taip pat tiesiogiai veikiantis aldosteronas, aktyvina Na^+/K^+ ATPazę, todėl daugiau kalio jonų aktyviai pernešami iš intersticiumo į ląstelę, ir taip palaikomas kalio jonų koncentracijos gradientas. Tokiu būdu natrio ir kalio jonų pernešimas yra tarpusavyje susijęs.

Chloridų jonai sekretuojami per chloridų kanalus. Svarbiausią reikšmę šio elektrolito sekrecijai turi bazolateralinėje membranoje vykstantis tų pačių kryptį $\text{Na}^+/2\text{Cl}^-/\text{K}^+$ pernešimas. Chloridų jonų sekrecija reguliuojama veikiant jų kanalus apikalinėje membranoje įvairių veiksnių, kurie stimuliuoja (pvz. cAMP, Ca^{2+}) ar blokuoja (pvz. diuretikas furozemidas) chloridų jonų sekreciją.

Prieširdžių natriurezinis peptidas išsiskiria į kraujo apytaką, kai yra ištempiami prieširdžiai. Šis peptidas slopina natrio jonų rezorbciją distalinėje inkstų kanalėlių sistemos dalyje, sukelia padidėjusį natrio išsiskyrimą su šlapimu (natriurezę), didina glomerulinės filtracijos greitį, slopina antidiurezinio hormono ir aldosterono išsiskyrimą [18].

1.5. Kalcio fiziologinė reikšmė ir jo tyrimo rezultatų vertinimas

Harmoningą kalcio homeostazę organizme palaiko žarnyno, griaučių, inkstų, ir endokrininė sistemos. Kalcis yra absorbuojamas ir sekretuojamas į žarnyną ir šalinamas su šlapimu [42].

Didžiausias kiekis kalcio randamas kauluose. Kur kas mažesni jo kiekiai randami audinių skystyje už ląstelės ribų [20]. Kalcio pokyčiai citoplazmoje yra pagrindinis viduląstelių sistemų pokyčių rodiklis [30].

Kalcis kraujyje yra trijų formų:

- laisvas ar jonizuotas kalcis, sudaro 50% bendro kalcio kiekio kraujyje;
- su baltymais (svarbiausia su albuminu) surištas kalcis;
- kalcis sudaręs kompleksus su įvairiais anijonais, ypač fosfatais, citrinų rūgštimi, ir bikarbonatais [20, 42].

Hiperkalcemija

Hiperkalcemija tai tokia organizmo būklė, kurios metu bendro kalcio koncentracija kraujo plazmoje yra didesnė nei norma. Kliniškai hiperkalcemija pasireiškia neurologiniais ir psichikos sutrikimais, virškinamojo trakto sutrikimais, inkstų veiklos sutrikimais, širdies aritmija [20].

Hiperkalcemijos priežastys:

- PTH sukelta hiperkalcemija, kuri dauguma atvejų yra pirminio hiperparatiroidizmo rezultatas [4, 12, 29];
- su piktybiniu naviku susijusi hiperkalcemija [4, 12];

Hipokalcemija

Hipokalcemija yra organizmo būklė, kai kalcio koncentracija serume yra mažesnė nei 3,8 mmol/l. Hipoalbuminemija yra pagrindinė bendro kalcio koncentracijos plazmoje sumažėjimo priežastis [42]. Kliniškai hipokalcemija pasireiškia nervų sistemos pažeidimo simptomais, širdies darbo sutrikimu [11, 20, 24].

Hipokalcemijos priežastys:

- hipoparatirozė;
- pseudohipoparatirozė;
- inkstų ligos;
- esant vitamino D stokai;
- hipomagnezija, hiperfosfatemija [42].

Bendras ir jonizuotas kalcis kraujyje

Jonizuotasis kalcis yra geresnis indikatorius nei bendras kalcis, nes jis yra biologiškai aktyvus, ir jo koncentracija plazmoje yra tiesiogiai reguliuojama parathormono (PTH) (angl. *Parathormone* – PTH) [39, 42].

Bendro kalcio matavimas rutininėms sąlygomis diagnostškai yra lengvesnis negu jonizuoto kalcio, bet yra nenaudingas, nes bendro kalcio koncentracija serume smarkiai veikiama visų baltymų koncentracijos, ypač albuminų [37].

Kalcio koncentracija serume tiriama esant tetaniniams raumenų susitraukimams, kaulų pakitimams (spontaniški lūžiai, osteoporotiniai lūžiai) [32], inkstų ligoms, pakitusus psichikai (nuovargis, apatija, letargija, depresija [28], anoreksija [38]), sergant skrandžio ir žarnyno ligomis, pakitus odai ir jos dariniams, sergant plaučių ligomis, esant endokrininės sistemos pažeidimams (tiroiditas, sėklidžių, kiaušidžių ar adrenalinės ligos, sutrikęs moterų menstruacijų ciklas [28], prieskydinės liaukos ligos [32]).

Kalcio apykaita ir reguliavimas

Maistas yra pagrindinis kalcio šaltinis. Pastovią kalcio koncentraciją kraujyje padeda palaikyti žarnynas, inkstai ir kaulai.

Su maistu gauname skirtingą kalcio kiekį. Tačiau pernelyg didelis kalcio vartojimas skatina didesnę jo kaupimąsi audiniuose ar akmenų susidarymą inkstuose. Apie trečdalis kalcio reabsorbuojama iš žarnyno į kraują. Didžiausias kalcio kiekis, gautas su maistu, šalinamas su išmatomis. Kita dalis kalcio šalinama su šlapimu.

Daugiausia kalcio reabsorbuojama žarnyne aktyvios pernašos ir pasyvios difuzijos būdu. Šie du pernešimo būdai koreliuoja tarpusavyje priklausomai nuo kalcio kiekio. Pavyzdžiui, su maistu gaunant mažiau kalcio vyrauja aktyvusis pernašos būdas. Gaunant daugiau kalcio su maistu vyrauja pasyvios difuzijos būdas.

Kalcis patekęs į kraują jungiasi su kraujo plazmos baltymais. Tai nefiltruojamoji kalcio forma. Ji nepašalinama su šlapimu. Jonizuotas ir druskų pavidalo kalcis filtruojamas inkstuose. Toks kalcis reabsorbuojamas į kraują. Likusioji nereabsorbuota kalcio dalis šalinama su šlapimu [16].

Kalcio, patekusio į kraujo plazmą, homeostazę palaiko trijų hormonų reguliacinės sąveikos mechanizmai:

- parathormonas;
- tirokalcitoninas;
- vitamino D metabolitas kalcitriolis (D₃).

Parathormonas tai gyvybiškai svarbus hormonas, gaminama prieskydinėse liaukose, palaikantis pastovią kalcio koncentraciją kraujo plazmoje [22]. Sumažėjusi jonizuoto kalcio koncentracija skatina parathormono sintezę. Taip yra didinama kalcio koncentracija kraujyje, nes skatinama:

- inkstų distaliniuose ir surenkamuosiuose kanalėliuose kalcio reabsorbcija ir pirminio šlapimo į kraują;
- vitamino D₃ sintezė inkstuose;
- kalcio rezorbcija iš virškinamojo trakto į kraują;
- kaulų demineralizacija. Parathormonas slopina kaulų augimą, taip skatindamas kalcio patekimą į kraują [16].

Tirotalcitoninas, gaminamas skydliaukės parafolikulinėse ląstelėse, mažina kalcio koncentraciją kraujyje. Hormono sekreciją skatina jonizuoto kalcio koncentracijos padidėjimas kraujyje. Išsiskyres hormonas slopina kalcio išėjimą iš kaulų skatindamas jų augimą ir slopindamas kaulų rezorbciją. Tirotalcitoninas slopina vitamino D₃ sintezę inkstuose, o inkstų kanalėliuose slopina kalcio reabsorbciją, didindamas kalcio išsiskyrimą su šlapimu. Žarnyne hormonas slopina kalcio rezorbciją [24].

Kalcio apykaitai taip pat labai svarbus vitamino D metabolitas kalcitriolis (D₃), kuris funkcionuoja kaip hormonas. Vitaminas D₃ gaunamas su maistu veikiant odą ultravioletiniais spinduliais. Šio vitamino formos hormoninį aktyvumą įgauna po neaktyvių molekulių modifikacijos kepenyse ir inkstuose. Veikiamas fermentų kepenyse susidaro 25-hidroksi-D₃, kuris su krauju patenka į inkstus ir jų proksimaliniuose kanalėliuose virsta 1,25(OH)₂D₃. Ši vitamino D forma didina kalcio koncentraciją kraujyje. Aktyviausiai veikia virškinamąjį traktą, skatindamas kalcio rezorbciją iš žarnyno į kraują. Inkstų kanalėliuose D₃ skatina kalcio reabsorbciją iš pirminio šlapimo į kraują. Kauliniame audinyje D₃ skatina parathormono poveikį, didindamas jo fiziologinį aktyvumą.

Visi šie mechanizmai padeda palaikyti pastovią kalcio koncentraciją kraujyje. Sutrikus šiems reguliaciniams mechanizmomams pasireiškia metabolinės kaulų ligos, tarp jų ir osteoporozė, rachitas, sutrinka raumenų kontrakcinės savybės, audinių jautrumas ir kitos fiziologinės savybės [16].

1.6. Magnio fiziologinė reikšmė ir jo tyrimų rezultatų vertinimas

Magnis yra viduląstelinis katijonas. Jis yra būtinas elektrolitas įvairiems organizmo fiziologiniams procesams. Maždaug 50% viso organizme esančio magnio yra randama kauluose. Kita dalis randama užląstelinėje erdvėje [18, 35].

Magnis aktyvuoja daugelį fermentų, reikalingų biocheminėms reakcijoms žmogaus organizme. Tai padeda palaikyti normalią raumenų ir nervų funkciją, palaiko pastovų širdies ritmą, sveiką imuninę sistemą, ir stiprina kaulus. Magnis mažina cukraus kiekį kraujyje, palaiko normalų kraujospūdį, taip pat dalyvauja medžiagų ir energijos apykaitos procesuose, baltymų sintezėje [36, 43]. Magnis yra rezorbuojamas plonosiose žarnose, o pašalinamas per inkstus [14, 35, 43].

Daugiausia magnio randama žaliose daržovėse, taip pat augaliniuose produktuose ir mėsoje [20]. Kai kurios pupos (pupos ir žirniai), riešutai ir sėklos, taip pat visi, nevalyti grūdai yra geri magnio šaltiniai [41].

Hipermagnezemia

Hipermagnezemia dažniausiai išsivysto sergant inkstų nepakankamumu [25]. Taip pat padidintas magnio kiekis sustiprina hiperkalemijos poveikį širdžiai. Padidėjus magnio kiekiui kraujyje daugiau nei 12,5 mmol/l – sustoja širdis, įvykus raumens diastolei [20].

Hipomagnezemia

Hipomagnezemia susijusi su magnio stoka organizme. Jos klinikiniai požymiai labai panašūs į hipokalcemijos sukeltus požymius: atsiranda širdies silpnumas, sutrinka nervų ir raumenų funkcija. Sumažėjus organizme magnio, slopinamas kalcio poreikis širdies raumens ląstelėse [8].

Hipomagnezemia gali išsivystyti esant blogai mitybai, ilgai gydant diuretikais, ypač jei su maistu gaunamas ribotas magnio kiekis, gydant citotoksinais, imunosupresiniais vaistais [17, 20].

Gilinantį magnio apykaitą ir jo svarbą, būtina neužmiršti magnio, kalio ir kalcio jonų tarpusavio sąveikos [17]. Magnis dalyvauja parathormono sekrecijoje, todėl ryški hipomagnezemia gali būti hipoparatiroidozės priežastis [20].

Magnio jonai turi svarbią įtaką aktyvinant daugelį ATPazių. Labai svarbi magnio jonų koncentracija širdies raumenyje, nes šis jonas aktyvina miozino ATPazę, todėl veikia miokardo susitraukimus. Magnis yra ir Na^+/K^+ ATPazės aktyvatorius, todėl magnio trūkumas sukelia kalio koncentracijos mažėjimą ląstelėse.

Dalis magnio jonų kraujo plazmoje yra susijungę su baltymais, todėl jie yra filtruojami tik iš dalies. Didžiausia dalis laisvo magnio reabsorbuojama Henlės kilpos kylančioje dalyje (apie 50–60%), kita dalis magnio reabsorbuojama inkstų proksimaliniuose kanalėliuose (apie 30%).

Magnis žarnyne rezorbuojamas lėtai ir iš dalies. Magnio rezorbciją žarnyne didina kalcitriolis (vitaminas D3), parathormonas ir kalcitoninas. Šio elektrolito koncentraciją reguliuoja tie patys hormonai, kaip ir kalcio koncentraciją kraujo plazmoje [18].

2. TYRIMO MEDŽIAGA

Tyrimai buvo atlikti Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto fiziologijos, biochemijos katedroje bei Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių Klinikų Laboratorinės diagnostikos centro Biochemijos laboratorijoje 2008 metų 10 – 12 mėnesiais.

2.1. Tiriamieji ir tyrimo eiga

Tyrimui buvo pasirinkta trisdešimt 19 – 20 metų amžiaus asmenų, kurie buvo atrinkti atsitiktinai. Atlikti biomedicininį tyrimą buvo gautas Lietuvos bioetikos komiteto leidimas (Nr. Nr. 29, 2007-07-240). Tyrimas buvo suskirstytas į 4 etapus, kuriuose dalyvavo tie patys tiriamieji:

- visiems tiriamiesiems prieš vartojant natūralų mineralinį vandenį kontroliniam vertinimui buvo tiriami kraujo elektrolitai (pirmasis kraujo tyrimas – (1));
- po to, visi tiriamieji (30 asmenų) 20 dienų kasdien vartojo po 1 litrą mineralinio vandens. 20 dienų pavartojus produktą, tiriamiesiems dar kartą buvo nustatytos kraujo plazmos elektrolitų koncentracijos (antrasis kraujo tyrimas – (2));
- tuomet buvo daroma 2 savaitių pertrauka. Po 2 savaitių pertraukos tiriamųjų kraujas buvo imamas 3-ią kartą (trečiasis kraujo tyrimas – (3));
- tai pat visi tiriamieji 20 dienų vartojo placebą (natūralų šaltinio vandenį). Tyrimo pabaigoje visų tiriamųjų kraujyje dar kartą buvo nustatoma elektrolitų koncentracija (ketvirtasis kraujo tyrimas – (4)).

Tyrimams naudotas natūralus mineralinis vanduo buvo išgautas Lietuvoje naudojant maistui skirtus nerūdijančio plieno vamzdžius iš 689 metrų gylio. Bendra ištirpusių medžiagų koncentracija jame 1378 mg/l, iš jų: Na^+ – 76, K^+ – 19, Ca^{2+} – 220, Mg^{2+} – 73, Cl^- – 46, SO_4^{2-} – 834, HCO_3^- – 108, F^- – 0,3 mg/l.

Tiriamoji medžiaga – veninis kraujas buvo renkamas į vakuuminius mėgintuvėlius be priedų serumui gauti. Kraujas buvo imtas ryte punktuojant veną, nevalgius.

Elektrolitų koncentracijos buvo matuojamos dviem analizatoriais: RADIOMETER EML105 ir ARCHITECT c8000.

Po kiekvieno kraujo ėmimo gautos elektrolitų koncentracijos buvo surašomos į biocheminiams kraujo tyrimams skirtus blankus (1 priedas). Eksperimento pabaigoje duomenys buvo suvesti į bendrą lentelę ir vėliau atliktas statistinis rezultatų vertinimas (2 priedas).

2.2. Tyrimo metodai

Elektrolitų koncentracijos apskaičiuojamos taikant potenciometrijos metodus. Eksperimentui atlikti buvo naudojamos dvi analizinės sistemos: Radiometer EML 105 ir Architect c 8000. Pirmoji veikia tiesioginės potenciometrijos principu. Antroji – netiesioginės potenciometrijos principu.

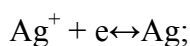
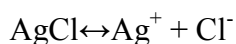
2.3.1. Analizatorius Radiometer EML 105

Analizatorius Radiometer EML 105 veikia tiesioginės potenciometrijos principu. Analizatorius automatiškai konvertuoja elektrolitų aktyvumus į jų koncentracijas. Šis principas yra pritaikytas pH, pCO₂, elektrolitų koncentracijoms matuoti.

Elektrodo grandinės potencialų skirtumas registruojamas voltmetru ir yra susijęs su mėginio koncentracija (Nernsto lygtis).

Elektrinę grandinę elektrode sudaryto:

- mėginys;
- elektrodas, kuris yra sudarytas iš Ag⁺ vielutės padengtos AgCl, kad būtų sudaryta Ag/Ag⁺ pusiausvyra ir būtų sąlygotas referentinis potencialas;
- referentinis elektrodas, kuris palaiko stabilų pastovaus dydžio potencialą, su kuriuo gali būti išmatuoti kiti potencialų pokyčiai. Šis potencialas nesikeičia nuo mėginio sudėties. Jis naudojamas pH ir elektrolitų parametru matavimui. Referentinio elektrodo pastovaus dydžio potencialą palaiko tokios pusiausvyros reakcijos:



- voltmetras (matuojamas bendras potencialas);
- dvi membranos, kurios sudarytos iš trijų sluoksnių:
 1. Vidinio – skirtos difuzijos per membraną apribojimui ir visos membranų sistemos stabilizavimui;
 2. Viduriniojo – skirtos apsaugai nuo baltymų interferencijos;
 3. Išorinio – skirtos mainams tarp mėginio ar skalavimo tirpalo ir HCOONa tirpalo sumažinti.

- du elektrolitų tirpalai, kurie veikia kaip druskų jungties tirpalas ir sudaro elektrinį kontaktą tarp padengtos Ag^+ vietos ir mėginio.

Kiekvienas elektrodo grandinės elementas duoda tam tikrą įtampą į bendrą potencialo kritimą grandinėje. Tokiu būdu:

- kai elektrodai yra įmerkti į atitinkamus elektrolito tirpalus, abu turi skirtingus potencialus;
- membranos sandūros tarp mėginio ir elektrolito tirpalų t.p. turi skirtingus potencialus.

Tokiu būdu visas elektrodo grandinės potencialas yra šių atskirų potencialų suma ir yra volmetru matuojamas dydis.

Žinant bendrą elektrodo grandinės potencialą ir standartinį potencialą apskaičiuojamas mėginio potencialas. Žinant mėginio potencialą pritaikoma Nernsto lygtis, kad būtų nustatytas tiriamosios medžiagos aktyvumas. Pabaigoje analizorius aktyvumą konvertuoja į koncentraciją.

Matavimo principas

Mėginys įsiurbiamas į matavimo kamerą. Matavimo kameroje yra skirtingi elektrodai, skirtingų elektrolitų koncentracijoms apskaičiuoti:

- Kalio elektrodas yra jonų selektyvinis elektrodas, kurio jautrusis elementas yra PVC (polivinilchlorido) membrana su kalio neutralių jonų nešikliu. Jonams gauti membrana padengta celofanine membrana tam, kad jonams jautri membrana būtų apsaugota nuo kontakto su mėginiu.
- Natrio elektrodas yra jonų selektyvinis elektrodas, kurio jautrusis elementas yra Na^+ jautri keramikos šerdelė įtaisyta elektrodo apvalkalo gale.
- Kalcio elektrodas yra jonų selektyvinis elektrodas, kurio jautrusis elementas yra PVC membrana su Ca^{2+} jonų nešikliu. Jonams gauti membrana padengta celofanine membrana tam, kad jonams jautri membrana būtų apsaugota nuo kontakto su mėginiu.
- Chloridų elektrodas yra jonų selektyvinis elektrodas, kurio jautrusis elementas yra PVC membrana su Cl^- jonų nešikliu. Jonams gauti membrana padengta celofanine membrana tam, kad jonams jautri membrana būtų apsaugota nuo kontakto su mėginiu.

Elektrolite yra pastovi ir žinoma elektrolitų jonų koncentracija. Kai mėginys pradeda kontaktuoti su elektrodu, PVC ir celofano membranose ar keramikinėje širdelėje atsiranda potencialas. Šis potencialas priklauso nuo elektrolitų elektrode ir mėginyje skirtumo (tiksliau jų aktyvumo). Susidaręs potencialas elektrodo grandinėje nusako jonų aktyvumą mėginyje. Susidaręs aktyvumas yra konvertuojamas analizatoriuje į jonų koncentracijas, kurios išspausdinamos popieriuje.

Rekomenduotinos elektrolitų normos [45]

Serume/plazmoje

Kalis (K^+) 3,8–5,3 mmol/l

Natris (Na^+) 134–148 mmol/l

Chloridai (Cl^-) 98–107 mmol/l

Jonizuotas kalcis (Ca^{2+}) 1,05–1,3 mmol/l

2.3.2. Architect c 8000

Analizatorius Architect c8000 veikia netiesioginės potenciometrijos principu elektrolitų koncentracijoms nustatyti. Šiuo metodu tiriami mėginiai yra praskiedžiami specialiais tirpalais, kurie išlaisvina surištus jonus.

Šio analizatoriaus sistema susideda iš trijų pagrindinių dalių:

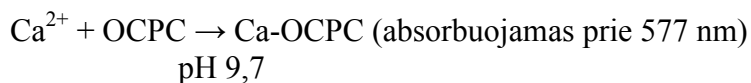
- Sistemos valdymo centro
- Tyrimų modulio. Tai yra pagrindinis tyrimų centras. Mėginiai ir reagentai sulašinami ir sumaišomi reakcijų karuselėje, kurioje vyksta tyrimo procedūra.
- Mėginių padavimo modulio

Tyrimo centras sudarytas iš daugybės komponentų, kurie yra svarbūs vykdant reakciją. Mėginiai, kalibratoriai ir kontrolės pirmiausiai patalpinamos į mėginių karuselę. Mėginių dozatorius įsiurbia ir sulašina mėginį į kiuvetę. Kiuvetė su tiriamu mėginiu patenka į reakcijų karuselę, kurią sudaro 11 kiuvečių segmentų, kiekviename segmente yra po 15 kiuvečių. Iš viso 165 kiuvetės, kuriose vyksta reakcijos. Vykstant tyrimui reakcijų kiuvetė sukasi, kurios metu į mėginio kiuvetę lašinamas reagentas, kuris sumaišomas pirmojo maišytuvo. Praskiestas mėginys perkeliamas mėginių dozatoriaus į integruoto lusto technologijos (ITC) bloką. Šis blokas susideda iš ICT adatos ir ICT modulio, kuris skirtas atlikti netiesioginės potenciometrijos tyrimus. ICT adata įsiurbia praskiestą mėginį į ICT modulį, kuriame yra referentinis elektrodas su tirpalu. Prieš ir po kiekvieno mėginio ištiriamas ICT referentinis tirpalas, duodantis referentinę koncentraciją rezultatų apskaičiavimui. Pasibaigus reakcijai, reakcijos mišinys išsiurbiamas, o kiuvetės plovimo blokas išplauna, išskalauja ir išdžiovina kiuvetę.

Matavimo principas

Kalcis reaguoja su o-kresolftaleinu (OCPC), ir šios reakcijos metu susidaro purpurinės spalvos kompleksas. Tokiu būdu susiformavęs komplekso kiekis yra proporcingas Ca^{2+} koncentracijai.

Magnio jonai, kurie irgi formuoja spalvotą kompleksą su OCPC yra pašalinami iš reakcijos veikiant 8-ksinolinoliu.



$\text{Mg}^{2+} + 8\text{-chinolinas} \rightarrow \text{magnio chinolinas}$ (neabsorbuojamas prie 577 nm)

Rekomenduotinos elektrolitų normos [45]

Serume/plazmoje

Magnis (Mg^{2+}) 0,65–1,05 mmol/l

Bendras kalcis (Ca^{2+}) 2,12–2,60 mmol/l

2.3. Statistinė duomenų analizė

Duomenys išreikšti vidurkiu \pm standartine paklaida (Std. paklaida). Skirtumai tarp grupių įvertinti neporiniu Student'o t-testu (parametriniams duomenims). Rezultatai buvo laikomi statistiškai patikimais, jei p vertė buvo $\leq 0,05$.

Visiems statistiniams duomenims apskaičiuoti ir grafiniam pavaizdavimui atlikti buvo naudojamos kompiuterinės programos SPSS 13.0 ir *Microsoft Office Excel 2007*.

3. TYRIMŲ REZULTATAI

Kraujo elektrolitų tyrimai buvo atlikti Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikų Laboratorinės diagnostikos centro biochemijos laboratorijoje 2008 10 18 – 2008 12 14 laikotarpiu. Per šį laikotarpį buvo ištirta 30 atsitiktinai atrinktų 19-20 metų amžiaus asmenų. Tyrimo metu tie patys tiriamieji vartojo mineralinį ir natūralų šaltinio vandenį. Tyrimas buvo suskirstytas į 4 etapus. Jiems 4 kartus buvo imamas veninis kraujas: pirmą kartą - prieš eksperimentą, antrą kartą – po dvidešimties dienų mineralinio vandens vartojimo, trečią kartą – po dviejų savaičių pertraukos, ketvirtą kartą – po dvidešimties dienų šaltinio vandens vartojimo. Tyrimo metu buvo nustatoma penkių kraujo plazmos elektrolitų (Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} (bendro ir jonizuoto), bei Mg^{2+}) koncentracijos.

Remiantis tyrimų duomenimis apskaičiavome vidutines įvairių parametru reikšmes, jų standartinės paklaidas, bei p reikšmes.

Tiriamieji buvo atrinkti atsitiktine tvarka. Iš trisdešimties tiriamųjų, tirti 8 jaunuoliai (26,7%) ir 22 merginos (73,3%).

Lyginant viso eksperimento metu gautas elektrolitų koncentracijas nustatėme, kad jų vidurkiai skirtingų kraujo ėmimų metu pasiskirstė nevienodai, atsižvelgiant į gautas p reikšmes (1–6 lentelės).

1 lentelė. Elektrolitų koncentracijų vidurkiai kraujo serume (mmol/l) ± standartinės paklaidos ir p reikšmė pirmo ir antro ėmimo metu

Tirtas elektrolitas	Pirmas ėmimas (n=30)	Antras ėmimas (n=30)	p reikšmė
Na ⁺	143,73 ± 0,3	143,43 ± 0,31	0,58
K ⁺	4,636 ± 0,07	4,636 ± 0,08	1
Cl ⁻	103,57 ± 0,31	102,23 ± 0,31	0,004*
Bendras Ca ²⁺	2,37 ± 0,02	2,36 ± 0,01	0,89
Jonizuotas Ca ²⁺	1,16 ± 0,01	1,22 ± 0,01	0,00*
Mg ²⁺	0,75 ± 0,01	0,74 ± 0,01	0,94

* p≤0,05 skirtumas tarp grupių yra statistiškai patikimas

2 lentelė. Elektrolitų koncentracijų vidurkiai kraujo serume (mmol/l) ± standartinės paklaidos ir p reikšmė pirmo ir trečio ėmimo metu

Tirtas elektrolitas	Pirmas ėmimas	Trečias ėmimas	p reikšmė
Na ⁺	143,73 ± 0,3	143,63 ± 0,3	0,93
K ⁺	4,64 ± 0,07	4,65 ± 0,08	0,74
Cl ⁻	103,57 ± 0,31	103,5 ± 0,33	0,94
Bendras Ca ²⁺	2,37 ± 0,02	2,32 ± 0,02	0,13
Jonizuotas Ca ²⁺	1,16 ± 0,01	1,21 ± 0,01	0,00*
Mg ²⁺	0,75 ± 0,01	0,79 ± 0,01	0,01*

* p≤0,05 skirtumas tarp grupių yra statistiškai patikimas

3 lentelė. Elektrolitų koncentracijų vidurkiaiai kraujo serume (mmol/l) ± standartinės paklaidos ir p reikšmė pirmo ir ketvirto ėmimo metu

Tirtas elektrolitas	Pirmas ėmimas	Ketvirtas ėmimas	p reikšmė
Na ⁺	143,73 ± 0,3	143,97 ± 0,25	0,6
K ⁺	4,64 ± 0,07	4,62 ± 0,07	0,92
Cl ⁻	103,57 ± 0,31	103,37 ± 0,22	0,65
Bendras Ca ²⁺	2,37 ± 0,02	2,26 ± 0,01	0,00*
Jonizuotas Ca ²⁺	1,16 ± 0,01	1,15 ± 0,01	0,27
Mg ²⁺	0,75 ± 0,01	0,76 ± 0,01	0,19

* p≤0,05 skirtumas tarp grupių yra statistiškai patikimas

4 lentelė. Elektrolitų koncentracijų vidurkiaiai kraujo serume (mmol/l) ± standartinės paklaidos ir p reikšmė antro ir trečio ėmimo metu

Tirtas elektrolitas	Antras ėmimas	Trečias ėmimas	p reikšmė
Na ⁺	143,43 ± 0,31	143,63 ± 0,3	0,53
K ⁺	4,64 ± 0,08	4,65 ± 0,08	0,76
Cl ⁻	102,23 ± 0,31	103,5 ± 0,33	0,01*
Bendras Ca ²⁺	2,36 ± 0,01	2,32 ± 0,02	0,13
Jonizuotas Ca ²⁺	1,22 ± 0,01	1,21 ± 0,01	0,27
Mg ²⁺	0,74 ± 0,01	0,79 ± 0,01	0,00*

* p≤0,05 skirtumas tarp grupių yra statistiškai patikimas

5 lentelė. Elektrolitų koncentracijų vidurkiaiai kraujo serume (mmol/l) ± standartinės paklaidos ir p reikšmė antro ir ketvirto ėmimo metu

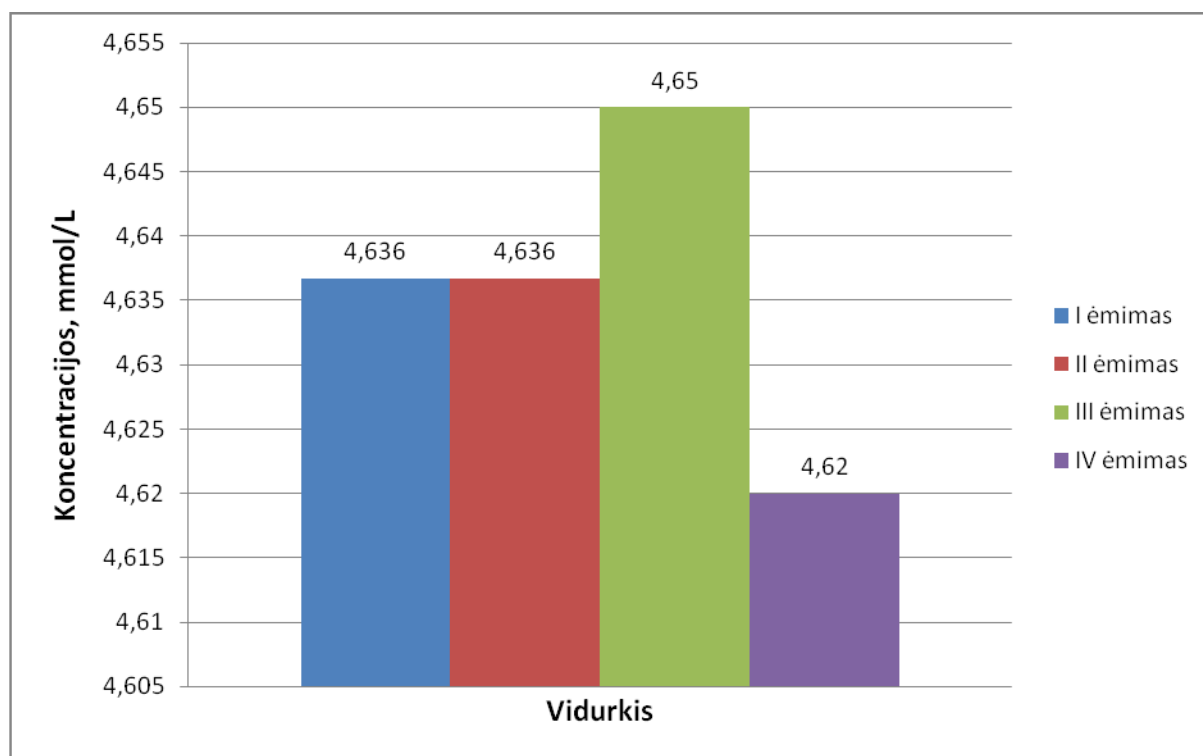
Tirtas elektrolitas	Antras ėmimas	Ketvirtas ėmimas	p reikšmė
Na ⁺	143,43 ± 0,31	143,97 ± 0,25	0,27
K ⁺	4,64 ± 0,08	4,62 ± 0,07	0,92
Cl ⁻	102,23 ± 0,31	103,37 ± 0,22	0,00*
Bendras Ca ²⁺	2,36 ± 0,01	2,26 ± 0,01	0,01*
Jonizuotas Ca ²⁺	1,22 ± 0,01	1,15 ± 0,01	0,00*
Mg ²⁺	0,74 ± 0,01	0,76 ± 0,01	0,14

* p≤0,05 skirtumas tarp grupių yra statistiškai patikimas

6 lentelė. Elektrolitų koncentracijų vidurkiai kraujo serume (mmol/l) ± standartinės paklaidos ir p reikšmė trečio ir ketvirto ėmimo metu

Tirtas elektrolitas	Trečias ėmimas	Ketvirtas ėmimas	p reikšmė
Na ⁺	143,63 ± 0,3	143,97 ± 0,25	0,66
K ⁺	4,65 ± 0,08	4,62 ± 0,07	0,67
Cl ⁻	103,5 ± 0,33	103,37 ± 0,22	0,73
Bendras Ca ²⁺	2,32 ± 0,02	2,26 ± 0,01	0,02*
Jonizuotas Ca ²⁺	1,21 ± 0,01	1,15 ± 0,01	0,00*
Mg ²⁺	0,79 ± 0,01	0,76 ± 0,01	0,12

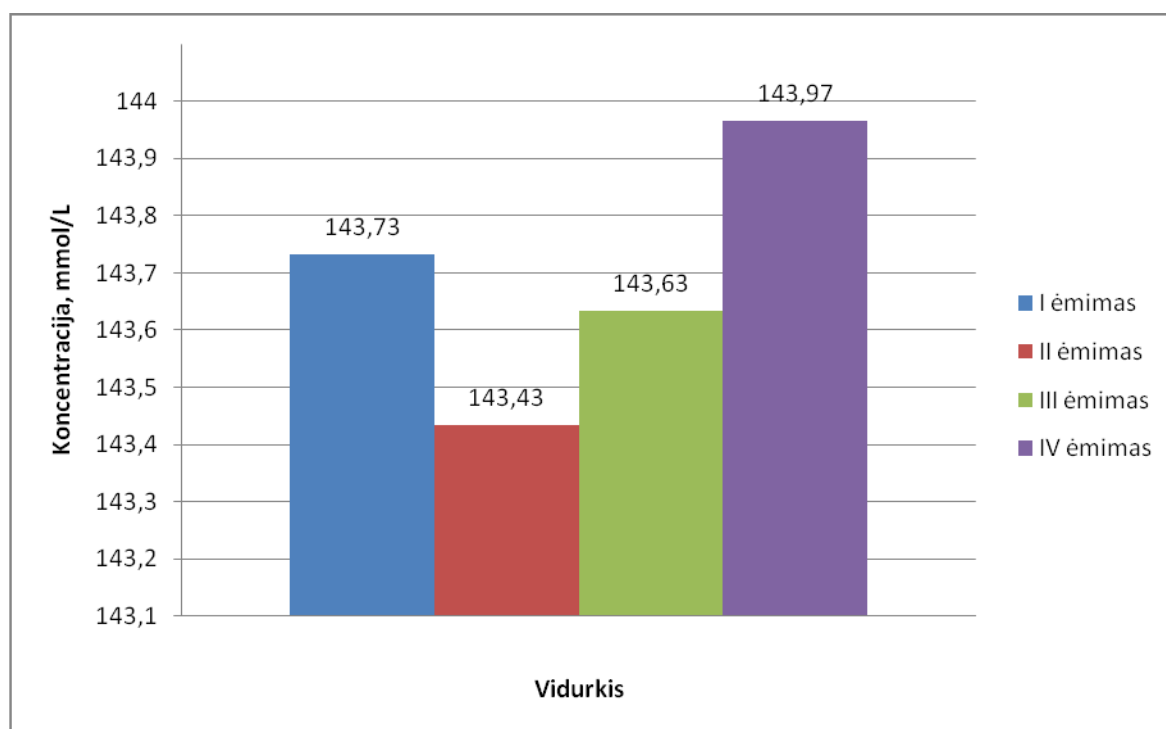
* p ≤ 0,05 skirtumas tarp grupių yra statistiškai patikimas



2 pav. Kalio koncentracijų kitimai tyrimo etapų metu

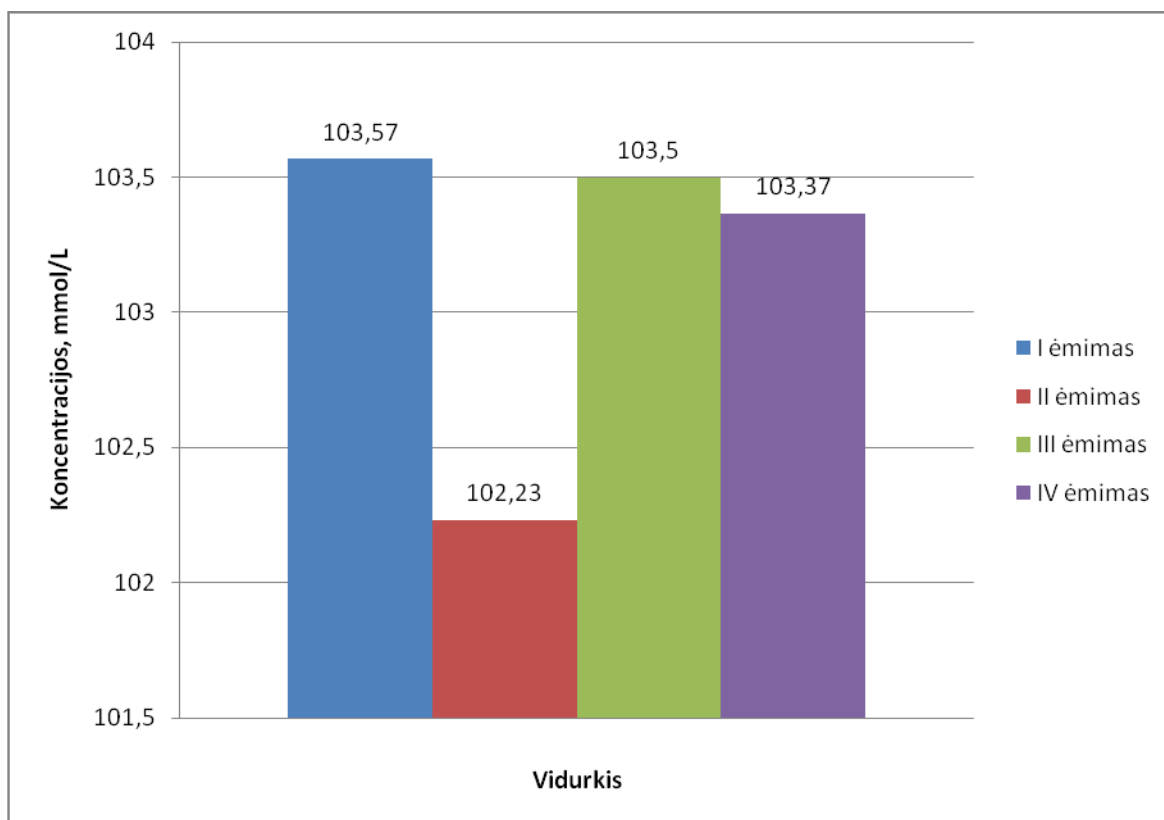
Analizuojant eksperimento metu gautus kalio koncentracijų vidurkių kitimus (2 pav.) nustatėme, kad koncentracija daugiausiai padidėjo, nors rezultatas statistiškai nepatikimas, po dviejų savaitų pertraukos ($4,65 \pm 0,08$ mmol/l), nei kontrolinio ėmimo metu ($4,64 \pm 0,07$ mmol/l) (2 lentelė). Mažiausia koncentracija buvo gauta ketvirto ėmimo metu ($4,62 \pm 0,07$ mmol/l) geriant natūralų šaltinio vandenį, nors statistiškai p reikšmė yra nepatikima (3 lentelė). Kontrolinio ėmimo

metu ir geriant mineralinį vandenį kalio koncentracijos vidurkiai buvo panašūs, tačiau rezultatas statistiškai nepatikimas (1 lentelė).



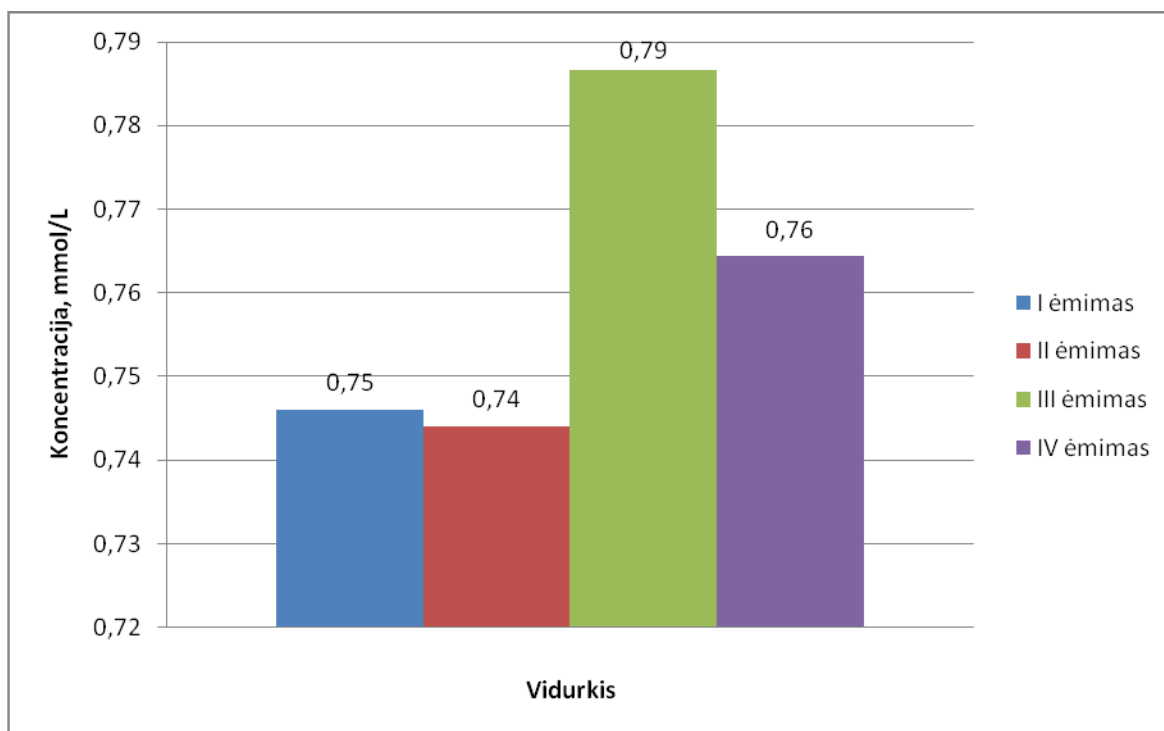
3 pav. Natrio koncentracijų kitimai tiriamųjų etapų metu

3 paveiksle pateikti natrio koncentracijų vidurkių kitimai tiriamosiose grupėse. Iš diagramos matome, kad visų keturių kraujo ėmimo metu natrio koncentracijos vidurkiai pasiskirstė nevienodai ir jų statistinis patikimumas taip pat nevienodas. Didžiausią natrio koncentraciją nustatėme ketvirto ėmimo metu ($143,97 \pm 0,25$ mmol/l), geriant natūralų šaltinio vandenį, palyginus su kontroliniu tyrimu ($143,73 \pm 0,3$ mmol/l), tačiau rezultatas statistiškai nepatikimas (3 lentelė). Po mineralinio vandens vartojimo natrio koncentracija beveik nepakito ($143,43 \pm 0,31$ mmol/l) palyginus su kontroliniu tyrimu ($143,73 \pm 0,3$ mmol/l), tai rodo statistiškai nepatikima p reikšmė (1 lentelė). Darant dviejų savaičių pertrauką po mineralinio vandens gėrimo, koncentracija padidėjo (nuo $143,43 \pm 0,31$ mmol/l iki $143,63 \pm 0,3$ mmol/l), nors statistiškai p reikšmė yra nepatikima.



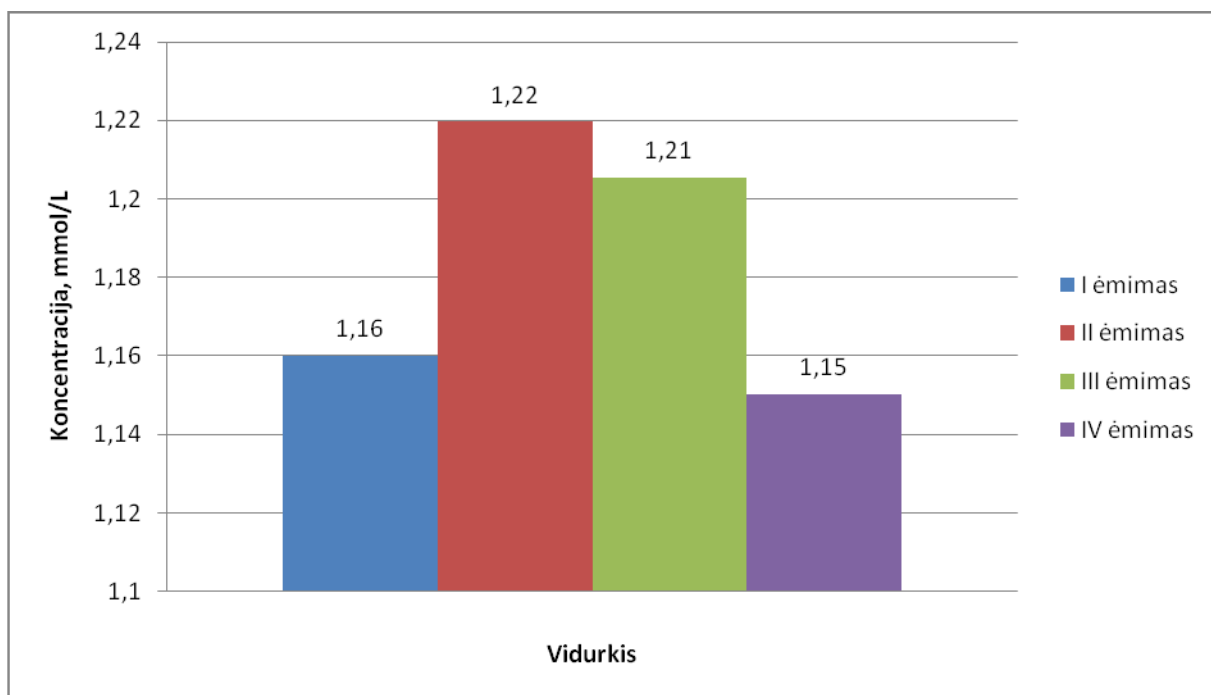
4 pav. Chloridų koncentracijų kitimai tiriamųjų etapų metu

Analizuojant chloridų koncentracijų vidurkius (4 pav.) gautus eksperimento metu matome, kad kontrolinio ėminio metu koncentracija buvo $103,57 \pm 0,31$ mmol/l. Lyginant kontrolinio ėminio ($103,57 \pm 0,31$ mmol/l) kraujo chloridų koncentraciją su mineralinio vandens koncentracija ($102,23 \pm 0,31$ mmol/l), ji statistiškai patikimai sumažėjo (1 lentelė). Po dviejų savaičių pertraukos ir geriant šaltinio vandenį chloridų koncentracijų vidurkiai praktiškai nekito (6 lentelė). Apskaičiavus paklaidas galima teigti, kad kontrolinio ($103,57 \pm 0,31$ mmol/l), trečio ($103,5 \pm 0,33$ mmol/l) ir ketvirto ($103,37 \pm 0,22$ mmol/l) ėmimo metu chloridų koncentracijų vidurkiai beveik sutapo.



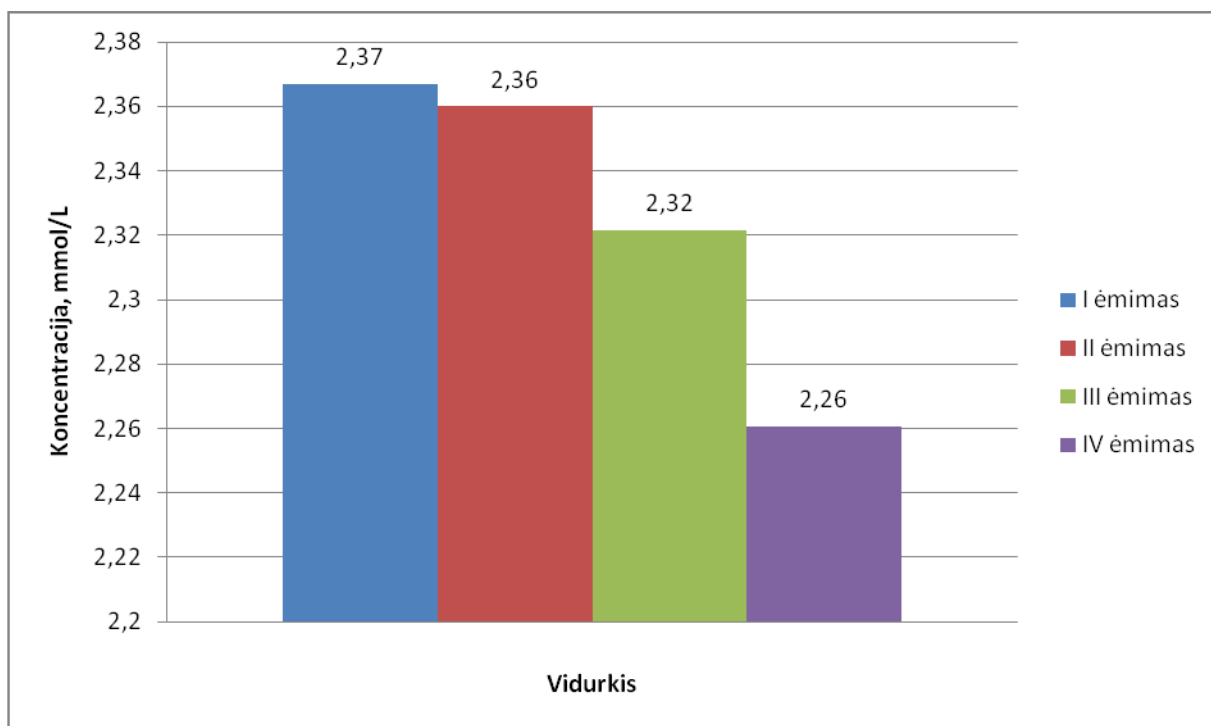
5 pav. Magnio koncentrāciju kitimai tiriamuju etapū metu

Lyginant eksperimento metu gautus magnio koncentrāciju vidurkius (5 pav.) matome, kad kontrolinio ėmimo ($0,75 \pm 0,01$ mmol/l) ir po mineralinio vandens vartojimo ($0,74 \pm 0,01$ mmol/l) elektrolīta koncentrācijas vidurkis beveik nekito (1 lentelē). Statistiski patikimai magnio koncentrācija padidējo ($0,79 \pm 0,01$ mmol/l) 2 savāites nebevartojant vandens lyginat su jo koncentrācija geriant mineralinū vandenī $0,74 \pm 0,01$ mmol/l) (4 lentelē). Ketvirto ėmimo metu, kai buvo geriamas natūralus šaltinio vanduo, magnio koncentrācijas vidurkis sumažējo ($0,76 \pm 0,01$ mmol/l), lyginant su trečio tyrimo etapo rezultatais, tačiau nesiekē kontrolinio ėmimo koncentrācijas (rezultatas statistiski nepatikimas) (6 lentelē).



6 pav. Jonizuoto kalcio koncentracijų kitimai tiriamųjų etapų metu

Analizuojant jonizuoto kalcio koncentracijų vidurkius (6 pav., 1 – 6 lentelė) matome, kad geriant mineralinį vandenį jonizuotojo kalcio koncentracija statistiškai patikimai padidėjo lyginant su kontroliniu tyrimu ($1,16 \pm 0,01$ mmol/l, $1,22 \pm 0,01$ mmol/l atitinkamai). Pastebėjome, kad nebevartojant 2 savaites mineralinio vandens jonizuoto kalcio koncentracija išliko beveik nepakitusi. Tai rodo, kad mineralinis vanduo yra neblogas organizmo kalcio šaltinis, kuris gana ilgam papildė šio elektrolito atsargas. Ir tik galiausiai dar po 20 dienų šaltinio vandens vartojimo jo koncentracija pasiekė kontrolinio tyrimo šio elektrolito koncentraciją ($1,15 \pm 0,04$ mmol/l).



7 pav. Bendro kalcio koncentracijų kitimai tiriamųjų etapų metu

Lyginant bendro kalcio koncentracijų vidurkius (7 pav.) matome, kad jų vidurkiai keturiuose ėmimuose palaipsniui mažėjo. Palyginę kontrolinio ėmimo metu ($2,37 \pm 0,02$ mmol/l) nustatytą bendro kalcio koncentraciją, pastebėjome, kad ji ėmė mažėti po 2 savaičių pertraukos ($2,32 \pm 0,02$ mmol/l, bet rezultatas statistškai nepatikimas), o mažiausia buvo 20 dienų vartojant šaltinio vandenį ($2,26 \pm 0,01$ mmol/l), rezultatas statistškai patikimas (6 lentelė, 7 pav.).

Analizuojant duomenis nustatėme, kad elektrolitų koncentracijų vidurkiai nei vieno kraujo ėmimo metu neviršijo rekomenduojamos koncentracijos normos.

Analizuojant tyrimo rezultatus, kiekvieną kartą buvo nustatytos minimalios ir maksimalios kraujo elektrolitų reikšmės (7 lentelė). Kalio koncentracijos maksimumas buvo 5,6 mmol/l 20 dienų vartojant mineralinį vandenį. Kalio koncentracijos minimumas buvo trečio ėmimo metu – 3,7 mmol/l, kai nustojus vartoti mineralinį vandenį buvo daroma dviejų savaičių pertrauka.

Didžiausia natrio koncentracija buvo kontroliniame ėminyje – 148 mmol/l, minimumas – 20 dienų vartojant mineralinį vandenį – 140 mmol/l. Natrio maksimumo ir minimumo reikšmės visuose ėminiuose įvairavo mažiausiai. Tai rodo, kad mineralinio vandens vartojimas nesutrikdė elektrolitų pusiausvyros kraujyje.

Chloridų koncentracijos maksimumas buvo nustatytas, kai nustojus vartoti mineralinį vandenį, buvo daroma dviejų savaičių pertrauka – 107 mmol/l, minimumas – geriant mineralinį

vandenį – 99 mmol/l. Nors nei vienas iš šių rezultatų neviršijo rekomenduojamos koncentracijos normos, matyti tendencija, kad mažėja chloridų koncentracija ir tai gali šiek tiek šarminti kraują.

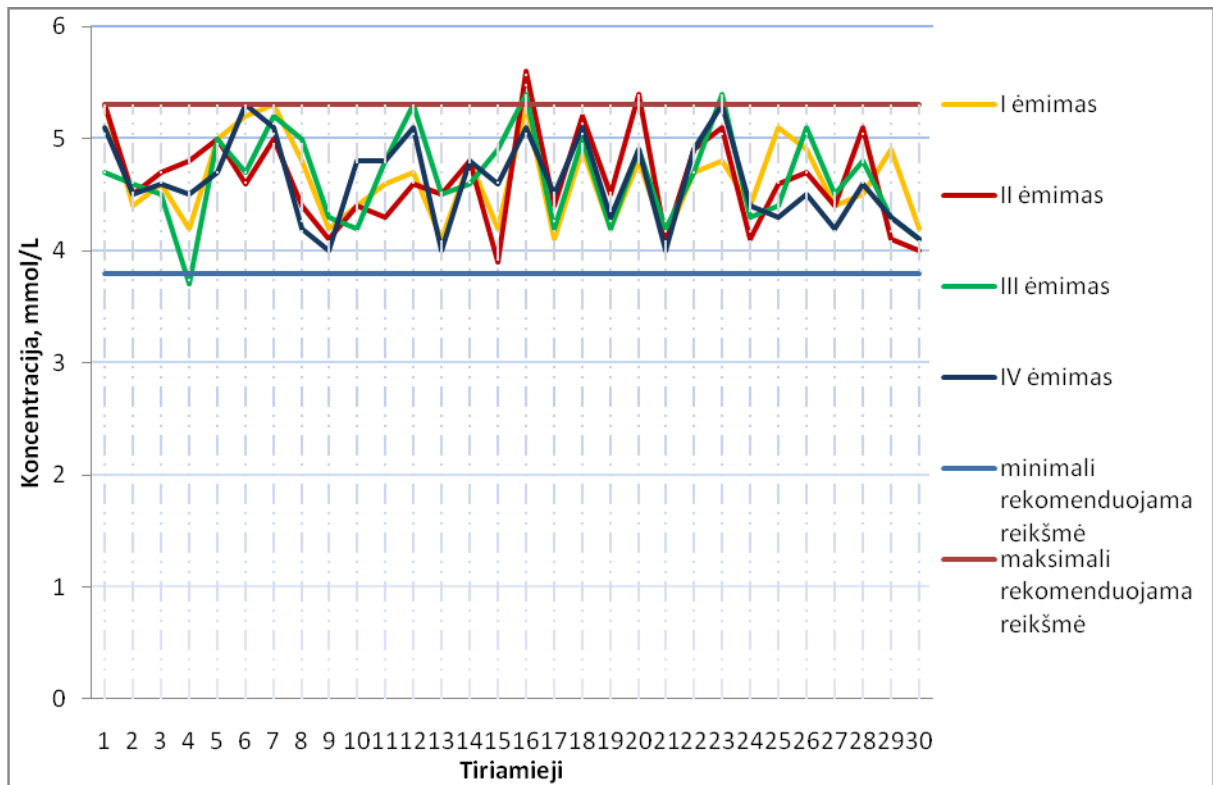
Magnio koncentracijos maksimumas buvo 0,87 mmol/l atliekant kontrolinį jo tyrimą ir geriant mineralinį, minimumas siekė 0,63 mmol/l pirmo – kontrolinio ėmimo metu.

Bendro kalcio koncentracijos maksimumas buvo 2,56 mmol/l kontroliniame ėminyje, o minimumas 2,06 mmol/l po dviejų savaičių pertraukos nustojus vartoti mineralinį vandenį.

Didžiausia jonizuoto kalcio koncentracija buvo 1,35 mmol/l geriant mineralinį vandenį, o minimumas siekė 1,07 mmol/l kontrolinio ėmimo metu ir dvidešimt dienų vaartojus natūralų šaltinio vandenį.

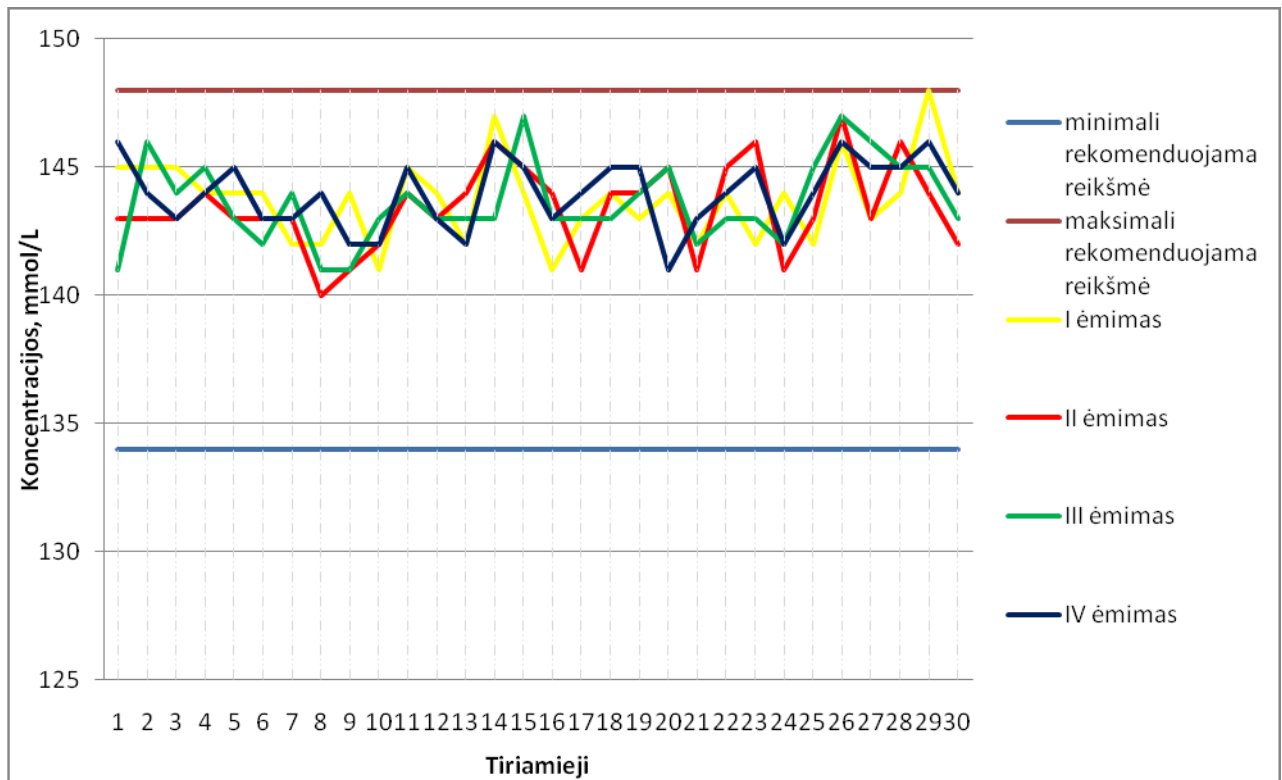
7 lentelė. Elektrolitų koncentracijos minimumo (min) ir maksimumo (max) reikšmės (mmol/l)

Tiriamas elektrolitas	Pirmas ėmimas		Antras ėmimas		Trečias ėmimas		Ketvirtas ėmimas	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Na ⁺	141	148	140	147	141	147	141	146
K ⁺	4,1	5,3	3,9	5,6	3,7	5,4	4	5,3
Cl ⁻	100	106	99	106	100	107	101	105
Bendras Ca ²⁺	2,15	2,56	2,21	2,5	2,06	2,55	2,08	2,42
Jonizuotas Ca ²⁺	1,07	1,23	1,13	1,35	1,11	1,27	1,07	1,26
Mg ²⁺	0,63	0,87	0,64	0,87	0,68	0,86	0,66	0,85



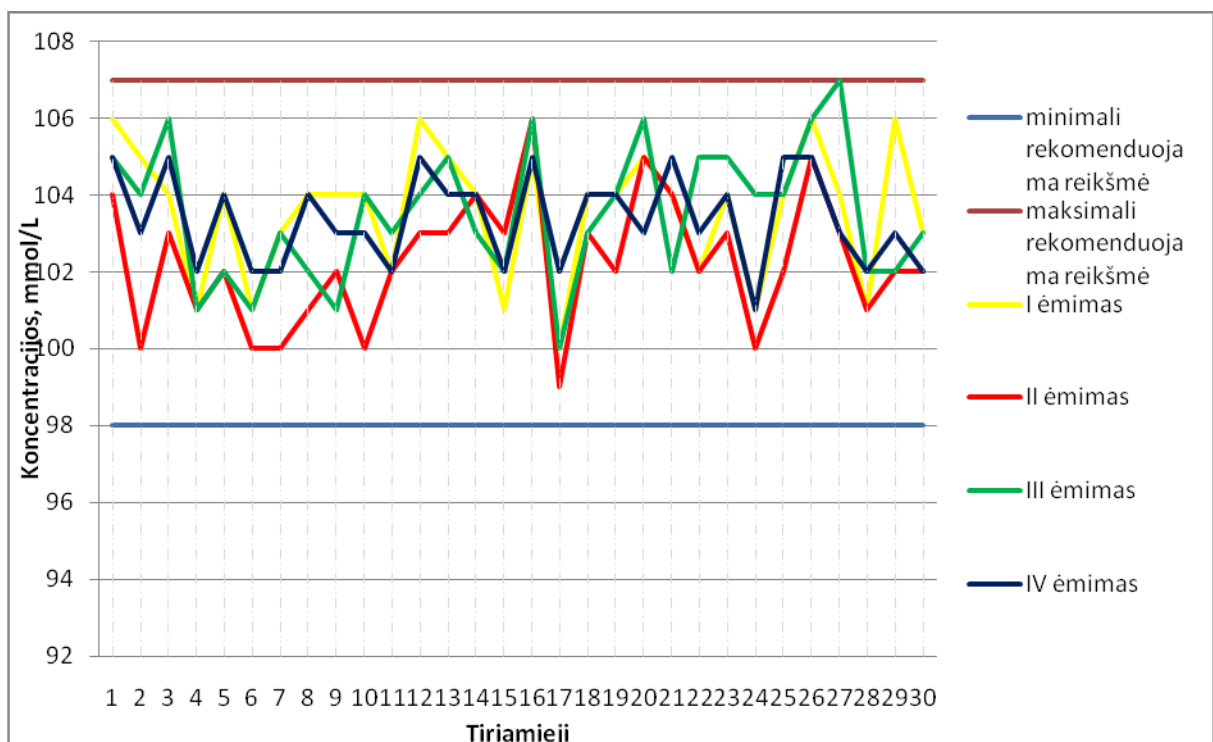
8 pav. Kalio koncentracijų kitimai tyrimo etapų metu

Analizuojant kalio koncentracijos reikšmių išsibarstymą tarp rekomenduojamos normos ribų visuose kraujo ėimuose matome, kad kalio koncentracijos daugiausia svyravo normos ribose (8 pav.). Tik dviejų tiriamųjų antro ėimo metu (kai buvo geriamas mineralinis vanduo) ji viršijo normą. Darant dviejų savaitių pertrauką kai nebebuvo geriamas mineralinis vanduo tik vieno tiriamojo kalio koncentracija kraujyje buvo mažesnė nei rekomenduojama norma, ir vieno tiriamojo kalio koncentracija buvo didesnė, nei rekomenduojamoji jo norma.



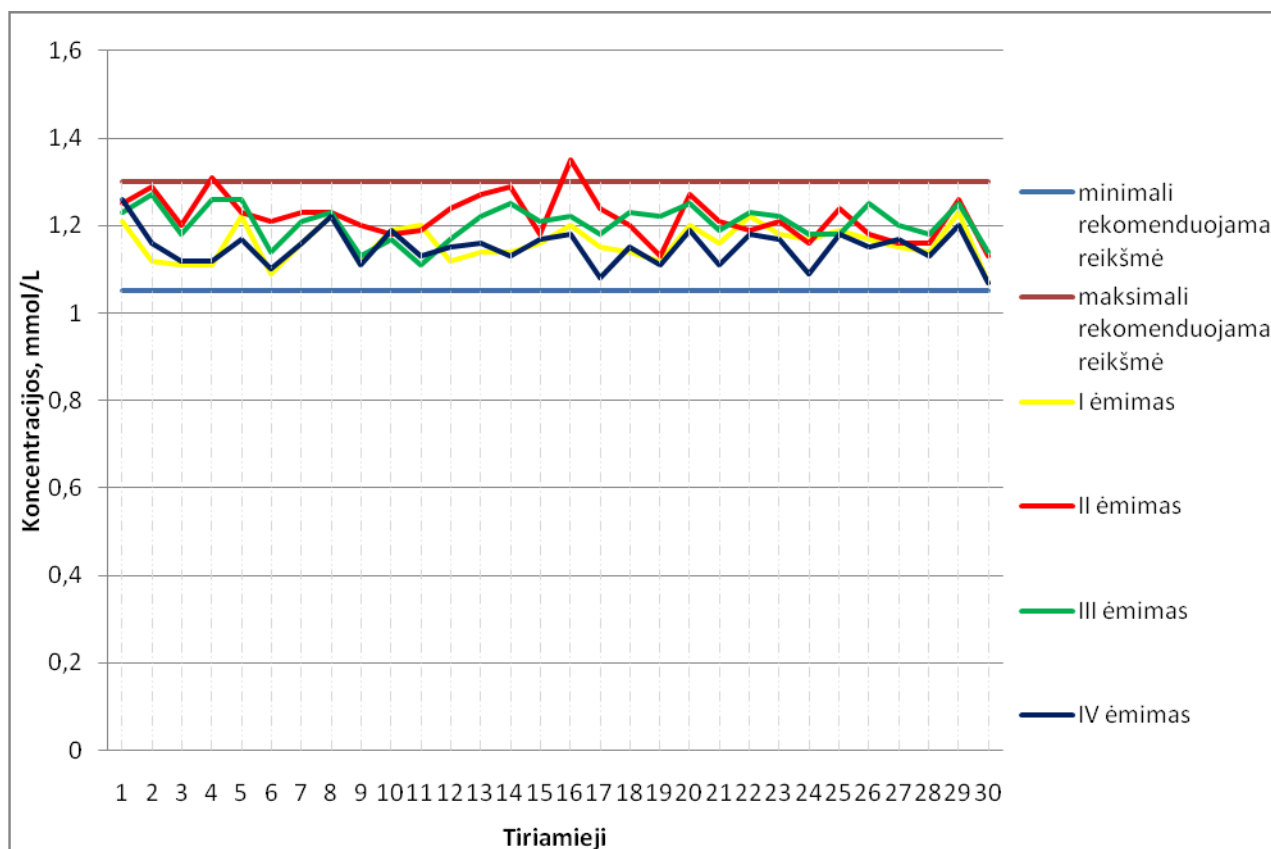
9 pav. Natrio koncentracijų kitimai tyrimo etapų metu

Kaip matome iš 9 paveikslo, natrio koncentracijos viso eksperimento metu keitėsi labai nežymiai.. Nei vieno tiriamojo natrio koncentracija kraujyje neviršijo ir nebuvo mažesnė, nei rekomenduojama norma.



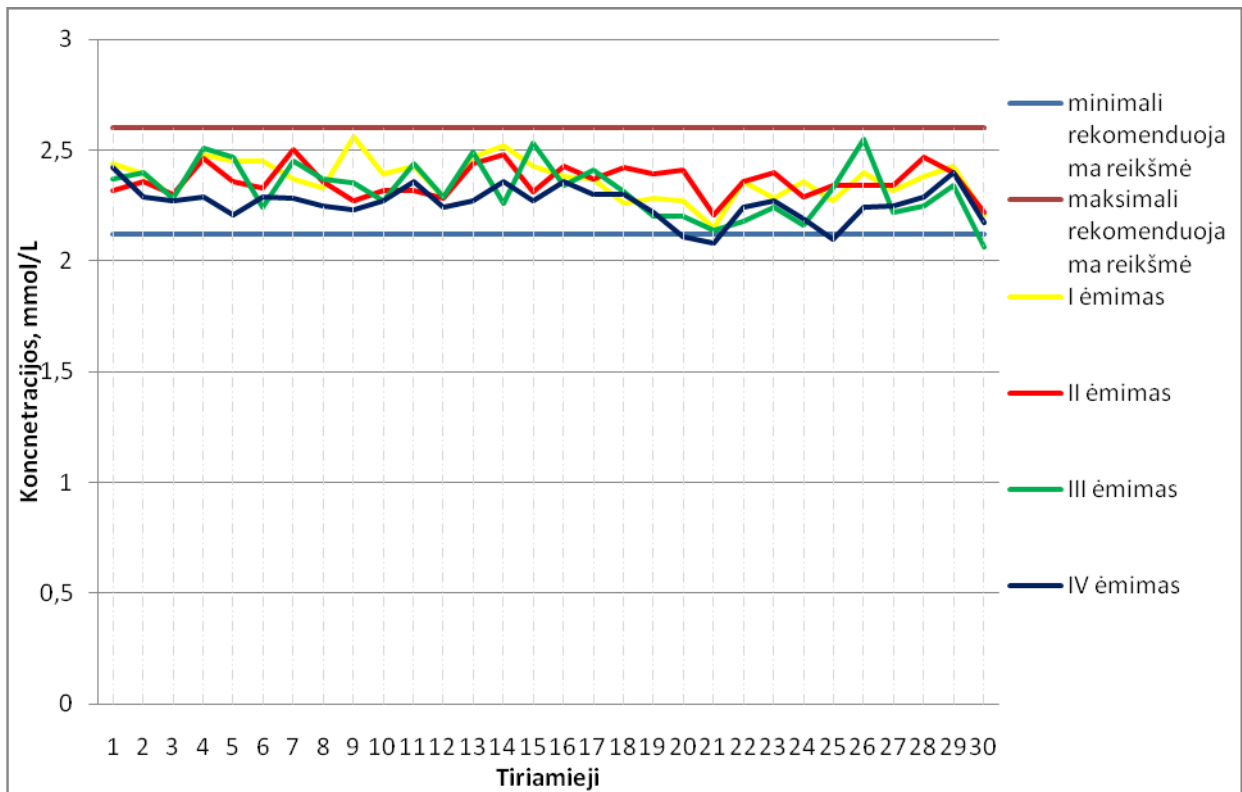
10 pav. Chloridų koncentracijų kitimai tyrimo etapų metu

Analizuojant chloridų reikšmių kitimus eksperimento metu matome, kad jų koncentracijos neviršijo ir nebuvo mažesnės nei rekomenduojama norma (10 pav).



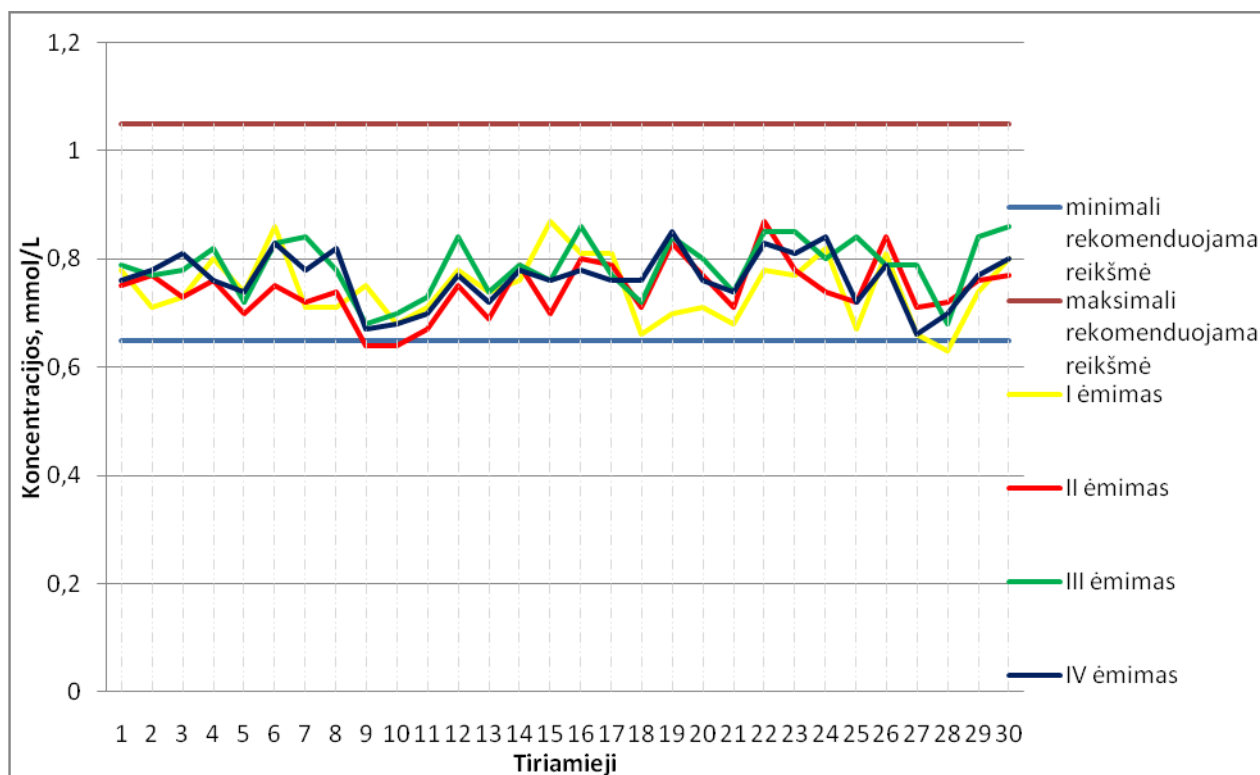
11 pav. Jonizuoto kalcio koncentracijų kitimai tyrimo etapų metu

Analizuojant jonizuoto kalcio reikšmių išsibarstymą tarp rekomenduojamos normos visuose kraujo ėmimuose matome, kad kalcio koncentracijos daugiausia svyravo normos ribose (11 pav.). Tik dviejų tiriamųjų kai buvo geriamas mineralinis vanduo, jonizuoto kalcio koncentracija viršijo normą.



12 pav. Bendro kalcio koncentracijų kitimai tyrimo etapų metu

Analizuojant bendro kalcio reikšmių išsibarstymą tarp rekomenduojamos normos visuose kraujo ėmimuose matome, kad bendrojo kalcio koncentracijos daugiausia svyravo normos ribose (12 pav.). Matuojant bendrojo kalcio koncentracijas nei vienam tiriamajam nenustatyta viršijanti normą elektrolito koncentracija. Nustojus vartoti mineralinį vandenį, ir darant dviejų savaičių pertrauką, vienam tiriamajam bendrojo kalcio koncentracija buvo mažesnė nei rekomenduojama norma. Ketvirto ėmimo metu, tiriamiesiems geriant natūralų šaltinio vandenį, trijų tiriamųjų koncentracijos buvo mažesnės nei rekomenduojamos jo reikšmės.



13 pav. Magnio koncentracijų kitimai tyrimo etapų metu

Analizuojant magnio reikšmių išsibarstymą tarp rekomenduojamos normos visuose kraujo ėmimuose matome, kad magnio koncentracijos daugiausia svyravo normos ribose (13 pav.). Matuojant magnio koncentracijas nei vienam tiriamajam neužfiksuota elektrolito koncentracija viršijanti normą. Kontrolinio ėminio metu vienam tiriamajam elektrolito koncentracija buvo mažesnė nei rekomenduojama norma. Vartojant mineralinį vandenį mažesnė magnio koncentracija buvo nustatyta dviem tiriamiesiems.

Sudarius analizuojamų elektrolitų išsibarstymą nuo minimalios iki maksimalios reikšmės visų tiriamųjų elektrolitų koncentracijos yra rekomenduojamos normos ribose arba neryškiai padidėję ar sumažėję (8 lentelė). Kontroliniame mėginyje magnio koncentracija buvo šiek tiek mažesnė (0,63 mmol/l), nei rekomenduojama apatinė reikšmė (0,65 mmol/l). Antro ėmimo metu, geriant mineralinį vandenį, kalio koncentracija (5,6 mmol/l) ir jonizuoto kalcio koncentracija (1,35 mmol/l) buvo didesnės nei rekomenduojamos normos viršutinė riba (K^+ – 5,3 mmol/l, jonizuoto Ca^{2+} – 1,3 mmol/l), o magnio koncentracijos minimumas (0,64 mmol/l) siekė žemesnę nei rekomenduojama norma ribą (0,65 mmol/l). Trečio ėmimo metu kalio koncentracijos maksimumo (5,4 mmol/l) ir minimumo (3,7 mmol/l) reikšmės viršijo rekomenduojamą normą (K^+ – 3,8–5,3 mmol/l). Bendro kalcio koncentracijos apatinė riba buvo žemesnė (2,06 mmol/l), nei rekomenduojama (2,12 mmol/l). Ketvirto ėmimo metu bendrojo kalcio koncentracija padidėjo 0,02 mmol/l, tačiau nesiekė rekomenduojamos normos.

8 lentelė. Elektrolitų minimalių ir maksimalių koncentracijų (mmol/l) reikšmių kraujo serume pasiskirstymas lyginant su rekomenduojama norma.

Tiriamas elektro- litas	Rekomen- duojama norma	Pirmas ėmimas		Antras ėmimas		Trečias ėmimas		Ketvirtas ėmimas	
		min	Max	min	max	min	max	min	max
Na ⁺	134-148	141(n)	148(n)	140(n)	147(n)	141(n)	147(n)	141(n)	146(n)
K ⁺	3,8-5,3	4,1(n)	5,3(n)	3,9(n)	5,6(↑)	3,7(↓)	5,4(↑)	4(n)	5,3(n)
Cl ⁻	98-107	100(n)	106(n)	99(n)	106(n)	100(n)	107(n)	101(n)	105(n)
Bendras Ca ²⁺	2,12-2,6	2,15(n)	2,56(n)	2,21(n)	2,5(n)	2,06(↓)	2,55(n)	2,08(↓)	2,42(n)
Jonizuo- tas Ca ²⁺	1,05-1,3	1,07(n)	1,23(n)	1,13(n)	1,35(↑)	1,11(n)	1,27(n)	1,07(n)	1,26(n)
Mg ²⁺	0,65-1,05	0,63(↓)	0,87(n)	0,64(↓)	0,87(n)	0,68(n)	0,86(n)	0,66(n)	0,85(n)

(↓ - sumažėjusi koncentracija, ↑ - padidėjusi koncentracija, n – norma)

4. REZULTATŲ APTARIMAS

Darbo metu buvo nustatyti tiriamųjų kraujo plazmos elektrolitų pokyčiai vartojant mineralinį vandenį. Tiriamieji buvo atrinkti atsitiktine tvarka. Tiriamųjų grupėje buvo 8 jaunuoliai (26,7%) ir 22 merginos (73,3%). Tyrimas buvo suskirstytas į keturis etapus: pirmo tyrimo etapo metu kraujas tiriamiesiems buvo imtas kontroliniam kraujo elektrolitų tyrimui. Antro etapo metu kraujas imtas po 20-ties dienų vartojus mineralinį vandį. Trečias kraujo ėmimas buvo atliktas po dviejų savaičių pertraukos nebe geriant mineralinio vandens. Ketvirto etapo metu kraujas buvo imtas po 20-ties dienų, kurių metu tiriamieji gėrė natūralų šaltinio vandenį. Darbe pateikiami 30-ties sveikų tiriamųjų biocheminių kraujo elektrolitų tyrimų duomenys ir jų analizė.

Visiems trisdešimčiai tiriamųjų buvo nustatyta kraujo elektrolitų koncentracija. Atlikus tyrimus nustatyta, kad elektrolitų koncentracijos šiek tiek kito eksperimento metu, tačiau visais atvejais jų koncentracijų vidurkiai neviršijo ar nebuvo mažesni nei rekomenduojama norma. Nei vienam iš tiriamųjų viso tyrimo metu nepasireiškė jokie šalutiniai poveikiai.

Darbo metu buvo nustatoma penkių kraujo elektrolitų (Na⁺, K⁺, Cl⁻, Ca²⁺ (bendro ir jonizuoto), bei Mg²⁺) koncentracijos, jų vidurkiai, minimalios bei maksimalios reikšmės, standartinės paklaidos, statistinio patikimumo reikšmės. Remdamiesi darbo metu gautais elektrolitų koncentracijų tyrimo duomenimis, buvo lyginami kiekvieno elektrolito koncentracijų gauti pokyčiai kiekviename darbo etape.

Remdamiesi kalio koncentracijos tyrimų duomenimis palyginome jo koncentracijų vidurkius visose keturiuose eksperimento dalyse, kiekviename tyrimo etape nustatėme minimumalias ir maksimumalias jų reikšmes. Vidutinė kalio koncentracija kontroliniame tyrimo metu buvo $4,64 \pm 0,07$ mmol/l. 20 dienų vartojant mineralinį vandenį šio elektrolito vidutinė koncentracija liko tokia pat ($4,64 \pm 0,08$ mmol/l). Vienam tiriamajam buvo nustatyta didesnė nei rekomenduojama kalio koncentracija (5,6 mmol/l) Didžiausia vidutinė koncentracija apskaičiuota po dviejų savaičių pertraukos. Ji siekė $4,65 \pm 0,08$ mmol/l. Šio ėminio metu dviem tiriamiesiems buvo užfiksuotas koncentracijos minimumas (3,7 mmol/l) ir maksimumas (5,4 mmol/l), kuris netelpa į rekomenduojamos normos ribas (3,8 – 5,3 mmol/l). Paskutinėje eksperimento dalyje, vartojant natūralų šaltinio vandenį, kalio vidutinė koncentracija buvo mažesnė nei kontroliniame ėminyje ir siekė $4,62 \pm 0,07$ mmol/l. Tačiau šis kalio kitimų skirtumas tarp atskirų etapų nebuvo statistiškai patikimas Gauti rezultatai rodo, kad mineralio vandens gėrimas neturėjo didesnės įtakos kalio koncentracijos kraujo plazmoje kitimams. Tai galime daryti išvadą, kad mineralinio vandens vartojimas nesutrikdo kraujo elektrolitų pusiausvyros.

Remiantis tyrimų duomenimis vidutinės natrio koncentracijos keturiuose darbo etapuose įvairavo. Vidutinė natrio koncentracija kontrolinėje grupėje buvo $143,73 \pm 0,3$ mmol/l. Jo kitimai tarp atskirų tyrimų keturiuose etapuose nebuvo statistikai reikšmingi. Darbo metu nustatytos tiriamųjų minimalios ir maksimalios koncentracijos nei vieno ėminio metu neviršijo rekomenduojamos normos (134 – 148 mmol/l). Taigi galime analogiškai kalio tyrimų atveju teigti, kad mineralinio vandens vartojimas nesutrikdė Na pusiausvyros kraujyje, o pastoviai ją palaikė.

Remdamiesi chloridų koncentracijos tyrimo duomenimis gautais darbo metu apskaičiuotos vidutinės elektrolito koncentracijos išskiriant minimalias ir maksimumalias reikšmes. Kontrolinio tyrimo metu chloridų koncentracija siekė $103,57 \pm 0,31$ mmol/l. 20 dienų vartojant mineralinį vandenį chloridų koncentracija nežymiai statistiškai reikšmingai sumažėjo iki $102,23 \pm 0,31$ mmol/l. Po dviejų savaičių pertraukos, trečio ėmimo metu koncentracija ($103,5 \pm 0,33$ mmol/l) pasiekė kontrolinio ėminio koncentraciją (skirtumas reikšmingai patikimas) Natūralaus šaltinio vanduo didelės įtakos vidutinės chloridų koncentracijos įtakai neturėjo ($103,37 \pm 0,22$ mmol/l). Eksperimento metu gautos minimalios ir maksimalios reikšmės nei vienos darbo etapo metu neviršijo rekomenduojamos normos (98 – 107 mmol/l). Iš gautų rezultatų galima teigti, kad mineralinis vanduo sumažino chloridų koncentraciją kraujo plazmoje, taigi turi tendenciją šiek tiek šarminti kraują.

Remiantis jonizuoto kalcio koncentracijų tyrimo duomenimis apskaičiavome vidutines jo koncentracijas keturiuose kraujo tyrimo etapuose, įvertinant minimalias ir maksimalias jo reikšmes. Pirmojo – kontrolinio tyrimo metu jonizuoto kalcio koncentracija buvo $1,16 \pm 0,01$ mmol/l. Po dvidešimties dienų vartojus mineralinį vandenį tik vienam tiriamajam buvo nustatyta

maksimali jonizuoto kalcio koncentracija (1,35 mmol/l), kuri nedaug viršijo rekomenduojamos normos viršutinę ribą (1,05 – 1,3 mmol/l). Po dviejų savaitių pertraukos jonizuoto kalcio koncentracija ėmė mažėti iki $1,21 \pm 0,01$ mmol/l o. ketvirto tyrimo etapo metu vartojus natūralų šaltinio vandenį, vidutinė koncentracija buvo $1,15 \pm 0,01$ mmol/l, kuri beveik susilygino su kontrolinio ėminio koncentracija. Matome, kad geriant mineralinį vandenį statistiškai reikšmingai didėjo jonizuoto kalcio koncentracija, kuri ėmė mažėti tik jo nebevartojant po dviejų savaitių. Taigi, mineralinis vanduo turėjo įtakos jonizuoto kalcio koncentracijai kraujo plazmoje.

Remiantis tyrimų duomenimis bendro kalcio vidutinė koncentracijos įvairiuose darbo etapuose šiek tiek kito. Kontrolinio tyrimo metu ji siekė $2,37 \pm 0,02$ mmol/l. Po 20-ties dienų mineralinio vandens vartojimo bendra kalcio koncentracija nekito ir buvo $2,36 \pm 0,01$ mmol/l. tačiau nustojus gerti mineralinį vandenį jau po dviejų savaitių pertraukos, bendra kalcio koncentracija ėmė mažėti, lyginant su kontroliniu tyrimu ir siekė $2,32 \pm 0,02$ mmol/l. Šio etapo metu vienam tiriamajam buvo nustatyta minimali bendrojo kalcio reikšmė (2,06 mmol/l), t.y. mažesnė, nei rekomenduojama norma (2,12 – 2,6 mmol/l). Paskutinio ėmimo metu, kai buvo vartojamas „Placebo“ produktas, bendrojo kalcio koncentraciją dar labiau sumažėjo ir ji buvo $2,26 \pm 0,01$ mmol/l. Ketvirto ėmimo metu trims tiriamiesiems buvo nustatytos mažesnės, nei rekomenduojama, elektrolito koncentracijos. Galime daryti išvadą, kad mineralinis vanduo palaikė bendro kalcio koncentraciją kraujyje, tuo tarpu jo nebevartojant kalcio kiekis ėmė mažėti.

Remdamiesi magnio koncentracijų duomenimis apskaičiavome vidutines koncentracijas keturiuose tyrimo etapuose, įvertinant minimalias ir maksimalias jo reikšmes. Kontrolinio tyrimo metu vidutinė magnio koncentracija kraujyje buvo $0,75 \pm 0,01$ mmol/l. Šio tyrimo metu vienam tiriamajam buvo nustatyta mažesnė magnio koncentracija (0,63 mmol/l), nepatenkanti į rekomenduojamos normos ribas (0,65 – 1,05 mmol/l). Dvidešimt dienų vartojant mineralinį vandenį koncentracija beveik nekito siekė $0,74 \pm 0,01$ mmol/l. Šio etapo metu dviems tiriamiesiems magnio koncentracija buvo mažesnė nei norma. Trečio tyrimo etapo metu (kai buvo 2 savaitių pertrauka) magnio koncentracija statistiškai patikimai padidėjo – $0,79 \pm 0,01$ mmol/l. Paskutiniame ėminyje, vartojant natūralų šaltinio vandenį, koncentracija šiek tiek sumažėjo ($0,76 \pm 0,01$ mmol/l), tačiau nesiekė vidutinės magnio koncentracijos kontroliniame ėminyje. Išanalizavus gautus magnio koncentracijų rezultatus galima teigti, kad mineralinio vandens vartojimas nepakeitė magnio koncentracijos kraujyje, o kai kurių tiriamųjų koncentracija sumažėjo daugiau nei rekomenduojama magnio koncentracija.

IŠVADOS

1. Natrio jonų koncentracija tiriamųjų kraujo plazmoje vartojant mineralinį nepakito. Nei vieno tiriamojo natrio koncentracija neviršijo rekomenduojamų normos ribų.
2. Kalio jonų koncentracija tiriamųjų kraujo plazmoje vartojant mineralinį vandenį taip pat nepakito. Tik vienam tiriamajam buvo nustatyta didesnė, nei rekomenduojama jo norma.
3. Chloridų jonų koncentracija tiriamųjų kraujo plazmoje vartojant mineralinį vandenį statistiškai reikšmingai sumažėjo. Visiems tiriamiesiems chloridų koncentracijos buvo rekomenduojamose normos ribose.
4. Magnio jonų koncentracija tiriamųjų kraujo plazmoje vartojant mineralinį vandenį nepakito. Vienam tiriamajam šio elektrolito koncentracija buvo mažesnė, nei rekomenduojamos normos minimali reikšmė.
5. Bendrojo ir jonizuoto kalcio jonų koncentracijos tiriamųjų kraujo plazmoje vartojant mineralinį vandenį nežymiai statistiškai patikimai didėjo, tačiau visiems tiriamiesiems bendrojo kalcio koncentracija buvo rekomenduojamose normos ribose. O nebevartojant mineralinio vandens kalcio koncentracija turėjo tendenciją mažėti. Tik vienam tiriamajam buvo nustatyta didesnė koncentracija, nei rekomenduojama norma. Taigi natūralus mineralinis vanduo nesutrikdė, o normos ribose palaikė kraujo plazmos elektrolitų koncentracijas.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Adachi M, Kitamura K, Tomita K. Regulation of sodium and water balance by the kidney. *Nippon Rinsho* 2005 Jan; 63(1): 45-50.
2. Aqrawal V, Aqrawal M, Joshi SR, Ghosh AK. Hyponatremia and hypernatremia: disorders of water balance. *J Assoc Physicians India* 2008 Dec; 56: 956-64.
3. Aranzamendi RJ, Breitman F, Ascitutto C, Delgado N, Castaños C. Dehydration and metabolic alkalosis: an unusual presentation of cystic fibrosis in an infant. *Arch Argent Pediatr*. 2008 Oct; 106(5): 443-6.
4. Ariyan CE, Sosa JA. Assessment and management of patients with abnormal calcium. *Crit Care Med* 2004 Apr; 32(4 Suppl): S146-54.
5. Assadi F. Diagnosis of hypokalemia: a problem-solving approach to clinical cases. *Iran J Kidney Dis* 2008 Jul; 2(3): 115-22.
6. Biondo AW, de Moraes HA. Chloride: a quick reference. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2008 May; 38(3): 459-65.
7. Celi M, D'Erasmus E, Letizia C. Hyponatremia in clinical practice. *Recenti Prog Med* 2002 Jun; 93(6): 373-6.
8. Dacey MJ, Hypomagnesemic disorders. *Crit Care Clin* 2001 Jan; 17(1): 155-73.
9. Dada OI, Desalu I, Kushimo OT. Pre-induction hypokalaemic phenomenon in Nigerian adult population. *Nig Q J Hosp Med* 2008 Oct-Dec; 18(4): 181-4.
10. Erdner M, Ponikowski P, Jogstrand T. The effect of digoxin on the serum potassium concentration. 1993; 53 (2): 187-189.
11. Fernandez R, Ashraf A, Dure LS. Nutritional vitamin D deficiency presenting as hemichorea. *J Child Neurol*. 2007 Jan; 22(1): 74-6.
12. Frolich A. Combined reports on serum calcium and discriminant functions increase the diagnostic rate of hypercalcaemia. *The Scandinavian Journal of Clinical&Laboratory Investigation*. 1997; 57 (8): 725-730.
13. Iezhitsa IN, Spasov AA. Potassium magnesium homeostasis: physiology, pathophysiology, clinical consequences of deficiency and pharmacological correction. *Usp Fiziol Nauk*. 2008 Jan-Mar; 39(1): 23-41.
14. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes: Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride. National Academy Press. Washington, DC, 1999.

15. Indermitte J, Burkolter S, Drewe J, Krähenbühl S, Hersberger KE. Risk factors associated with a high velocity of the development of hyperkalemia in hospitalised patients. *Drug Saf.* 2007; 30(1): 71-80.
16. Jablonskeinė V. Kalcio ir fosforo reikšmė, jų homeostazės palaikymas. *Laboratorinė medicina.* 2004; 2(22): 47-53.
17. Kelepouris E, Agus ZS. Hypomagnesemia: renal magnesium handling. *Semin Nephrol.* 1998 Jan; 18(1): 58-73.
18. Kėvelaitis E, Illert M, Hultborn H. Žmogaus fiziologija. 2003 Kaunas. KMU spaudos ir leidybos centro leidykla.
19. Khanna A, White WB. The management of hyperkalemia in patients with cardiovascular disease. *Am J Med.* 2009 Mar; 122(3): 215-21.
20. Kučinskienė Z. A. Klinikinė biochemija ir laboratorinės diagnostikos pagrindai. 2008 Vilnius, 21-28; 235 psl.
21. Laczi F. Etiology, diagnostics and therapy of hyponatremias. *Orv Hetil.* 2008 Jul 20; 149(29): 1347-54.
22. Lee M, Partridge NC. Parathyroid hormone signaling in bone and kidney. *Curr Opin Nephrol Hypertens.* 2009 Apr 22.
23. Meland E, Laerum E, Ulvik R.J. Salt restriction in hypertension – the effect of dietary advice and self monitoring of chloride concentration in urine. *Scand J Clin Lab Invest.* 1994; 54 (5): 399-404.
24. Murphy E, Bassett JH, Williams GR. Disorders of calcium metabolism. *Practitioner.* 2006 Sep; 250(1686): 4-6, 8.
25. Musso CG. Magnesium metabolism in health and disease. *Int Urol Nephrol.* 2009; 41(2): 357-62.
26. Nanovic L. Electrolytes and fluid management in hemodialysis and peritoneal dialysis. *Nutr Clin Pract.* 2005 Apr; 20(2): 192-201.
27. Pahari DK, Kazmi W, Raman G, Biswas S. Diagnosis and management of metabolic alkalosis. *J Indian Med Assoc.* 2006 Nov; 104(11): 630-4, 636.
28. Palevsky PM, Bhagrath R, Greenberg A. Hyponatremia in hospitalized patients. *Ann intern med.* 1996; 124: 197-203.
29. Pedersen O.S, Kase B.F, Reichelt K.L. Influence of human plasma or serum albumin on ADP- or vasopressin- induced calcium increases in human platelets. *The Scandinavian Journal of Clinical&Laboratory Investigation.* 1994; 54 (1): 67-74.

30. Pedersen O.S. Reichelt K.L. Variation in cytoplasmic calcium increase in platelets as a normal response in healthy persons. *The Scandinavian Journal of Clinical&Laboratory Investigation*. 1998; 58(6): 485-489.
31. Powers F. The role of chloride in acid-base balance. *J Intraven Nurs*. 1999 Sep-Oct; 22(5): 286-91.
32. Datta P, Dai J, Patel S, Dasgupta A. An improved Calcium method on the Bayer ADVIA[®] Chemistry systems has no interference from Magnetic Resonance Contrast Agents. *Clinical Chemistry*. 2006; 52 (6): A79.
33. Radó J, Haris A. Hyperkalemias. *Orv Hetil*. 1999 Nov 21; 140(47): 2611-8.
34. Rodney A, Rhoades, David R. Bell. *Medical Physiology: Principles for Clinical Medicine – Medical physiology*. 2008 Lippincott Williams & Wilkins.
35. Rude RK. Magnesium deficiency: A cause of heterogeneous disease in humans. *J Bone Miner Res* 1998; 13:749-58.
36. Saris NE, Mervaala E, Karppanen H, Khawaja JA, Lewenstam A. Magnesium: an update on physiological, clinical, and analytical aspects. *Clinica Chimica Acta* 2000; 294: 1-26.
37. Schenck PA, Chew DJ. Calcium: total or ionized. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 2008 May; 38(3): 497-502.
38. Schragar S. Dietary Calcium Intake and Obesity. *Journal of American Board of Family Medicine*. *J Am Board Fam Med*. 2005 May-Jun; 18(3): 205-10.
39. Stojanović T. Clinical importance of measurement of ionized calcium in the blood. *Srp Arh Celok Lek*. 1993 Jan-Feb; 121(1-2): 22-4.
40. Titze J. Water-free Na⁺ retention: interaction with hypertension and tissue hydration. *Blood Purif*. Epub 2008 Jan; 26(1): 95-9.
41. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2003. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 16. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>
42. Volker Krestschmer, Hans H. Sonneborn. *Clinical Laboratory Diagnostic. Use and assessment of Clinical Laboratory Results*. Thomas L., ed. Frankfurt/Main: TH-Books Verlagsgesellschaft mbh, 1998. 877-935.
43. Wester PO. Magnesium. *Am J Clin Nutr* 1987; 45: 1305-12.
44. www.eksmosmtc.lt/gydanciam/Chloras%20serume.html, 2009-03-02
45. Valst. Žin., 1999, Nr. 102-2936. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 1999m. lapkričio 25 d. įsakas Nr. 510 „Dėl rekomenduojamų paros maistinių medžiagų ir energijos normų tvirtinimo“).

SUMMARY

Report title: „Changes in electrolytes spectrum of blood plasma under consumption of mineral water“. The aim of the study was to assess the plasma concentration of electrolyte changes, which are using natural mineral water „Tichy“ extracted in Lithuania.

The goal of the work: To evaluate the plasma electrolytes (Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} (general and ionized), and Mg^{2+}) concentration changes in the use of mineral water „Tichy“.

Blood electrolyte tests were carried out at Vilnius University Hospital Santariškių Clinics. Centre of Laboratory Diagnostics, Laboratory of Biochemistry. During this period, 30 randomly selected individuals of the age of 19-20 years were examined. The study used the mineral water, and the natural spring water. The study was divided into four stages. Venous blood of the investigated study participants was charged four times: the first time - before the experiment, the second time - after twenty days of consumption of mineral water, the third time - after a two-week break, the fourth time - after twenty days of spring water consumption.

After the experiment and calculation of the results the following conclusions were obtained:

Consumption of mineral water had no influence on the concentration of sodium ions in blood plasma. Concentration of chloride ions, on the other hand, statistically significantly decreased. Both sodium and chloride ion concentration did not exceed the recommended rate limits. Potassium ion concentration in blood plasma using mineral water was also unchanged remained constant. result of only one participant showed higher concentration then the recommended rate. Consumption of mineral water had not changed magnesium ion concentration. Only one test result indicated, that electrolyte concentration was lower than the recommended rate of minimum value. Common and ionized calcium ion concentration under the consumption of mineral water slightly statistically significantly increased, but for all the investigated it has not exceeded the recommended limit. When mineral water was replaced by spring water calcium ion concentrations had a tendency to decrease. Only one test result has found higher concentrations than the recommended rate.

To conclude, the natural mineral water does not unbalance normal concentration of blood plasma electrolytes, but maintain them within the recommended limits, and the limit in support of blood electrolyte concentrations.

PADĖKA

Nuoširdžiai dėkoju Vilniaus Universiteto Medicinos fakulteto dekanei hab.dr., prof. Zitai Aušrelei Kučinskienei už suteiktą galimybę studijuoti, bei visiems VU dėstytojams už vertingas teorinės ir praktinės žinias studijuojant medicinos biologijos specialybėje.

Esu labai dėkinga savo darbo vadovei doc. Dr. Valerijai Jablonskienei už vadovavimą, palaikymą, visokeriopą pagalbą atliekant tyrimus ir rašant šį darbą.

Taip pat dėkoju Vilniaus universito ligoninės Santariškių Klinikų Laboratorinės diagnostikos centro Biochemijos laboratorijos medicinos biologei Limai Gogelienei už vertingus patarimus rašant praktinę darbo dalį.

PRIEDAI

1 priedas.

Biocheminio kraujo tyrimo blankas

VŠĮ VILNIAUS UNIVERSITETO LIGONINĖS
SANTARIŠKIŲ KLINIKŲ
LABORATORINĖS DIAGNOSTIKOS CENTRAS
BIOCHEMIJOS LABORATORIJA
Santariškių g. 2, LT-08661 Vilnius
tel. 8 (5) 265 85 26, vietiniai tel. 2611, 2607, 2608
www.santa.lt; el. paštas: ldc@santa.lt

Brūkšninis kodas

PATVIRTINTA
2008 m. birželio 3 d.
VŠĮ VUL Santariškių klinikų
Generalinio direktoriaus
įsakymu Nr. V-309

BIOCHEMINIS KRAUJO TYRIMAS II

(Vakuuminis mėgintuvėlis geltonu kamšteliu)

Laboratorijos brūkšninis kodas

Vardas, pavardė..... Asmens kodas

Įstaiga, skyrius..... Palata..... Ligos istorijos (ambulat. kort.) Nr.

Diagnozė

Ėminio paėmimo data val. min. Ėminio priėmimo data val. min.

Kūno padėtis ėminio ėmimo metu: – sėdima – gulima

Ėminį paėmė (pavardė, pareigos)..... Gydytojo pavardė.....

Pastabos.....

MINERALINĖS MEDŽIAGOS		IMUNOCHEMINIAI TYRIMAI		ANEMIJOS ŽYMENYS	
<input type="checkbox"/>	K, Na, Cl, Ca ⁺⁺	<input type="checkbox"/>	Su nėštumu susijęs plazmos baltymas A PAPP-A	<input type="checkbox"/>	Folio rūgštis FOL
<input type="checkbox"/>	Cinkas	<input type="checkbox"/>	Chorioninis gonadotropinas HCG	<input type="checkbox"/>	Vitaminas B ₁₂ B12
SPECIFINIAI BALTYMAI		<input type="checkbox"/>	α-fetoproteinas AFP	<input type="checkbox"/>	Eritropoetinas EPO
<input type="checkbox"/>	Imunofiksacija	<input type="checkbox"/>	Homocisteinas HCY	RADIOIMUNINIAI TYRIMAI	
<input type="checkbox"/>	Krioglobulinai	<input type="checkbox"/>	C-peptidas CPE	<input type="checkbox"/>	Aldosteronas
<input type="checkbox"/>	Imunoglobulino G poklasis – IgG1	<input type="checkbox"/>	Tiroksiną sujungiantis globulinas TBG	<input type="checkbox"/>	Leptinas
<input type="checkbox"/>	Imunoglobulino G poklasis – IgG2	<input type="checkbox"/>	Tiroglobulinas TG	<input type="checkbox"/>	17-hidroksiprogesteronas
<input type="checkbox"/>	Imunoglobulino G poklasis – IgG3	<input type="checkbox"/>	Nekonjuguotas estriolis E3	<input type="checkbox"/>	Kalcitoninas
<input type="checkbox"/>	Imunoglobulino G poklasis – IgG4	<input type="checkbox"/>	Laisvas β-chorioninis gonadotropinas β-HCG	<input type="checkbox"/>	Somatomedinas C IGF-1
<input type="checkbox"/>	Imunoglobulinų bendros lengvosios grandinės κ	<input type="checkbox"/>	Lytinius hormonus surišantis globulinas SHBG	<input type="checkbox"/>	Audinių augimo III faktorių surišantis baltymas IGFBP-3
<input type="checkbox"/>	Imunoglobulinų bendros lengvosios grandinės λ	<input type="checkbox"/>	Dehidroepiandrosterono sulfatas DHEA-SO ₄	<input type="checkbox"/>	Antikūnai prieš acetilcholino receptorius ARAB
<input type="checkbox"/>	Imunoglobulinų laisvos lengvosios grandinės κ	<input type="checkbox"/>	Žmogaus augimo hormonas HGH	<input type="checkbox"/>	Antikūnai prieš insulino receptorius (Anti-TTH)
<input type="checkbox"/>	Imunoglobulinų laisvos lengvosios grandinės λ	<input type="checkbox"/>	Osteokalcinas OST	<input type="checkbox"/>	Antikūnai prieš tirotropino receptorius
<input type="checkbox"/>	α ₁ – antitripsinas AAT	<input type="checkbox"/>	Gastrinas	<input type="checkbox"/>	Adiponektinas
<input type="checkbox"/>	α ₁ rūgštus glikoproteinas AAGP	INFEKCIJŲ ŽYMENYS			
<input type="checkbox"/>	α ₂ – makroglobulinas	Raudonukės viruso žymenys:		Ebštein Barr viruso tyrimai:	
<input type="checkbox"/>	Transferinas TRSF	<input type="checkbox"/>	Raudonukės viruso IgM antikūnai	<input type="checkbox"/>	Anti-EBV IgM
<input type="checkbox"/>	Transferinas CDT	<input type="checkbox"/>	Raudonukės viruso IgG antikūnai	<input type="checkbox"/>	Anti-EBV IgG
<input type="checkbox"/>	Tirpūs transferino receptoriai sTfR	<input type="checkbox"/>	Herpes Simplex viruso žymenys:	<input type="checkbox"/>	Anti-EBBA IgG
<input type="checkbox"/>	C1 esterazės inhibitorius	<input type="checkbox"/>	Herpes Simplex viruso ½ IgM (HSV ½ IgM)	(Antikūnai (IgG) prieš Ebštein-Barr viruso branduolinį antigeną)	
<input type="checkbox"/>	Cistatinas C	<input type="checkbox"/>	Herpes Simplex viruso ½ IgG (HSV ½ IgG)	<input type="checkbox"/>	EBV-AA (Ankstyvas antigenas)IgG
<input type="checkbox"/>	Serumo amiloidas A SAA	Rino sincicinio viruso žymenys:			
<input type="checkbox"/>	Prealbuminas	<input type="checkbox"/>	Varicella zoster žymenys:	<input type="checkbox"/>	Respiratorinio sincicinio viruso IgM antikūnai
LIPOPROTEINAI		<input type="checkbox"/>	Varicella zoster IgM antikūnai	<input type="checkbox"/>	Respiratorinio sincicinio viruso IgG antikūnai
<input type="checkbox"/>	Apolipoproteinas A-I	<input type="checkbox"/>	Varicella zoster IgG antikūnai		
<input type="checkbox"/>	Apolipoproteinas A-II	Kiti infekcijų žymenys:			
<input type="checkbox"/>	Apolipoproteinas B	<input type="checkbox"/>	Aspergillus antigenas (Galaktomananas)	<input type="checkbox"/>	Mycoplasma pneumoniae žymenys:
<input type="checkbox"/>	Apolipoproteinas E	<input type="checkbox"/>	Candida antigenas (Mananas)	<input type="checkbox"/>	Mycoplasma pneumoniae IgM antikūnai
<input type="checkbox"/>	Lipoproteinas (a)	<input type="checkbox"/>	Toxocara Canis IgG antikūnai	<input type="checkbox"/>	Mycoplasma pneumoniae IgG antikūnai
<input type="checkbox"/>	Lipoproteinų elektroforezė				
IZOFERMENTAI					
<input type="checkbox"/>	Šarminės fosfatazės izofermentų elektroforezė				
<input type="checkbox"/>	CK izofermentų elektroforezė				
<input type="checkbox"/>	LDH izofermentų elektroforezė				
CITOKINAI					
<input type="checkbox"/>	Interleukinas-6 IL-6	Adenoviruso žymenys:			
<input type="checkbox"/>	Interleukinas-8 IL-8	<input type="checkbox"/>	Adenoviruso IgM antikūnai		
<input type="checkbox"/>	Interleukinas-10 IL-10	<input type="checkbox"/>	Adenoviruso IgG antikūnai		
<input type="checkbox"/>	Navikų nekrozės faktorius TNF-α				

2 priedas.

Eksperimento metu gautos tiriamųjų kraujo plazmos elektrolitų koncentracijos

Tiriamieji	I ėmimas					
	K	Na	Cl	J Ca	B Ca	Mg
1	5,3	145	106	1,21	2,44	0,78
2	4,4	145	105	1,12	2,39	0,71
3	4,6	145	104	1,11	2,29	0,73
4	4,2	144	101	1,11	2,48	0,8
5	5	144	104	1,22	2,45	0,74
6	5,2	144	101	1,09	2,45	0,86
7	5,3	142	103	1,16	2,37	0,71
8	4,8	142	104	1,22	2,33	0,71
9	4,2	144	104	1,12	2,56	0,75
10	4,4	141	104	1,19	2,39	0,68
11	4,6	145	102	1,2	2,43	0,71
12	4,7	144	106	1,12	2,29	0,78
13	4,1	142	105	1,14	2,47	0,74
14	4,8	147	104	1,14	2,52	0,76
15	4,2	144	101	1,16	2,43	0,87
16	5,3	141	105	1,2	2,38	0,81
17	4,1	143	100	1,15	2,37	0,81
18	4,9	144	104	1,14	2,26	0,66
19	4,2	143	104	1,12	2,28	0,7
20	4,8	144	105	1,2	2,27	0,71
21	4,1	142	104	1,16	2,15	0,68
22	4,7	144	102	1,22	2,36	0,78
23	4,8	142	104	1,18	2,28	0,77
24	4,4	144	101	1,17	2,36	0,82
25	5,1	142	104	1,19	2,27	0,67
26	4,9	146	106	1,17	2,4	0,81
27	4,4	143	104	1,15	2,32	0,66
28	4,5	144	101	1,14	2,38	0,63
29	4,9	148	106	1,23	2,43	0,74
30	4,2	144	103	1,07	2,21	0,8

Tiriamieji	II ėmimas					
	K	Na	Cl	J Ca	B Ca	Mg
1	5,3	143	104	1,25	2,32	0,75
2	4,5	143	100	1,29	2,36	0,77
3	4,7	143	103	1,2	2,3	0,73
4	4,8	144	101	1,31	2,46	0,76
5	5	143	102	1,23	2,36	0,7
6	4,6	143	100	1,21	2,33	0,75
7	5	143	100	1,23	2,5	0,72
8	4,4	140	101	1,23	2,36	0,74
9	4,1	141	102	1,2	2,27	0,64
10	4,4	142	100	1,18	2,32	0,64
11	4,3	144	102	1,19	2,32	0,67
12	4,6	143	103	1,24	2,28	0,75
13	4,5	144	103	1,27	2,44	0,69
14	4,8	146	104	1,29	2,48	0,79
15	3,9	145	103	1,18	2,31	0,7
16	5,6	144	106	1,35	2,43	0,8
17	4,4	141	99	1,24	2,37	0,79
18	5,2	144	103	1,2	2,42	0,71
19	4,5	144	102	1,13	2,39	0,83
20	5,4	145	105	1,27	2,41	0,77
21	4,1	141	104	1,21	2,21	0,71
22	4,9	145	102	1,19	2,36	0,87
23	5,1	146	103	1,21	2,4	0,78
24	4,1	141	100	1,16	2,29	0,74
25	4,6	143	102	1,24	2,34	0,72
26	4,7	147	105	1,18	2,34	0,84
27	4,4	143	103	1,16	2,34	0,71
28	5,1	146	101	1,16	2,47	0,72
29	4,1	144	102	1,26	2,4	0,76
30	4	142	102	1,13	2,22	0,77

Tiriamieji	III ģemimas					
	K	Na	Cl	J Ca	B Ca	Mg
1	4,7	141	105	1,23	2,37	0,79
2	4,6	146	104	1,27	2,4	0,77
3	4,5	144	106	1,18	2,28	0,78
4	3,7	145	101	1,26	2,51	0,82
5	5	143	102	1,26	2,47	0,72
6	4,7	142	101	1,14	2,24	0,83
7	5,2	144	103	1,21	2,45	0,84
8	5	141	102	1,23	2,37	0,78
9	4,3	141	101	1,13	2,35	0,68
10	4,2	143	104	1,17	2,27	0,7
11	4,8	144	103	1,11	2,44	0,73
12	5,3	143	104	1,17	2,29	0,84
13	4,5	143	105	1,22	2,49	0,74
14	4,6	143	103	1,25	2,26	0,79
15	4,9	147	102	1,21	2,53	0,76
16	5,4	143	106	1,22	2,34	0,86
17	4,2	143	100	1,18	2,41	0,77
18	5	143	103	1,23	2,31	0,72
19	4,2	144	104	1,22	2,2	0,84
20	4,9	145	106	1,25	2,2	0,8
21	4,2	142	102	1,19	2,14	0,74
22	4,7	143	105	1,23	2,18	0,85
23	5,4	143	105	1,22	2,24	0,85
24	4,3	142	104	1,18	2,16	0,8
25	4,4	145	104	1,18	2,33	0,84
26	5,1	147	106	1,25	2,55	0,79
27	4,5	146	107	1,2	2,22	0,79
28	4,8	145	102	1,18	2,25	0,68
29	4,3	145	102	1,25	2,34	0,84
30	4,1	143	103	1,14	2,06	0,86

Nr	IV èmimas					
	K	Na	Cl	J Ca	B Ca	Mg
1	5,1	146	105	1,26	2,42	0,76
2	4,5	144	103	1,16	2,29	0,78
3	4,6	143	105	1,12	2,27	0,81
4	4,5	144	102	1,12	2,29	0,76
5	4,7	145	104	1,17	2,21	0,74
6	5,3	143	102	1,1	2,29	0,83
7	5,1	143	102	1,16	2,28	0,78
8	4,2	144	104	1,22	2,25	0,82
9	4	142	103	1,11	2,23	0,67
10	4,8	142	103	1,19	2,27	0,68
11	4,8	145	102	1,13	2,36	0,7
12	5,1	143	105	1,15	2,24	0,77
13	4	142	104	1,16	2,27	0,72
14	4,8	146	104	1,13	2,36	0,78
15	4,6	145	102	1,17	2,27	0,76
16	5,1	143	105	1,18	2,36	0,78
17	4,5	144	102	1,08	2,3	0,76
18	5,1	145	104	1,15	2,3	0,76
19	4,3	145	104	1,11	2,22	0,85
20	4,9	141	103	1,19	2,11	0,76
21	4	143	105	1,11	2,08	0,74
22	4,9	144	103	1,18	2,24	0,83
23	5,3	145	104	1,17	2,27	0,81
24	4,4	142	101	1,09	2,19	0,84
25	4,3	144	105	1,18	2,1	0,72
26	4,5	146	105	1,15	2,24	0,79
27	4,2	145	103	1,17	2,25	0,66
28	4,6	145	102	1,13	2,29	0,7
29	4,3	146	103	1,2	2,4	0,77
30	4,1	144	102	1,07	2,17	0,8