

**Kaupallisten palautusjuomajauheiden kivennäisainepitoisuudet ja
niiden vaikutus nesteen imeytymiseen**

LuK- tutkielma

Jyväskylän yliopisto

Kemian laitos

Analyttisen kemian osasto

18.08.2015

Sonja Betancourt

TIIVISTELMÄ

Sonja Betancourt (2015). Kaupallisten palautusjuomajauheiden kivennäisainepitoisuudet ja niiden vaikutukset nesteen imeytymiseen. Kemian laitos, Jyväskylän yliopisto, LuK- tutkielma, 33 s.

Tämän kandidaatin tutkielman kirjallisessa osiossa on tutkittu kivennäisaineiden tarvetta ihmiselle sekä mahdollisia liikunnan aiheuttamia lisätarpeita. Tutkielmassa on myös tutkittu palautusjuoman sisältämien kivennäisaineiden tarvetta sekä kivennäisaineiden merkitystä nesteen imeytymisessä. Lisäksi on tutkittu markkinoilla olevia palautusjuomia ja vertailtu niitä.

Työn kokeellisessa osassa on tutkittu palautusjuomajauheiden kivennäisainepitoisuuksia ICP-OES- menetelmällä (inductively coupled plasma optical emission spectrometer).

Avainsanat: palautusjuoma, palautuminen, kivennäisaine, nesteytys

Sisällys

1 Johdanto	1
2 Kivennäisaineiden luokittelu ja tehtävät	2
2.1 Makrokivennäisaineet	3
2.1.1 Natrium	3
2.1.2 Kalsium	4
2.1.3 Kalium	5
2.1.4 Magnesium	6
2.1.5 Fosfori	7
2.2 Mikroktivennäisaineet eli hivenaineet	7
2.2.1 Rauta	7
2.2.2 Kromi	8
2.2.3 Sinkki	9
2.2.4 Kupari	10
2.2.5 Jodi	10
2.2.6 Seleenit	11
3 Kivennäisaineiden perustarve ja saanti	11
3.1 Kivennäisaineiden imeytyminen	12
3.2 Urheilun vaikutus kivennäisaineiden tarpeeseen	12
3.3 Nesteen kivennäisainesisällön merkitys palautumisessa	14
3.3.1 Nesteen imeytyminen	14
3.3.2 Kivennäisaineiden vaikutus nesteen imeytymiseen	15
4 Markkinoilla olevien palautusjuomajauheiden kivennäisainepitoisuudet	16
4.1 Palautusjuoman tarpeellisuus	17
4.2 Optimaalinen palautusjuoma	17
4.3 Juoman osmolaliteetin merkitys	18
5 Palautusjuomajauheiden kemiallinen analyysi	19
5.1 ICP-OES- menetelmä (Inductively coupled plasma optical emission spectroscopy)	19
5.2 Laitteet ja reagenssit	20

5.3 Näytteet	21
5.4 Näytteenkäsittely	21
5.5 Standardien valmistaminen	22
5.6 Kalibrointi	23
5.7 Saantokoe	24
5.8 Näytteiden analysointi	26
5.9 Tulosten tarkastelu ja tulkinta	28

1 JOHDANTO

Riittävä kivennäisaineiden saanti on välttämätöntä monille kehon normaalitoiminnoille, joiden avulla pysytään hengissä. Näihin kuuluvat mm. hapen kuljetus, entsyymien katalysoimat reaktiot, immuunipuolustus sekä elektrolyyttitasapaino. Eräät kivennäisaineet, kuten kalsium ja fosfori, toimivat hampaiden ja luuston rakennusaineina. Vastaavasti esimerkiksi natriumilla on suuri rooli nestetasapainon säätelyssä. Fyysinen aktiviteetti vaikuttaa useisiin kivennäisaineisiin sekä muihin biologisiin muuttujiin.¹

Jopa 20 kivennäisaineen tiedetään olevan ihmiselle välttämättömiä ja 14 mikrokivennäisaineen tiedetään olevan oleellisessa roolissa terveyden ylläpitämisessä. Kivennäisaineiden puutokset aiheuttavat erilaisien sairauksien (osteoporoosi, anemia, syöpä, diabetes, karies) oireita, ne liitetään usein myös ongelmiin immuniteetissa sekä suurentuneeseen tulehdustaipumukseen.²

Säännöllinen liikunta, erityisesti kuumassa ympäristössä, lisää monien mineraalien (kromi, sinkki, kupari) menetystä hien ja virtsan mukana. Aerobinen harjoittelu johtaa myös moniin fysiologisiin muutoksiin ja adaptaatioihin kehossa. Varsinkin kromi, sinkki ja kupari ovat tärkeitä tekijöitä normaalin hiilihydraatti-, rasva- ja proteiinimetabolian ylläpitämisessä sekä energian muodostamisessa.³ Pitkän urheilusuorituksen jälkeen saattaa esiintyä myös tiettyjen kivennäisaineiden väliaikaisia madaltumisia plasmakonsentraatiossa (rauta, sinkki, kupari). Yleisesti nämä kuitenkin johtuvat kivennäisaineiden tehtävistä ja siirtymisistä eri kudosten välillä. Kuitenkin kivennäisaineiden puutokset, pois lukien raudan, sinkin ja kalsiumin puutos, ovat harvinaisia.²

Monipuolisesti ja terveellisesti syövät henkilöt saavat yleensä tarvitsemansa ravintoaineet ruuasta. Poikkeuksen tekevät kasvissyöjät, painoaan tarkkailevat (voimistelijat, ballerinat, tanssijat), laihduttajat (painoluokkalajit, bodybuilding) sekä kuumassa ja kosteassa treenaavat henkilöt. Yleensä tällaiset henkilöt eivät saa ravinnostaan riittävästi ja monipuolisesti energiaa ja sen myötä eri ravintoaineita. Ravitsemustietämyksen lisääminen, syömisen ja treenaamisen suunnittelu sekä

kriittisyys kaupallisia tuotteita ja mainoksia kohtaan auttaa saamaan ravitsemuksen optimaaliseksi.²

2 Kivennäisaineiden luokittelu ja tehtävät

Kivennäisaineet eli mineraalit ovat yksinkertaisia alkuaineita, joita on valtavia määriä maaperässä ja liuenneena merissä. Pieninä määrinä niitä esiintyy eläimissä ja kasveissa. Osa kivennäisaineista on ihmisille elintärkeitä. Jo hyvin pienet päivittäiset saantimäärät riittävät ehkäisemään kivennäisaineiden puutosoireiden syntymisen, minkä vuoksi näitä ravintoaineita kutsutaan mikroravintoaineiksi (vrt. hiilihydraatteihin, proteiineihin ja rasvoihin, joita kutsutaan makroravintoaineiksi). Toinen nimitys mitä mikroravintoaineista käytetään, on suojaravintoaineet.⁴

Kivennäisaineet voidaan jakaa makrokivennäisaineisiin ja mikrokivennäisaineisiin sen perusteella, kuinka suurta on kyseisen kivennäisaineen päivittäinen tarve. Mikrokivennäisaineiden eli hivenaineiden (rauta, sinkki, kupari, kromi, seleeni ja jodi) tarve on alle 100 mg/vrk. Makrokivennäisaineiden (kalsium, kalium, natrium, magnesium ja fosfori) tarve on puolestaan yli 100 mg/vrk.⁴

Makrokivennäisaineita yhdistää kyky toimia elimistössä elektrolyytteinä. Elektrolyyteiksi kutsutaan joko positiivisen tai negatiivisen sähköisen varauksen omaavia ioneja, jotka esiintyvät liuenneessa muodossa solujen sisällä intrasellulaarinesteessä (esim. K ja Mg) tai solujen ulkopuolella ekstrasellulaarinesteessä (esim. Na). Elimistö ylläpitää nesteosoiden välistä nestetasapainoa ja muun muassa sopivaa veriplasman tilavuutta sekä verenpainetta elektrolyyttien ja osmoosin avulla (vesi liikkuu kohti suurempaa pitoisuutta).⁴

Taulukko 1. Elektrolyyttien konsentraatiot hiessä, plasmassa ja solunsisäisessä nesteessä (mmol/l).²

elektrolyytti	hiki	plasma	solunsis.n.
natrium N^+	20- 80	130- 155	10
kalium K^+	4- 8	3,2- 5,5	150
kalsium Ca^{2+}	0,1- 1,0	2,1- 2,9	0,01

magnesium Mg^{2+}	0,1- 0,2	0,7- 1,5	15
kloridi Cl^-	20- 60	96- 110	8
vetykarbonaatti HCO_3^-	1- 35	23- 28	10
fosfaatti PO_4^{2-}	0,1- 0,2	0,7- 1,6	65
sulfaatti SO_4^{2-}	0,1- 2,0	0,3- 0,9	10

Kivennäisaineiden tehtävät ihmisen elimistössä liittyvät usein erilaisten entsyymien toimintaan. Kivennäisaineilla on lisäksi tärkeä rooli mm. neste- ja happo-emästasapainon säätelemisessä, lihasten ja sydämen supistumisreaktiossa sekä antioksidanttipuolustuksessa.⁴

2.1 Makrokivennäisaineet

2.1.1 Natrium

Natrium (Na) on solujen ulkopuolisen nesteen eli ekstrasellulaarinnesteen yleisin ioni Na^+ . Natriumin tärkein tehtävä on ylläpitää ekstrasellulaarinnesteen, erityisesti veriplasman, tilavuutta. Plasman tilavuus puolestaan on ratkaiseva tekijä verenpaineen ylläpitämisessä. Natrium voi säädellä verenpainetta myös vaikuttamalla hiussuonten supistumiseen. Natrium säätelee veren tilavuutta ja verenpainetta sekä elimistön yleistä nestetasapainoa myös osallistumalla janontunteen synnyttämiseen.⁴

Liikunnan aikana syntyvä janontunne johtuu plasman suhteellisen natriumpitoisuuden nousemisesta hikoilun aiheuttaman nesteenmenetyksen myötä, jolloin siis osmolaliteetti nousee eli veri ns. väkevöityy.⁴ Nesteen osmoottinen paine riippuu siihen liuenneiden hiukkasten lukumäärästä. Toisin sanoen mitä suurempi on liuoksen osmolaliteetti, sitä pienempi on sen vesipitoisuus. Osmoottinen paine on yleensä sama solun sisä- ja ulkopuolella. Jos vettä tai siihen liuenneita aineita lisätään solunulkoiseen nesteeseen tai otetaan siitä pois, vettä siirtyy osmoosin vaikutuksesta joko solusta ulos tai soluun sisään. Samalla solun koko muuttuu. Veden virtaus lakkaa vasta, kun osmoottinen tasapaino on jälleen saavutettu. Osmolaliteetti pysyy normaalisti lähes muuttumattomana, koska elimistöllä on kyky säädellä natriumin määrää.⁵ Myös suolaisen ruuan syöminen aiheuttaa janontunnetta. Juominen suurentaa plasman tilavuutta palauttaen oikean suolakonsentraation. Tämän jälkeen munuaiset huolehtivat ylimääräisen natriumin ja veden erittämisestä.⁴

Ruokasuola on natriumkloridia, joka sisältää 40 % natriumia. Lisäksi natriumia on luontaisesti lähes kaikissa elintarvikkeissa. Elintarvikkeiden suolapitoisuus voidaan laskea kertomalla elintarvikkeen sisältämän natriumin määrä 2,54:llä (lainsäädännössä ja pakkausmerkinnöissä käytetään pyöristettyä kerrointa 2,5).⁶ Tutkimusten mukaan alhainen natriumin (suolan) saanti suojaa kohonneelta verenpaineelta, sydän- ja verisuonisairauksilta sekä mahasyövältä.⁷ Suolan saannin rajoittamisen vaikutukset ovat tehokkaimmat niillä, joilla verenpaine on jo lievästi koholla. Myös ruokavalion kokonaisuus vaikuttaa: ruokavalion vaikutus verenpaineeseen vastaa lääkehoidon tasoa, jos ruokavaliossa on runsaasti kasviksia, hedelmiä ja marjoja sekä täysjyväviljaa ja jos suositaan tyydyttymätöntä rasvaa, kalaa, siipikarjaa ja pähkinöitä sekä vältetään punaista lihaa ja runsassokerisia tuotteita ja samalla vähennetään suolan saantia.⁶

Sekä miehillä että naisilla ruokasuolasta saadun natriumin saanti on terveyden kannalta liian runsasta, miehillä selvästi runsampaa kuin naisilla. Tutkimusten mukaan väestötasolla verenpaineen ja suolan saannin välillä on suora yhteys. Suolan saantia tulee asteittain vähentää edelleen. Natriumin riittäväksi ja turvalliseksi minimisaanniksi aikuisilla on arvioitu 1,5 g suolaksi laskettuna. Suolan tai natriumin saantisuosituksen tulee kuitenkin olla mahdollista toteutua käytännössä ilman erityisiä vaikeuksia. Väestötason suositus suolan saanniksi on aikuisille enintään 5 g/vrk, joka vastaa 2,0 g/vrk natriumia.⁶

Hikoilu lisää natriumin menetystä ja suurentaa sen tarvetta.⁸ Kuntoilijoiden ja urheilijoiden ei pidä rajoittaa suolansaantiaan tiukasti. Natriumpitoisen juoman nauttiminen auttaa pitämään yllä plasman natriumpitoisuutta ja osmolaliteettia, mikä ehkäisee janontunteen sammumista ja elimistön kuivumista.⁴

2.1.2 Kalsium

Kalsium (Ca) on elimistön yleisin kivennäisaine ja suurin osa siitä sijaitsee luiden ja hampaiden mineraaliaineksessa. Loppuosa kalsiumista on verenkierrossa sekä solun ulkoisessa ja sisäisessä nesteessä, joissa sillä on keskeinen säätelyrooli esimerkiksi sydämen, lihasten ja hermoston toiminnassa. Kalsiumia tarvitaan myös veren hyytymiseen. Lihaksistossa sarkoplasmakalvostosta vapautuvat kalsiumionit (Ca²⁺) toimivat lihassupistuksen laukaisevana välittäjäaineena.⁹

Jos kalsiumin saanti on niukkaa, alkaa luustosta irrota kalsiumia kehon tärkeiden elintoimintojen turvaamiseksi. Runsaan kalsiumin saannin on todettu hidastavan luun haurastumista naisilla ennen vaihdevuosi-ikää, vaihdevuosien jälkeen sekä vanhemmalla iällä.¹⁰

Kalsiumin tarve on suurentunut kasvuikäisillä, vaihdevuosi-ikäisillä, raskaana olevilla sekä runsaasti hikoilevilla urheilijoilla. Myös maitovalmisteita karttavat ja laihduttajat saattavat olla riskiryhmiä kalsiumin niukan saannin kannalta.⁴ Jos kalsiumin saanti ruokavaliosta on niukkaa, tulisi ensisijaisesti pohtia mahdollisuutta lisätä kalsiumpitoisten ruoka-aineiden käyttöä (maitovalmisteet, kala, kasvikset). Mikäli ravinnosta saadun kalsiumin määrä ei ole riittävä, pitää turvautua kalsiumvalmisteiden käyttöön. Kalsiumlisä kannattaa ottaa aterian yhteydessä ja mieluiten useammassa erässä. Iän myötä kalsiumin imeytyminen heikkenee ja yli 70-vuotiaille suositellaankin kalsiumvalmisteiden käyttöä. Yli 60-vuotiaille 500- 1000 mg:n kalsiumlisä saattaa jossain määrin vähentää iän mukanaan tuomaa luun haurastumista.¹⁰

Nais- ja miesurheilijoilla, jotka harjoittelevat kovaa ja säännöllisesti, tiedetään tutkimusten mukaan sukupuolihormonien tason usein laskevan. Estrogeeni on tärkeässä roolissa luumassan säilyttämisessä naisilla ja siten matalat estrogeenitasot voivat aiheuttaa osteoporoosia, joka puolestaan voi ilmentyä murtumina tai muina ongelmina.¹¹

Reippaan liikunnan tiedetään kuitenkin kasvattavan luun massaa nuorilla ja hidastavan luun haurastumista iäkkäämmillä.¹² D-vitamiini edistää kalsiumin imeytymistä suolistosta, joten on tärkeää, että sekä kalsiumia että D-vitamiinia saadaan riittävästi.⁹

2.1.3 Kalium

Kalium on intrasellulaarisista elektrolyyteistä tärkein. Jopa 98 % elimistön kaliumista (K) on ionisoituneessa muodossa (K^+) liuenneena solujen sisäiseen eli intrasellulaariseen nesteeseen. Kalium säätelee yhdessä natriumin kanssa intra- ja ekstrasellulaariseen välistä neste- ja elektrolyyttitasapainoa, plasman tilavuutta ja verenpainetta. Solukalvoilla sijaitseva pieni määrä kaliumia mahdollistaa hermosignaalien välityksen, lihasten supistumisen sekä esimerkiksi sydämen tasaisen lyöntirytmien ylläpitämisen. Kalium toimii myös monien entsyymien aktiivisuutta säätelevänä tekijänä eli kofaktorina.⁴

Vaikka kalium ei ole natriumin veroinen solujen ulkopuolisen nestetasapainon palauttamisessa, voi kaliumilla sitä vastoin olla tärkeä rooli solujen sisäisen nestetasapainon ja solutilavuuden palauttamisen kannalta.¹³ Nesteytysjuomassa saa siksi mielellään olla natriumin lisäksi kaliumia tai vaihtoehtoisesti voidaan nauttia kaliumia sisältävää ruokaa (esim. banaania, kaakaota, maitoa, herakonsentraattia, kuivahedelmiä, pähkinöitä) palautumisen yhteydessä.⁴

2.1.4 Magnesium

Ihmisen elimistön sisältämästä magnesiumista (Mg) noin puolet sijaitsee luustossa. Loppuosa magnesiumista sijaitsee lähes kokonaisuudessaan pehmytkudosten solujen sisällä. Suurin osa magnesiumista (noin 95 %) on kompleksoituneina erilaisiin orgaanisiin anioneihin ja proteiineihin. Magnesiumionit (Mg^{2+}) vaikuttavat muun muassa solukalvon kaliumkanaviin ja lihasten sarkoplasmakalvoston kalsiumkanaviin.⁹

Soluissa magnesium toimii ns. kofaktorina eli entsyymien toiminnan tehostajana yli 300 biokemiallisessa reaktiossa. Magnesium auttaa mm. säätelemään glykogenivarastojen käyttöä energiantuotannossa. Se säätelee myös rasvan energia-aineenvaihduntaa, proteiinisynteesiä ja ATP:n muodostumista. Magnesium osallistuu hermojen ja lihasten yhteistyöhön ja mm. sydänlihaksen supistumisen säätelyyn. Magnesiumilla on lisäksi tärkeä rooli luun muodostumisessa ja immuunivasteen syntymisessä.⁴

Liikunnan väitetään lisäävän magnesiumin erityistä virtsausta, mutta kuntoilijoiden ja urheilijoiden magnesiumin tarve suurenee vain noin 10- 20 %. Hien mukana menetetään vain hyvin vähän magnesiumia, joten magnesiumin käytöstä liikunnan aikana ei ole hyötyä. Magnesiumin sisällyttäminen urheilujuomiin on siis turhaa eikä magnesiumlisän käytöstä ei ole myöskään hyötyä magnesiumstatuksen ollessa normaali.^{4,14}

Magnesiumin saannin on todettu olevan erityisen runsasta varsinkin kasvissyöjillä. Yleisesti ottaen suomalaiset saavat keskimäärin riittävästi magnesiumia. Reilu magnesiuminsaanti voi johtua maidon, ruisleivän, perunoiden ja banaanin suosimisesta, jotka ovat hyviä magnesiuminlähteitä.⁴

Lievä magnesiuminpuutos aiheuttaa Lukaskin¹⁴ mukaan suurentunutta hapentarvetta, heikentynyttä aerobisen energiantuotannon tehokkuutta ja kestävyysuorituskyvyn laskemista. Puutos voi myös haitata lihas-hermoyhteistyötä, mikä voi ilmetä mm.

lihaskrampin muodossa. Magnesiumin merkitystä krampin ehkäisyssä on kuitenkin voimakkaasti liioiteltu.⁴ Kokeellisesti todetuissa magnesiumin puutostiloissa oireet ilmenevät monenlaisina, mutta ne eivät sisällä lihaskramppeja.¹¹ Kova rasitus itsessään on tärkein lihaskramppeja laukaiseva tekijä. Krampin todennäköisin syntymekanismi on keskushermostoperäinen häiriö lihassupistuksen säätelyssä, jonka laukaisee lihaksen rasittuminen eikä siis neste- tai elektrolyyttitasapaino.⁴

2.1.5 Fosfori

Fosfori (P) on kalsiumin jälkeen runsain ihmiselimistön kivennäisaine. Jopa 85 % fosforista sijaitsee luustossa kalsiumfosfaattina. Fosfori on myös solujen ja koko elimistön energianlähde adenosinitrifosfaatin eli ATP:n osana. Fosforia tarvitaan myös monien muiden yhdisteiden ja molekyylien, kuten nukleinihappojen ja fosfolipidien, rakenneosaksi sekä happo-emästasapainon säätelyyn. Koska fosfori on tärkeää luustolle ja hampaille, kasvavien nuorten, raskaana olevien ja imettävien tulisi saada sitä enemmän kuin väestösuositusten 600 mg/vrk.¹⁵

Fosforia on useimmissa elintarvikkeissa, varsinkin maitotuotteissa, lihatuotteissa sekä viljatuotteissa. Fosfaatteja käytetään elintarviketeollisuudessa yleisesti lisäaineina. Suomessa varsinkin leikkeleisiin, marinoituihin lihoihin ja leipiin lisätään fosfaatteja. Niitä pidetään tärkeinä mm. vedensidonnan ja tuotteen rakenteen kannalta ja ne mahdollistavat mm. alhaisemman suolapitoisuuden käyttöä. Myös mm. kolajuomat sisältävät fosforihappoa. Suomessa fosforin saanti on suosituksia suurempaa.¹⁶

Monet urheilijat käyttävät myös fosfaattilisiä, vaikka ei ole tieteellisiä todisteita, että urheilija tarvitsisi fosforia enempää. Myöskään fosfaattilisen käytöstä ei ole todistettavasti mitään hyötyä tai lisäarvoa urheilusuoritukselle ja urheilijalle.¹¹

2.2 Mikrokipennäisaineet eli hivenaineet

2.2.1 Rauta

Rauta (Fe) on keskeisimpiä hivenaineita ja sillä on monia biologisia tehtäviä, jotka ovat tärkeällä sijalla myös urheilijoilla. Raudalla on tärkeä rooli soluhengitysketjussa mitokondrioiden aerobisessa energiantuotannossa. Rauta on tärkeä osa veren

punasolujen hemoglobiinin rakennetta samoin kuin myös lihasten myoglobiinin sekä sytokromien ja tiettyjen entsyymien rakennetta. Raudalla on kriittinen rooli kehon energian käytössä.¹⁴

Hemoglobiini itsessään koostuu neljästä proteiinimolekyylisestä, joissa kussakin on rautapitoinen kofaktori-osa eli hemiryhmä. Jokainen rauta-atomi pystyy sitomaan yhden happimolekyylin. Punasolut kuljettavat happea keuhkoista lihaksille ja muille soluille sekä päinvastaiseen suuntaan hiilidioksidia.⁵

Rautaa tarvitaan myös punasolutuotannossa. Mikäli rautaa on elimistössä liian vähän, tuotetaan punasoluja vähemmän ja niiden hemoglobiinipitoisuus pienenee, mikä vaikuttaa kielteisesti veren hapenkuljetuskykyyn. Täten aerobisen energiantuotannon kapasiteetti heikkenee ja maitohappoa syntyy enemmän liikunnan aikana, kun lihakset eivät saa riittävästi happea.⁴

Raudan saantisuositus perustuu laskelmiin imeytyneen ja erittyvän raudan tasapainosta. Ruoan raudasta imeytyy melko vähän (keskimäärin n.15 %). Imeytyminen tehostuu, jos rautavarastot pienenevät. Kuukautisten takia naisten raudantarve on suurempi murrosiästä vaihdevuosi-ikään saakka. Veren hemoglobiinipitoisuus kertoo rautatasapainosta ja seerumin ferritiinipitoisuus rautavarastojen suuruudesta. Raudan parhaat lähteet ovat maksa, liha ja lihavalmisteet sekä täysjyväviljavalmisteet, erityisesti ruisleipä.⁶

Urheilu lisää raudan menetystä ja suurentaa raudantarvetta. Raudanpuutos on kaikkein yleisin ravintoainepuutos urheilijoilla. Varsinkin naisilla on suurentunut raudanpuutoksen riski kuukautisvuodosta johtuen. Myös painoan tarkkailevilla, kasvissyöjillä ja raskaana olevilla riski on suurempi.¹⁷

2.2.2 Kromi

Kromi (Cr) tehostaa insuliinin vaikutusta ja auttaa ylläpitämään normaalia hiilihydraatti- ja rasva-aineenvaihduntaa. Kromi auttaa insuliinia säätelemään veren sokeri-, triglyseridi- ja kolesterolipitoisuuksia sopivalle tasolle. Niukka krominsaanti saattaa altistaa insuliiniresistenssille ja aikuistyyppin diabetekselle. Kromi imeytyy heikosti ravinnosta ja sitä saadaan vain vähän jalostetuista ruoka-aineista.⁴ Kromin

erittyminen lisääntyy liikunnan jälkeen hiukan. Vaikkakin useimmista ruokavalioista ei saada riittävää määrää kromia, ei kuitenkaan kromilisän käytöllä ole suotuisaa vaikutusta kehon koostumukseen saati fyysiseen suoritukseen.¹⁴

Yleisesti uskotaan myös krominpuutoksen voivan esiintyä esimerkiksi makean himona. Monet urheilijat myös käyttävät kromilisää, vaikkei ole todistettua tietoa sen suoritusta parantavasta vaikutuksesta.¹¹ Kromi on urheilijoiden keskuudessa suosittu lisäravinne sen paljon puhutun ”lihaksia kasvattavan” ja ”rasvaa polttavan” vaikutuksen ansiosta, josta tosin ei ole tieteellistä todistusaineistoa ihmisillä, vaan eläimillä. Miljoonien markkinointikoneisto taustalla aiheuttaa kuitenkin villityksiä moneen suuntaan.²

Oluthiivan tiedetään olevan paras ravintokromin lähde. Myös maksaruuat sisältävät runsaasti kromia. Kalkkivalmisteet eli erilaiset kalsiumlisät vähentävät kromin imeytymistä suolistosta verenkiertoon. Vain noin 0,5- 2 % saadusta kromista imeytyy verenkiertoon.¹⁸

2.2.3 Sinkki

Noin 85 % elimistön sinkistä (Zn) sijaitsee lihaksissa ja luustossa. Sinkin läsnäolo on myös välttämätöntä yli 300 entsyymien toiminnalle. Sinkki on tarpeen nukleiinihappo ja proteiinisynteesille, solujen erilaistumiselle ja replikaatiolle sekä glukoosin käytölle ja insuliinin eritykselle. Sinkillä on myös säätelytehtäviä monissa hormoni metaboliaa käsittävissä toiminnoissa, kuten hormonien tuotanto, varastointi, erityy ja vuorovaikutukset. Riittävä määrä sinkkiä takaa monien fysiologisten tehtävien integraation, kuten immunitettiin, lisääntyminen, makuaisti, haavojen parantuminen, luuston kehittyminen, käyttäytyminen sekä ruuansulatustoiminnot.¹⁴

Lievän sinkinpuutoksen riski on suurentunut vanhuksilla, raskaana olevilla ja urheilijoilla. Urheileminen suurentaa sinkintarvetta mm. siksi, että liikunnan vaurioittamista lihassoluista vuotava sinkki erittyy virtsaan ja hiekeen. Runsaan liikunnan aiheuttama sinkin lisätarve yhdistettynä niukkaan sinkinsaantiin voi suurentaa riskiä, että syntyy lievä sinkinpuutos. Sinkinpuutos heikentää lihassolujen aerobista energiantuotantoa, heikentää hapenottokykyä, lisää maitohapon tuotantoa ja heikentää kestävyyttä.⁴

Sinkkilisän ei ole todistettu hyödyttävän urheilijoita, joilla sinkkitasapaino on normaali. On myös olemassa todisteita siitä, että ravitsemuksesta saadun sinkin tason ollessa alle optimin on metabolinen vaste heikentynyt.¹⁴ Sinkin on tutkittu lyhentävän tavallisen flunssan kestoa muuten terveillä ihmisillä, kun sitä on alettu syödä oireiden alkamisesta viimeistään 24 tunnin kuluttua.¹⁹

2.2.4 Kupari

Kupari (Cu) on elintärkeä hivenaine energia-aineenvaihdunnalle. Se on mm. tärkeä osa hemoglobiinia ja myoglobiinia sekä sitä tarvitaan kunnolliseen raudan hyödyntämiseen. Kuparilla on myös antioksidanttinen vaikutus.²⁰

Kuparistatusta elimistössä on vaikea määrittää tarkasti. Urheileminen voi muuttaa kuparipitoisuuksia eri ruumiin osissa sekä lisätä kuparin määrää hiessä.² Kuparin liian suuri saanti (10- 15 mg) aiheuttaa pahoinvointia, oksentelua ja ripulia ja sitä suuremmat aiheuttavat sisäistä verenvuotoa. Yli 20mg päiväsaanti on myrkyllinen.²⁰

2.2.5 Jodi

Jodi (I) on tärkeä osa kilpirauhashormonien eli tyroksiinin ja trijodityroniinin rakennetta. Kilpirauhashormoneilla on tärkeä tehtävä solujen hapenkuljetuksen ja energia-aineenvaihdunnan säätelyssä. Kilpirauhashormonit säätelevät myös kehon lämpötilaa, kasvua, keskushermoston kehitystä, lihastoimintaa ja verisolujen muodostumista. Tyroksiini itsessään vaikuttaa perusaineenvaihdunnan kautta energiankulutukseen ja siten myös lihomistaipumukseen.⁴

Viime vuosina on tullut varsinainen trendi käyttää erikoissuoloja, kuten ruususuolaa. Jodin puuttuminen tekee erikoissuoloista terveyden kannalta kaksin verroin ongelmallisia: niissä on suolan haitta-aine eli natrium, mutta hyödyllinen aine eli jodi puuttuu. Elintarviketeollisuus ei myöskään tällä hetkellä käytä jodioitua suolaa, jonka vuoksi suolaksi on syytä valita jodia sisältävä suola.⁶ Jodia menetetään myös hikoillessa melko suuria määriä, joten aktiiviliikkujan on syytä valita jodioitu suola tai merisuola.⁴

Lievä jodinpuutos aiheuttaa väsymystä ja painonnousua tyroksiinintuotannon vähentyessä ja perusaineenvaihdunnan hidastuessa. Puutoksen jatkuessa muodostuu struuma, mikä johtuu kilpirauhasen turpoamisesta sen yrittäessä tehostaa

jodinsitomiskykyään. Erityisen haitallista jodinpuutos on pienillä lapsilla ja raskauden aikana sikiöllä, jolloin aivojen kehitys on suuressa vaarassa.⁴

2.2.6 Seleen

Seleen (Se) on hivenaine, jolla on tärkeä tehtävä toimia osana antioksidanttipuolustusta sekä immuunivasteen muodostuksessa että kilpirauhashormonien aineenvaihdunnassa. Seleenin tiedetään myös sitovan elimistössä myrkyllisiä raskasmetalleja, kuten kadmiumia, lyijyä ja elohopeaa, jolloin niistä tulee vähemmän vaarallisia.⁴ Seleenin puutoksen tiedetään aiheuttavan sydänlihaksen rappeumaa.⁶

Säännöllisissä treeniohjelmissa urheilijoiden seleenin tarve saattaa olla suurentunut. Seleenilisiä tulisi käyttää äärimmäistä varovaisuutta noudattaen, sillä saantisuositukset ylittävä määrä (yli 25 mg päivässä) tiedetään aiheuttavan oksentelua, vatsakipua, hiustenlähtöä ja uupumusta.²

3 Kivennäisaineiden perustarve ja saanti

Vähintään kahtakymmentä eri kivennäisainetta tarvitaan riittävässä määrin ylläpitämään normaalia solujen ja kudosten toimintaa. Monia näistä tarvitaan vain hyvin pieniä määriä, mutta toisia täytyy saada enemmän. Teoreettisesti minkä tahansa kivennäisaineen puutos on mahdollinen, mutta käytännössä puutostilat ovat harvinaisia, jos ei huomioida raudan, kalsiumin ja joissakin maailman osissa jodin puutosta. Yleisesti ottaen tasapainoinen, riittävästi energiaa sisältävä ravinto takaa riittävän kivennäisaineiden saannin. Monet urheilijat eivät kuitenkaan syö riittävän monipuolisesti eivätkä painontarkkailun vuoksi saa riittävästi energiaa ravinnostaan.¹¹

Kaikki ruuan sisältämät kivennäisaineet ovat peräisin yleensä maaperästä. Kasvit ottavat kivennäisaineita suoraan maaperästä ja eläimet saavat niitä syömällä kasveja ja erilaisia kivennäisaineilla täydennettyjä rehuja. Kalat puolestaan saavat kivennäisaineita vedestä, johon niitä on liennut maaperästä ja lannoitteista. Suomen maaperä sisältää luonnostaan vähän mm. seleeniä. Seleenipitoisten lannoitteiden ansiosta suomalainen ruoka sisältää kuitenkin kohtuullisen runsaasti seleeniä. Enimmäkseen tai pelkästään luomutuotettuja elintarvikkeita käyttävät ihmiset voivat altistua tietyille puutoksille (kuten seleeninpuutos) luomuviljelyn lannoiterajoitusten vuoksi.⁴

Etenkin väestötutkimuksissa on käynyt ilmi, että monien vitamiinien ja kivennäisaineiden niukka saanti on yhteydessä suurentuneeseen pitkäaikaissairauksien riskiin senkin jälkeen, kun energiaravintoaineiden ja lihavuuden yhteys sairauksiin on huomioitu. Riittävä, suositusten mukainen vitamiinien ja kivennäisaineiden saanti on siis erittäin tärkeää kansanterveydelle. Suosituksia suuremmasta saannista – esimerkiksi kivennäisainevalmisteiden ylimääräisestä käytöstä – ei ole terveydellistä hyötyä. Suurina määrinä valmisteista voi olla jopa haittaa.⁶

3.1 Kivennäisaineiden imeytyminen

Kivennäisaineet imeytyvät suolistosta kohtalaisen heikosti. Kivennäisaineita saadaan ravinnosta todellista tarvetta enemmän mm. juuri niiden heikon imeytymisen sekä mm. virtsan mukana erittymisen vuoksi. Esimerkiksi imeytyneestä kalsiumista jopa 50 % erittyy virtsan mukana ulos.² Kivennäisaineet voivat muodostaa keskenään imeytymättömiä komplekseja ja ne myös kilpailevat samoista imeytymismekanismeista ohutsuolessa. Kivennäisaineen imeytymiseen vaikuttaa sen kemiallinen muoto. Esimerkiksi magnesiumin orgaaniset muodot (magnesiumaspartaatti, - asetaatti, - pikolinaatti ja -sitraatti) imeytyvät parhaiten sekä raudan kolmenarvoiset muodot (Fe^{3+}).⁴

Kivennäisaineiden keskinäiset vaikutukset ovat monenlaisia. Mm. kalsium heikentää raudan, kromin sekä sinkin imeytymistä. Kalsium yhdessä fosfaatin kanssa heikentää myös raudan imeytymistä. Sinkki puolestaan heikentää kuparin imeytymistä.⁴

3.2 Urheilamisen vaikutus kivennäisaineiden tarpeeseen

Runsas liikunta suurentaa kivennäisaineiden tarvetta. Suurentuneesta tarpeesta huolimatta valtaosa aktiivikuntoilijoista ja jopa kilpaurheilijoista tulee toimeen koko väestölle suositelluilla saantimäärillä niiden sisältämien turvamarginaalien johdosta. Urheilijoiden keskuudesta löytyy kuitenkin jonkin verran henkilöitä, joiden ravintoaineiden tarve asettuu suositeltavan saannin yläpuolelle. Näin ollen urheilijoiden

ja aktiivisimpien kuntoilijoiden kivennäisaineiden saantitavoitteet ovat hieman väestösuosituksia korkeammat.⁴

Taulukko 2. Kivennäisainesuositukset päivässä väestölle ja urheilijoille.⁴

makrokivennäisaineet	väestösuositus	urheilijan suositus
Natrium (g)	0,5 ²	2,4
Kalsium (mg)	900	1200
Kalium (g)	3,1	3,5- 4,5
Magnesium (mg)	280	300- 450
Fosfori (mg)	700	
Mikrokivennäisaineet	väestösuositus	urheilijan suositus
Rauta (mg)	15	20- 25
Kromi (µg)	25- 35 ²	50- 150
Sinkki (mg)	7	15- 25
Kupari (mg)	0,9	0,9- 1,5
Jodi (µg)	150	150- 200
Seleeni (µg)	50	75- 200

Fyysisesti aktiivisten yksilöiden tulisi nauttia monipuolista ruokavaliota, joka sisältää mahdollisimman laajan kirjon eri ruokia, maksimoidakseen vitamiinien, kivennäisaineiden ja muiden ravintoaineiden saannin sekä eliminoidakseen ravintolisien käytön tarpeen. Ainoastaan todistetusti kivennäisainepuutoksesta kärsivät yksilöt hyötyvät ravintolisien käytöstä eli toisin sanoen jos ravinnosta saadaan riittävästi kivennäisaineita, ei ravintolisistä ole juurikaan hyötyä.¹⁴

Joillakin urheilijoilla, kuten ballerinoilla, voimistelijoilla, pitkänmatkanjuoksijoilla ja painijoilla saattaa esiintyä riittämätöntä kivennäisaineiden saantia, koska näissä lajeissa pyritään tiettyyn painoon.¹⁴ Marginaaliset puutostilat valtaväestöllä tuskin aiheuttavat juurikaan vaikutuksia, mutta pienetkin häiriöt harjoittelukapasiteetissa voivat aiheuttaa perusteellisia seurauksia tosissaan treenaavalle urheilijalle. Säännölliset intensiiviset urheiluharjoitteet voivat nostaa kivennäisaineiden tarvetta joko kasvattamalla puutostilaa tai kasvattamalla niiden menetystä kehosta. On kuitenkin huomattava, että

kivennäisaineiden saannin suurentaminen saantisuosituksia korkeammaksi ei yleisesti paranna urheilijan suorituksia saati yleistä terveydentilaa.¹¹

Väestötason suositus suolansaanniksi aikuisille on enintään 5 g päivässä.⁶ Urheilijat menettävät hikoillessaan veden lisäksi varsinkin natriumia ja kloridia, eli nimenomaan ruokasuolaa (NaCl). Näiden lisäksi hiessä on pieniä määriä kaliumia, magnesiumia ja muita elektrolyyttejä.⁴

Natriumkloridin lisäämistä nesteytysjuomiin tulisi miettiä seuraavat asiat huomioiden: urheilija ei ole pystynyt syömään; fyysinen aktiivisuus ylittää kestoltaan 4 tuntia; tai ilmasto on kuuma. Näiden ehtojen puitteissa pienen suolamäärän (0,3- 0,7 g/l) lisääminen voi korvata hiessä menetetyn suolan ja minimoida joitakin terveydellisiä ongelmia, jotka liittyvät elektrolyytti epätasapainoon (kuten hyponatremia ja lihaskrampit). Kyseisen suolamäärän lisääminen kaikkiin juomiin edistää janontunnetta ja siten tehostaa vapaaehtoista juomista sekä pienentää hyponatremian riskiä, eikä siitä pitäisi olla mitään haittaa.²¹

3.3 Nesteen kivennäisainesisällön merkitys palautumisessa

Harjoittelun jälkeisen nesteytyksen tulisi korjata kertynyt nestehukka ja sen tulisi tapahtua kahden tunnin aikana harjoittelusta. Nesteen tulisi sisältää vettä nestetasapainon korjaamiseksi, hiilihydraatteja glykogeenivarastojen täyttämiseksi sekä elektrolyyttejä nesteytyksen nopeuttamiseksi. Ensisijaisena tavoitteena on fysiologisten toimintojen välitön palautuminen.²¹

3.3.1 Nesteen imeytyminen

Suurin osa nesteistä, jopa 99 %, imeytyy ohutsuolessa. Pääosa imeytymisestä (72%) tapahtuu duodenumin, eli ohutsuolen ensimmäisen kolmanneksen alueella, täysin diffuusion voimin. Tämän kaltainen imeytyminen noudattaa osmoosin lakeja, eli toisin sanoen neste kulkeutuu aina kohti suurempaa pitoisuutta pyrkimyksenä tasoittaa pitoisuuserot.²

Nesteen osmolariteetti vaikuttaa nesteen imeytymiseen. Osmolariteetti kuvaa liuenneiden molekyylien tai ionien kokonaismäärää mooleissa yhdessä litrassa liuosta.

Kehon nesteiden osmolariteetin ja nautitun nesteen osmolariteetin keskinäiset suhteet ja pitoisuudet ovat oleellinen osa nesteen imeytymisen fysiologiaa.

Taulukko 3. Eri nesteiden osmolariteetteja²

liuos	osmolariteetti (mOsm/l)
vesi	10- 20
hiki	170- 220
mahaneste	280- 303
veriseerumi	300
Pepsi- Cola	568
Coca- Cola	650
hedelmämehu	450- 690

3.3.2 Kivennäisaineiden vaikutus nesteen imeytymiseen

Kehon nesteissä väkevyyserot tasoittuvat yleensä diffuusion avulla, mikä tarkoittaa aineiden kulkemista korkeamman konsentraation alueelta alueelle, jossa pitoisuus on pienempi. Diffuusion aikana vesimolekyylien kulkusuunta on päinvastainen kuin liuenneen aineen. Veden siirtymistä puoliläpäisevän kalvon läpi kutsutaan osmoosiksi ja sillä on suuri merkitys solujen nestetasapainon säätelyssä.

Juoman osmolaliteetti vaikuttaa veden imeytymisnopeuteen. Osmolaliteetti kuvaa liuenneiden molekyylien tai ionien kokonaismäärää mooleissa yhdessä kilossa liuosta (vrt. aiemmin mainittu osmolariteetti, joka on litrassa liuosta). Kyseessä on siis osmoottisesti aktiivisten hiukkasten kokonaiskonsentraatio eikä tietyn aineen väkevyyden kuvaus liuoksessa. Esimerkiksi 1 millimooli NaCl:a liukenee veteen vapaiksi Na- ja Cl-ioneiksi ja täten sen osmolaliteetti on 2 milliosmolia/kg. Kehon nesteiden normaali osmolaliteetti on noin 270- 290 mosmol/kg. Osmolariteetti kuvaa samaa asiaa, mutta yksikkönä on osmolia/kilo sijaan osmolia/litra eli osmol/l.⁵

Veden ja ravintoaineiden imeytyminen tapahtuu ohutsuolessa pääasiassa juuri osmoosin avulla. Kun veteen liuenneiden ravintoainemolekyylien lukumäärä (juoman osmolaliteetti) on pienempi kuin kehon nesteiden, siirtyy vesi suolistosta verenkiertoon kaikkein tehokkaimmin. Tällaisia nesteitä kutsutaan hypotonisiksi nesteiksi ja niiden osmolaliteetti on hieman kehon nesteiden osmolaliteettia pienempi (200–260

mosmol/kg). Pienet erot osmolaliteetissa aiheuttavat suuria eroja imeytymisnopeudessa. Esimerkiksi 230 mosmol/kg liuos imeytyy tuplasti nopeammin kuin 280 mosmol/kg isotoninen liuos. Sen sijaan imeytyminen on selvästi hitaampaa osmolaliteetin ollessa pienempi kuin 200 mosmol/kg, joten erittäin hypotoniset nesteet kuten puhdas vesi, eivät siis imeydy tehokkaasti.⁴

Nestetasapainon tehokkaan palautumisen on todistettu paranevan urheilujuomalla, johon on lisätty natriumia, sillä se lisää nesteretentiota (nesteiden jääminen kehoon) kehossa. Samoin vaikuttaa myös juomaan lisätty hiilihydraatti ja proteiini. Eräässä tutkimuksessa vertailtiin urheilujuomien, maidon ja soijamaidon nesteytyspotentiaalia ja maito osoittautui parhaaksi.²²

Suolan nauttiminen suurentaa elimistön nesteiden osmolaliteettia eli väkevöittää niitä, minkä vuoksi kehoon sitoutuu tavanomaista enemmän vettä. Tutkimusten mukaan suorituksen aikainen natriumin saanti ei edistä siinä nautitun urheilujuoman/veden imeytymistä, mutta ennen pitkäkestoista suoritusta nautittuna runsaan nesteen kanssa se näyttäisi parantavan suorituskykyä.⁴ Jos palautumisella on kiire, niin suolansaannin optimoiminen kannattaa, mutta vielä tehokkaammaksi se muuttuu, kun palautumisen yhteydessä nautitaan hiilihydraatteja.²³

Suolalla on todistetusti ratkaiseva merkitys nestevajeen korjaamisessa, mutta tavallisten perusharjoitusten jälkeen ei ole tarpeen nauttia suolapitoisia urheilujuomia tai suolavettä palautumisessa.⁶ Tämä tietysti riippuu hikoilun määrästä ja mm. ilmaston lämpötilasta ja kosteudesta. Jos hikoillen on menetetty runsaasti nestettä, ei siis välttämättä tavallisella vedellä korjata nestehukkaa. Monipuolisesta ruokavaliosta suomalaiset saavat riittävästi suolaa, joten tulee muistaa, ettei suolanmäärä nouse liikaa. Kaliumista sen sijaan voi olla hyötyä solujen sisäisen nestetasapainon palauttamiselle.¹³

4 Markkinoilla olevien palautusjuomajauheiden kivennäisainepitoisuudet

Tutkittaviksi tuotteiksi valittiin sekä suomalaisia että ulkomaisia palautusjuomajauheita (recovery tuotteita) eri hintaluokista. Lisäksi haluttiin vertailun vuoksi tutkia myös

perus- heraproteiinijauhe sekä kivennäisvesi, punajuurimehu että myös maito. Tuotteita on käsitelty analyysi osiossa tarkemmin.

Useimmat markkinoilla olevat palautusjuomat ovat nimenomaan erilaisia yhdistelmiä hiilihydraatteja ja proteiineja. Harvemmin ne sisältävät suuria määriä kivennäisaineita. Varsinaisia elektrolyyttisiä markkinoidaankin urheilujuoma- nimikkeellä ja ne ovat useimmiten tarkoitettuja urheilun aikana nautittaviksi mm. ultramaratonille tai muille vastaaville.

4.1 Palautusjuoman tarpeellisuus

Tavallisten perusharjoitusten jälkeen ei ole tarvetta käyttää suolapitoisia urheilujuomia tai suolavettä palautumisessa eikä ole tarvetta lisätä ylimäärin suolaa ruokaan. Tilanne voi kuitenkin olla toinen niillä urheilijoilla, jotka ovat suolaisia hikoilijoita ja jotka siksi tarvitsevat tavallista enemmän suolaa ruokavalioonsa.⁶

Kehonpainosta 1- 2 % nestehukka alkaa vaarantaa fysiologisia toimintoja ja vaikuttamaan negatiivisesti suoritukseen. Yli 3 % nestehukka kehonpainosta nostaa huomattavasti urheilijan riskiä kehittää lämpöongelmia. Tällaisen tilan saavuttaminen ei edes ole urheilijoiden keskuudessa epätavanomaista tai vaikeaa, vain jo tunnin harjoittelulla tai jopa nopeammin, jos ollaan valmiiksi nestehukassa, on mahdollista saada aikaan mm. lämpökrampeja ja lämpöhalvaus.²¹

4.2 Optimaalinen palautusjuoma

Erilaisia palautustuotteita on markkinoilla valtavia määriä jo jopa perusruokakaupoissa. Suurimmaksi osaksi niitä markkinoidaan erilaisilla lupauksilla, kuten lihasmassan kasvulla. Selvästikin niiden käytössä viehättää myös helppous, sillä aina ei ole mahdollista nauttia kunnon ateriala heti harjoittelun jälkeen. Muutaman kerran viikossa treenaavalle harrastelijalle riittää kevyestä treenistä palautumiseksi pelkkä lepo ja vesi normaaliruokavaliolla rinnalla. Aktiiviurheilijan kohdalla tilanne alkaa näyttää erilaiselta, kun harjoittelun intensiteetti kasvaa.²⁴

Tutkimukset ovat osoittaneet, että nimenomaan proteiinihydrolysaatteja, lisättyä leusiinia ja korkean glykeemisen indeksin (GI) omaavaa hiilihydraattia sisältävät

tuotteet suurentavat insuliinin tuotantoa verrattuna pelkkään korkean GI:n hiilihydraattia sisältävään tuotteeseen. Kun harjoittelun jälkeistä hyperinsulinemiaa tuetaan vielä hyperaminoasidemiolla, joka on aiheutettu nimenomaan proteiinihydrolysaatilla ja leusiinilla, tapahtuu lihaksissa proteiinin muodostumista. Yhdistettynä harjoitteluun saadaan näillä aineilla aikaiseksi lihashypertrofiaa ja voiman kasvamista.²⁵

Mitä nopeammin lihasten glykogeenivarastot saadaan täytettyä harjoittelun jälkeen, sitä nopeammin palautumisprosessi tapahtuu ja teoreettisesti sitä suurempi on harjoittelu kapasiteetin palautuminen. Hiilihydraatti-proteiini lisäravinne on tulosten mukaan tehokkain tapa palauttaa lihasten glykogeenivarastoja harjoittelun jälkeen.²⁶

Tehokkaan palautumisjuoman voi tehdä itse lisäämällä maitopohjaiseen juomaan heraproteiinia. Tällaisella juomalla saa korjattua nestetasapainon sekä aktivoitua glykogeenin muodostumisen lihaksissa. Palautumisen kannalta tärkeää on myös säännöllinen ateriarytmi sekä se, että aterioiden tulisi koostua ravitsemuksellisesti laadukkaista aineista.⁶

Monet urheilijat käyttävät monivitamiini- kivennäisainelisiä tablettimuodossa. Jotkut käyttävät myös vain tiettyjä kivennäisainelisiä yksittäin. Olisi kuitenkin suotavaa, ettei pitkäaikaista käyttöä suosittaisi ilman asianmukaista seuranta, jottei ylitettäisi aineiden saannin turvarajoja.

4.3 Juoman osmolaliteetin merkitys

Kehon nestetasapaino on hermoston ja hormonien tiukan säätelyn kontrollissa. Veriplasman osmolaliteetti pidetään tarkasti noin 290 mOsmol/kg. Plasman osmolaliteetin lasku tai nousu vaikuttaa munuaisten toimintaan maksimaalisesta nesteen säästämisestä sen maksimaaliseen eritykseen. Natriumin ollessa solunulkoisen nesteen pääelektrolyytti on osmoottisen tasapainon säätely voimakkaasti sidottu natriumin sekä veden saantiin ja eritykseen. Hyvin pienetkin plasman osmolaliteetin laskut ovat tavallisesti riittäviä saamaan aikaiseksi kasvavan virtsan erittymisen (diureesin), joka puolestaan estää liiallisen nesteensaannin esimerkiksi runsaasti vettä juodessa.²

Janontunne on pääasiallisesti kohonnut plasman osmolaliteetin aikaansaannosta. Vaikuttavia tekijöitä ovat myös verenpaineen ja veren volyymin lasku. Nämä muutokset

havaitaan hypotalamuksen osmoreseptoreissa aivoissa. Janontunne laukaisee halun juoda, sekä kasvattaa ADH:n eli antidiureettisen hormonin eritystä hypofyyisin posteriorisesta eli aivolisäkkeen takimmaisesta osasta, joka aikaansaa nesteenerityksen vähenemisen munuaisissa.⁵

5 Palautusjuomajauheiden kemiallinen analyysi

Tutkittaviksi tuotteiksi valittiin sekä suomalaisia että ulkomaisia palautusjuomajauheita sekä niiden lisäksi vertailuun otettiin mukaan myös yksi puhdas proteiinijauhe sekä kivennäisvesi ja punajuurimehu. Tarkoituksena oli verrata tuotteiden kivennäisainepitoisuuksia sekä valmiiden juomien osmolaliteetteja.

Ensimmäisenä lähdettiin liuottamaan muutamia palautusjuomajauheita, jotta saataisiin selville kuinka paljon käsittelyä jauheet vaatisivat ennen varsinaista mittausta ICP-OES:lla. Tehtiin myös alustavat mittaukset, jotta nähtiin millä pitoisuusalueilla liikuttiin eli saatiin ns. haarukka, mille välille pitoisuudet osuivat.

Kun tiedettiin jauheiden käsittelyn tarve sekä pitoisuusalue, pystyttiin valmistamaan sopivat standardit. Mittauksia varten tehtiin kolme makrostandardia eri pitoisuuksilla, jotka sisälsivät natriumin, kalsiumin, kaliumin, magnesiumin ja rikin. Mikrostandardeja oli myös kolme eri pitoisuutta ja ne sisälsivät raudan, kromin, sinkin, kuparin, piin ja fosforin. Kyseessä ovat ns. multistandardit eli useaa alkuainetta sisältävät standardit.

Näytteitä valmistettiin jokaisesta tutkittavasta jauheesta neljä rinnakkaisnäytettä. Näytejauheet punnittiin, liuotettiin ja mitattiin. Mittaustuloksista laskettiin rinnakkaisnäytteiden keskiarvo ja keskihajonta. Tuloksien perusteella valittiin kaksi tuotetta, joilla oli pienin hajonta. Näillä kahdella suoritettiin Recovery Test. Kyseisellä testillä voidaan todistaa analyytin menetelmän tarkkuus ja luotettavuus.

5.1 ICP-OES- menetelmä (Inductively coupled plasma optical emission spectroscopy)

ICP-OES (induktiivisesti kytketty plasma-optinen emissiospektrometri) on yksi tärkeimmistä alkuaineanalytiikan laitteista. Se soveltuu jopa 70 alkuaineen pitoisuusmittauksiin. Sillä voidaan määrittää useamman alkuaineen pitoisuudet

samanaikaisesti, mikä nopeuttaa mittausta. Myös eri alkuaineiden toteamisrajat ovat useimpiin hivenanalytiikan mittauksiin riittävän alhaisia.

ICP-OES- laite ei kykene suoraan mittaukseen, vaan se mittaa jonkin fysikaalisen ominaisuuden muutosta näytteessä. ICP-OES – laitteessa sen fysikaalinen ominaisuus on emissio ja sen sekä analysoitavan alkuaineen pitoisuuden välinen suhde määritetään. Pitoisuusalueen tulee olla lineaarinen, eli ICP-OES:ssa kalibrointiliuosten pitoisuuden kasvaessa emissioarvon tulee kasvaa samassa suhteessa. Tällöin tietyllä pitoisuusalueella näytteen tuottaman emissioarvon pitoisuuden suhde on vakio ja näytteen pitoisuus saadaan selville.

Toteamisraja (Limit of Detection, LOD) on se pitoisuus, joka eroaa nollanäytteen arvosta tilastollisesti merkitsevästi. LOD:n avulla voidaan todeta, onko näytteessä määritettävää alkuainetta vai ei.

5.2 Laitteet ja reagenssit

Taulukko 4. Käytetyt laitteet merkkeineen ja valmistajineen.

Laite & merkki	Valmistaja
ICP-OES Optima 8300	Perkin Elmer
Vaaka Praxum 224-1S	Sartorius
Ultraäänihaude Transsonic T820/H, taajuus 35 kHz	Elma
PureLab Ultra vedenpuhdistin	Elga

Taulukko 5. Käytetyt reagenssit pitoituksineen sekä valmistuspäivät ja valmistajat.

Reagenssi & pitoisuus	Valmistuspäivä & valmistaja
Na 10 000 mg/l	8.4.14 SP: 25,4260 g NaCl , 1 % HNO ₃
Ca 10 000 mg/l	11.5.15 SB: 24,98 g CaCO ₃
K 1000 mg/l	18.3.14 VK: 1,9069 g KCl, 5 % HNO ₃
Mg 1000 mg/l	30.5.13 EN: 10,141 g MgSO ₄ ·7H ₂ O+10 ml 7M HNO ₃
S 1000 mg/l	17.2.15 EL: 4,1215 g NH ₄ SO ₄ , 5 % HNO ₃
Fe 500 mg/l	3.10.14: 2 % HNO ₃
P 1000 mg/l	6.2.15 JAL: 4,39349 g KH ₂ PO ₄ , 40 ml väkevä HNO ₃
Cr, Zn, Cu, Si 1000 mg/l	Perkin Elmer

5.3 Näytteet

Taulukko 6. Tutkitut näytteet ja niiden ilmoitetut makroravinnepitoisuudet g/100 g tuotetta.

Nimi	Valmistaja	Proteiini	Rasva	Hiilihydraatit
Muscle+ recovery	Fast	42	2,7	42
HERA 80	Fast	78	8,8	6,2
RecoPro+ Vanil	Sporty Feel	34,1	0,3	52,2
Reco Pro+ Mint	Sporty Feel	33,5	0,8	50,1
Strenght	North Force	50	1,8	41
Mutant Rehab	Mutant Nutrition	18	0	48
Restorate	Fit Line	0	0	0
BioPunajuurimehu	Pfanner	1	< 0,5	8,5
Kivennäisvesi	SOK	0	0	0
Maito 3 %	SOK	3,2	3	3,1

Mikroravinnepitoisuuksia oli ilmoitettu vain osassa tuotteista. Esimerkiksi punajuurimehun pullossa ei mainittu mitään mikroravinteita, vaikka se sisältää niitä runsaasti ja sitä voisi jopa markkinoida niiden avulla.

5.4 Näytteenkäsittely

Tutkittavista tuotteista punnittiin tarkasti noin 0,25 g jauhetta per näyte pieneen muoviseen hajotusputkeen (12 ml Sarstedt). Putkeen lisättiin automaattipipetillä 1 ml vettä sekä 2,5 ml kuningasvettä (3:1, HCl:HNO₃). Näytteet asetettiin ultraäänihauteeseen 3 minuutiksi, jonka jälkeen putket avattiin paineen poistamiseksi ja asetettiin takaisin. Tämä tehtiin 3-4 kertaa.

Hajotuksen jälkeen näytteet suodatettiin 25 ml:n mittapulloihin, jotta saatiin orgaaninen liukenematon aines pois näytteistä. Hajotusputket huuhdottiin ELGA- purelab ultra vedellä suodatinpaperin kautta mittapulloihin ja täytettiin merkkiin asti. Mittapullot sekoitettiin hyvin. Sen jälkeen näytteet siirrettiin säilöpulloihin. Tällä menetelmällä

valmistettiin jokaisesta tuotteesta neljä rinnakkaisnäytettä, jotka olivat valmiit ICP-OES:lla mitattavaksi.

5.5 Standardien valmistaminen

Alustavien mittausten perusteella saatujen pitoisuusalueiden pohjalta valmistettiin standardiliuokset ICP-OES- mittauksia varten. Makrostandardeihin otettiin natrium, kalsium, kalium, magnesium ja rikki. Mikrostandardeihin otettiin rauta, kromi, sinkki, kupari, pii sekä fosfori. Molempia standardeja valmistettiin kolme eri pitoisuutta 100 ml:n mittapulloon.

Standardit valmistettiin ottamalla jokaisen alkuaineen perusliuosta ja laimentamalla ne oikeaan pitoisuuteen yhteiseen 100 ml:n mittapulloon. Esim. Natriumin 10 000 mg/l perusliuosta pipetoitiin 0,5 ml, jotta saatiin väkevimpään standardiin natrium-pitoisuus 50 mg/l. Väkevimmistä standardeista valmistettiin laimentamalla kaksi laimeampaa standardia. Standardeihin lisättiin myös oikea määrä kuningasvettä, jotta niissä olisi sama happotausta (1/10) kuin itse näytteissä.

Taulukko 7. Makrostandardien pitoisuudet (mg/l).

Alkuaine	std 1	std 2	std 3
Na	0,5	5	50
Ca	5	50	500
K	1	10	100
Mg	2	20	200
S	2	20	200

Taulukko 8. Mikrostandardien pitoisuudet (mg/l).

Alkuaine	std 4	std 5	std 6
Fe	0,05	0,5	5
Cr	0,05	0,5	5
Zn	0,2	2	20
Cu	0,05	0,5	5
Si	0,2	2	20
P	0,5	5	50

Taulukossa 9 on esitelty perusliuksien pitoisuudet ja pipetoidut määrät 100ml:n mittapulloihin, joilla valmistettiin standardit 3 ja 6 eli väkevimmät standardit. Näistä standardeista valmistettiin laimentamalla loput standardit.

Taulukko 9. Standardien valmistaminen perusliuksista.

perusliuos (mg/l)	pipetoitu määrä (ml)	uusi pitoisuus (mg/l)
Na 10 000	0,5	50
Ca 10 000	5	500
K 1000	10	100
Mg 1000	20	200
S 1000	20	200
Fe 500	1	5
Cr 1000	0,5	5
Zn 1000	2	20
Cu 1000	0,5	5
Si 1000	2	20
P 1000	5	50

5.6 Kalibrointi

Tutkimuksen alussa analysoitiin semikvantitatiivisesti näytteitä, jotta saatiin pitoisuusalueet selville ja voitiin tehdä tarkemmat mittaukset. Näiden tulosten pohjalta tehtiin standardiliuokset hivenaineille.

Taulukko 10. Alkuainekohtaiset mittausaallonpituudet, lineaaristen regressiosuorien korrelaatiokertoimet, havaitsemisrajat sekä kalibraatioalueet.

Alkuaine	aallonpituus (nm)	r	LOD (mg/l)	kalibraatio alue (mg/l)
P	214,914	1,0000	0,028	0,5-50
Na	589,592	0,9999	0,867	0,5-51
Mg	589,592	0,9999	2,24	2-200
S	181,975	0,9999	2,05	2-200
Fe	239,562	0,9999	0,063	0,05-5
Cu	324,752	0,9999	0,053	0,05-5
Cr	267,716	0,9999	0,045	0,05-5
Si	251,611	0,9996	0,66	0,2-20
Zn	206,200	0,9999	0,086	0,2-20
Ca	317,933	0,9999	6,06	5-500
K	766,490	0,9999	5,16	5-500

LOD (limit of detection) kun 250mg näytettä on liuotettu, suodatettu ja laimennettu 25ml:ksi. Laskettiin kertomalla y-akselin leikkauspisteen hajonta kolmella ja jakamalla se kalibraatiosuoran kulmakertoimella. Korrelaatiokerroin (r) on hyvin lähellä yhtä ja kuvastaa siis emission ja pitoisuuden välistä riippuvuutta. Kalibraatiosuorien korrelaatiokertoimista voidaan todeta standardien olleen onnistuneesti valmistettuja, kun analyttisen vaatimuksen tiedetään olevan 0,999.

5.7 Saantokoe

Analyysin tarkkuutta testattiin niin sanotulla saantokokeella (recovery test). Tätä varten valmistettiin kahdelle palautusjuomalle, joiden neljän rinnakkaisnäytteen hajonta oli pienin, 6 rinnakkaisnäytettä. Testiin valikoituivat North Force sekä Muscle+ recovery. Molemmista valmistettiin seuraavanlaiset näytteet.

Taulukko 11. Kuuden rinnakkaisnäytteen valmistus

Näyte	Lisäys
1	0 %, mitataan sellaisenaan
2	0 %, mitataan sellaisenaan
3	50 % lisäys mitattavia aineita
4	50 % lisäys mitattavia aineita
5	100 % lisäys mitattavia aineita
6	100 % lisäys mitattavia aineita

Näytteisiin punnittiin 500 mg palautusjuomajauhetta ja lisättiin 5ml kuningasvettä, jotka ultraäänihajotuksen jälkeen suodatettiin 50 ml:n mittapulloihin ja tehtiin kivennäisainelisäykset.

Taulukko 12. Saantokoe North Forcelle

kivennäisaine	lisäys (mg/l)	saanto- %	lisäys (mg/l)	saanto- %
Ca	22,5	125	45	130
Cr	0,05	41	0,1	41
Cu	0,035	142	0,07	37
Fe	0,075	123	0,15	135
K	5	38	10	41
Mg	4,65	128	9,3	131
Na	7,25	122	14,5	125
P	10	115	20	122
S	13	68	26	77
Si	0,07	67	0,14	67
Zn	0,13	< LOD	0,26	< LOD

Taulukko 13. Saantokoe Muscle+ recoverylle

kivennäisaine	lisäys (mg/l)	saanto %	lisäys (mg/l)	saanto %
Ca	32	113	64	126
Cr	0,02	143	0,04	118
Cu	0,015	183	0,03	122
Fe	0,07	105	0,14	88
K	1,125	182	2,25	200
Mg	1,9	107	3,8	123
Na	4,8	92	9,6	112
P	14,5	100	29	115
S	8,7	46	17,4	60
Si	0,0325	87	0,065	72
Zn	0,013	< LOD	0,026	21

Saantokokeessa havaittiin useita liian suuria sekä liian pieniä tuloksia. Tulokset vaihtelevat alkuaineesta riippumatta ja ne eivät siis ole systemaattisia virheitä. North Forcen ja Muscle+ recoveryn näytetaustat ovat hieman erilaiset, mikä voi myös vaikuttaa tuloksiin. Saantokokeessa saataisiin varmasti parempia tuloksia, jos palautusjuomajauheet tuhkistettaisiin ennen happo- ja ultraäänikäsittelyä.

5.8 Näytteiden analysointi

Jokaisesta tuotteesta analysoitiin neljä rinnakkaisnäytettä ICP-OES- menetelmällä. Makro- ja mikrostandardeja oli kumpaakin kolme eri pitoisuutta näytteiden rinnalla. Punajuurimehusta, kivennäisvedestä ja maidosta oli vain yhdet näytteet, jotta saatiin tietoa niiden pitoisuuksista ja vertailukohteita kaupallisille palautusjuomille. Täten vain jauhenäytteiden mittaustuloksissa on ilmoitettu hajonta taulukoissa 14 ja 16.

Taulukko 14. Mitatut jauhenäytteiden sis. makrokivennäisainepitoisuudet (mg/kg).

Näyte	Ca	K	Na	Mg	P
North Force	3500±300	850±50	1200±110	700±90	2000±50
SportyFeel Vanil	1900±80	160±13	2500±300	100±50	1400±80
SportyFeel Mint	2100±120	400±20	2800±300	400±50	1700±100
Fast, Hera80	7900±600	480±40	2000±90	600±60	3800±300
Fast, Muscle+ reco.	4900±300	200±10	900±20	200±50	2300±150
FitLine Restorate	40000±2000	600±80	100±40	16000±700	20±5

Taulukko 15. Mitatut juomanäytteiden makrokivennäisainepitoisuudet (mg/l)

Näyte	Ca	K	Na	Mg	P
Punajuurimehu	6,4	164,5	174,5	97,7	173
Kivennäisvesi	161,2	38,8	270,5	99,3	< LOD
Maito	133	18,7	38,2	8,6	66,7

Taulukko 16. Mitatut jauhenäytteiden sis. mikrokivennäisainepitoisuudet (mg/kg).

Näyte	Fe	Zn	Cr	Cu	S	Si
North Force	12±1,2	20±3	2±1	4,6±3,0	2000±50	26±1
SportyFeel Vanil	20±4	2±1	1,0±0,4	3,0±0,4	1000±50	30±8
SportyFeel Mint	30±9	2,4±0,3	2±1	4,0±0,5	1000±60	27±1
Fast, Hera80	20±2	2±1	1,4±0,4	3,4±2,0	3700±300	22±2,0
Fast, Muscle+re.	7±2	2,2±0,3	0,6±0,3	0,2±0,2	2000±100	24±3,0
Mutant Rehab	15±3,0	<LOD	1,9±0,4	0,5±0,4	4700±400	28±1,2
FitLine Restorate	230±20	290±15	8±1	82±8,0	100±20	36±3,0

Taulukko 17. Mitatut juomanäytteiden sisältämät mikrokivennäisaineet (mg/l)

Näyte	Fe	Zn	Cr	Cu	S	Si
Punajuurimehu	0,698	0,168	0,033	0,068	19,9	1,100
Kivennäisvesi	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	5,40	3,460
Maito	0,106	0,103	0,010	0,031	4,20	0,254

5.9 Tulosten tarkastelu ja tulkinta

Tulokset ovat järkeviä ja oletettuja. Suurin osa palautusjuomajauheista on proteiinihiilihydraattiseoksia, joissa ei ole luvattu eikä mainittu kivennäisainelisiä. Osassa taas on selkeästi pyritty tuomaan esille tuotteen monipuolisuutta sen sisältämällä lisäaineilla, kuten magnesiumilla.

Mitkään tutkituista tuotteista eivät sisällä yllättäviä tai suuria määriä kivennäisaineita eikä niiden normaalilla ohjeiden mukaisella nauttimisella voi ylittää turvallisia päiväsuositus saanteja. Tässä tulee kuitenkin ottaa huomioon, että varsinkin urheilijat käyttävät usein monia lisäravinteita samanaikaisesti. Jos henkilö nauttii useammasta purkista erilaisia monivitamiini- kivennäisainevalmisteita sekä lisäksi esimerkiksi massan kasvattamiseen tai muihin tarkoituksiin käytettäviä muita lisäravinteita, on todennäköisyys turvarajan ylittämiseen suurentunut. Tähän yhdistettynä terveellinen ja monipuolinen ravinto kasvattaa annoksia entisestään.

Taulukko 18. Kivennäisaineiden päiväsuositussaanit sekä yhden jauhe-annoksen sisältämä kivennäisainemäärä mg/annos, suluisa (mg/annoskoko) x päivässä

Alkuaine	väestösuositus (mg/pv)	urheilijan suositus (mg/pv)	North Force Strenght (mg/38g) x 1	SportyFeel Vanil (mg/70g) x 1-3	SportyFeel Mint (mg/70g) x 1-3
Ca	900	1200	134,34	135,26	168,58
Cr	0,025-0,035	0,05-0,15	0,06	0,07	0,11
Cu	0,9	0,9-1,5	0,17	0,21	0,32
Fe	15	20- 25	0,46	1,32	2,31
K	3100	3100-4500	32,37	11,30	30,57
Mg	280	300-450	24,58	7,18	31,53
Na	500	2400	46,77	174,21	227,86
Zn	7	15-25	0,92	0,13	0,19
P	700	-	57,31	98,99	135,53
S	-	-	77,48	69,47	82,38
Si	-	-	0,99	1,99	2,12

Taulukko 19. Kivennäisaineiden päiväsuositussaannit sekä yhden jauhe-annoksen sisältämä kivennäisainemäärä mg/annos, suluissa (mg/annoskoko) x päivässä

Alkuaine	väestö- suositus (mg/pv)	urheilijan suositus (mg/pv)	Fast,Hera80 (mg/30g) x 1-3	Fast,Muscle+ (mg/50g) x 1-2
Ca	900	1200	633,83	244,87
Cr	0,025-0,035	0,05-0,15	0,11	0,03
Cu	0,9	0,9-1,5	0,27	0,01
Fe	15	20- 25	1,45	0,34
K	3100	3100-4500	38,78	10,10
Mg	280	300-450	46,29	11,00
Na	500	2400	138,47	43,37
Zn	7	15-25	0,17	0,11
P	700	-	300,05	116,88
S	-	-	299,73	77,57
Si	-	-	1,76	1,20

Taulukko 20. Kivennäisaineiden päiväsuositussaannit sekä yhden jauhe-annoksen sisältämä kivennäisainemäärä mg/annos, suluissa (mg/annoskoko) x päivässä

Alkuaine	väestö- suositus (mg/pv)	urheilijan suositus (mg/pv)	Mutant Rehab (mg/80g) x 1	FitLine Restorate (mg/6,7g) x 1
Ca	900	1200	627,25	256,45
Cr	0,025-0,035	0,05-0,15	0,15	0,05
Cu	0,9	0,9-1,5	0,04	0,55
Fe	15	20- 25	1,23	1,53
K	3100	3100-4500	4,75	4,08
Mg	280	300-450	72,67	109,54
Na	500	2400	25,44	0,91
Zn	7	15-25	< LOD	1,93
P	700	-	9,71	0,13
S	-	-	375,81	0,66
Si	-	-	2,24	0,24

Piille sekä rikille ei ole määritetty päivittäistä saantisuositusta. Molemmat ovat kuitenkin tärkeitä kivennäisaineita. Pii on tärkeää mm. luustolle, nivelille, hampaille ja hiuksille. Rikkiä tarvitaan elimistössä rakennusaineiksi moniin proteiineihin sekä entsyymeihin. Monet ihmiset käyttävät lisäravinteena piitä piimax- tabletteina ja rikkiä MSM:n muodossa eli metyyli-sulfonyylimetaanina. MSM on suosittu tuote mm. hevosurheilussa sekä urheilijoilla nivelten ja tukikudosten hyvinvointia tukemaan.

Taulukko 21. Kivennäisaineiden päiväsuositussaanit sekä tutkittujen vertailujuomien kivennäisainepitoisuudet mg/l

Alkuaine	väestö-suositus (mg/pv)	urheilijan suositus (mg/pv)	punajuurimehu	kivennäisvesi	maito
Ca	900	1200	6,36	161,2	133
Cr	0,025-0,035	0,05-0,15	0,033	< LOD	0,01
Cu	0,9	0,9-1,5	0,067	< LOD	0,03
Fe	15	20- 25	0,7	< LOD	0,11
K	3100	3100-4500	164,6	38,8	18,7
Mg	280	300-450	97,7	99,3	8,6
Na	500	2400	174,5	270,6	38,2
Zn	7	15-25	0,17	< LOD	0,1
P	700	-	17,3	< LOD	66,7
S	-	-	19,9	5,42	4,21
Si	-	-	1,1	3,46	0,25

Punajuurimehu ja punajuurten käyttö urheilijoiden keskuudessa on suhteellisen suosittua. Tutkimusten mukaan punajuuren sisältämät nitraatit (typpi-yhdisteet, N) suojaavat korkealta verenpaineelta sekä sydän- ja verisuonitaudeilta. Punajuurimehun sisältämän nitraatin on myös väitetty parantavan kestävyyttä pitkissä urheilusuorituksissa. Punajuuren on tutkittu myös lisäävän valkosolujen sekä antioksidanttien määrää kehossa, joten sillä on immuunipuolustusta tukeva vaikutus.²⁸⁻²⁹

LÄHTEET

- [1] M. Speich, A. Pineau & F. Ballereau, “Minerals, trace elements and related biological variables in athletes and during physical activity”, **2001**, *Clin. Chim. Acta*, 1-2, 1-11.
- [2] A. Jeukendrup & M. Gleeson, *Sport Nutrition*, 2.edition, Human Kinetics, 2009
- [3] W. Campbell, R. Anderson, “Effects of Aerobic Exercise and Training on the Trace Minerals Chromium, Zinc and Copper”, **1987**, *Sports Med.*, 4(1), 9-18.
- [4] O. Ilander, M. Laaksonen, P. Lindblad and J. Mursu. *Liikuntaravitsemus - tehoa, tuloksia ja terveyttä ruuasta*. 1. painos. Lahti. VK-Kustannus Oy. 2014.
- [5] J. Bjålie, E. Haug, O. Sand et al. *Ihminen, fysiologia ja anatomia*, 1.-6.painos, WSOY, 1999
- [6] Terveyttä ravinnosta, suomalaiset ravitsemussuositukset 2014
http://www.ravitsemusneuvottelukunta.fi/files/images/vrn/2014/ravitsemussuositukset_2014_fi_web.pdf (viitattu 18.4.2015)
- [7] F. Sacks, L. Svetkey, W. Wollmer et al. “Effects on Blood Pressure of Reduced Dietary Sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) Diet”. *New Engl. J. Med.* **2001**. 344(1), 3-10.
- [8] S.J. Montain, M.N. Sawka, and C.B. Wenger.” Hyponatremia associated with exercise: risk factors and pathogenesis”. *Exercise and Sports Sciences Reviews*, **2001**, 29(3), 113–117.
- [9] E. Hiltunen, P. Holmberg, E. Jyväsjärvi et al . *Galenos, johdanto lääketieteen opintoihin*, 1.-4.painos, WSOY, 2010.
- [10] K. Zhu, R. Prince. “Calcium and bone”. *Clinic. Biochem.* **2012**, 45, 936-942
- [11] R. Maughan. “Role of micronutrients in sport and physical activity”. *Br.Med. Bull.*, **1999**, 55(3), 683-690

- [12] P. Schwarz, D. Courteix, M. Karlsson. "Exercise and bone". *Eur. J. Sport Sci.* **2006**; 6 (3), 141-144
- [13] CY Tai, JM Joy, PH Falcone, LR Carson, MM Mosman , JL Straight, SL Oury, C Jr Mendez, NJ Loveridge, MP Kim, JR Moon. " An amino acid-electrolyte beverage may increase cellular rehydration relative to carbohydrate-electrolyte and flavored water beverages". *Nutrit.* **2014**, 13, 47
- [14] Lukaski. "Vitamin and mineral status: effects on physical performance", *Nutrit.*, **2004**
- [15] Terveysten ja Hyvinvoinnin Laitos, "fosfori", 2013
<http://www.fineli.fi/component.php?compid=2223&lang=fi> (viitattu 3.3.2015)
- [16] Helsingin Yliopisto, Elintarvike- ja Ympäristötieteiden laitos, 2012
http://www.helsinki.fi/elintarvike-ja-ymparisto/puheenvuoro/cla_29102012.html
(viitattu 3.3.2015)
- [17] Koehler, K., Braun, H., Achtzehn, S., et al. "Iron status in young athletes: gender dependent influences of diet and exercise". *Eur. J. Appl. Physiol.* **2012**. 112:513-523.
- [18] Bagchi, D., Nair, S., Sen, C.; "Nutrition and enhanced Sports Performance, Muscle Building, endurance and Strength". *Academic Press.* **2103**.448-451.
- [19] Singh M, Das RR. "Zinc for the common cold". *Cochrane Database of Systematic Reviews* **2011**, 2
- [20] Lukaski, "Are mineral supplements needed for athletes?" *Int. J. Sports Nutr.*, **1995**
- [21] D. Casa, L. Armstrong, S. Hillman, S. Montain ym., "National athletic trainers' association position statement: Fluid replacement for athletes", *J. Athl. Train.*, **2000**, 35(2), 212-224
- [22] B. Desbrow, S. Jansen, A. Barrett, M. Leveritt and C. Irwin. "Comparing the rehydration potential of different milk-based drinks to an carbohydrate-electrolyte beverage", *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, **2014**, 39, 1366-1372
- [23] Evans GH, Shirreffs SM, Maughan RJ. ;"Postexercise rehydration in man: the effects of osmolality and carbohydrate content of ingested drinks". *Nutr.* **2009**, 25(9), 905-13.

- [24] Yleisradio, Kuningaskuluttaja, 2013
<http://yle.fi/aihe/artikkeli/2013/04/11/onko-palautusjuomista-hyotya>
(viitattu 20.4.2015)
- [25] A. H. Manninen. "Hyperinsulinaemia, hyperaminoacidaemia and post-exercise muscle anabolism: the search for the optimal recovery drink",
Br. J. Sport Med., **2006**, *40*, 900-905
- [26] J. Ivy, H. Goforth, B. Damon, T. McCauley ym. "Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement",
J. Appl. Physiol., **2002**, *93*, 1337-1344
- [27] A. Väisänen, ICP-OES analyttisenä mittalaitteena luentomuistiinpanot, Suomen laboratorioalan liitto, Aulanko 2006
- [28] Beetroot juice and exercise performance;
http://www.dietologaettafinocchiaro.it/images/immaginiNews/barbabietola_e_sport.pdf (viitattu 5.6.2015)
- [29] Effects of Dietary Nitrate on Blood Pressure in Healthy Volunteers;
<http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc062800> (viitattu 5.6.2015)