



Euroopa Liit
Euroopa
Regionaalarengu Fond



Eesti
tuleviku heaks

estonia.ee

MINERAALAINETE TASEME RAKENDUSUURING KESTVUSALADE SPORTLASTEL

Meeli Glükmann, MD
SYNLAB Eesti OÜ
Tallinn 2018

SYNLAB



SISUKORD

SISUKORD	2
1. RAKENDUSUURINGU TAUST	3
2. TULEMUSED	5
2.1. MAGNEESIUM	5
2.2. KAALIUM	7
2.3. NAATRIUM	8
2.4. KALTSIUM	9
2.5. FOSFOR	10
2.6. RAUD	11
2.7. SELEEN	13
2.8. TSINK	14
2.9. VASK	15
2.10. MANGAAN	16
2.11. PLII	17
3. UURINGU KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED	18
KASUTATUD KIRJANDUS	19
LISA 1	20

1. RAKENDUSUURINGU TAUST

Rakendusuuringu eesmärk:

- välja selgitada, kas esineb ja milline on seos kestvusala sportlaste füüsilise koormuse, sooritusvõime ja mineraalainete sisalduse vahel verenäitajates.
- võrrelda mineraalainete määramist erinevatest proovimaterjalidest (rakusiseselt erütrotsüütidest ja rakuvälisest keskkonnast seerumist) ja aru saada, kas mineraalainete määramine erütrotsüütidest induktiivsidestatud plasma massispektromeetria meetodil (IPMS) on rakusisesest mineraalainete sisalduse suhtes tundlikum meetodika kui igapäevaselt meditsiinilaborites kasutatavad seerumipõhised analüüsid? Kas võiks meetodit edaspidi mineraalainete defitsiidi või liia tuvastamiseks kasutada?
- analüüside tulemuste alusel nõustada iga sportlast individuaalselt hetkel olulisemate mikroelementide vajaduse osas, aidata kaasa nende koormustaluvuse parandamisele, mineraalainete puuduse korral soovitada lisatarvitamist, jm.
- uuringuperioodi lõpuks oleks mineraalainete tulemused sportlastel referentsväärtuste piires.

Rakendusuuringu raames hinnati tippsportlaste vereanalüüsides mineraalainete sisaldust (valik makrobioelemente ja mikrobioelemente) nii rakusiseselt (määratud erütrotsüütides) kui ka rakuvälises keskkonnas (määrati seerumis) ühe aasta vältel.

Tippsportlaste korral on selline uuring näidustatud põhjusel, et tugev füüsiline koormus põhjustab organismis biofunktsioonide tagamiseks suurenenud vajaduse mitmete bioelementide osas. Sportlased kuuluvad makro- ja mikrobioelementide defitsiidi tekke suhtes riskigruppi (4).

Uuringu teostamise aeg: oktoober 2017 – oktoober 2018.

Uuringu ülesehitus

Rakendusuuringsusse olid kaasatud 10 Eesti koondise kestvusala sportlast. Valim tehti arvestades erinevate spordialade haaratust, samuti sportlaste taset ning et uuringus oleksid kaasatud nii mees- kui ka naissportlased.

Uuringusse oli kaasatud 4 naissportlast ja 6 meessportlast:

- 5 murdmaasuusatajat,
- 1 kiiruisutaja (naine),
- 3 maratonijooksjat (naised) ja
- 1 maanteerattur (andis ainult ühe vereproovi).

Veenivereproovid võeti 5 korral uuringuaasta jooksul järgnevalt:

1. proov oktoober 2017
2. proov detsember-jaanuar 2018
3. proov märts 2018
4. proov mai 2018
5. proov juuli-august 2018

Teostati järgmised vereanalüüsid:

- Rakusiseselt (erütrotsüütidest) – kaalium, naatrium, magneesium, raud, seleen, kaltsium, fosfor, tsink, vask, mangaan ja plii.
- Rakuväliselt (seerumist) – kaalium, naatrium, magneesium, raud, seleen ja tsink.
- Ühekordselt märtsis 2018 teostati ka hemogramm, ferritiin, CRV, vitamiin D, et hinnata paremini sportlaste üldseisundit, välistada põletikke jt haigusi, raua väärtuste suhtes hinnata rauadepood ja kaltsiumi omastamise suhtes vitamiin D. Analüüside tulemusi kommenteeriti arsti konsultatsioonide käigus.

Peale iga vereproovi andmist edastati sportlastele kõikide analüüside numbrilised tulemused ja kokkuvõtvad kirjalikud kommentaarid rakusiseste mineraalainete sisalduse suhtes. Laboriarst Meeli Glükmann teostas sportlastele ka iga kord peale tulemuste väljastamist konsultatsiooni, enamasti telefoni teel. Analüüside tulemuste alusel anti soovitusi toitumise ja mineraalainete lisaainetena tarvitamise vajaduse osas.

Vereanalüüse andnud tippportlased olid hea tervisliku seisundi juures, neil ei esinenud enda teada selliseid kroonilisi haiguseid (nt endokrinoloogilisi, seedetrakti-, neeruhaigusi jt) või toitumisprobleeme, mis võiksid mõjutada mineraalainete sisaldust vereanalüüsides. Esines üksikuid külmetushaigusi, mille ajal vähendati treeningkoormust. Kõik uuringus osalenud täitsid ja allkirjastasid teadliku nõusoleku vormi (Lisa 1).

Kasutatud laboratoorsed meetodid

Rakuvälises keskkonnas (seerumis) toimus magneesiumi, kaaliumi, naatriumi ja raua määramine SYNLAB Eesti OÜ Tallinna laboris. Analüüsideks kasutati firma Siemens Healthcare Diagnostics analüsaatorit ADVIA Chemistry XPT.

Magneesiumi kvantitatiivne määramine ADVIA® Chemistry XPT süsteemiga toimus ADVIA Chemistry Magnesiumi meetodikal, mis põhineb muudetud ksüliidüüsinise reaktsioonil.

Meetodikal kvantitatiivseks kaaliumi ja naatriumi määramiseks (ADVIA Chemistry Potassium ja ADVIA Chemistry Sodium) põhinevad kaudsel potentsiomeetrilisel protseduuril, kasutades ioniselektiivset elektroodi (ISE). Raua kvantitatiivne määramine (ADVIA Chemistry Iron) põhineb kolorimeetrial.

Tsingi ja seleeni kvantitatiivsed analüüsid seerumist teostati Saksamaal Leinfeldenis paiknevas SYNLAB DE laboris. Kasutatud meetod oli aatomabsorptsioonspektrofotomeetria (AAS).

Rakusiseste mineraalainete kaltsiumi, magneesiumi, vase, raua, tsingi, kaaliumi, naatriumi, fosfori, seleeni, mangaani ja plii määramine täisverest (erütrotsüütidest) teostati Saksamaal Leinfeldenis asuvas laboratooriumis (*Laboratorium für spektralanalytische und biologische Untersuchungen Dr. Bayer, Zweigniederlassung der synlab MVZ Leinfelden GmbH; SYNLAB DE*). Analüüsimetoodika on induktiivsidestatud plasma massispektromeetria (IPMS).

Miks määrati mineraale erinevatest proovimaterjalidest?

Mitmed mineraalained paiknevad rohkem intratsellulaarselt kui ekstratsellulaarselt tagades niiviisi oluliste metaboolsete protsesside toimimise rakkudes. Näiteks paikneb rakkude sees ca 90% kaaliumist, 70% magneesiumist, 99% rauast, 90% tsingist ja 65% seleenist ning vaid väike osa nendest elementidest paikneb rakuvälises vedelikus. Seetõttu võiks nende mineraalide rakusisene määramine erütrotsüütidest paremini väljendada mikroelementide defitsiiti või liiga. Samas paiknevad naatrium ja kaltsium rakusiselselt 10% ja rakuväliselt 90%, mistõttu nende elementide suhtes metaboolsete protsesside hindamiseks võiks eelistada analüüside teostamist plasmast/seerumist. (4)

Erütrotsüüdid on proovimaterjalina väärtuslikud seetõttu, et nende keskmine eluiga on ca 120 päeva, mistõttu mõõdetud kontsentratsioonid väljendavad pikemaegset olukorda kudedes paremini kui seerumist tehtud analüüsid. Seerumis tagatakse elutähtsate mineraalainete taseme säilimine tänu erinevatele kiiretele regulatsioonimehhanismidele organismis (nt hormoonide toime) normi piirides maksimaalselt kaua ja mineraalainete defitsiit ei pruugi alati analüüsist välja tulla.

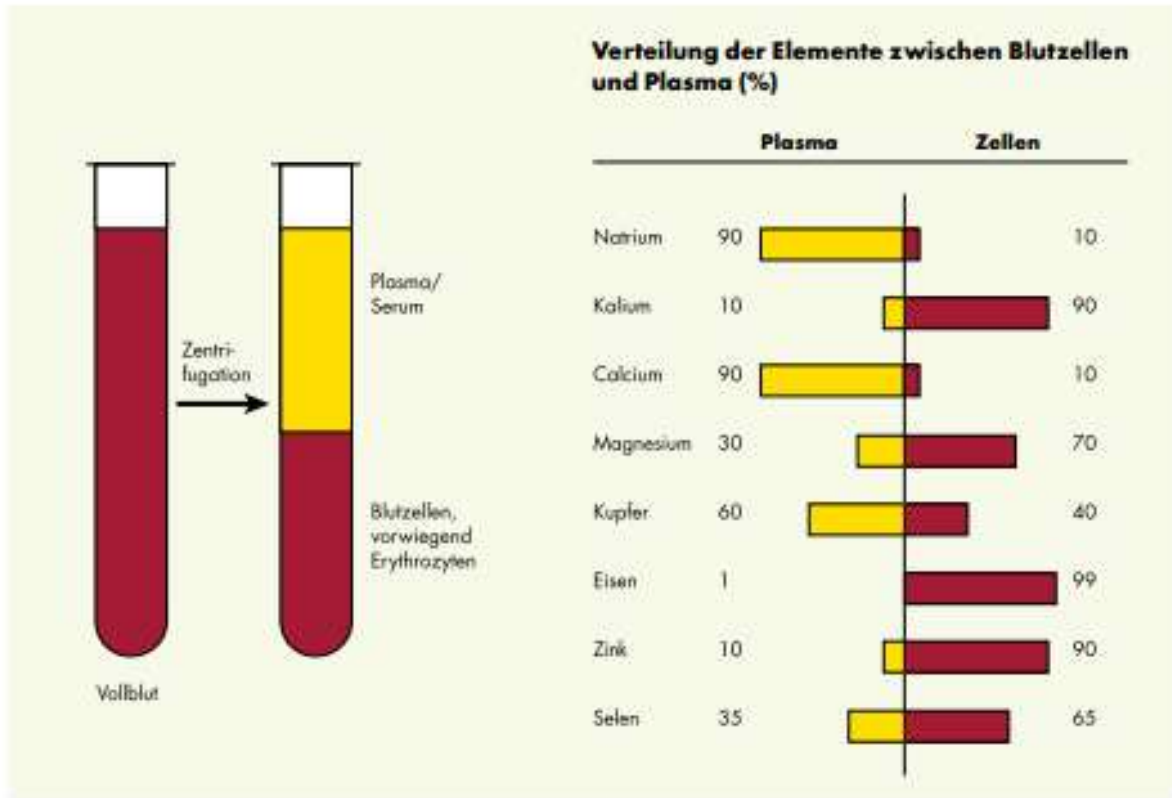


Abbildung 1: Verteilung von Mineralstoffen und Spurenelementen zwischen Blutzellen und Plasma

Joonis 1. (4).

2. TULEMUSED

2.1. MAGNEESIUM

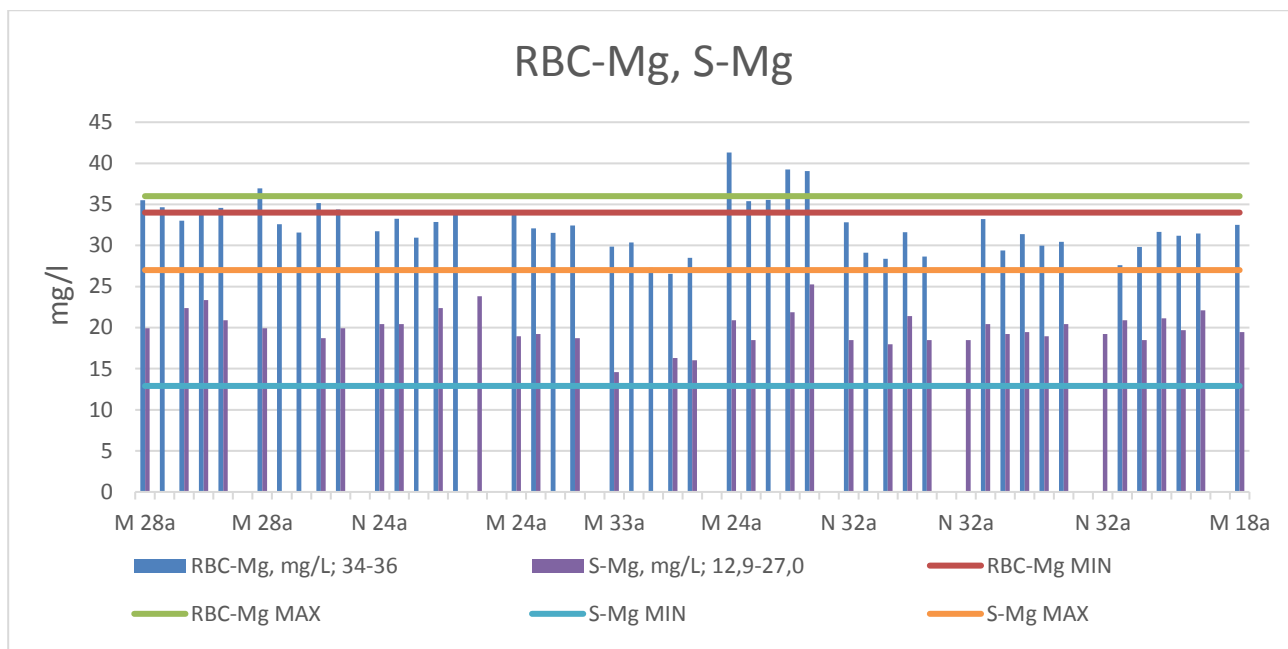
Magneesium on luukoes ja lihastes sisalduv makromineraal, mis on ca 300 ensüümi kofaktoriks (1) ja paikneb peamiselt rakkude siseselt (erütrotsüütides ca 70%), mistõttu seerumis ja erütrotsüütides määratud magneesiumi sisaldused erinevad. Uuringutes on leitud, et 50% inimestest, kellel ilmneb magneesiumi puudus rakkude siseselt, on magneesiumi sisaldus vereseerumis korras (3).

Uuringu alusel esines erütrotsüütides määramisel (RBC-Mg) referentsväärtuste piires tulemusi 22%, madalamaid 69% ja kõrgenenud tulemusi 9%. Seerumi analüüsides (S-Mg) oli magneesiumi sisaldus referentsväärtuste piirides kõikide määramiste korral, seega referentsväärtustest madalamaid ja kõrgemaid tulemusi ei esinenud.

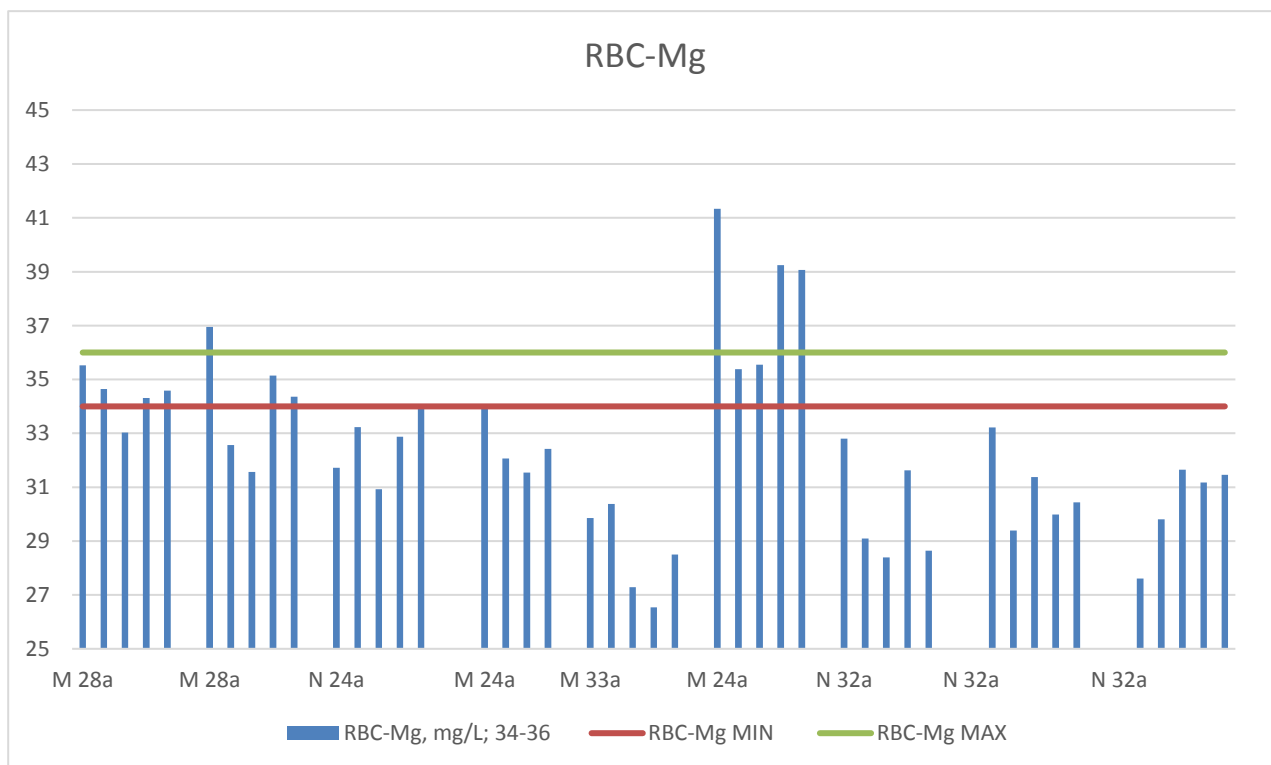
Naiste ja meeste tulemusi vaadeldi ka eraldi. Naistel esines RBC-Mg madalamaid väärtusi 95%, normis tulemusi 5%, kõrgenenud tulemusi ei esinenud. S-Mg oli naistel normis 100%. Meestel olid RBC-Mg tulemused normis 36%, madalamad 48% ja kõrgenenud tulemusi oli 16%. Meestel oli samuti S-Mg normis 100%. (Joonis 2)

Analüüsides tulemustest ilmnis sportlastel tõenäoliselt füüsilisest koormusest tulenevat rakusisest magneesiumi defitsiiti, ainult ühel suusatajal olid väärtused kogu perioodi vältel referentsväärtuste piires (Joonis 3). Seerumi analüüsides tulemused ei korreleerunud rakusisest tulemustega. RBC-Mg väärtused olid referentsväärtustest madalamad kõikidel naistel, mis ei avaldunud seerumist

teostatud analüüsides. Uuringuperioodi lõpuks olid ainult kiirusutaja rakusisene magneesiumi väärtus üle alumise referentspiiri. Suusatajatest olid perioodi lõpuks korras ainult 3 sportlase RBC-Mg tulemused. RBC-Mg võiks olla magneesiumi staatuse, defitsiidi avastamise hea analüüs.



Joonis 2. Magneesiumi kontsentratsioonid on väljendatud mg/l, meetodipõhised referentsväärtused: RBC-Mg 34-36 mg/l, S-Mg 12,9-27,0 mg/l (6,5).



Joonis 3.

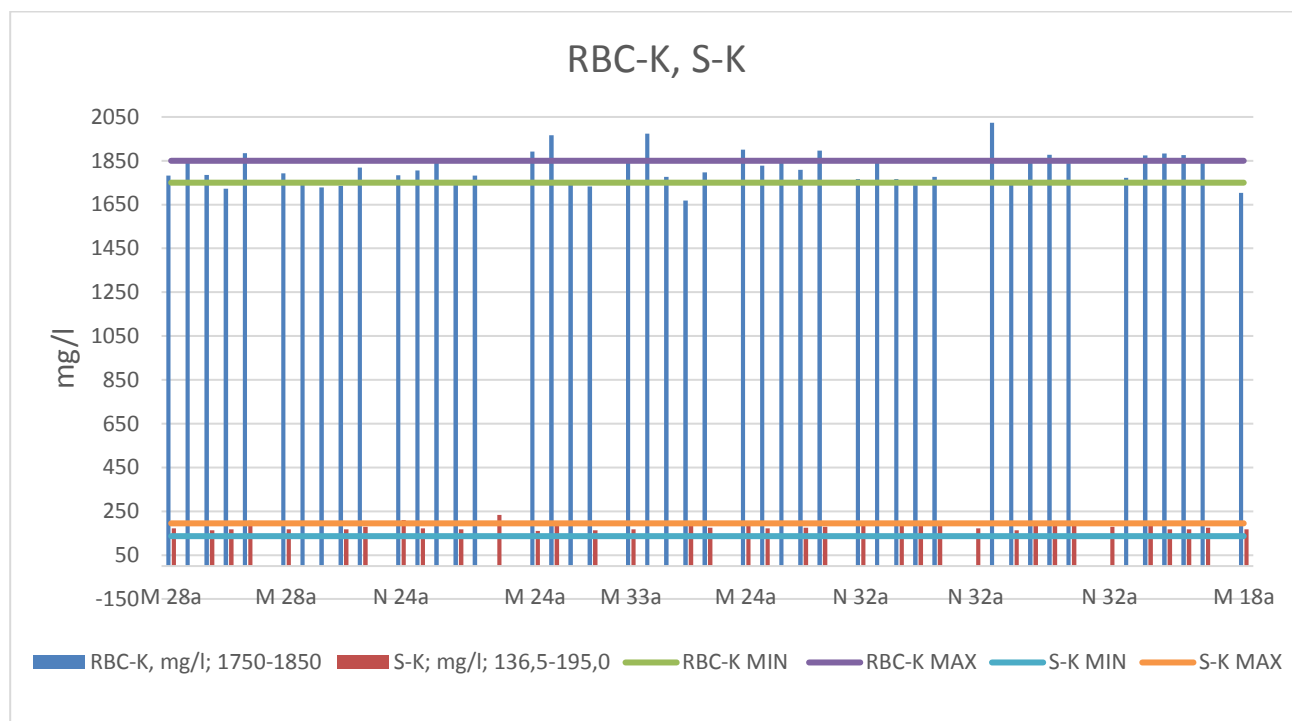
2.2. KAALIUM

Kaalium on olulisim rakusisene katioon (2). Umbes 90% kaaliumist esineb erütrotsüütide sees, 10% esineb rakuväliselt osaledes rakumembraani potentsiaali reguleerimisel ning on seetõttu vajalik närvi- ja lihastalitluseks jm (4).

Uuringu alusel esines erütrotsüütidest määramisel (RBC-K) referentsväärtuste piires 51% tulemustest, madalamaid 20% ja kõrgenenud tulemusi 29%. Seerumi analüüsid (S-K) oli 92% tulemustest normis ja 8% kõrgenenud, referentsväärtustest madalamaid tulemusi ei esinenud.

Naistel esines RBC-K normis tulemusi 50%, madalamaid 15% ja kõrgenenud tulemusi 35%, seerumis olid väärtused referentsväärtuste piires 89%, kõrgenenud tulemusi oli 11% ja normist madalamaid tulemusi ei esinenud. Meessportlastel olid RBC-K tulemused referentsväärtuste piires 52%, madalamaid väärtusi oli 24%, normist kõrgemaid tulemusi esines 24%. Seerumis oli meestel S-K normis 94% juhtudest, kõrgemaid esines 6%, normist madalamaid tulemusi ei esinenud. (Joonis 4)

Analüüside tulemustest ilmnes sportlastel, et seerumis on kaaliumi väärtused pigem normis ja kõrgenenud, rakusiseselt esines normis tulemusi vähem ja ilmnes ka kaaliumi puudust ja kõrgenenud tulemusi. Rakusiseselt ilmnes kaaliumi puudust, mis ei tulnud esile seerumi analüüsid. Füüsiline koormus on kindlasti kaaliumi seerumi ja erütrotsüütide väärtusi mõjutav faktor ja võis olla ka rakusiseste madalamate väärtuste üheks põhjuseks. Uuringuperioodi lõpul olid kõikide sportlaste rakusiseste kaaliumite tulemuse referentsväärtuste piires.



Joonis 4. Kaaliumi kontsentratsioonid on väljendatud mg/l, meetodipõhised referentsväärtused: RBC-K 1750-1850 mg/l, S-K 136,5-195,0 mg/l (6,5).

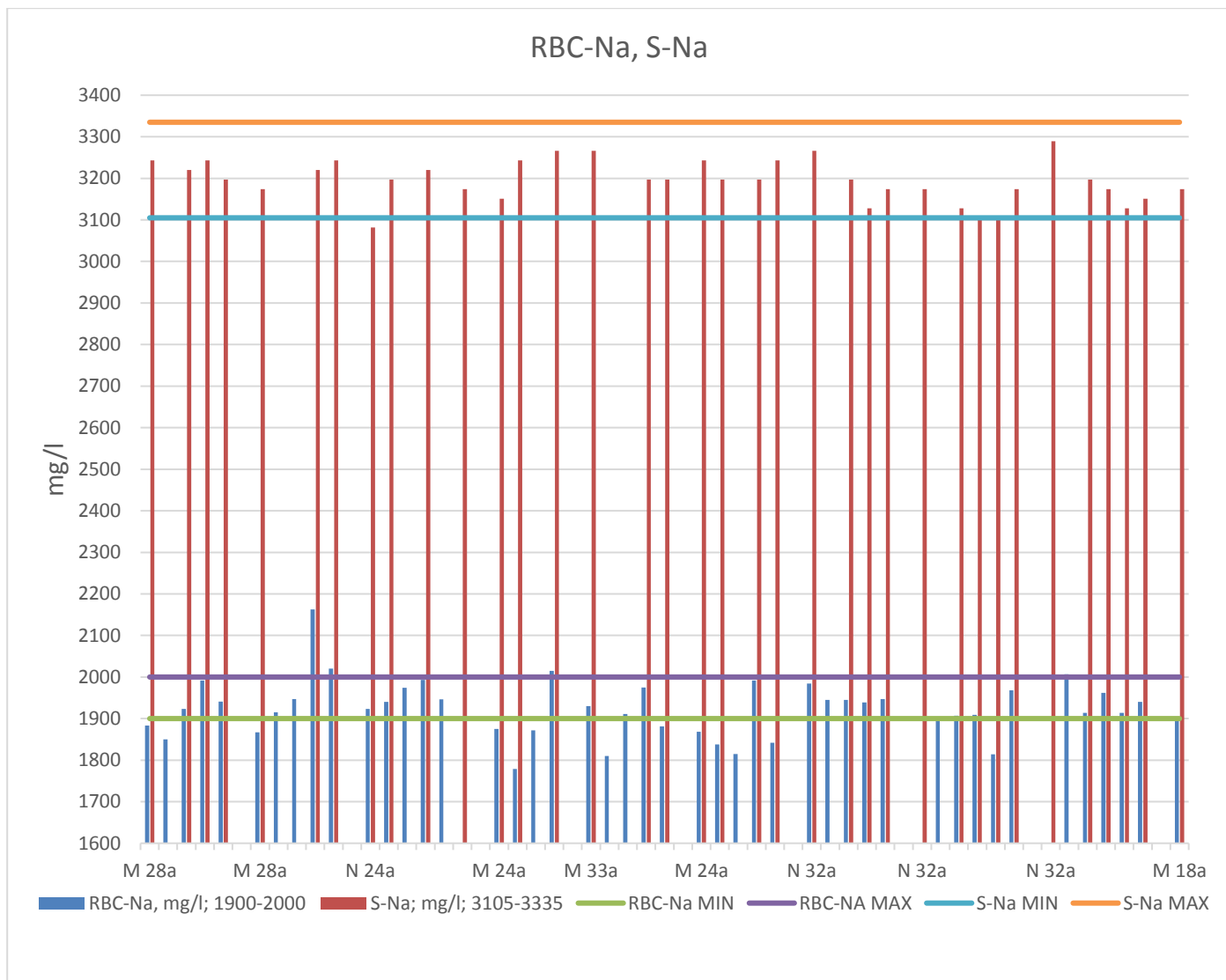
2.3. NAATRIUM

Naatrium on oluline normaalse veevahetuse tagamiseks vere- ja koerakkude vahel, happe-alustasakaalu regulatsiooniks veres, membraanipotentsiaali tekitamise kaudu oluline närvikoe ja lihaskoe talitluseks jm (1). Naatrium paikneb suuremas osas rakuvälises keskkonnas (90%) ja erütrotsüütide sees ainult 10% (4).

RBC-Na referentsväärtuste piires oli tulemusi 62%, madalamaid 29%, kõrgenenud tulemusi 9%. Seerumis olid naatriumi tulemused 97% juhtudest normväärtuste piires, 3% normist madalamad.

Naistel oli RBC-Na normis tulemusi 90%, madalamaid 5%, kõrgenenud tulemusi 5%, seerumis olid väärtused normis 94% ja 6% normist madalamad. Meestel RBC-Na normis tulemusi 40%, madalamaid 48% ja kõrgenenud tulemusi 12%. Seerumis olid naatriumi väärtused kõik referentsväärtuste piirides. (Joonis 5)

Erütrotsüütide analüüsides ilmnes sportlastel normis ja kõrgenenud naatriumi väärtusi, meestel ka madalamaid tulemusi. Seerumi naatriumi sisaldused olid normväärtuste piirides. Dünaamikas oli võimalik suusatajate korral tuvastada seost madalamate rakusiseste tulemuste ja füüsilise koormuse vahel, samas seerumi tulemused seda korrelatsiooni ei väljendanud ja olid korras. Uuringuperioodi lõpus esines rakusisest naatriumi vähesust kahel suusatajal.



Joonis 5. Naatriumi kontsentratsioonid on väljendatud mg/l, meetodipõhised referentsväärtused: RBC-Na 1900-2000 mg/l, S-Na; mg/l, 3105-3335 mg/l (6,5).

2.4. KALTSIUM

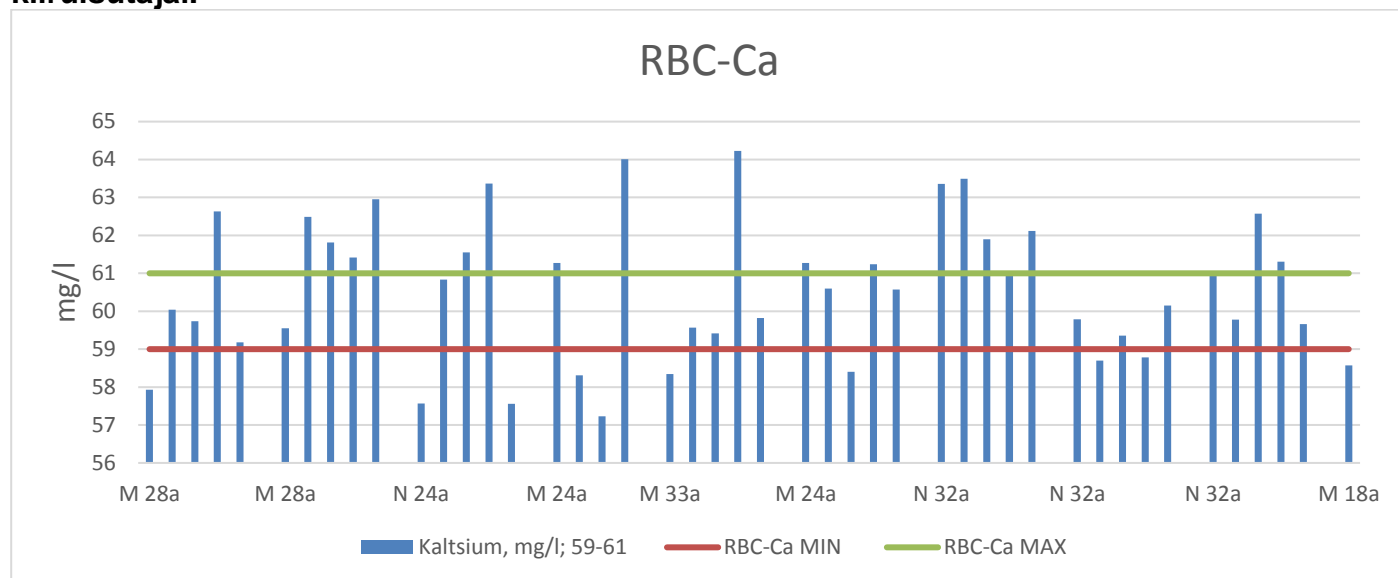
Kaltsium on inimkeha levinuim makrobioelement, sisaldudes luudes, hammastes jm. loonne kaltsium on oluline lihaskontraktsioonis, närviimpulsside ülekandes, vere hüübimissüsteemis, osmootse rõhu tagamises jm (1). Paikneb rakuvälises keskkonnas 90% ja erütrotsüütide sees 10% (4).

Analüüsiti kaltsiumi erütrotsüütidest, normis tulemusi esines 36% juhul, madalamaid tulemusi 22%, kõrgenenud tulemusi 40%.

Naistel leiti referentsväärtuste piires 40% tulemustest, madalamaid väärtusi 20%, kõrgenenud tulemusi 40%. Meestel normis tulemusi 36%, madalamaid 24%, kõrgenenud tulemusi 40%. (Joonis 6).

Rakusisese kaltsiumi väärtused olid madalamad suusatajatel suusahooajal, kiiruisutajal samuti suure füüsilise koormuse perioodil, maratonijooksjatel seos võis samuti esineda, aga otseselt seda väita ei saa. Puheperioodi järgselt olid

tulemused referentsväärtuste piirides. Kontrolliti ka vitamiin D sisaldust, mida tarvitati lisaainena. Uuringuperioodi lõpuks oli normist madalam väärtus kiiruisutajal.



Joonis 6. Kaltsiumi kontsentratsioonid on väljendatud mg/l, meetodipõhised referentsväärtused 59-61 mg/l (6).

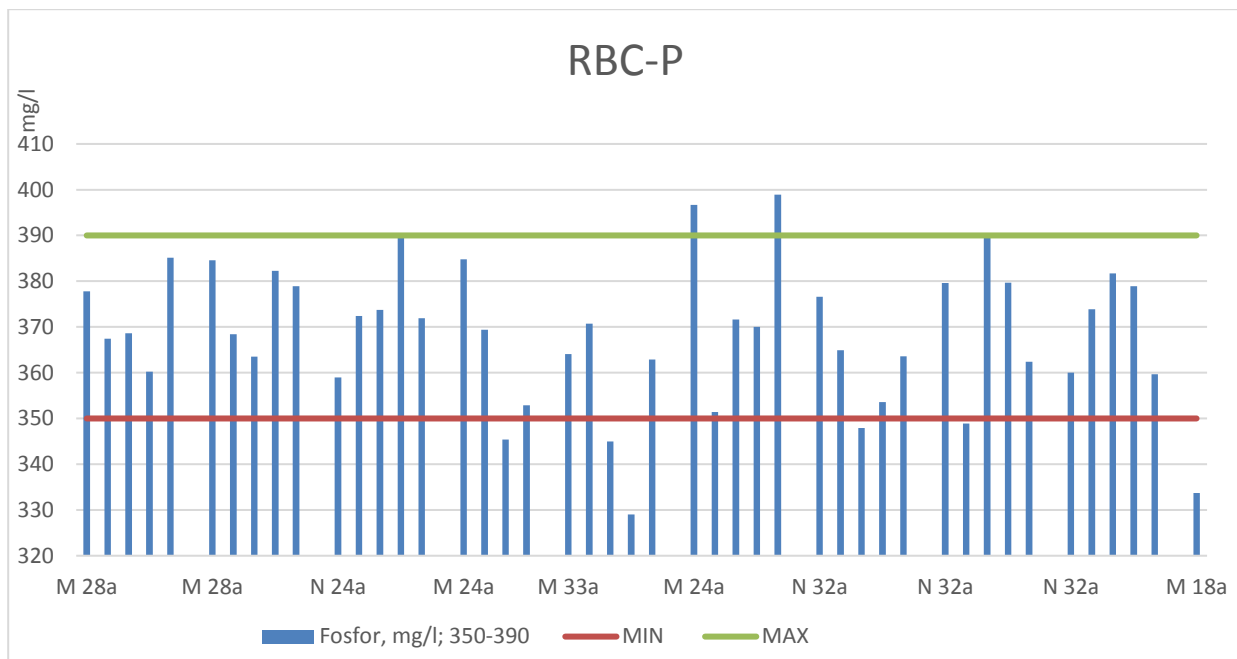
2.5. FOSFOR

Fosfor paikneb inimorganismis 85% luustikus ja ülejäänud on kõigi kudede vahel ühtlaselt jaotunud. Fosfor on peamiselt rakusisene anioon, mis on luustikus liitunud kaltsiumiga, moodustades hüdroksüapatiiti. Fosfor on oluline lihaskontraktsioonideks, organismi energiavahetuses osalemiseks jm (2).

Fosfori tulemused erütrotsüütides olid uuringus referentsväärtuste piires 80%, madalamaid tulemusi 13%, kõrgenenud 7%.

Naistel oli normi piires tulemusi erütrotsüütides 85%, madalamaid tulemusi 10% ja kõrgenenud 5%. Meestel oli normi piires tulemusi 76%, madalamaid tulemusi 16%, kõrgenenud 8%. (Joonis 7).

Fosfori sisaldused erütrotsüütides enamikes tulemustes olid referentsväärtuste piires. Dünaamikas ilmnes kahel suusatajal ja kahel maratonijooksjal üksikutes analüüsid fosfori puudust, mida on raske seostada füüsilise koormusega, kuid uuringuperioodi lõpuks rakusisest defitsiiti ei esinenud.



Joonis 7. Fosfori kontsentratsioonid on väljendatud mg/l, meetodipõhised referentsväärtused 350-390 mg/l (6).

2.6. RAUD

Raud on heemi (erütrotsüütides hemoglobiin, lihastes müoglobiin) komponent, mis organismis esineb seotuna valkudega (transferriin, ferritiin). Vaba raud on inimorganismile tugev pro-oksüdant, mis oksüdeerub toksilisteks produktideks (1,2). Raud erütrotsüütides paikneb rakusiseselt 99% ja rakuväliselt ainult 1% (4). Rauavarude hindamise analüüs on eelistatult seerumi ferritiin. Raua lisaainena tarvitamine võib langetada vase ja tsingi imendumisvõimet sooles.(2)

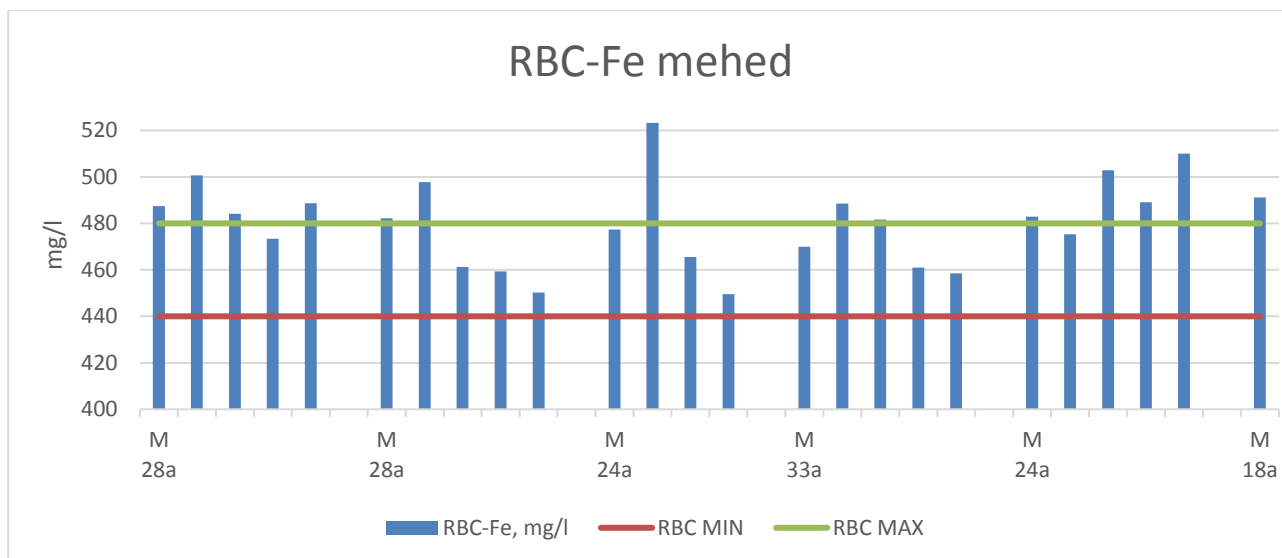
Teostatud uuringus oli raua erütrotsüütides sisaldus erütrotsüütides referentsväärtuste piires 47% analüüside tulemustest, 18% oli madalaid ja 36% kõrgemaid väärtuseid. Seerumis oli normaalseid tulemusi rohkem, 81%, 6% madalamaid tulemusi ja 14% normist kõrgemaid tulemusi.

Naistel oli RBC-Fe analüüsi referentsväärtuste piires tulemusi 55%, 45% normist madalamaid tulemusi, normist kõrgemaid väärtusi ei esinenud. Seerumis oli aga naistel 89% tulemustest normis, 5,5% tulemusi jäi alla normi ja kõrgemaid väärtuseid oli 5,5%. Meestel oli RBC-Fe sisaldus oli 44% normis, 56% juhtudest esines kõrgeenenud tulemusi ja normist madalamaid tulemusi ei olnud. Seerumi raua väärtused olid normis 72%, 22% esines kõrgeenenud väärtusi ja 6% madalamaid. Naistel ilmnis 45% rakusiseselt madalaid tulemusi, mis ei väljendunud seerumi analüüsis.

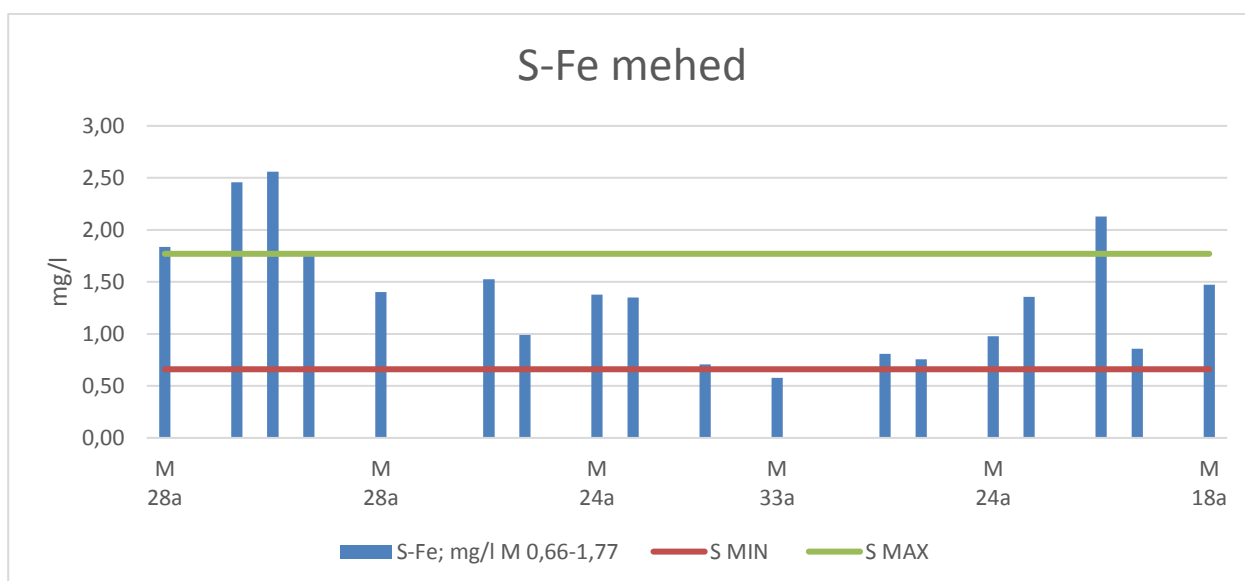
Naistel esines rakusisest rauapuudust, samal ajal meestel rauapuudust erütrotsüütidest ei ilmnenu.

Meestel esines erütrotsüütide analüüsis normist kõrgemaid tulemusi, mis alati ei korreleerunud seerumi tulemustega. Kahel naisjooksjal ilmnis pidevat rakusisest raua puudust, mille üheks põhjuseks võib pidada füüsilist koormust. Rakusiseste madalate väärtuste korral seerumi tulemused alla referentspiiri ei olnud (va üks tulemus). Uuringuperioodi lõpuks oli rakusiseselt madalamaid väärtusi kahel maratonijooksjal.

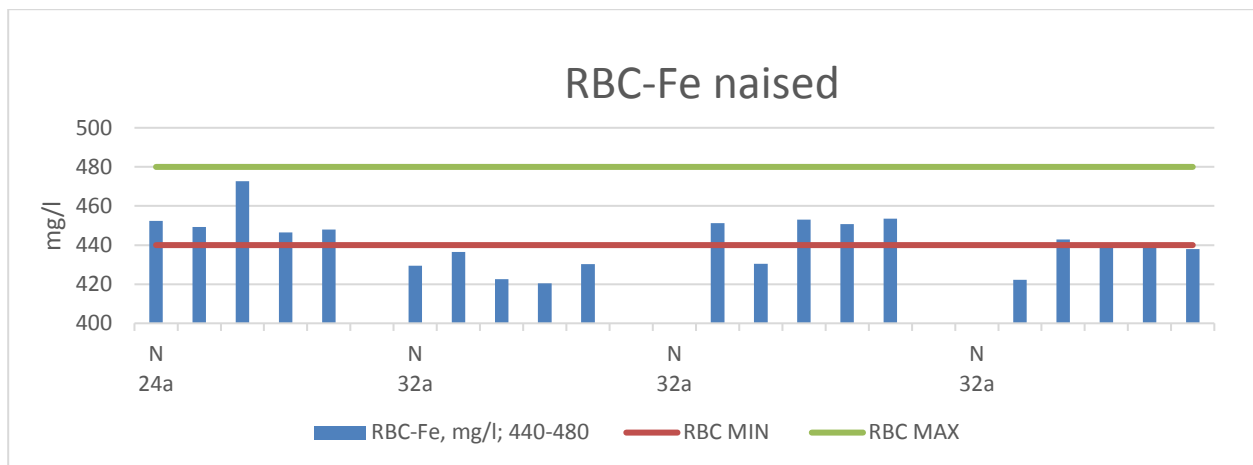
Graafikud naiste ja meeste tulemustega esitatud eraldi, sest seerumi referentsväärtused on erinevad ja seerumi raua sisaldused on niivõrd madalad, et samas graafikus erütrotsüütide ja seerumi tulemused ühikutes mg/l ei ole visuaalselt vaadeldavad. (Joonis 8, 9, 10 ja 11)



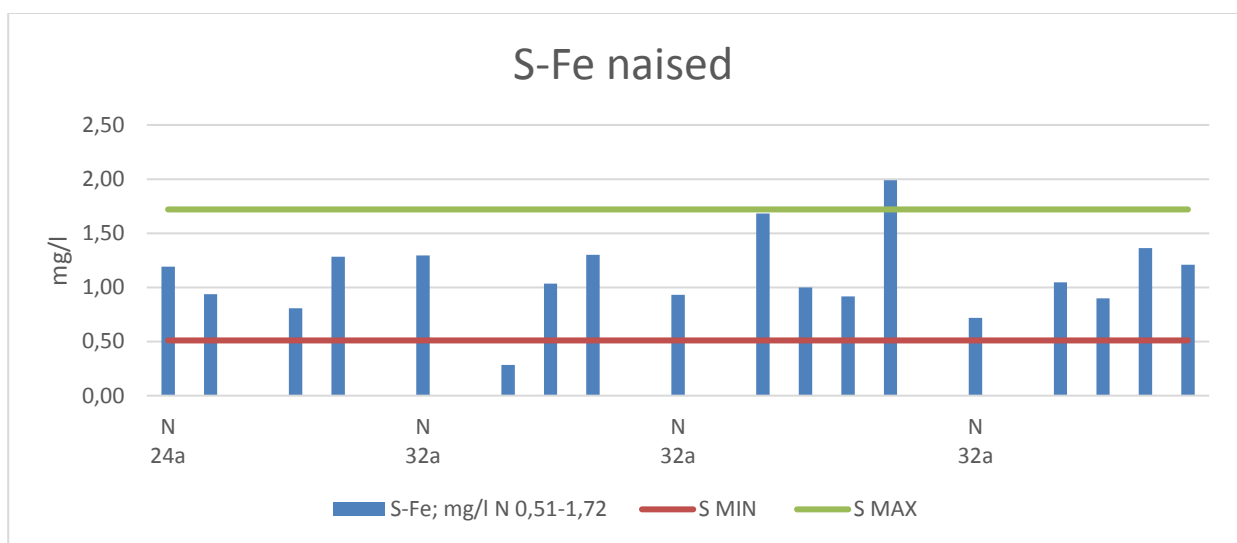
Joonis 8.



Joonis 9.



Joonis 10.



Joonis 11. Rauda kontsentratsioonid on väljendatud mg/l, referentsväärtused: RBC-Fe 440-480 mg/l, S-Fe M 0,66-1,77 mg/l; N 0,51-1,72 mg/l. (5,6)

2.7. SELEEN

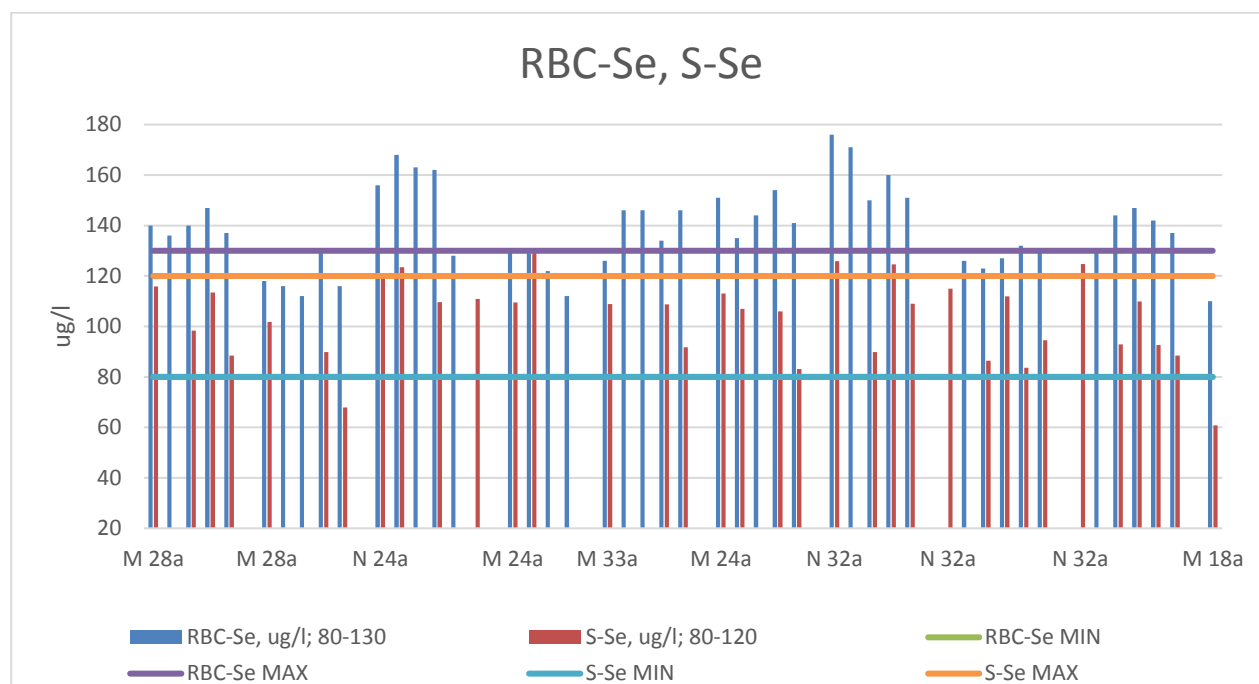
Seleen paikneb erütrotsüütides rakusiseselt ca 65%, rakuväliselt 35% (4). Seleeni leidub kõikides kudedes (rohkem lihastes sh südamelihases, maksas, spermas). Seleen on antioksidantse ensüümi glutatiooni peroksüdaasi kofaktor, osaleb kilpnäärme hormoonide ainevahetuses jm. (1,2)

Erütrotsüütides oli seleeni sisaldus referentsväärtuste piires 33% analüüsides, 67% esines kõrgemaid tulemusi, defitsiiti ei tuvastatud. Seerumis oli 80% tulemustest referentsväärtuste piires, 6% esines normist madalamaid ja 14% kõrgeimaid tulemusi.

Naistel RBC-Se 20% normis tulemusi, kõrgemaid väärtusi 80%. Seerumi analüüsides oli normis 78%, kõrgemaid 22% ja normist madalamaid ei esinenud. Meestel oli RBC-Se normis väärtusi 44% ja 56% kõrgeimaid tulemusi. Seerumi analüüsides esines 82% normis tulemusi, 12% madalamaid ja 6% kõrgeimaid väärtusi. (Joonis 12)

Erütrotsüütide siseselt seleenipuudust ei leitud, tulemused olid normis või kõrgeimad. Seerumis esines ka normist madalamaid ja kõrgemaid väärtusi. Suurem

füüsiline koormus dünaamikas seleeni väärtusi ei langetanud, uuringuperioodi lõpuks rakusisest seleenipuudust ei esinenud.



Joonis 12. Seleeni optimaalseks kontsentratsiooniks erütrotsüütides peetakse 80-130 ug/L (referentsväärtus), aga maksimaalne toime ainevahetusprotsessidele (ensüümide koostises) avaldub koguses 140 – 160 ug/L (lisatud vastustele, Dr. Bayeri labori andmed). S-Se referentsväärtused 80-120 ug/l (6).

2.8. TSINK

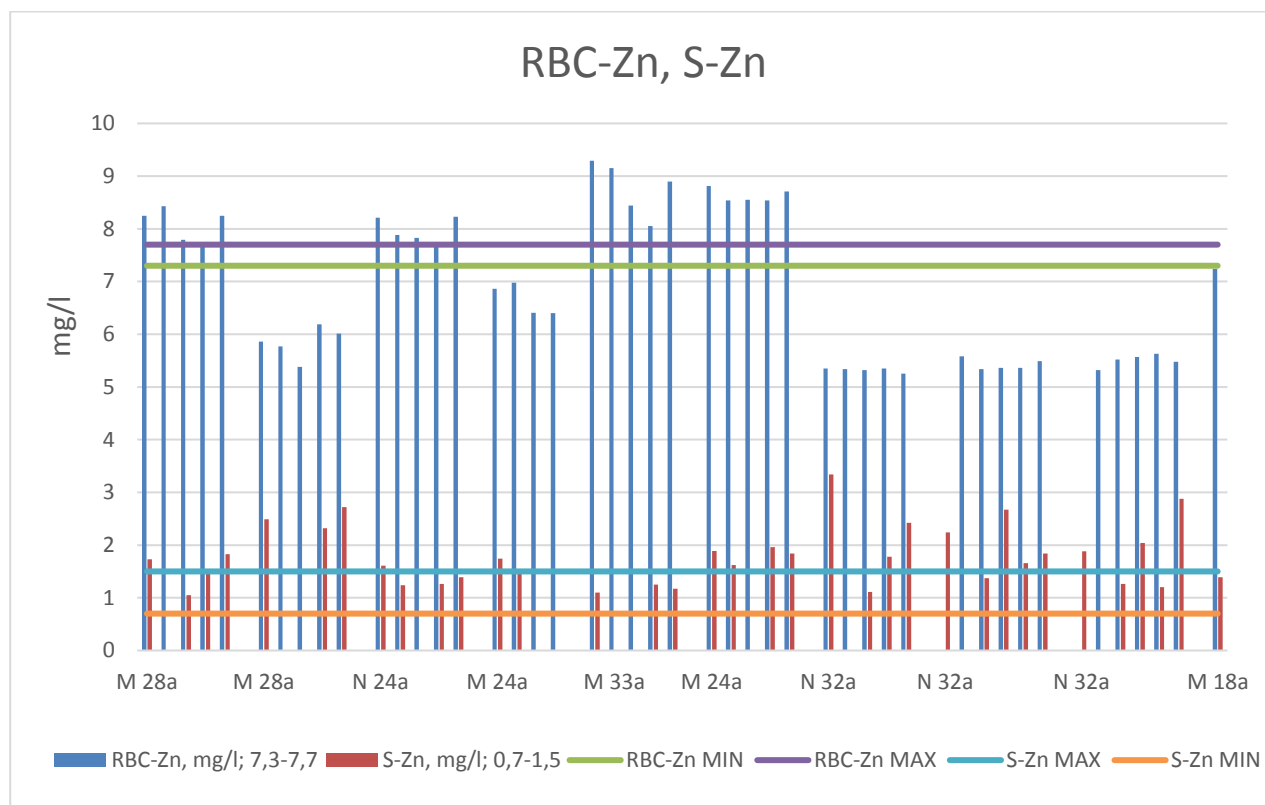
Tsink paikneb erütrotsüütides rakusiseselt ca 90%, rakuväliselt ca 10% (4). Inimorganismi tsingi varudest 2/3 paikneb lihaskoes, 1/3 luudes, hulgaliselt eesnäärmes (spermas), maksas, hüpofüüsis. Tsink on kofaktor ligi 300-s ensüümis (nt superoksiid dismutaas, aluseline fosfataas, alkoholi dehüdrogenaas, DNA polümeraas, RNA polümeraas jt). (2)

Erütrotsüütides oli tsingi sisaldus referentsväärtuste piires ainult 4% analüüsides, 56% esines madalaid ja 40% kõrge taset tulemusi. Seerumis oli tsingi tase normi piires 37%, normist madalamaid tulemusi ei esinenud ja 63% tulemustest oli kõrge taset.

Naistel esines erütrotsüütide analüüsides 75% normist madalamaid tulemusi, kõrgemaid oli 20%, 6% normis (ühel naisel normis, kolmel madalad). Seerumis leiti kõrge taset väärtusi 61%, normis tulemusi 39%, madalamaid väärtuseid ei leitud. Meestel esines erütrotsüütide analüüsides 56% kõrge taset tulemusi, 40% madalaid ja normis oli 4% tulemustest. Seerumis ilmnis 65% kõrge taset tulemusi, 35% normis tulemusi ning madalamaid ei esinenud. (Joonis 13)

Sportlastel esines rakusisest tsingi puudust, mis ei ilmnenu seerumi analüüsides. Juhtudel, kui tsingi sisaldus erütrotsüütides oli madal, olid väärtused seerumis pigem kõrgemad, mitte madalamad. Tsingi rakusisest madalat taset leiti viiel sportlasel (3 jooksjal ja 2 suusatajal), üheks põhjuseks tõenäoliselt ka füüsiline koormus. Kolme naisjooksja korral esineb võimalus, et pidevalt madala rakusisese tsingi väärtuse põhjuseks on ainevahetuslik (geneetiline) omapära.

Dünaamikas on raske tuvastada päris otsest seost füüsilise koormusega, kuid selle mõju tulemustele on kindlasti olemas.



Joonis 13. Tsingi kontsentratsioonid on väljendatud mg/l, referentsväärtused: RBC-Zn 7,3-7,7 mg/l; S-Zn 0,7-1,5 mg/l (6).

2.9. VASK

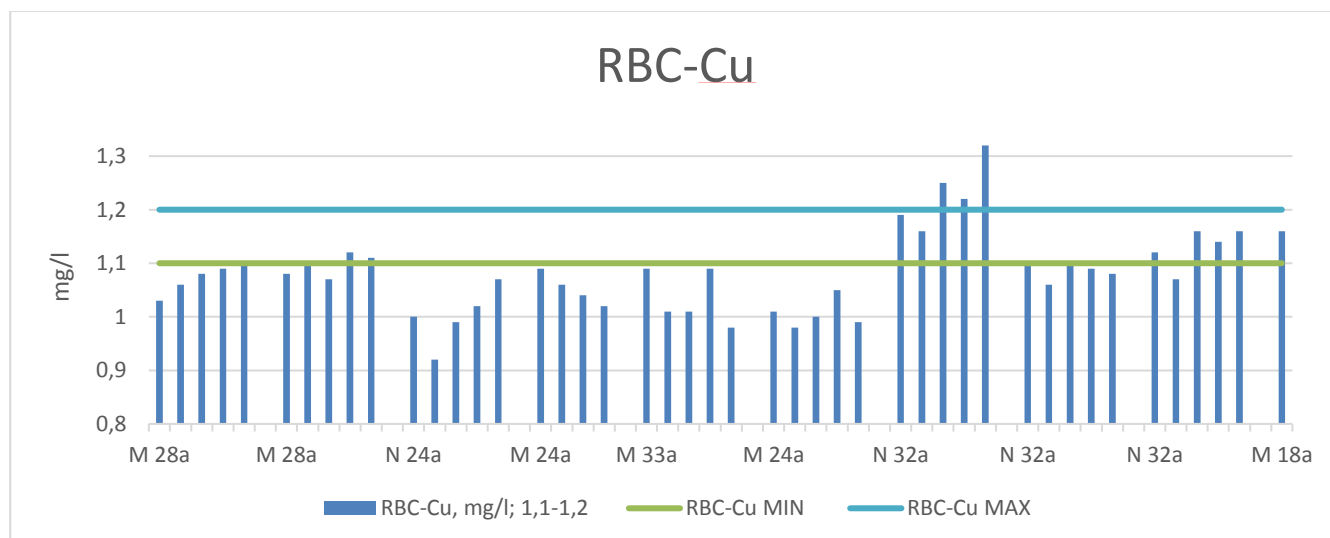
Vaske on oluline hemoglobiini sünteesiks, ensüümide koosseisus, mis osalevad sidekoe ainevahetuses ja antioksidantses kaitses, ATP sünteesis mitokondrites, luukoe moodustumises jm. (1). Vask esineb rakusiseselt erütrotsüütides ca 40% ja rakuväliselt ca 60% (4).

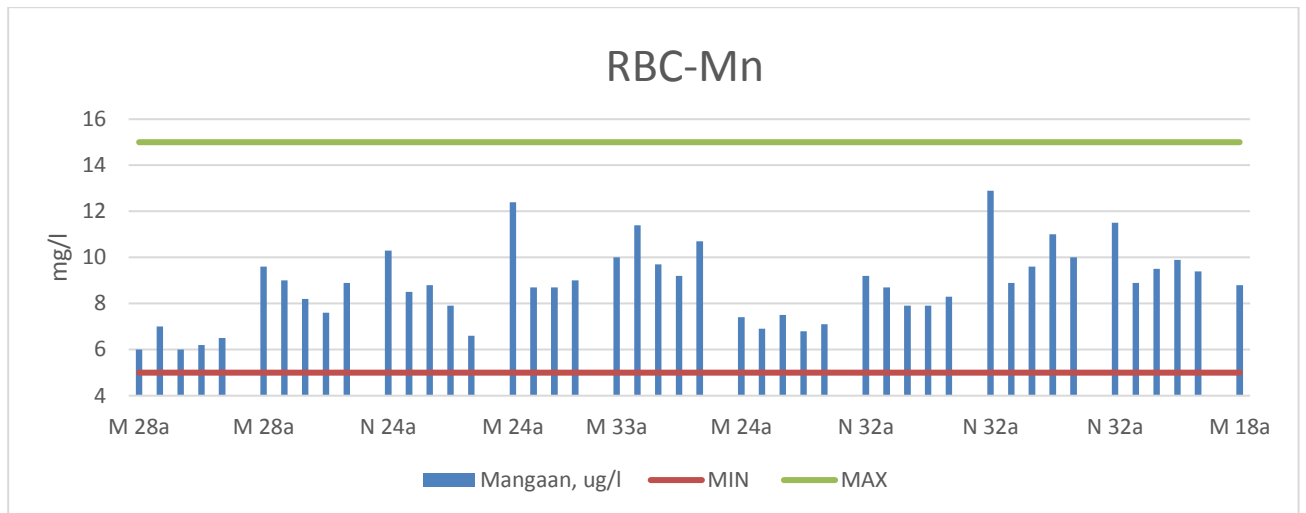
Uuringus määrati vase sisaldust erütrotsüütidest. Referentsväärtuste piires tulemusi esines 29%, madalamaid 64% ja kõrgeenenud tulemusi 7%.

Naistel esines normis tulemusi 40%, madalamaid tulemusi 45% ja kõrgeenenud 15%. Meestel leiti normis tulemusi 20%, madalamaid tulemusi 80% ja kõrgeenenud 0%. (Joonis 14).

Normist madalamat vase sisaldust enamikes teostatud analüüsides erütrotsüütidest tuvastati kuuel sportlasel. Dünaamikas vaadelduna võib tegemist olla suure füüsilise koormuse mõjuga, normist madalamaid väärtusi esines suusatajatel, kiiruisutajal hooaja jooksul, tõusutendents väärtustes esineb maikuus võetud vereanalüüsides, kus oli rohkem puhkust. Maratonijooksjatel ilmnes pidevalt normist madalamaid tulemusi ühel sportlasel, mille otsest põhjust raske täpselt märkida. Vase imendumisvõimet sooles pärsib ka tsingi ja raua lisamanustamine, mis võis

mõjutada ka uuringtulemusi ja põhjustada madalamat vase sisaldust erütrotsüütides (2). Uuringuperioodi lõpuks esines vase puudust kiiruisutajal ja kolmel suusatajal. Organismis vase sisalduse määramiseks on tavapäraselt võimalik määrata ka tseruloplasmiini analüüsi ja vase sisaldust seerumis, kuid analüüsid erütrotsüütidest selle uuringu alusel viitavad, et vasepuudust saaks tuvastada ka analüüsiga vask erütrotsüütides.





Joonis 15. Mangaani kontsentratsioonid erütrotsüütides on väljendatud µg/l, referentsväärtused 5,0-15,0 µg/l (6).

2.11. PLII

Plii liigne sisaldus on organismile toksiline, kahjustades vereloomet, närvisüsteemi, neerude funktsiooni jpm. Vereloomet kahjustus väljendub eelkõige hemoglobiini (heemi) sünteesi pärssimises, põhjustades mikrotsütaarset aneemiat (6). Plii analüüside tulemused ei sõltu füüsilisest koormusest, olid uuringugrupis dünaamikata ja graafiline väljendamine siinkohal ei anna lisaväärtust.

Plii analüüse teostati, kuna see kuulus erütrotsüütides määratavate mineraalainete analüüsi paketti. Tulemused erütrotsüütides olid kõik referentsväärtuste piirides (< 0,09 mg/l) (6).

3. UURINGU KOKKUVÕTE

Kestvusvalade sportlastel, kelle füüsiline treeningkoormus uuringuperioodil oli suur, ilmnes rakusiseselt määratud analüüsides magneesiumi, kaltsiumi, kaaliumi, vase, tsingi ja naissportlastel ka raua puudust, mis alati ei ilmnenu seerumi analüüsides.

Analüüsides dünaamikast võib järeldada, et suusatajatel esines hooajal, samuti kiiruisutajal ja maratonijooksjatel füüsilise koormuse perioodil referentsväärtustest madalamaid rakusisesest magneesiumi, kaltsiumi, vase, naatriumi, kaaliumi ja tsingi väärtuseid. Kahel naisjooksjal ilmnes pidevat rakusisesest raua puudust, mille üheks põhjuseks võib pidada kindlasti füüsilise koormuse mõju. Vaadeldes iga sportlase individuaalseid tulemusi dünaamikas, oli võimalik tuvastada füüsilise koormuse alandavat mõju mineraalainete väärtustele. Kindlasti oli füüsiline koormus aga ainult üks analüüsides tulemusi mõjutav faktor ja tulemused sõltusid suurel määral ka toitumisest, lisaainete tarvitamisest, puhkeperioodi pikkusest jpm.

Uuringuperioodi lõpuks ei esinenud rakusisesest defitsiiti fosfori, kaltsiumi, kaaliumi, seleeni ja mangaani rakusiseselt määratud analüüsides tulemuste korral.

Uuringuperioodi lõpuks esines siiski magneesiumi puudust viiel sportlasel, seda ei esinenud ainult kiiruisutajal ja kolmel suusatajal. Naatriumi puudust esines kahel suusatajal, raua rakusisesest puudust esines kahel jooksjal, tsingi puudust kahel suusatajal ja kolmel jooksjal, vase puudust kiiruisutajal ja kolmel suusatajal.

Võrreldes mineraalainete määramist erinevatest proovimaterjalidest (erütrotsüütides ja seerumist) esines interpretatiivseid erinevuseid (referentsväärtustest madalamad ja kõrgemad tulemused ei olnud korrelatsioonis) ja saab öelda, et rakusisesest magneesiumi, kaltsiumi, kaaliumi, naatriumi, vase, tsingi ja raua määramine võimaldas tuvastada nende mineraalainete puudust sagedamini kui vereseerumist teostatud analüüsides.

Induktiivsedestatud plasma massispektromeetria meetodil kompleksne mineraalainete määramine erütrotsüütides võiks olla lisavõimalus avastada olulisemate mineraalainete puudust või liigsust rakkudes (kudedes) ja tulemused võiksid olla abiks toitumissoovituste koostamisel.

Magneesiumi määramine erütrotsüütides võiks olla magneesiumi staatuse, defitsiidi avastamiseks hea analüüs.

KASUTATUD KIRJANDUS

- (1) Zilmer M, et al. Inimkeha põhilised biomolekulid (meditsiiniliselt tähtsamad ülesanded). Inimorganismi metabolism (biokemism ja kliinilised aspektid). Tartu Ülikool, Avita 2015.
- (2) Pitsi, et al. Eesti toitumis- ja liikumissoovitused 2015. Tervise Arengu Instituut. Tallinn, 2017
- (3) Labor Dr.Bayer. Mineralstoffbestimmung im Vollblut Diagnostische Relevanz. Available at: http://www.labor-bayer.de/laborinformationen_publicationen/mineralstoffe_spurenelemente/DrBayer-Mineralstoffbestimmung-im-Vollblut-Diagnostische-Relevanz.pdf
- (4) Labor Dr.Bayer. Sinnvolle Mikronährstoffdiagnostik. Available at: https://www.labor-bayer.de/laborinformationen_publicationen/2016-DrBayer-Sinnvolle-Mikronaehrstoffdiagnostik-web.pdf
- (5) SYNLAB Eesti OÜ analüüside referentsväärtused, leitav: <https://synlab.ee/arstile/laboriteatmik/referentsvaartused/>
- (6) SYNLAB Parameter index. Available at: <http://www.synlab.de/index.php?id=1535>

LISA 1

TEADLIKU NÕUSOLEKU VORM

Mineraalainete taseme rakendusuuringu vastupidavusalade sportlastel

Rakendusuuringu eesmärk on välja selgitada kas ja milline on seos erinevate vastupidavusalade sportlaste sooritusvõime ja toitumise vahel. Rakendusuuringu raames analüüsitakse tipp sportlaste vereanalüüsidest rakusiseste ja rakuväliste mineraalide muutust ühe aasta vältel. Tulemuste põhjal töötatakse välja toitumissoovitused uuringu osalevatele tipp sportlastele.

10lt erinevate vastupidavusalade sportlaselt võetakse sama meetodikaga vereproovid 5 korda uuringuperioodi jooksul. Nende proovide põhjal analüüsitakse nii rakusiseste kui -välise mineraalide sisaldust. Uuritavateks mineraalaineteks on:

- Rakusiseselt – kaalium, naatrium, magneesium, raud, seleen, kaltsium, vask, mangaan, fosfor, tsink, plii (st Mineraalainete pakett).
- Rakuväliselt – kaalium, naatrium, magneesium, raud, seleen ja tsink.

Veenivereproovid kogutakse 5 korda uuringuaasta jooksul:

1. proov oktoobris 2017
2. proov detsembris 2017
3. proov märtsis 2018
4. proov mais 2018
5. proov juulis 2018

Peale iga vereproovi analüüsi toimub dr Meeli Glükmann individuaalne konsultatsioon, mille jooksul nõustatakse sportlasi ja antakse teada, kas ja millised muudatused veres on toimunud.

Mina, *uuringu osalenud sportlase nimi*

olen informeeritud ülalmainitud projektist, olen teadlik selle eesmärgist ja meetodikast ning kinnitan oma nõusolekut minu andmete anonüümseks kasutamiseks uuringu kokkuvõtete tegemisel.

Lisainformatsioon uuringu kohta:

Meeli Glükmann Meeli.Glukmann@synlab.ee

SYNALAB Eesti OÜ

Sportlase nimi, kuupäeva, allkiri

/allkirjastatud digitaalselt/