

**RAVINNON VAIKUTUKSIA VALIKOITUIHIN
VERIMUUTTUJIIN KANSALLISEN TASON
MIESJALKAPALLOILIJOILLA KILPAILUKAUDELLA**

Heidi Saarnio

Liikuntafysiologia

Kandidaatintutkielma

LFYA005

Kevät 2015

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Ohjaajat: Antti Mero, Johanna Ihalainen

TIIVISTELMÄ

Heidi Saarnio (2015). Ravinnon vaikutuksia valikoituihin verimuuttujiin kansallisen tason miesjalkapalloilijoilla kilpailukaudella. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, kandidaatintutkielma, 72 s.

Johdanto. Jalkapalloilijoiden tulee ravitsemuksessaan kiinnittää erityisesti huomiota riittävään energian ja suojaravinteiden saantiin johtuen lajin harjoittelu- ja kilpailuvaatimuksista. Puutteellisella ravitsemuksella sen sijaan voi olla esimerkiksi elimistön immuunipuolustusjärjestelmän toimintaa heikentävä vaikutus ja näin ollen suurentunut riski sairastua infektioihin kauden aikana. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää mahdollisia muutoksia jalkapalloilijoiden valikoiduissa verimuuttujissa kilpailukauden aikana sekä heidän ravinnonsaantiaan.

Menetelmät. Tutkimukseen osallistui 22 jyvaskyläläistä miesjalkapalloilijaa iältään $24,9 \pm 5,6$ vuotta. Tutkimus toteutettiin kilpailukauden 2013 aikana, jolloin joukkue pelasi Suomen pääsarjatasolla. Koehenkilöt jakautuivat ravintolisää käyttäneisiin ja kontrolliryhmään, lisäksi kaikkien pelaajien ravinnonsaantia tarkasteltiin kolmen päivän ruokapäiväkirjojen täytön perusteella ja ne analysoitiin hyödyntämällä ravinnonlaskentaohjelmaa. Ravintolisät olivat Kyäni -ravintolisävalmistajan nitraatti- ja antioksidanttiravintolisää. Verisolunäytteet otettiin kolmelta eri mittauskerralta: kauden alussa, keskivaiheella sekä lopussa ja ne analysoitiin Jyväskylän keskussairaalan laboratoriossa.

Tulokset. Punasolujen koon vaihtelu ($p < 0.001$), niiden keskitilavuus ($p < 0.01$) ja trombosyyttien arvot ($p < 0.001$) sekä leukosyyteistä lymfosyyttien ($p < 0.05$) ja basofiilien ($p < 0.01$) määrät laskivat kauden aikana eri mittauskertojen välillä. Sen sijaan leukosyyteistä neutrofiilien ($p < 0.05$) arvot nousivat välimittauksista loppumittauksiin. Antioksidanttilisällä ei ollut merkitsevää vaikutusta verisoluihin ja näin ollen ravintolisää käyttäneiden tulokset eivät eronneet muiden pelaajien arvoista. Pelaajien kokonaisenergiansaanti (2725 ± 592 kcal/vrk) sekä hiilihydraattien saanti ($4,2 \pm 1,3$ kcal/kg/vrk) olivat alle urheilijasuositusten, kun taas proteiinien saanti oli suositusten mukaista ($1,6 \pm 0,4$ kcal/kg/vrk). Mikroravintoaineiden saanti oli yleisten ravitsemussuositusten mukainen tai moninkertainen, mutta jäi monen kohdalla alle urheilijoiden tavoitetasosta.

Johtopäätökset. Tämän tutkimuksen perusteella kilpailukaudella saattaisi olla vaikutusta tiettyihin perusveren kuvan muuttujiin. Kauden loppupuolella havaittiin etenkin merkitsevää laskua tiettyjen leukosyyttien arvoissa. On otettava kuitenkin huomioon mahdolliset harjoitusten ja pelien akuutit vasteet kyseisiin arvoihin eri mittauskerroilla. Pelaajien ravitsemuksessa tulee tutkimuksen tulosten perusteella kiinnittää erityisesti huomiota riittävään energiansaantiin, jotta voitaisiin ylläpitää ja saavuttaa paras mahdollinen suorituskykyisyys harjoituksissa ja otteluissa kauden aikana. Mikroravintoaineista etenkin vitamiinien riittävässä saannissa on pelaajilla parannettavaa, mikäli tarkastellaan niiden saantia suhteessa urheilijoille asetettuihin tavoitearvoihin.

Avainsanat: jalkapallo, verisolut, ravitsemus, ravintolisä, ravitsemussuositukset

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO	4
2 JALKAPALLOILIJOIDEN RAVINNOSTA	6
2.1 Hiilihydraatit	6
2.2 Proteiinit	7
2.3 Rasvat	8
2.4 Vitamiinit ja kivennäisaineet.....	9
2.5 Vesi ja kuidut	10
3 TYPPIOKSIDI	14
3.1 Typpioksidin kemialliset ominaisuudet	14
3.2 Typpioksidin vaikutuksia elimistön toimintaan	15
3.3 Typpioksidin tuotantoa lisääviä lisäravinteita.....	17
3.4 Yhteenvedo typpioksidista	18
4 ANTIOKSIDANTIT	20
4.1 Antioksidanttien kemialliset ominaisuudet	20
4.2 Antioksidanttien vaikutuksia elimistön toimintaan.....	21
4.3 Antioksidanttien tuotantoa lisääviä lisäravinteita.....	22
5 PERUSVERENKUVAN MUUTTUJIA.....	24
5.1 Punasolut	24
5.2 Valkosolut	26
5.3 Liikunnan vaikutuksia verisoluihin.....	27
6 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT	31
7 TUTKIMUSMENETELMÄT.....	33
7.1 Koehenkilöt	33
7.2 Koeasetelma	33

7.3	Aineiston keräys	34
7.4	Aineiston analysointi.....	35
7.5	Tilastolliset menetelmät	36
8	TULOKSET	37
8.1	Perusverenkova	37
8.2	Antropometriset ominaisuudet ja ruokapäiväkirja-analyysit	46
9	POHDINTA	47
	LÄHTEET.....	64

1 JOHDANTO

Menestymiseen urheilussa vaikuttavat muun muassa lahjakkuus, harjoittelu ja motivaatio, erityisesti myös ravinnolla on merkitystä. Jalkapalloilijoiden harjoittelussa voimaa, tehoa ja kestävyyttä tulisi kehittää samanaikaisesti niin, että ne eivät vaaranna toisiaan ja näiden lisäksi harjoitukseen tulisi sisällyttää taito- ja taktiikkaharjoituksia. (Maughan & Shirreffs 2007.) Harjoittelun vaihteleva luonne ja toistomäärät, mukaan lukien ottelut, luovat haasteen jalkapalloilijoiden ravitsemukselle (Burke ym. 2006).

Otteluissa fyysinen kuormitus on yleisesti ottaen intensiteetiltään korkea ja kuormituksen taso vaihtelee pelin aikana. Suoritus vaihtelee lyhyistä sprinttijuoksuista pitkäkestoiseen kevyeen juoksuun tai kävelyyn. (Bangsbo 2002, 574.) Virallinen jalkapallo-ottelu kestää 2×45 min, jolloin intensiiviset kuormitusjaksot edellyttävät suurta energiankulutusta ja näin ollen kokonaisenergiankulutus pelin aikana voi olla korkea (Bangsbo 2002, 574–575; Suomen Palloliitto 2013). Pelaajien onkin tärkeää kiinnittää ruokavaliossaan huomiota energiansaantiin, etenkin hiilihydraattien nauttiminen on tärkeää (Burke ym. 2006). Ennen ottelua nautitulla runsaasti hiilihydraatteja sisältävällä aterialla on todettu olevan suoritusta parantava vaikutus (Balson ym. 1996; Bangsbo 2002, 580–581; Burke ym. 2006). Makro- ja mikro- ravintoaineiden suositusten mukaisen saannin lisäksi pelaajien on panostettava riittävään nesteiden nauttimiseen ennen suoritusta, sen aikana ja jälkeen (Shirreffsin ym. 2006). Eri- laisten ravintolisien käytön hyödyt osana jalkapalloilijoiden ruokavaliota ovat tutkimusten mukaan kyseenalaisia ja tarpeet yksilöllisiä (Hespel ym. 2006; Volpe 2007).

Jalkapalloilijoiden fysiologisia ominaisuuksia ja niiden muutoksia kauden aikana on tutkittu laajalti, ja kilpailukauden aikana otettujen verinäytteiden perusteella on havaittu muun muassa hematokriitti- ja hemoglobiiniarvojen laskevan. Yleisesti tulosten perusteella on kuitenkin todettu, että miesjalkapalloilijoiden veriarvot sijoittuvat viitearvoihin eivätkä juuri poikkeaa normaaliväestön arvoista. (Raven ym. 1976; Filaire & Pequignot 2003; Ostojic & Ahmetovic 2007; Meyer & Meister 2011; Banfi ym. 2011; Heisterberg ym. 2013; Santi Maria ym. 2013.) Intensiivisen jalkapalloharjoittelun seurauksena on kuitenkin havaittu muutoksia leukosyyttien määrissä (Malm ym. 2004).

Veikkausliiga on miesten jalkapalloilun korkein sarjataso Suomessa. Kilpailukausi alkaa huhtikuussa ja päättyy lokakuussa. Kauden aikana joukkueelle kertyy sarjassa pelejä yhteensä 33, joiden lisäksi joukkueet osallistuvat Liigacupiin ja Suomen Cupiin. Kilpailukaudella joukkueille kertyy siis 1–2 ottelua per viikko, joiden lisäksi joukkueet harjoittelevat yleisesti 4–6 kertaa viikossa. (Jalkapalloliiga ry 2015.) Tiiviin peli- ja harjoitusrytmin vuoksi on panostettava oikeanlaiseen palautumiseen (Bangsbo 2002. 585).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia perusravinnon ja ravintolisien mahdollisia vaikutuksia perusveren kuvan muuttujiin kansallisen tason miesjalkapalloilijoilla kilpailukauden aikana.

2 JALKAPALLOILIJOIDEN RAVINNOSTA

Lihasten glykogeenivarastot ovat jalkapalloilijoiden pääasiallinen energianlähde suorituksen aikana ja niiden osittainen ehtyminen voi olla haitaksi. Pelaajien onkin tärkeää kiinnittää ruokavaliossaan huomiota energiansaantiin, etenkin hiilihydraattien riittävä nauttiminen on tärkeää. (Bangsbo 2002, 575–576; Burke ym. 2006).

Maughan & Shirreffsin (2007) mukaan jalkapalloilijat, niin kuin monet muutkin urheilijat, pyrkivät yleisesti noudattamaan usein tiukkojakin ruokavalioita, vaikka niistä ei välttämättä ole urheilusuorituksen kannalta mitään hyötyä. Toisaalta tutkimuksissa on myös osoitettu kuinka juuri jalkapalloilijoiden ruokailutottumuksissa on puutteita, etenkin kokonaisenergian ja hiilihydraattien saannin suhteen (Burke ym. 2006). Seuraavaksi tarkastellaan jalkapalloilijoille esitettyjä ravitsemussuosituksia sekä yleisesti kestävyys- ja joukkueurheilijoille laadittuja suosituksia. Lisäksi tuodaan esille jalkapalloilijoiden ravinnonsaantia ja ruokailutottumuksia tarkastelevia tutkimuksia. Vitamiinien ja kivennäisaineiden kohdalla ei ole yleisesti maailmanlaajuisesti sovittuja vain urheilijoille tehtyjä suosituksia, vaan suositukset perustuvat useisiin maailmalla esitettyihin urheilijasuosituksiin.

2.1 Hiilihydraatit

Koska jalkapallo on luonteeltaan kestävyyslaji ja huomattava osa liikunnasta tapahtuu teholla yli 70 %:lla VO_{2max} :sta, on hiilihydraattien eli glukoosin osuus energiankulutuksesta suuri. Näin ollen pelaajien tulisi noudattaa kestävyysurheilijoille yleisesti suositeltua hiilihydraattien saantisuosituksia eli 60 % päivän kokonaisenergiansaannista. (Bangsbo 2002, 575; Ilander ym. 2006, 411–412.) Maughanin (2006) mukaan kehon painoon suhteutettuna saantisuositus on vastaavasti 5–7 g/kg/vrk harjoittelun ollessa kohtalaisen intensiteettistä ja jopa 10 g/kg/vrk kovan harjoittelujakson aikana tai ennen otteluita. Myös Burken ym. (2006) suosittelevat pelaajille yleisesti 5–7 g/kg/vrk hiilihydraattien saantia, mutta korostavat pelaajien yksilöllisyyttä ja erisuuruisia energiansaannin tarpeita suhteessa pelipaikkaan. Peliin valmistautuessa ja edistäessä palautumista, he suosittelevat 7–12 g/kg/vrk saantia etenkin

pelipaikkansa vuoksi paljon liikkuvilla pelaajilla. Tutkimuksissa on kuitenkin osoitettu, että melko pieni osa pelaajista kertoo päivittäisen hiilihydraattien saantinsa olevan korkeampien suositusten mukainen. (Burke ym. 2006.) Hyviä hiilihydraattilähteitä ovat muun muassa leipä, puuro, mysli, perunat, juurekset, marjat sekä hedelmät (Borg ym. 2004, 34–38; Ilander ym. 2006, 65).

Runsaasti hiilihydraattia sisältävien aterioiden nauttiminen edeltävinä päivinä ennen ottelua on tärkeää suorituksen kannalta. Myös päivittäisillä aterioidella hiilihydraattien riittävä saanti on tarpeellista, jotta voidaan tyydyttää harjoittelun vaatimat energiansaannin tarpeet. Harjoittelun aikana osa glykokeenivarastoista käytetään ja harjoitusten välillä nämä varastot täyttyvät uudelleen. Jos ruokavalio sisältää tarpeeksi hiilihydraatteja, on mahdollista täyttää kyseiset varastot läpi harjoitusviikon, mutta mikäli hiilihydraatteja nautitaan liian vähän, saattaa varastojen täytyminen jäädä vajaaksi. Runsaasti hiilihydraatteja sisältävä ruokavalio edesauttaa mahdollisesti kehon massan kasvua, jolla saattaa olla haitallisia vaikutuksia suoritukseen pelin alussa. Hyödyt, joita saavutetaan korkeilla lihasten glykokeenivarastoilla ennen ottelua, ovat kuitenkin tärkeämpiä kuin mahdolliset haitat, jotka aiheutuvat kehon massan suurenemisesta. (Bangsbo 2002, 580–581; Burke ym. 2006.) On suositeltu, että hiilihydraattipitoinen ateria tulisi nauttia 3 tuntia ennen ottelun alkua (Williams & Serratos 2006).

Bangsbon ym. (1992) tutkimuksessa miesammattilaisjalkapalloilijoille tehtyjen korkean intensiteettisten juoksutestien tulokset paranivat, kun ennen testejä noudatettiin 48 tunnin ajan runsaasti hiilihydraatteja sisältävää ruokavaliota. Näin ollen korkeat hiilihydraattivarastot paransivat suorituskykyä (Bangsbo ym. 1992). Balsonin ym. (1996) tutkimuksessa saatiin vastaavanlaisia tuloksia. Siinä runsaalla hiilihydraattien nauttimisella (8 g/kg/vrk) 48 tunnin ajan ennen peliä, pystyttiin suoriutumaan pelin aikana 33 %:a pidempään korkealla intensiteetillä kuin ilman ”hiilihydraattitankkausta”. (Balson ym. 1996.)

2.2 Proteiinit

Proteiinien tehtävä on esimerkiksi rakentaa soluja ja kudoksia kuten lihaksia. Jalkapalloilijoille lihasten voimantuotto on merkittävä ominaisuus, mutta lihakset altistuvat myös herkästi vaurioille johtuen sekä mekaanisista kuormituksista että harjoittelun ja pelien aikana syntyvästä aminohappo-oksidaatiosta. (Bangsbo 2002, 581; Lemon 1994.) Tällöin proteiinin nauttimiseen tulee kiinnittää huomiota. Tutkimuksissa on todettu, että esimerkiksi ruotsalaisten ja tanskalaisten jalkapalloilijoiden päivittäinen proteiiniensaanti (2–3 g/kg/vrk) on yli normaalien urheilijoille suositeltujen arvojen (1–2 g/kg/vrk) (Jacobs ym. 1982; Bangsbo ym. 1992). Maughanin (1997) tutkimuksessa proteiiniensaanti skotlantilaisilla miespelaajilla oli lähempänä saantisuosituksia ollen keskimäärin $1,4 \pm 0,3$ g/kg/vrk.

Palloilulajien urheilijoille suositeltu proteiinin yleinen saantisuositus on 1,2–1,5 g/kg/vrk. Proteiinin käyttö energiaksi suurenee harjoittelun intensiteetin noustessa. (Borg ym. 2004, 54–55.) Energiensaantiin suhteutettuna proteiinin osuudeksi kestävyysliikkuujilla voidaan suositella 12–15 prosenttia kokonaisenergiensaannista (Ilander ym. 2006, 418) ja palloilulajien pelaajilla 10–20 prosenttia kokonaisenergiensaannista (Borg ym. 2004, 55). Maughanin (1997) tutkimuksessa pelaajien proteiinin osuus kokonaisenergiensaannista oli $15,9 \% \pm 2,6$.

Lemon (1994) suosittelee jalkapalloilijoiden proteiinin saanniksi 1,4–1,7 g/kg/vrk, eli hieman korkeammaksi kuin edellä mainittu palloilijoiden suositus. Etenkin nuorten miesjalkapalloilijoiden proteiinin saantiin tulee panostaa, jotta saavutetaan normaali kasvu ja kehitys harjoittelun ja pelaamisen yhteydessä (Boisseau ym. 2007). Bangsbo (2002, 581) esittää kuitenkin, että proteiinilisten käyttö ei yleisesti ole välttämätöntä jalkapalloilijoille edes intensiivisen voimaharjoittelujakson aikana. Suomalaisten keskeisimmät proteiininlähteet ovat maito ja lihavalmistet (Borg ym. 2004, 49).

2.3 Rasvat

Rasvahapot ovat glykogeenin ohella tärkein polttoaine pitkäkestoisessa liikunnassa. Rasvat jaetaan rasvahappojen rakenteen mukaan tyydyttyneisiin eli eläinrasvoihin ja tyydyttymättömiin eli kasvisrasvoihin. Kasvirasvoja kutsutaan ns. laadukkaiksi rasvoiksi. (Borg ym. 2004. 57–62.) Ravinnon rasvalla on liikunnan kannalta kaksi päämerkitystä: riittävä välttämättömien rasvahappojen saanti ja sopiva rasvansaanti suhteessa energiankulutukseen. Rasvan prosentuaalinen osuus energiansaannista on hyvä mittari, sillä sopiva rasvansaanti on pitkälti kiinni energiankulutuksesta. Urheilijoille ei ole tutkimusten perusteella syytä suosittelaa erilaista rasvaosuutta kuin kilpaurheilua harrastamattomille. (Borg ym. 2004, 62; Ilander ym. 2006, 415–416.) Suomen valtion ravitsemusneuvottelukunnan (2014) laatimien suomalaisten ravitsemussuositusten mukaan kertatyydyttymättömien rasvahappojen osuus energiansaannista tulisi olla 10–20 E% ja monityydyttymättömien rasvahappojen 5–10 E%, joista vähintään 1 E% tulee olla n-3-rasvahappoja. Välttämättömien rasvahappojen osuus tulisi olla vähintään 3 E%, joista 0,5 E% tulee olla alfa-linoleenihappoa. (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014.) Ruokavalio, joka sisältää rasvaa 25–35 % kokonaisenergiansaannista, tukee kestävyysurheilijan harjoittelua ja kilpailusuorituksia parhaalla mahdollisella tavalla (Ilander ym. 2006, 415–416). Maughanin (1997) tutkimuksessa jalkapallo pelaajien rasvojen saannin osuus kokonaisenergiasta oli $33,3 \pm 4,6$ % eli suosituksen ylärajalla, vaihtelun ollen kuitenkin melko suuri (19,2–42,9 %).

Urheilijoita kehoitetaan usein välttämään rasvaisia ruokia, lähinnä jotta turvattaisiin hiilihydraattien riittävä saanti. Kaikki urheilijat urheilulajista riippumatta tarvitsevat laadukasta rasvaa, joten urheilijan tulisi suosia kasvisrasvoja. Rasvojen tulisi koostua mm. kasviöljyistä, rasvaisesta kalasta, siemenistä ja pähkinöistä, jotka sisältävät paljon kerta- ja monityydyttymättömiä eli pehmeitä rasvoja. (Ilander ym. 2006, 415–416.)

2.4 Vitamiinit ja kivennäisaineet

Pelaajien tarvetta nauttia vitamiineja ja kivennäisaineita ravintolisinä pohditaan usein. Volpe (2007) toteaa artikkelissaan että urheilijoiden vitamiinien ja kivennäisaineiden saantisuositukset ovat samanlaiset kuin normaaliväestöllä, ottaen kuitenkin huomioon yksilölliset vaihtelut ja tarpeet. Suorituksen ja lajin intensiteetti, kesto ja frekvenssi sekä yleisesti urheilijan energian ja ravinteiden saanti vaikuttavat siihen, onko tarvetta lisätä mikroravintoaineiden määrää esim. ravintolisien muodossa (Volpe 2007). Rico-Sanzin ym. (1998) tutkimuksen perusteella miesjalkapalloilijoiden mikroravintoaineiden saanti oli ravitsemussuositusten mukainen lukuun ottamatta kalsiumia. Iglesias-Gutlérrezin ym. (2005) tekemässä tutkimuksessa sen sijaan nuorten jalkapalloilijamiesten arvot olivat kalsiumin lisäksi alle suositusten myös folaatin, E-vitamiinin, magnesiumin ja sinkin kohdalla.

Yleisesti ottaen vitamiini- ja kivennäisainelisaravinteiden käyttö ei ole perusteltua tai välttämätöntä jalkapalloilijoilla, mikäli ruokavalio on monipuolinen ja riittävä, jolloin pystytään tyydyttämään normaali ravintoaineiden saanti. On kuitenkin olosuhteita, joissa niistä saattaa olla hyötyä. Esimerkiksi korkeissa olosuhteissa on suotavaa lisätä E-vitamiinin saantia tai nauttia C-vitamiinia. Kuumissa olosuhteissa on kiinnitettävä huomiota B-vitamiinin saantiin. (Bangsbo 2002, 582.)

Maughanin & Shirreffsin (2007) mukaan mikäli on olemassa kliinisesti havaittuja tarpeita, kuten raudanpuute, voidaan rautalisän käyttöä suositella. Rauta on hemoglobiinin, myoglobiinin ja soluhengitysentyymien osa ja siksi välttämätön hapen kuljetuksessa ja käytössä. Suositeltava raudan päiväannostus pelaajilla on noin 20 mg, joka tulisi mieluiten saada kiinteästä ruoasta tablettien sijasta. Hyviä raudan lähteitä ovat esimerkiksi maksa, kuivatut hedelmät ja pähkinät. On suositeltavaa kiinnittää huomiota raudan saantiin ajanjaksoina, jolloin pelaajien on lisättävä punasolujen tuotantoaan esimerkiksi harjoituskaudella tai harjoiteltaessa korkeassa ilmastossa. Yleisesti ottaen pieninä annostuksina monivitamiini- ja kivennäisaineravintolisien käytöstä voi olla hyötyä, mikäli normaali ruoan saanti on rajoitettu. (Bangsbo 2002, 582; Maughan & Shirreffs 2007.)

Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty Mero ym. (2007) esittämät vitamiinien ja kivennäisaineiden saantisuosituksukset urheilijoille, jotka perustuvat useisiin maailmalla esitettyihin urheilijasuosituksiin. On huomioitava, että maailmanlaajuisesti ei ole mitään yhteistä sopimusta, ns. konsensusta urheilijasuosituksista.

TAULUKKO 1. Urheilijoiden vitamiinisuosituksia vuorokaudessa. (Mero ym. 2007, 167.)

	A-vitamiini (RE) µg	D-vitamiini (µg)	E-vitamiini (mg)	B12-vitamiini (µg)	C-vitamiini (mg)
Urheilijat	1000 - 3000	10 - 20	400 - 2400	2,5 - 25	2000 - 5000

TAULUKKO 2. Urheilijoiden kivennäisainesuosituksia mg/vrk. (Mero ym. 2007, 173)

	Kalium (mg)	Rauta (mg)	Kalsium (mg)	Magnesium (mg)	Sinkki (mg)
Urheilijat	2000	15 - 40	1000 - 2000	400 - 1800	15 - 50

2.5 Vesi ja elektrolyytit

Suorituksen aikana pelaaja kuluttaa nesteitä ja elektrolyyttejä, pääosin natriumia, ja niiden nauttiminen ennen suoritusta, sen aikana ja jälkeen on suositeltavaa monestakin syystä. Nämä syyt liittyvät yleisesti kehon nestetasapainon ylläpitämiseen ja näin ollen nestevajauksen välttämiseen. Nestehukka lisää sydämen ja ns. lämmitysmekanismien rasitusta ja heikentää aerobista suorituskykyä. (Shirreffs & Sawka 2011.)

Hikoilu ja sen kautta hävinneiden natrium-elektrolyyttien pitoisuuksien muutokset ovat pelaajilla hyvin yksilöllisiä, vaikka kaikki tekisivätkin saman harjoituksen tai pelaavat samassa pelissä. Kun kehon painoindeksin muutos on suurempi kuin 2 prosenttia johtuen nestehu-

kasta, vaikuttaa se suoritukseen heikentävästi. Tämä perustuu oletukseen, että 1 kg massan menetys on yhtä suuri kuin 1 litran hien menetys. (Shirreffs ym. 2006.)

Maughanin ym. tutkimuksissa (2004; 2005) tutkittiin miesammattilaisjalkapalloilijoiden nesteiden nauttimista, hikoilua ja painoindeksin muutoksia 90 minuuttia kestäneen harjoituksen aikana kolmessa eri lämpötilassa (lämmin, lauhkea, viileä). Tutkimusten perusteella miespelaajat hikoilevat 90 minuutin harjoituksen aikana keskimäärin $2,0 \pm 0,4$ litraa hikeä, viileässä ympäristössä hieman vähemmän kuin lauhkeassa ja lämpimässä ($1,7 \pm 0,4$ vrt. $2,1 \pm 0,4$ litraa). Tutkimuksissa havaittiin myös, että jotkut pelaajista menettivät hikoillessa jopa viisi kertaa enemmän natriumia suorituksen aikana kuin toiset pelaajat. Tosin natriumin menetys oli yleisesti hyvin vähäistä, enemmistöllä vähemmän kuin 3–4 g, joten sen pitoisuuden ylläpitämisen huomioiminen suorituksen aikana ei ole olennaista. Viileässä harjoitelleet pelaajat joivat vain puolet siitä määrästä, mitä pelaajat nauttivat lauhkeassa ja lämpimässä ympäristössä (420 ± 220 vrt. 970 ± 320 ml). Keskimäärin näiden tutkimusten perusteella pelaajat joivat nesteitä 830 ± 380 ml mittausten aikana. Kehon painon lasku oli keskimäärin kaikissa joukkueissa sama $1,5 \pm 0,5$ %. Tekijöitä, jotka vaikuttavat nesteiden juontiin ja hikoiluun ovat mm. aineenvaihdunta, kehon mukautuminen lämpöön sekä geneettiset eroavaisuudet. (Maughan ym. 2004; 2005.) Odotetusti Broadin ym. (1996) tekemän tutkimuksen mukaan nesteiden juonti ja hikoilu ovat miespelaajilla runsaampia otteluissa verrattuna harjoituksiin.

Jalkapalloilijan on kiinnitettävä huomiota, ettei kehonpaino muutu harjoituksen tai pelin aikana yli 2 prosenttia. Nesteytyksen on suositeltavaa sisältää hiilihydraatteja, vettä ja elektrolyyttejä, mutta suositukset näiden saantiin vaihtelevat suurestikin eri pelaajien välillä. Shirreffsin ym. (2006) mukaan saavuttaakseen riittävän nestetasapainon harjoituksissa ja peleissä, pelaajan tulee juoda noin 500 ml tai vastaavasti 6–8 ml per painokilo vettä tai urheilujuomia 2 tuntia ennen pelin alkua. Mikäli natriumin menetys on suorituksen aikana enemmän kuin 3–4 g, on nautittavan nesteen hyvä sisältää hieman suolaa (natriumkloridi). Juoman tulee suorituksen aikana olla koostumukseltaan sellaista, että se mahdollisesti jopa hidastaa mahalaukun tyhjentymisefektiä. Otteluiden puolijajalla juomisen lisäksi on hyvä

nauttia pieniä suolaisia välipaloja. (Shirreffs ym. 2006.) Maughan ym. (2004) sen sijaan kertovat, kuinka jalkapalloilijoiden tulisi noudattaa kestävyysjuoksijoille tarkoitettuja suosituksia nauttia nesteitä suorituksen aikana 100–200 ml joka 10–20 minuutti tai vastaavasti 450–1800 ml yli 90 minuuttia kestäväen suorituksen aikana välttääkseen nestehukan. Otteluiden aikana nesteiden juontimahdollisuudet ovat rajattuja, joten pelaajien tulee erityisesti panostaa nesteytykseen ennen suoritusta (Maughan ym. 2004). Bangsbon (2002, 584–585) mukaan nestetankkaus tulee aloittaa viimeistään edellisenä päivänä ennen ottelua ja hän korostaa erityisesti myös otteluiden jälkeistä nesteytystä, nestetasapainon palautumiseksi mahdollisimman pian normaalitilaan. Tällöin on juotava vaikka ei olisi janontunnetta (Bangsbo 2002, 585).

3 TYPPIOKSIDI

Typpioksidi on lyhytikäinen kaasumainen molekyyli, jolla on keskeinen rooli monissa ihmisen terveydelle olennaisissa biologisissa prosesseissa (Francomano ym. 2013). Se on johtanut fysiologian ja farmakologian tutkimuksen vallankumoukseen kahden viime vuosikymmenen aikana (Bescos ym. 2012). Seuraavissa alaluvuissa käsitellään aluksi yleisesti mitä typpioksidi on, ja miten sitä tuotetaan elimistössä. Tämän lisäksi tarkastellaan lähinnä tutkimusten perusteella, miten typpioksidin on havaittu vaikuttavan elimistön toimintaan, sekä sen tuotantoa lisääviä ravintolisiä ja niiden mahdollisia vaikutuksia. Lopuksi lyhyt yhteenveto aiheesta.

3.1 Typpioksidin kemialliset ominaisuudet

Typpikaasu (N_2) on yleisin alkuaine ilmakehässä ja typpeä esiintyy eniten tässä muodossa. Eliökunnassa tapahtuvassa typenkierrossa kyseinen typpikaasu muunnetaan sellaiseen muotoon, että sitä voidaan käyttää biologisissa prosesseissa. Ensin ilmakehän typpi muunnetaan typen sidonnaksi kutsutussa prosessissa ammoniumioniksi (NH_4^+). Tämän jälkeen ammonium voidaan muuntaa useiksi typen eri oksideiksi, kuten nitraateiksi (NO_3^-) ja nitriiteiksi (NO_2^-). Kyseinen denitrifikaatioprosessi etenee luonnossa seuraavanlaisessa järjestyksessä: nitraatit pelkistetään ensin nitriiteiksi, joista nitriitit edelleen typpioksidiksi, typpioksidi typpioksiduuliksi ja lopulta typpioksiduuli takaisin typpikaasuksi (N_2). Typpikaasu voi tämän jälkeen diffuntoitua takaisin ilmakehään. (Francomano ym. 2013.)

Typpioksidi (NO) on typen ja hapen muodostama erittäin reaktiivinen kaasumolekyyli, joka vaikuttaa siellä, missä se on tuotettu, esimerkiksi kudoksissa. Kesti vuosia tunnistaa typpioksidi, sillä se hajoaa nopeasti, puoliintumisajan ollessa vain kahdesta sekunnista kolmeen kymmeneen sekuntiin. (Silverthorn ym. 2007, 187–188.) Huolimatta erittäin lyhyestä puoliintumisajasta, typpioksidi pystyy kyseisenä lyhyenä aikana aktivoimaan useita entsyymejä. Näillä entsyymeillä taas on vaikutuksia, jotka voivat kestää useita tunteja. Mikäli typpioksidia ei käytetä biologisissa prosesseissa, muuntuu se välittömästi takaisin nitriiteiksi ja nit-

raateiksi. (Francomano ym. 2013.) Sangwon (2011) mukaan biologisissa järjestelmissä typpioksidilla on olemassa kolme erilaista hapetus-pelkistys lajia: NO[•], nitrosonium-ioni (NO⁺) ja nitronyl-anioni (NO⁻), joille typpioksidia käytetään yleisnimenä. Typpioksidin esiintymismuoto riippuu siitä, miten se reagoi hapen kanssa. (Sangwon 2011.)

Yleisesti tällä hetkellä on tiedossa, että typpioksidia tuotetaan lähinnä kahdella tavalla, typpioksidisyntaasientsyymien (NOS) välityksellä ja riippumatta niiden vaikutuksesta. Kudoksissa typpioksidia tuotetaan enimmäkseen kyseisen entsyymin vaikutuksen seurauksena, jolloin se katalysoi L-arginiini aminohapon reagoitua hapen kanssa. Hapettumisen seurauksena muodostuu L-sitrulliini aminohappoa ja samalla vapautuu sivutuotteena typpioksidia. L-sitrulliinin avulla pystytään myös muodostamaan typpioksidia, mutta yleisin tiedossa oleva tapa on muuntaa sitä L-arginiinista. Riippumatta NOS:n vaikutuksesta, typpioksidia valmistetaan pääosin nitraatti- ja nitriittianioneista. (Sangwon 2011; Bescos ym. 2012.)

Lundberg ym. (1994) totesivat tutkimuksensa perusteella, että nitraattien nauttiminen tehostaa typpioksidin tuotantoa. Typpioksidia tuotetaan mahalaukun happamissa olosuhteissa vaikuttavien nitraattien avulla. Nitraatit imeytyvät mahasuolikanavaan, josta ne siirtyvät verenkiertoon ja myöhemmin sylkeen sylkirauhasten kautta. Sylkirauhasista sylki kulkeutuu aktiivisesti suuhun, jossa syljen nitraatteja voidaan erilaisten suuontelossa olevien bakteerien avulla muuntaa nitriiteiksi. Säännöllisesti nieltynä nitriittejä sisältävä sylki kulkeutuu vatsalaukun happamaan ympäristöön ja näissä olosuhteissa nitriiteistä tuotetaan typpioksidia. (Lundberg ym. 1994.) Länsimaissa 60–80 % päivittäisestä nitraattien saannista tulee kasvien kautta. Vihreä lehtiset vihannekset, kuten lehtisalaatti ja pinaatti sekä näiden lisäksi punajuuri sisältävät runsaasti nitraatteja. (Hord ym. 2010.) Muita molekyyliä, joiden on ajateltu lisäävän typpioksidipitoisuuden tasoa, ovat esimerkiksi ravintolisänä käytetty glysiini propionyyli-L-karnitiini (CPLC). Näiden fysiologisia mekanismeja ei kuitenkaan ole tarkkaan selvitetty. (Bescos ym. 2012.)

3.2 Typpioksidin vaikutuksia elimistön toimintaan

Typpioksidi toimii signaalintähtijäaineena monissa biologisissa reaktioissa (Thomas ym. 2008). Solutasolla sillä on kaksi pääasiallista toisistaan poikkeavaa toimintaa: homeostaasinen ja sytotoksinen eli soluja tuhoava (Sangwon 2011). Verenkierrrossa endoteelistä peräisin olevalla typpioksidilla on havaittu olevan jo pieninä määrinä vaikutusta verisuonten laajenemiseen sekä verihiutaleiden ja valkosolujen tarttumisen ja kasautumisen inhibointiin (Collier & Vallance 1991; Förstersmann & Sessa 2012). Vapauduttuaan typpioksidi leviää nopeasti pitkin verisuonten seinämiä sileiden lihasolujen solukalvoille. Tällöin se sitoutuu ja aktivoi gyanylaattisykloasiensyymiä, jolla on tärkeä rooli solujen kommunikaatiossa ja signaalien välittämisessä. Kyseinen entsyymi saa aikaan ”reaktio-ryöppyjä”, jotka vaimentavat sympaattista verisuonten supistumista ja aiheuttavat valtimoiden sileiden lihassolujen rentoutumisen. Tämän seurauksena veren virtaus viereisissä verisuonissa kasvaa. Typpioksidin verisuonia laajentava vaikutus vallitsee luurankolihasissa, verisuonikudoksissa, iholla sekä sydänlihaskudoksessa. (McArdle ym. 2010, 333–335.)

Johtuen typpioksidin vaikutuksista veren virtauksen tehostumiseen muun muassa fyysisessä kuormituksessa, typpioksidia sisältävät ravintolisät ovat saaneet paljon huomiota liikuntafysiologiassa (Bescos ym. 2012). Onkin ajateltu, että veren virtauksen tehostuminen kuormituksen aikana, mahdollisesti typpioksidin tuotannon kasvun ja sen entsyymien vaikutuksesta, tehostaa hapen ja ravintoaineiden kuljetusta luurankolihasiin ja edesauttaa aktiivisten kudosten palautumista. On kuitenkin otettava huomioon, että lisääntyneeseen veren virtauksen suorituksen aikana ja sen jälkeen vaikuttavat monet muutkin tekijät. (Tschakovsky & Joyner 2008; Bloomer 2010.)

Keskus- ja ääreishermoston hermosoluista vapautunut typpioksidi on mukana neurotransmissioissa, toimien näin ollen reaktioissa välittäjäaineena (Collier & Vallance 1991). Lihaksistossa typpioksidilla on todettu olevan positiivisia vaikutuksia satelliittisolujen aktivaatioon lihasvaurioiden ilmentyessä (Anderson 2000). Tämän lisäksi Bloomer (2010) toteaa

artikkelissaan, että typpioksidin määrän lisääntymisellä elimistössä on mahdollisesti hyötyä lihasten hypertrofiassa.

Useimmat edellä mainituista vaikutuksista ovat seurausta typpioksidin yhdistymisestä raudan kanssa, jolloin muodostuttuaan esim. L-arginiinin välityksellä typpioksidi muun muassa stimuloi guanylaattisyklaasia. Kyseinen entsyymi katalysoi guanosiinitrifosfaatin (GTP) muuttumista syklisteksi guanosiinimonofosfaatiksi (cGMP). Tämän jälkeen typpioksidi hajoaa lähes välittömästi nitriiteiksi ja nitraateiksi. Typpioksidin sytoksisia vaikutuksia on havaittu olevan ainakin sen inhiboiva vaikutus solunsisäisten taudinaiheuttajien ja syöpäsolujen leviämisessä. (Sangwon 2011.)

3.3 Typpioksidin tuotantoa lisääviä lisäravinteita

Typpioksidin tuotantoa stimuloivia ravintolisävalmisteita on nykyään laajalti saatavilla ja niitä markkinoidaan hyvin runsaasti urheilijoiden keskuudessa. On kuitenkin todettava, että useimmiten kyseisillä valmisteilla on vain vähän tutkittuja hyötyjä muun muassa fyysiseen suorituskyykyyn. (Bloomer 2010.) Kyseiset ravintolisävalmisteet sisältävät yleisimmin yhdisteitä, joilla on havaittu olevan vaikutusta typpioksidin tuotantoon. Tällaisia yhdisteitä ovat esimerkiksi L-arginiini, L-sitrulliini, nitraatit ja nitriitit sekä glysiini propionyyli-L-karnitiini (CPLC). L-arginiini on yleisimmin käytetty ja tutkituin ainesosa typpioksidia stimuloivissa ravintolisävalmisteissa ja sitä voidaan käyttää valmisteissa erilaisissa muodoissa. (Bloomer 2010; Bescos ym. 2012.) Punajuuri sen sijaan on yleisin ainesosa tutkimuksissa, joissa on käytetty nitraattia sisältävää valmistetta esim. punajuurimehua (Bailey ym. 2012).

Edellä mainittuja yhdisteitä käytetään ravintovalmisteissa sellaisenaan, mutta myös yhdistelmät eri aineiden, kuten muiden aminohappojen ja vitamiinien kanssa, ovat yleisiä. Tarkasteltaessa kyseisiä yhdisteitä sisältävien ravintolisien vaikutusta koehenkilöiden fysiologisiin muuttujiin, on havaittu paljon ristiriitaisuuksia tulosten välillä. Osa tutkimuksista on raportoinut typpioksidia sisältävien ravintovalmisteiden käytöllä olevan hyötyä fyysiseen suoritukseen, kun taas toiset eivät havainneet yhtään positiivisia vaikutuksia. Suurin osa

tutkimuksista on tehty nuorilla terveillä miehillä. (Bescos ym. 2012; Bloomer 2010.) Esimerkiksi Bondin ym. (2012) tutkimuksen mukaan nitraatti-valmisteiden käytöllä ei ollut vaikutusta fyysisen suorituksen sykkeisiin, laktaattikonsentraatioon, hiilidioksidin tuottoon tai minuuttiventilaatioon verrattaessa koe- ja plaseboryhmiä. Vaikutuksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, mitä muun muassa Bode-Böger ym. (1994) havaitsivat tutkimuksessaan, että liikunta itsessään voi lisätä typpioksidin pitoisuutta ja tästä johtuen hyväkuntoisilla henkilöillä voi olla lähtökohtaisesti suuremmat typpioksidipitoisuudet kuin ikätovereillaan. Harjoitustaustalla sekä harjoittelun määrällä näyttäisi siis olevan merkittävä vaikutus siihen, onko typpioksidivalmisteista hyötyä (Bode-Böger ym. 1994).

Vanhatalon ym. (2010) tutkimuksessa 15 päivän nitraatteja sisältävällä punajuurimehun nauttimisella havaittiin olevan positiivisia vaikutuksia terveiden koehenkilöiden polkupyörällä tehtyyn submaksimaaliseen suoritukseen. Nitraattiravintolisän nauttiminen laski akustisesti verenpainetta ja hapenkulutusta suorituksen aikana (Vanhatalo ym. 2010). Bond ym. (2012) taas havaitsivat tutkimuksessaan kuuden päivän nitraattipitoisen punajuurimehun nauttimisen parantavan maksimaalisen soutu- ja juoksumatkatuloksia hyväkuntoisilla miehillä. Typpioksidilla onkin tärkeä rooli verenpaineen, veren virtauksen ja verisuonten laajenemisen säätelyssä (Bond ym. 2012).

Liun ym. (2009) tutkimuksessa lyhyt kestoisella kolmen päivän argiini-ravintolisän nauttimisella ei havaittu olevan vaikutusta typpioksidin tuotantoon tai vaihtelevaan anaerobiseen suoritukseen hyväkuntoisilla miehillä. Sen sijaan Ceremuzynskin ym. (1997) tutkimuksessa samanmittaisella kolmen päivän L-Argiini ravintolisän nauttimisella oli tilastollisesti merkitsevä parantava vaikutus rasisurintakipua kärsivien koehenkilöiden suorituskykyyn juoksumatkatotestissä. Typpioksidin tuotantoa lisäävien ravintolisien positiivisia vaikutuksia suoritukseen ja yleiseen terveyteen onkin selvästi todettu olevan sydän- ja verisuonitautipotilaille. (Ceremuzynsk ym. 1997; Liu ym. 2009; Bailey ym. 2012.)

3.4. Yhteenveto typpioksidista

Typpioksidia tuotetaan elimistössä siis kahdella tavalla, pääosin typpioksidisyntaasientsyymien (NOS) välityksellä sekä nitraatti- ja nitriittianioneiden kautta (Bescos ym. 2012; Jones 2014). Etenkin nitraattien (NO_3^-) roolia typpioksidin tuotannossa pidetään nykyään merkittävänä, ja esim. Lundberg ym. (1994) toteavat tutkimuksensa perusteella, että niiden nauttiminen ruokavalion avulla esim. vihreistä kasviksista, tehostaa typpioksidin tuotantoa (Jones 2014; Clements ym. 2014). Tällä hetkellä tutkimuksissa, joissa halutaan selvittää typpioksidin tuotannon lisääntymisen vaikutuksia suorituskykyyn, käytetäänkin hyvin paljon juuri nitraatteja sisältäviä valmisteita kuten punajuurimehua. Nitraatteja sisältävät valmisteet ovat yleistyneet ja niiden hyötyjä tutkitaan runsaasti, koska niiden vaikutuksella typpioksidin tuotantoon on todettu olevan positiivisia vaikutuksia suorituskykyyn kuten Wylie ym. (2013) ja Vanhatalon ym. (2010) tutkimuksissa. Lisäksi nitraattivalmisteita pidetään ennaltaehkäisevänä keinona ja hoitona potilaille, jotka kärsivät erilaisista verenkiertosairauksista esim. Ceremuzynsk ym. (1997) tutkimuksessa. (Clements ym. 2014; Jones 2014.) Myös tämän tutkimuksen Kyäni NitroFXTM sisältää ainesosia, joissa on todettu olevan runsaasti nitraatteja sekä nitriittejä (Francomano ym. 2013).

Clements ym. (2014) tuovat artikkelissaan esille tutkimuksia, joissa on tarkasteltu typpioksidin tuotantoa lisäävien yhdisteiden vaikutuksia fyysiseen suorituskykyyn. Niiden ja aikaisempien tutkimusten perusteella valmisteiden hyödyistä on ristiriitaista tietoa ja hyvin usein on havaittu niistä olevan hyötyä etenkin terveillä henkilöillä tai sydän- ja verisuonitautipotilailla, mutta ei niinkään urheilijoilla. (Bode-Böger ym. 1994; Clements ym. 2014). Onkin otettava huomioon, että valmisteiden hyödyllisyyteen on todettu vaikuttavan henkilöiden ikä, ruokavalio, terveydentila ja fyysinen kunto sekä tarkasteltavan fyysisen suorituksen tyyppi, intensiteetti sekä kesto. Lisäksi nautittavan annoksen määrällä, ja kuinka kauan valmistetta syödään, on havaittu olevan vaikutusta. (Jones 2014). Tutkimusten perusteella onkin nostettu esille tarve tutkia valmisteiden mahdollisia vaikutuksia pidempään nautittuna. Tähän mennessä valmisteiden käyttö on tutkimuksissa ollut lyhytaikaista, korkeintaan 15 päivän mittaista (Clements ym. 2014).

4 ANTIOKSIDANTIT

Antioksidantti on kemiallinen yhdiste, joka estää toisten yhdisteiden hapettumista. Biologisissa järjestelmissä antioksidantit tasapainottavat oksidatiivisen stressin aikaansaamia haitallisia reaktioita ja ovat siten välttämättömiä elimistön terveenä säilymiselle. Ravinnosta antioksidanteja saadaan runsaasti kasvikunnan tuotteista, kuten marjoista ja hedelmistä. Eniten huomiota on kuitenkin saanut antioksidanttien käyttö ravintolisinä terveyden edistämiseksi, koska niiden on esitetty muun muassa vähentävän ja ehkäisevän oksidatiivista stressiä, vähentävän lihasvaurioita ja parantavan fyysistä suorituskykyä. (Borg ym. 2004, 87–89; Peternej & Coombes 2011.) Seuraavaksi tuodaan esille antioksidanttien kemiallisia ominaisuuksia, niiden vaikutuksia elimistön toimintaan ja lopuksi niiden käyttöä ravintolisinä.

4.1 Antioksidanttien kemialliset ominaisuudet

Normaalin lepoaineenvaihdunnan aikana kaikki energiantuotannossa käytettävä happi ei pelkisty vedeksi, vaan arviolta 4–5 prosenttia hapesta muodostaa voimakkaita hapettajia eli oksidantteja, kuten vetyperoksidia, superoksidianioneja ja hydroksyyliiradikaaleja. Nämä happeen perustuvat hapettajat, joista osa kuuluu niin sanottujen vapaiden radikaalien ryhmään, voivat reagoida erittäin aggressiivisesti solurakenteiden kanssa aiheuttaen näin ollen vaurioita. (Ilander ym. 2006, 131–132.)

Liikkuvalla ihmisellä, jonka hapenkulutus on normaalia suurempi, vapaiden radikaalien tuotanto luonnollisesti lisääntyy ja lisäksi harjoittelu kasvattaa vapaiden radikaalien tuotantoa myös muiden mekanismien kautta. Oksidanttien aiheuttamat vauriot ja muut vaikutukset eivät välttämättä aina ole kuitenkaan haitallisia, vaan normaalia oksidanttituotantoa pidetään jopa välttämättömänä elimistön toiminnalle. Lisääntynyttä vapaiden radikaalien määrää elimistössä kutsutaan oksidatiiviseksi stressiksi ja sitä pidetään haitallisena. Liikunnassa liiallisen oksidatiivisen stressin haitoiksi on epäilty muun muassa rasituksessa lisääntynyttä kudostuhoa ja harjoittelun jälkeistä lihaskipeyttä, lisääntynyttä sairastelua tai muuta infektiotiltiltiutta. (Borg ym. 2004, 89–90; Ilander ym. 2006, 133–134.)

Vapaiden radikaalien lukuisten haittavaikutuksien yhteinen piirre on, että reagoidessaan jonkin yhdisteen kanssa ne muuttavat yhdisteen kokoa ja muotoa, jolloin myös sen toiminta saattaa häiriintyä. Elimistö tarvitsee oksidatiivisen stressin vastapainoksi yhdisteitä, jotka neutralisoivat oksidantteja ja suojaavat muita yhdisteitä hapettumiselta. Tällaisia yhdisteitä kutsutaan antioksidanteiksi. Elimistön antioksidanttipuolustus jakautuu kahteen osa-alueeseen: ensimmäisenä elimistön antioksidanttientsyymit (esim. superoksididismutaasi (SOD) ja katalaasi) sekä antioksidanttiominaisuuksia sisältäviin aineenvaihduntatuotteisiin (esim. uraatti). Toinen osa-alue ovat ruoasta saatavat antioksidantit, kuten C- ja E-vitamiini sekä kivennäisaineet, joita tarvitaan antioksidanttientsyymien toimintaan. Kivennäisaineita ovat esimerkiksi sinkki, kupari ja magnesium, seleeni ja rauta. (Borg ym. 2004, 88–90; Ilander ym. 2006, 131–134.)

Superoksididismutaasi (SOD) on yhteisnimi entsyymiryhmälle, joka muuttaa superoksidia vetyperoksidiksi. Mn-SOD, jossa on mangaania kofaktorina, toimii mitokondrioissa ja Cu-Zn-SOD sytosolissa. SOD on pääasiallinen puolustus superoksidia vastaan ja sillä on tärkeä merkitys antioksidanttipuolustukselle. Katalaasi ja glutationiperoksidaasi muuttavat vetyperoksidia vedeksi ja tekevät SOD:n tuottamaa vetyperoksidia vaarattomaksi. (Alaranta ym. 2007, 172.)

Glutationi (GSH) on endogeeninen ei-entsyymaattinen antioksidantti ja sitä tarvitaan glutationiperoksidaasin toimintaan. Lisäksi GSH voi neutraloida reaktiivisia happiyhdisteitä suoraan, sekä lisätä C- ja E-vitamiinien tehokkuutta. Alfalinoleenihappo on toinen endogeeninen ei-entsyymaattinen antioksidantti, joka ehkäisee lipidiperoksidaatiota ja pelkistää C- ja E-vitamiineja takaisin antioksidanttimuotoonsa. (Alaranta ym. 2007, 173.)

4.2 Antioksidanttien vaikutukset elimistön toimintaan

Urheilu lisää oksidatiivista stressiä ja näin ollen antioksidanttipuolustuksen ylläpitäminen on urheilijoille tärkeää. Hyvä antioksidanttistatus saattaa vähentää kortisolin eritystä, paran-

taa immuunipuolustusta ja vähentää ylikuormitukseen ajautumisen riskiä. Paljon luonnollisia antioksidantteja sisältävä ruokavalio parantaa antioksidanttipuolustusta. (Alaranta ym. 2007, 171.) Ravinnon antioksidanttien vaikutus on riippuvainen ravinnosta saaduista antioksidanttimääristä. Joitakin antioksidantteja saadaan ravinnosta melko vähäisiä määriä, mutta niitä voidaan saada runsaasti ravintolisistä. (Borg ym. 2004, 89–90.)

Elimistön antioksidanttientsyymien aktiivisuus lisääntyy vapaiden radikaalien määrän kasvaessa ja urheilijoilla antioksidanttientsyymiaktiivisuuksien on havaittu olevan suurempaa kuin vähän liikkuvilla. Antioksidanttientsyymien aktiivisuuksien lisääntyminen liikunnan myötä kykenee vastaamaan täysin tai lähes täysin liikunnan lisäämään vapaiden radikaalien määrään. Kuitenkin on havaittu, että erittäin kovassa rasituksessa oksidatiivinen stressi kasvaa tasolle, jolla antioksidanttientsyymien aktiivisuus on riittämätön. (Borg ym. 2004, 88–90.)

Oksidanttituotantoon nähden liian pieni antioksidanttien saanti lisää oksidatiivista stressiä. Toisaalta antioksidanttien liikasaantiakin epäillään yhdeksi oksidatiivista stressiä aiheuttavaksi tekijäksi. Antioksidanttien hapettumista edistävien eli pro-aktiivisten ominaisuuksien uskotaan vahvistuvan silloin, kun niitä saadaan liikaa. (Ilander ym. 2006, 132–133.) Esimerkiksi C-vitamiini lisää ei-hemiraudan lisääntymistä ja juuri liiallinen raudan saanti on riskitekijä suurten C-vitamiiniannosten muuttumisessa niin sanotuiksi pro-oksidanteiksi (Borg ym. 2004, 90).

4.3 Antioksidantit lisäravinteina

Borgin ym. (2004, 89) mukaan antioksidantit ovat niitä ravintoaineita, joita monien mielestä tulisi nauttia yli saantisuosituksen. Esimerkiksi C-vitamiinia nautitaan monesti useita grammoja päivässä jolloin annos on jopa tuhatkertainen suositukseen (75 mg/vrk) nähden (Borg ym. 2004, 89). Suurin osa antioksidanteista on parempi saada ruoasta kuin lisäravinteista. Esimerkiksi C-vitamiinia, polyfenoleja, flavonoideja sekä muita antioksidantteja on huomattavasti parempi saada hedelmistä ja marjoista kuin lisäravinteista. Tällä tavoin niiden pro-

oksidatiivisen vaikutuksen vaara vähenee, sillä luonnollisissa lähteissä antioksidantit ovat toistensa antioksidanttivaikutuksia tukevia seoksia. (Alaranta ym. 2007, 182.) Antioksidantti ravintolisien puolestapuhujat ovat kuitenkin myös esittäneet, että yleisimmät antioksidanttilisät eivät ole edes suurina määrinä nautittuna myrkyllisiä, joten niiden käyttö ei olisi haitallista vaan ainakin teoriassa hyödyllisiä. Ravintolisien vastustajat sen sijaan korostavat lukuisia tutkimuksia, esim. Bjelakovicin ym. (2007) tutkimus, jossa beetakaroteenia, A-vitamiinia ja E-vitamiinia sisältävillä ravintolisillä ei ole havaittu olevan terveyttä edistäviä vaikutuksia. (Power ym. 2011.)

Alarannan ym. (2007, 182) mukaan ravintolisistä saatavat antioksidantit ovat ruoasta saatavia parempia ainoastaan tapauksissa, joissa ruoasta on vaikeaa saada riittävän suuria määriä tiettyä antioksidanttia ihanteellisen antioksidanttivaikutuksen takaamiseksi. Esimerkkinä E-vitamiini, jota huippu-urheilijan on lähes mahdotonta saada ruokavaliostaan tarpeellista määrää (Alaranta ym. 2007, 182). Saritasin ym. (2013) tutkimuksessa 30 päivän E-vitamiini ravintolisillä ei havaittu olevan vaikutusta miesjalkapalloilijoiden veren kokonaisantioksidanttikapasiteettiin, laktaattidehydrogenaasiin (LDH), kreatiinikinaasiin (CK), verenpaineisiin sekä happisaturaatioon verrattuna kontrolliryhmään fyysisessä kuormituksessa.

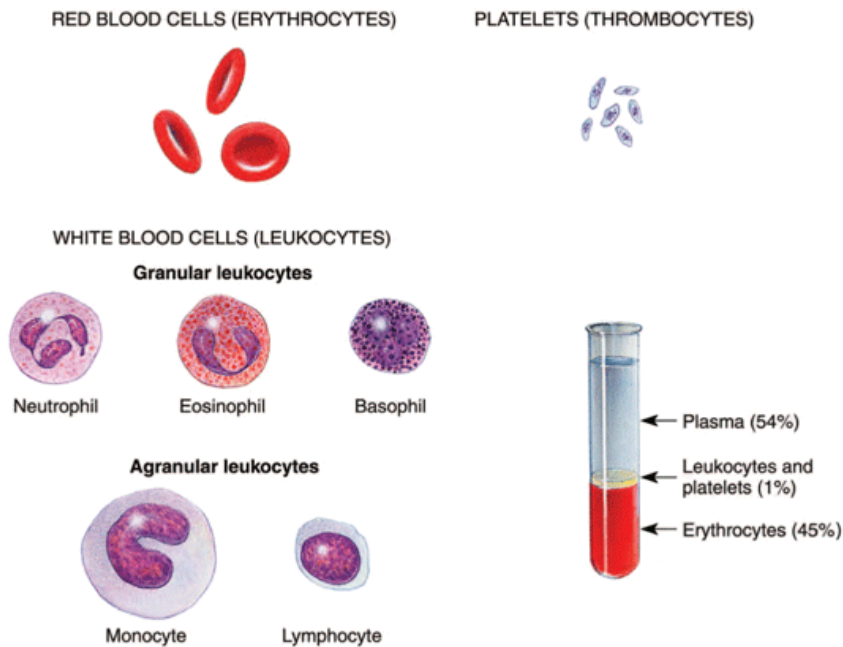
Aguilón ym. (2004) tutkimuksessa kestävyystaustaisilla miehillä antioksidanttiravintolisillä oli myönteinen vaikutus seerumin rautapitoisuuteen ja raudan saturaatioindeksiin. Tutkimuksessa koehenkilöt jaettiin koe- ja kontrolliryhmään. Koeryhmä nautti 3 kuukauden ajan antioksidantti ravintolisää sisältäen E- ja C-vitamiinia sekä beetakaroteenia ja kontrolliryhmä plasebo-ainetta. Tutkimus aloitettiin kilpailu/harjoittelukauden alussa ja päättyi sen loppuun. Tutkimuksen aikana koehenkilöt harjoittelivat ja kilpailivat siis normaalisti. Tutkimuksen tulosten perusteella havaittiin, että plaseboryhmällä liikunta laski antioksidanttipuolustusta, kun taas ravintolisää käyttäneillä ei havaittu vastaavaa laskua. Plaseboryhmällä todettiin korkea oksidatiivisen stressin taso, sekä heidän seerumin rautapitoisuus sekä raudan saturaatioindeksi laskivat tutkimuksen aikana. (Aguiló ym. 2004.)

5 PERUSVERENKUVAN MUUTTUIJA

Veri muodostuu nestemäisestä aineesta eli plasmasta ja siinä olevista soluista. Verisolut jaetaan kolmeen pääryhmään: erytrosyytteihin eli punasoluihin, leukosyytteihin eli valkosoluihin ja trombosyytteihin eli verihiutaleisiin. Verenkierto eli aineiden kuljetus on punasolujen toiminta-alue, kun taas valkosoluilla on tärkeitä tehtäviä elimistön puolustusjärjestelmässä. Verihiutaleilla on keskeinen rooli verenvuodon tyrehtyttämisessä. (Silverthorn ym. 2007, 538–539; Guyton & Hall 2011, 157.)

Perusverenkuva määritettäessä hematokriitilla tarkoitetaan verisolujen prosentuaalista suhdetta koko veren tilavuudesta. Käytännössä hematokriitti kuvastaa punasolujen osuutta verinäytteen tilavuudesta, sillä veren muita soluja, valkosoluja ja verihiutaleita, on normaalisti veressä alle 1 % sen kokonaistilavuudesta. Verenkuvasta voidaan analysoida myös valkosolutyyppeiden prosentuaaliset ja absoluuttiset määrät valkosolujen erittelylaskennan avulla. (Silverthorn ym. 2007, 541.)

Perusverenkuva käytetään kliinisessä lääketieteessä ja kansanterveyttä tutkittaessa selvittämään monia sairauksia ja tulehdustiloja, sen avulla voidaan diagnosoida ja määrittää, onko henkilöllä anemiaa. Urheilijoilla perusverenkuva hyödynnetään myös tarkasteltaessa heidän yleistä terveydentilaansa ja mahdollisia tulehdustiloja sekä doping-testauksessa virtsanäytteiden tukena. (Sottas ym. 2008.) Kuvassa 1 on esitettyä piirroskuvana verisolujen ulkomuoto sekä veren koostumus. Kuvan teksti on englanninkielinen, koska vastaavaa kuva ei löytynyt suomenkielisenä.



KUVA 1. Verisolujen ulkomuoto ja veren koostumus prosentuaalisesti (James Publishing 2010).

5.1 Punasolut

Punasolujen eli erytrosyyttien päätehtävänä on kuljettaa happea (O_2) keuhkoista elimistön soluihin hemoglobiinin avulla ja osallistua hiilidioksidin (CO_2) kuljetukseen päinvastaiseen suuntaan. Hemoglobiini siirtyy kiinnittyneenä punasoluihin, mutta sitä löytyy myös vapaana plasmasta. Lisäksi punasoluissa olevien entsyymien välityksellä punasolut ovat vastuussa veren happo-emästasapainon puskuroinnista. (Guyton & Hall 2011, 413.)

Normaalit punasolut ovat molemmin puolin koveria levyjä, joiden keskimääräinen tilavuus on noin 90–95 kuutiomikrometriä. Niiden muoto voi muuttua merkittävästi solujen puristuksessa hiussuonien läpi. Koska punasoluilla ei ole mitokondrioita, niiden aineenvaihdunta on anaerobista. Ne eivät näin ollen itse kuluta lainkaan kuljettamaansa happea. Punasoluja tuotetaan luuytimessä ja niiden tuotantoa säätelee glykoproteiini erytropoietiini hormoni (EPO). Säätelemällä punasolujen tuotantoa EPO:n avulla verenkiertoon siirtyy enemmän

hemoglobiinia ja näin ollen hapenkuljetus tehostuu. (Silverthorn ym. 2007, 542–543; Guyton & Hall 2011, 413–414.)

Erytrosyyttien viitearvot aikuisilla naisilla ovat 3,90–5,20 E12/l ja miehillä 4,25–5,70 E12/l. Perusveren kuvan avulla voidaan selvittää myös mm. punasolujen hemoglobiinin massa (MCH), punasolujen keskitilavuus (MCV) ja niiden koon vaihtelu (RDW). Näille on asetettu seuraavanlaiset viitearvot: MCV 82–98 fl (femtolitraa), RDW:n naisten yläraja 15 % ja miesten 14 %, MCH 27–33 pg (pikogramma)/solu. (Huslab-liikelaitos 2015.)

Hemoglobiini eli verenpuna on rautapitoinen happea sitova proteiini. Punasoluilla on kyky sitoa hemoglobiinia solun nesteeseen jopa noin 34 grammaa kutakin 100 ml kohti. Pitoisuus ei nouse tämän arvon yli, sillä tämä on metabolinen raja solun hemoglobiinia muodostavalle mekanismille. Tavallisilla ihmisillä hemoglobiinin prosenttiosuus (noin 95 % punasolujen proteiineista) on lähes aina lähellä maksimia jokaisessa solussa. Hemoglobiini vastaa hapenkuljetuksesta keuhkoista muualle elimistöön. Rauta on tärkeässä roolissa hemoglobiinin muodostumisessa ja sen puutos voi johtaa alhaisempaan hemoglobiinipitoisuuteen ja näin ollen heikentää hapenkuljetuskykyä. Anemialla tarkoitetaan muun muassa hemoglobiinin puutosta veressä. (Silverthorn ym. 2007, 543–544; Guyton & Hall 2011, 413–420.) Hemoglobiinin viitearvot aikuisilla naisilla ovat 117–155 g/l ja miehillä 134–167 g/l (Huslab-liikelaitos 2015).

5.2 Valkosolut

Valkosolut eli leukosyytit ovat elimistömme liikkuva puolustusjärjestelmä. Valkosolut muodostuvat osittain luuytimessä ja osittain imusolmukkeiden kudoksissa. Näistä ne kuljettetaan veren mukana kehon osiin, missä niitä tarvitaan. Saavuttuaan infektion tai tulehduksen luokse, ne nopeasti ja voimakkaasti puolustautuvat taudinaiheuttajia vastaan. Eri valkosolutyypeillä on omat erikoistehtävänsä elimistön puolustusjärjestelmässä, mutta ne ovat kaikki välttämättömiä täysimääräisen immuunivasteen aikaansaamiseksi. (Guyton & Hall 2011, 423–423.)

Valkosolut jakautuvat viiteen tyyppiin: neutrofiilit, eosinofiilit, basofiilit, monosyytit, ja lymfosyytit. Monosyytit, jotka poistuvat verenkierrosta kudoksiin, kehittyvät tämän jälkeen makrofageiksi. Kudosten basofiileja kutsutaan syöttösoluiksi. Neutrofiileja, monosyyttejä ja makrofageja kutsutaan fagosyyteiksi eli syöjäsoluiksi, koska ne sulkevat sisäänsä ja tuhoavat bakteereita ja muita vieraita kiinteitä osasia sekä elimistön omien solujen tuhoutuvia osasia. Lymfosyyttejä kutsutaan immunosyyteiksi eli imusoluiksi, koska ne toimivat yhteydessä immuunijärjestelmän kanssa ollen vastuussa elimistön akuuteista reaktioista haitallisia antigeenejä vastaan. Basofiilit, eosinofiilit ja neutrofiilit ovat granulosyyttejä ja myös ne suojelevat kehoa tuhoamalla hyökkääviä organismeja. (Silverthorn ym. 2007, 538–539.)

Granulosyyttejä ja monosyyttejä muodostetaan vain luuytimessä ja säilytetään siellä, kunnes niitä tarvitaan verenkierrossa. Lymfosyytit muodostetaan pääosin imusolmukkeissa, pernasassa, kateenkorvassa ja nielurisoissa. Lymfosyytit ovat enimmäkseen varastoitu eri imukudoksiin, lukuun ottamatta pientä väliaikaisesti veressä kuljetettavaa määrää. Lymfosyytit jaetaan tehtävien mukaan B- ja T-lymfosyytteihin. (Guyton & Hall 2011. 425–430.) Perusveren kuvassa leukosyyttien eri tyypit on ilmaistu prosentuaalisina ja absoluuttisina arvoina. Leukosyyttien absoluuttiset viitearvot aikuisilla ovat 3,4–8,2 E9/l, neutrofiilien 1,5–6,7 E/l, lymfosyyttien 1,3–3,6 E9/l, monosyyttien 0,2–0,8 E9/l, eosinofiilien 0,03–0,44 E9/l ja basofiilien 0,00–0,1 E9/l. (Huslab-liikelaitos 2015.)

5.3 Liikunnan vaikutuksia verisoluihin

Akuutisti pitempään jatkuneen suorituksen aikana plasman volyyymi laskee noin 10–15 %, merkittävämmiin heti suorituksen alussa. Riippuen suorituksen intensiteetistä tai ympäristön olosuhteista, plasman tilavuus voi laskea entisestään ja sen vähenemisen on ajateltu heikentävän suoritusta etenkin pitkäkestoisissa suorituksissa. (Kenney ym. 2012, 193–194.)

Verisuonistossa esiintyvien paineiden muutosten seurauksena veren nesteiden kulkeutuessa soluvälitilaan, koko veren ja plasman viskositeetti kasvavat, hematokriitti nousee sekä sa-

malla punasolujen muoto voi vaihdella ja ne mahdollisesti kasaantuvat keskenään (El-Sayed 1998). Kun plasman tilavuus laskee, ilmenee hemokonsentraatiota eli ns. veren väkevöitymistä. Kun veren nestemäinen osuus vähenee, solujen ja proteiinien osuus veren kokonaistilavuudesta kasvaa. Tämän veren väkevöitymisen seurauksena punasolujen konsentraatio kasvaa 20–25 prosentilla. Näin ollen hemoglobiinin osuus punasoluissa suurenee ja niiden hapenkuljetus kapasiteetti nousee, mistä on erityisesti hyötyä harjoiteltaessa ja kilpailtaessa korkeissa olosuhteissa. Kuitenkaan punasolujen kokonaisluku tai tilavuus ei muutu merkittävästi. Edellä mainitut ilmiöt ovat akuutteja vasteita fyysiselle suoritukselle. (Kenney ym. 2012, 194.)

El-Sayed (1998) toteaa, että poikkileikkaus- ja pitkittäistutkimusten perusteella on osoitettu kestävyysurheilijoiden veren olevan enemmän laimeampaa johtuen harjoittelun seurauksena ilmenevästä plasman tilavuuden laajenemisesta. On ajateltu, että tämä kestävyysharjoittelusta seurauksena oleva veren laimenemis-efekti voisi olla hyödyllinen hapenkuljettamisessa työskenteleville lihaksille, johtuen verenvirtauksen resistanssin heikentymisestä. Voimaharjoittelun vaikutuksia verenvirtaamiseen ei ole tiedossa. (El-Sayed 1998.) Aikaisemmin puhuttiin myös hyvin usein ns. urheilijan anemiasta, jolloin todettiin urheilijoilla olevan alempi hemoglobiini konsentraatio kuin muulla väestöllä. Termi on kuitenkin harhaanjohtava ja se tarkoittaakin todellisuudessa juuri edellä mainittua plasman tilavuuden laajenemista, joka ikään kuin laimentaa punasoluja. Niin kuin normaaliväestöllä, urheilijoilla voi kuitenkin myös esiintyä anemiaa johtuen riittämättömästä raudan saannista. (Eichner 1992.) Schumacherin ym. (2002) mukaan on osoitettu, että urheilijoilla on alemmat rauta-, etenkin ferriiniarvot, johtuen mm. korkeammasta raudan aineenvaihdunnasta ja rautaa sisältävien proteiinien synteesistä sekä hikoilusta.

Schumacherin ym. (2002) tutkimuksessa havaittiin, että pelkästään fyysisellä aktiivisuudella ei ole merkitsevää vaikutusta tutkimuksessa tarkasteltaviin verimuuttujiin vertailtaessa urheilijoita ja harjoittelemattomia miehiä. Sen sijaan sillä, minkä tyyppistä harjoittelua on esim. kestävyysurjoittelu, on todettu olevan merkitystä. Tutkittavia muuttujia olivat mm. hemoglobiini, hematokriitti, punasolujen kokonaisosuus, haptoglobiini, rauta sekä ferriini. Koe-

henkilöt jaettiin ryhmiin sen mukaan millä tasolla urheilivat (vapaa-aika - kansainvälinen taso) tai eivät urheilleet lainkaan. Urheilijat jaettiin vielä lajin mukaan kestävyys, voima ja sekaryhmään (esim. jalkapallo, koripallo, tennis), ja vielä kestävyysurheilijat pyöräilijöihin ja juoksijoihin. Tarkasteltaessa hemoglobiinia ja hematokriittia urheilijoiden ja ei-treenaavien arvoissa ei ollut eroja. Kestävyysurheilijoilla havaittiin alemmat hemoglobiinin, hematokriitin ja punasolujen kokonaismäärän arvot kuin voima- ja sekaryhmillä, jonka tässäkin tutkimuksessa todettiin johtuvan harjoittelun seurauksena aiheutuvasta plasman tilavuuden laajenemisesta ja juoksijoiden keskuudessa ilmenevästä hemolyyysistä. Sekaryhmillä havaittiin puolestaan olevan alemmat arvot kuin voimaryhmillä. (Schumacher ym. 2002.)

Korkeaintensiteettinen harjoittelu aiheuttaa muutoksia verenkierrossa ja immuunijärjestelmän solujen eli leukosyyttien toiminnassa. Samanlaisia muutoksia on havaittu olevan raskaan liikunnan jälkeen ja tartuntatautien aikana. Tällöin mm. leukosyytit aktivoituvat, tulehdusvälittäjäaineita kuten sytokiinia vapautuu ja aiheutuu kudosaaurioita. Liikunnan on todettu lisäävän myös lymfosyytteihin kuuluvia luonnollisia tappaja T-soluja. (Natalen ym. 2003.)

Natalen ym. (2003) tutkimuksessa tarkasteltiin kolmen erityyppisen harjoituksen vaikutuksia leukosyyttien määrään. Tutkimukseen osallistui hyväkuntoisia miehiä, jotka suorittivat lyhytkestoisen korkeaintensiteettisen harjoituksen, submaksimaalisen pitkäkestoisen harjoituksen ja kuntopiirityyppisen voimaharjoituksen. Verinäytteet otettiin suorituksen aikana ja viiden minuutin sekä 1–5 tunnin jälkeen suorituksen päätyttyä. Tulosten perustella havaittiin, että kaikilla suorituksilla oli vaikutusta leukosyytteihin. Etenkin neutrofiilien ja monosyyttien kokonaismäärä kasvoi akuutisti suorituksen jälkeen. Kaikki kolme harjoitusta saivat aikaan merkittävän kasvun T-lymfosyyttien määrässä välittömästi harjoituksen jälkeen. Kuitenkin jo kolmen tunnin jälkeen pitkäkestoisesta harjoituksesta niiden pitoisuus oli palautunut normaalille tasolle ja korkeaintensiteettisen harjoituksen jälkeen pitoisuus oli jo lähes normaalitasossa. Pitkäkestoisella ja korkeaintensiteettisellä harjoituksella havaittiin olevan vaikutusta T-auttajasoluihin ja kaikilla kolmella harjoituksella vaikutusta T-tappajasoluihin. Vaikutuksia havaittiin myös luonnollisiin tappaja T-soluihin niiden määrän kasvaessa heti

harjoituksen jälkeen. Voidaan siis todeta, että harjoittelulla on etenkin akuutisti vaikutusta valkosolujen eri tyyppien määriin, mutta suurin osa niistä palaa normaalille tasolle kolmen tunnin kuluessa. Etenkin pitkäkestoisella submaksimaalisella harjoituksella havaittiin olevan suurimmat ja helpoiten havaittavissa olevat vaikutukset immuunijärjestelmään. Toisaalta voimaharjoittelu sen sijaan aiheutti eniten kreatiinikinaasin vapautumista ja lihasarkuutta. Immuunivasteiden laajuus ja kesto riippuvat odotetusti suorituksen intensiteetistä ja kestosta. (Natale ym. 2003.)

Akuutteja vaikutuksia immuunijärjestelmään on tutkittu laajalti, mutta harvemmin on selvitetty pidempään jatkuneen toistuvan harjoittelun vaikutuksia. Malmin ym. (2004) tutkimuksessa selvitettiin viiden päivän intensiivisen jalkapalloharjoitusleirin vaikutuksia veren leukosyytteihin. Verinäytteet otettiin ennen ja jälkeen leirin ja niiden perusteella havaittiin, että viiden päivän intensiivisellä harjoittelulla oli merkitsevä vaikutus T- ja B-soluihin, granulosityyhteihin ja monosyytteihin. T-auttajasolujen, T-tappajasolujen ja B-solujen lukumäärä laski merkitsevästi harjoittelun jälkeen, kun taas granulosityyttien ja monosyyttien määrät nousivat. Luonnollisissa T-tappajasoluissa ei havaittu merkitsevää eroa. Muutokset valkosolujen määrissä ovat yleisesti seurausta pelaajien kehon kyvystä aktivoida immuunijärjestelmää ja vastustaa infektioita. Harjoituksesta aiheutuvat immunologiset muutokset verinäytteiden perusteella olivat kuitenkin hyvin yksilöllisiä pelaajien välillä. Lisäksi vastoin kyseisen tutkimuksen tuloksia, aikaisemmissa tutkimuksissa kyseisten pitoisuuksien on yleisesti todettu nousevan akuutin harjoituksen seurauksena. Mielenkiintoista olikin, että viiden päivän intensiivisen harjoitusjakson jälkeen ylähengitysteiden infektioista kärsivien pelaajien määrä joukkueessa nousi kahdesta kahteentoista, pelaajia ollen yhteensä 18. T- ja B-solujen määrän lasku veressä nähtiin olevan yksi infektioiden määrän nousun syistä. (Malm ym. 2004.)

6 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESEIT

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää mahdollisia muutoksia kansallisen tason miesjalkapallojoukkueen pelaajien perusveren kuvan arvoissa kilpailukauden aikana. Lisäksi tutkittiin onko Kyäni Sunrise -lisäravinteen nauttimisella vaikutuksia valikoituihin verenmuuttujiin ja onko pelaajien ravitseminen optimaalinen muun muassa raudan saannin suhteen.

Ongelma 1. Havaitaanko perusveren kuvan arvoissa muutoksia kilpailukauden aikana?

Hypoteesi 1. Perusveren kuvan arvoissa havaitaan muutoksia kilpailukauden aikana.

Perustelu 1. Heisterbergin ym. (2013) tutkimuksessa kilpailukauden aikana todettiin olevan eroja hemoglobiinin, hematokriitin ja leukosyyttien, esim. lymfosyyttien ja monosyyttien, arvoissa miesammattilaispelaajilla. Meyer & Meister (2011) havaitsivat miespuolisten ammattipelaajien hematokriitti- ja hemoglobiiniarvojen laskevan merkittävästi kilpailukauden aikana. Hemoglobiini- ja hematokriittiarvojen sekä punasolujen keskitilavuuden (MCV) havaittiin olevan korkeammat kauden alussa ja laskevan kauden aikana Malcovatin ym. (2003) tutkimuksessa. Samanlaisia tuloksia saivat myös Ostojic & Ahmetovic (2009) tutkimuksessaan, jossa miesjalkapalloilijoiden hematokriittiarvot olivat merkittävästi korkeampia kilpailukauden alussa verrattuna puoliväliin ja kauden päättymiseen.

Ongelma 2. Onko Kyäni Sunrise -ravintolisän nauttimisella vaikutuksia kahden pelaajan verisoluihin?

Hypoteesi 2. Ravintolisän käytöllä ei ole vaikutusta verisoluihin.

Perustelu 2. Vitamiinilisän vaikutuksia verisoluihin ei ole juurikaan tutkittu, mutta Senturkin ym. (2005) tutkimuksessa kahden kuukauden ravintolisän käytöllä, joka koostui A-, C- ja E-vitamiineista havaittiin olevan merkittävä vaikutus punasolujen kokonaismäärään ja hematokriittiin, mutta ei hemoglobiinin massaun. Aguilón ym. (2004) tutkimuksessa sen sijaan kolmen kuukauden E- ja C-vitamiinia sekä beetakaroteenia sisältävän ravintolisän käytöllä ei havaittu olevan vaikutusta kestävyystaustaisten miesten erytrosyytti-, hematokriitti- ja hemoglobiiniarvoihin.

Ongelma 3. Onko pelaajien makroravintoaineiden sekä valikoitujen mikroravintoaineiden saannissa puutteita?

Hypoteesi 3. Pelaajien hiilihydraattien saanti riittävän energiansaannin kannalta ei ole optimaalinen, sen sijaan raudansaanti on todennäköisesti suositusten mukainen.

Perustelu 3. Kansainvälisissä tutkimuksissa, joissa on tarkasteltu jalkapallopelaajien ravinnonsaantia ja ruokailutottumuksia, on havaittu, että pelaajien kokonaisenergiansaannissa ja etenkin hiilihydraattien riittävässä saannissa on puutteita verrattuna suositukseen (Jacobs ym. 1982; Maughan 1997; Leblanc ym. 2002; Iglesias-Gutlérrez ym. 2005; Ruiz ym. 2005). Vaikka usein jalkapalloilijoidenkin keskuudessa puhutaan ns. urheilijan anemiasta eli raudan puutteesta, pelaajien raudan saanti ruokavaliosta on kansainvälisten tutkimusten perusteella suositusten mukainen tai yli suositusten (Rigo-Sanz ym. 1998; Iglesias-Gutlérrez ym. 2005). Mikäli pelaajien hemoglobiiniarvot ovat tässä tutkimuksessa alhaisia, voidaan ilmiön syytä etsiä mahdollisesti riittämättömästä raudan saannista ruokavaliosta tai kilpailukauden vaikutuksista.

7 TUTKIMUSMENETELMÄT

7.1 Koehenkilöt

Tutkimuksen koehenkilöt olivat jyvaskyläläisiä miespuolisia jalkapalloilijoita (n=22) keski-ikältään $24,9 \pm 5,64$ -vuotiaita. Pääasiallisesti ryhmä muodostui Jyväskylän Jalkapalloklubin (JJK) edustusjoukkueen pelaajista, jotka kaudella 2013 pelasivat Suomen pääsarjatasolla Veikkausliigassa sijoittuen sarjassa viimeiseksi.

7.2 Koeasetelma

Tutkimus tehtiin touko-syyskuussa 2013, ja se koostui kolmesta testikerrasta alku- väli- ja lopputesteistä. Alkutestit tehtiin ennen ravintolisän käytön aloittamista, välitestit noin puolivälissä tutkimusjaksoa ja lopputestit välittömästi Kyäni Sunrise -ravintolisän käytön päätyttyä. Ravintolisän käytön aikana koehenkilöiden fyysistä suoritusta ei määritelty, vaan he harjoittelivat ja pelasivat normaalisti joukkueen harjoitusohjelman mukaisesti. Fyysisen suorituskyvyn testejä ei tutkimuksen yhteydessä suoritettu. Tutkimuksen koeasetelma on esitetty kuviossa 1.



KUVIO 1. Tutkimuksen koeasetelma.

Alkutesteissä mitattiin koehenkilöiltä laskimoverinäytteet ja lisäksi määritettiin koehenkilöiden antropometriset muuttujat punnitsemalla paino ja ihopoimiumittauksilla rasvaprosentti. Ihopoimiumittaus toteutettiin neljän pisteen menetelmällä mittauspaiikkojen ollen: olka-

varren ojentaja, hauislihas, lavanalusihopoimu ja suoliluun harjanteen poimu. Ihopoimujen summan avulla arvioitiin rasvan osuutta kehon massasta hyödyntämällä Durnin ja Rahamanin (1967) laatimien yhtälöiden perusteella tehtyä yli 16-vuotiaille urheilija miehille tarkoitettua taulukkoa. Kyseinen taulukko löytyy Kuntotestauksen käsikirja -teoksesta (2007, 265). Kesäkuussa alkutestien jälkeen koehenkilöille jaettiin ravintolisävalmisteet ja ohjeet niiden nauttimista varten. Ravintolisiä oli tarkoitus käyttää koko tutkimusjakson ajan eli noin kolme kuukautta.

Välittömästi alkutestien jälkeen ennen tutkimusjakson alkua koehenkilöt pitivät kolmen vuorokauden ajan ruokapäiväkirjaa (kaksi arkipäivää ja yksi viikonlopun päivä), johon kirjattiin kaikki nautitut ruoat ja juomat sekä mahdolliset ravintolisät määrineen. Ruokapäiväkirjat analysoitiin Nutri-Flow-ohjelmaa (Nutri-Flow Oy, Oulu) hyväksikäyttäen tarkastellen muun muassa koehenkilöiden energiansaantia. Koehenkilöille annettiin ruokatottumuksista palautetta ja mahdollisesti parannusehdotuksia sekä suullisesti että kirjallisesti perustuen ravintolaskentaohjelman suosituksiin.

Nautitut ravintolisät olivat Kyäni ravintolisävalmistajan tuotteita (Kyäni Inc., Yhdysvallat). Kyäni NitroFXTM on nestemäinen valmiste, joka koostuu pääosin noni -kasvi uutteesta, jonka on todettu sisältävän runsaasti nitraatteja ja nitriittejä, jotka toimivat esiasteina typpioksidille. Näin ollen on ajateltu, että ravintolisää käyttämällä tehostetaan typpioksidin tuotantoa elimistössä. (Francomano ym. 2013.) Koehenkilöitä ohjeistettiin käyttämään valmistetta kolme kertaa päivässä: aamulla, päivällä ja illalla yhden pipetillisen (1 ml) verran. Lisäksi pelien yhteydessä nautittiin ennen ja jälkeen pelin yksi pipetillinen.

Toinen käytetyistä ravintolisistä oli myös nestemäinen, Kyäni SunriseTM valmiste sisältäen pääosin Alaskan luonnonvaraisia mustikoita ja lisäksi muita marjoja ja kasviuutteita kuten granaattomenaa, aloe veraa, goji-marjoja ja karpaloa. Valmiste sisältää runsaasti vitamiineja ja kivennäisaineita tehostaen näin pääosin elimistön vastustuskykyä. (Qutab ym. 2013.) Valmiste oli annosteltu pusseihin, joten koehenkilöitä ohjeistettiin nauttimaan sitä päivittäin aamuisin (annos=30 ml).

7.3 Aineiston keräys

Aineistot kerättiin Jyväskylän Yliopiston Liikuntabiologian laitoksen laboratoriollla, jossa alku- väli ja loppumittaukset suoritettiin lähes identtisinä. Käsivarren laskimosta otettiin verta perusverenkuvaa varten. Verinäytteestä analysoitiin koko verestä yleisesti leukosyyttien (valkosolujen) kokonaismäärä, ja lisäksi valkosolutyyppeiden prosentuaaliset ja absoluuttiset määrät eli neutrofiilit, lymfosyytit (imusolut), eosinofiilit, basofiilit sekä monosyytit. Leukosyyttien lisäksi analysoitiin erytrosyytit (punasolut), niiden hemoglobiinin massa (MCH), punasolujen keskitilavuus (MCV) ja niiden koon vaihtelu (RDW), sekä lisäksi yleisesti hemoglobiini, hematokriitti ja verihiutaleet eli trombositit. Verinäytteet otti Liikuntabiologian laitoksen laboratorionhoitaja, joka myös vastasi niiden jatkokäsittelystä laitoksella. Mittausten jälkeen näytteet toimitettiin lähes välittömästi Jyväskylän keskussairaalaan analysoitaviksi.

Verinäytteiden lisäksi mitattiin alkutesteissä koehenkilöiden paino ja rasvaprosentti ihopainumittauksella. Alkutestien jälkeen ennen lisäravinteiden nauttimisen aloittamista, koehenkilöt täyttivät ruokapäiväkirjaa kolmen päivän ajalta heille jaettuihin lomakkeisiin.

7.4 Aineiston analysointi

Laskimoverinäytteet. Näytteitä säilytettiin Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laboratoriollla muutaman päivän ajan ennen niiden toimittamista analysoitavaksi. Verinäytteet analysoitiin Jyväskylän keskussairaalan laboratoriossa Siemensin Advia 2120i-laitteella.

Ruokapäiväkirja-analyysit. Koehenkilöiden täyttämät ruokapäiväkirjat analysoitiin Internetistä löytyvän Nutri-Flow–ravintolaskentaohjelman (Nutri-Flow Oy, Oulu) avulla. Ohjelmaan kirjattiin mahdollisimman tarkasti grammoina ja litroina tai arvioituina mittoina, esimerkiksi lautasellisena, kaikki koehenkilön ruokapäiväkirjaan merkitsemät ruuat, juomat ja mahdolliset lisäravinteet määrineen. Määrien lisäksi merkittiin, mihin kellon aikaan mitäkin

oli syöty. Ruokapäiväkirjat kerättiin kolmen päivän ajalta niin, että analysoitavaa tuli kahdelta arkipäivältä ja yhdeltä viikonloppupäivältä. Näin saatiin selville koehenkilöiden normaalielämän eri ravintoaineiden saantimäärät. Nutri-Flow analysoi kolmen päivän ruokailut, jonka perusteella se arvio yleisesti ruokavaliota esimerkiksi kasvisten määrän, energian ja rasvojen laadun suhteen sekä ateriarytmin toimivuutta. Yleistietojen lisäksi ohjelma analysoi ruokavalion ravintoarvoja makro- ja mikroravintoaineiden saantimäärinä. Ohjelma ilmoittaa absoluuttiset tulokset taulukoina ja pylväskuvaajina. Annettujen esitietojen perusteella NutriFlow laskee ravintoaineiden saantisuosituksen henkilön sukupuolen, iän, pituuden, painon sekä liikunta-aktiivisuuden perusteella, ja näin ollen vertaa tuloksia olemassa oleviin suosituksiin. Liikunta-aktiivisuudeksi määritettiin kaikille pelaajilla 2,0, eli kova, asteikon ollessa 1,4 (hyvin kevyt)–2,2 (erittäin kova). Tulosten lisäksi ohjelma antaa mahdollisia suositus- ja parannusehdotuksia, jotta ruokavalio täyttäisi entistä paremmin voimassa olevat ravintosuositukset. Nutri-Flow antamien tietojen pohjalta laskettiin lisäksi pelaajien makroravintoaineiden absoluuttiset painokiloa kohden lasketut arvot ja niiden prosentuaaliset osuudet kokonaisenergiasta.

7.5 Tilastolliset menetelmät

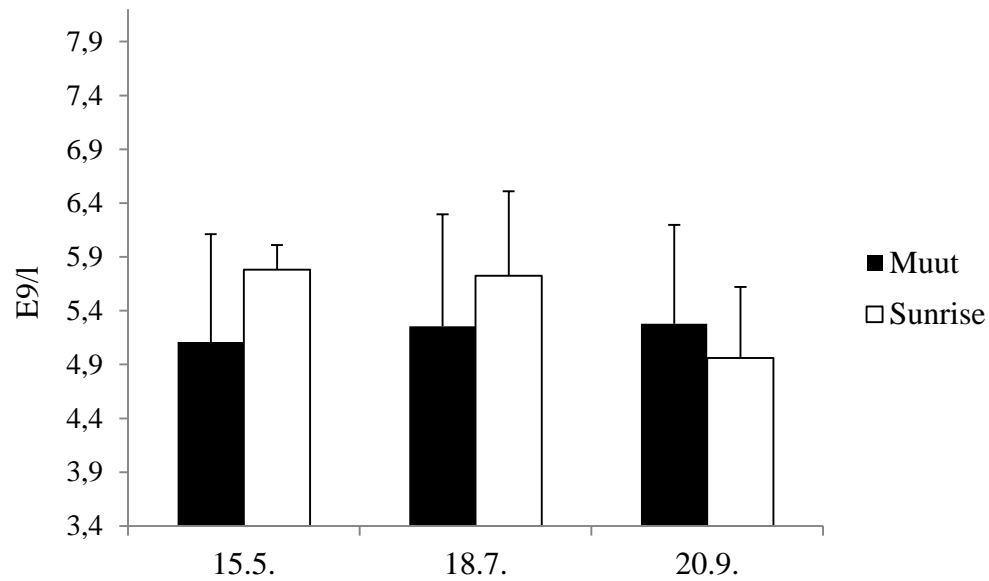
Kaikki muuttujat analysoitiin tilastollisesti käyttämällä Excel 2010 ohjelmaa (Microsoft Corp. Redmond, USA) ja SPSS 18.0 ohjelmaa (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Analysoitavista muuttujista laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat. SPSS-ohjelmalla testattiin muuttujien normaalius ($p > 0.05$), jonka perusteella tehtiin joko parittaisten otosten t-testi tai epäparametriset testit. Parittaisen t-testin avulla tarkasteltiin, onko eri mittauskertojen tuloksissa merkitseviä eroja. Tulos oli tilastollisesti merkitsevä, kun $p < 0.05$, jolloin tuloksen perään on merkitty *-merkki. Riippumattomien otosten t-testillä verrattiin ravintolisää käyttäneiden ja muiden pelaajien veriarvoja keskenään ja tarkasteltiin löytyikö tilastollisesti merkitseviä eroja.

8 TULOKSET

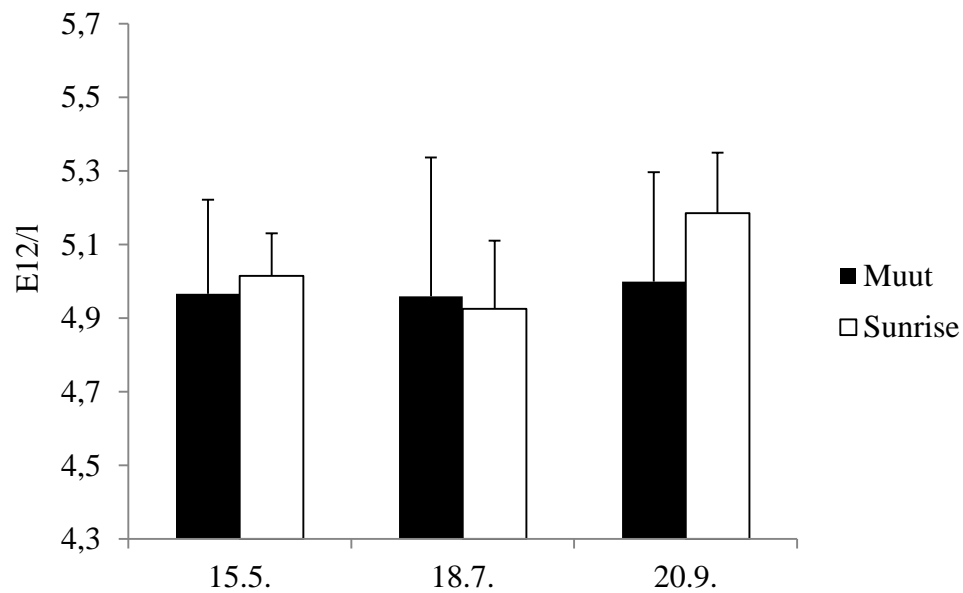
8.1 Perusverenkuva

Perusverenkuvan muuttujien absoluuttisten arvojen muutoksia tutkimuksen aikana jokaisella kolmella mittauskerralla on esitetty kuvissa 2–14. Mitta-asteet on kunkin verimuuttujan kohdalla asetettu kyseisen muuttujan viitearvoihin, lukuun ottamatta eosinofiilejä (viitearvo 0,05–0,44) Palkkien nimellä ”Muut” tarkoitetaan pelaajia, jotka eivät käyttäneet ravintolisää (n=20) ja ”Sunrise” tarkoittaa vitamiinilisää käyttäneitä pelaajia (n=2). Verrattaessa ravintolisää käyttäneiden ja muiden pelaajien veriarvoja ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja. Poissaolojen takia arvoja ei saatu kaikilta pelaajilta jokaiselta mittauskerralta.

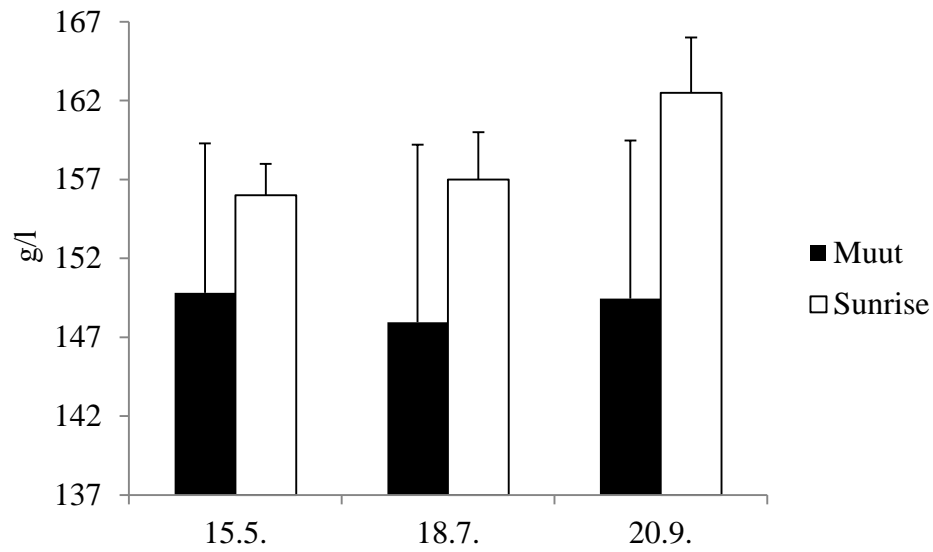
Muiden pelaajien punasolujen keskitilavuudessa (MVC) (Kuva 5) havaittiin erittäin merkitsevä ero ($p < 0.001$) eri testikertojen välillä aikaisemmalla mittauskerralla ollen suuremmat arvot kuin myöhempinä mittauskertoina. Muiden pelaajien punasolujen koon vaihtelussa (RDW) (Kuva 7) havaittiin tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0.001$), hyvin merkitsevä ($p < 0.01$) ja merkitsevä ($p < 0.05$) ero eri mittauskertojen välillä. Muiden pelaajien trombosyyteissä eli verihiutaleissa (Kuva 9) havaittiin erittäin merkitsevä ($p < 0.001$) ero alkumittausten ja välimittausten välillä. Neutrofiilien arvoissa (Kuva 10) havaittiin muilla pelaajilla merkitsevä ero väli- ja loppumittausten välisenä aikana ($p < 0.05$) ja lisäksi lymfosyyttien (Kuva 11) ja basofiilien (Kuva 14) arvoissa todettiin hyvin merkitsevä ero välimittausten ja loppumittausten välillä.



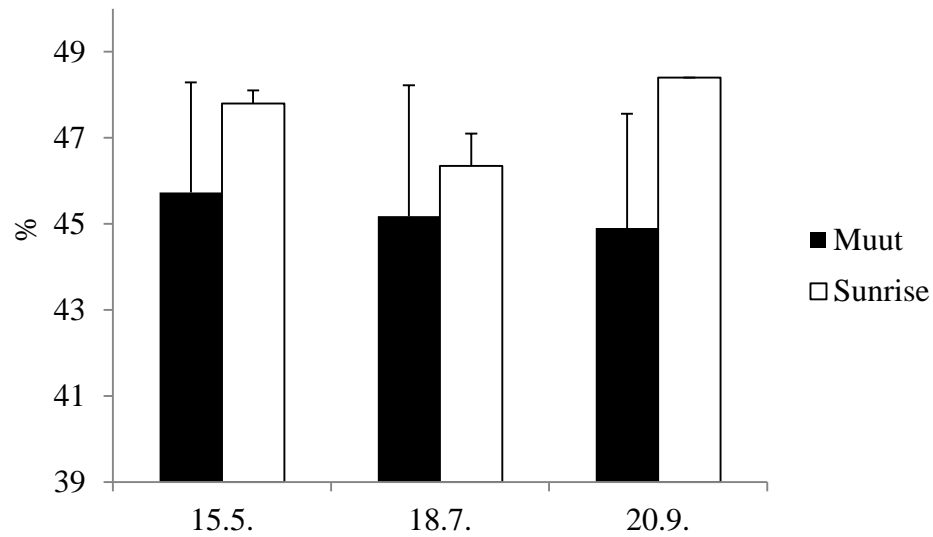
KUVA 2. Pelaajien leukosyyttien eli valkosolujen arvot alku- (15.5.), väli- (18.7.) ja loppumittauksissa (20.9.) Sunrise - ravintolisää käyttäneillä ja muilla (ka ± sd).



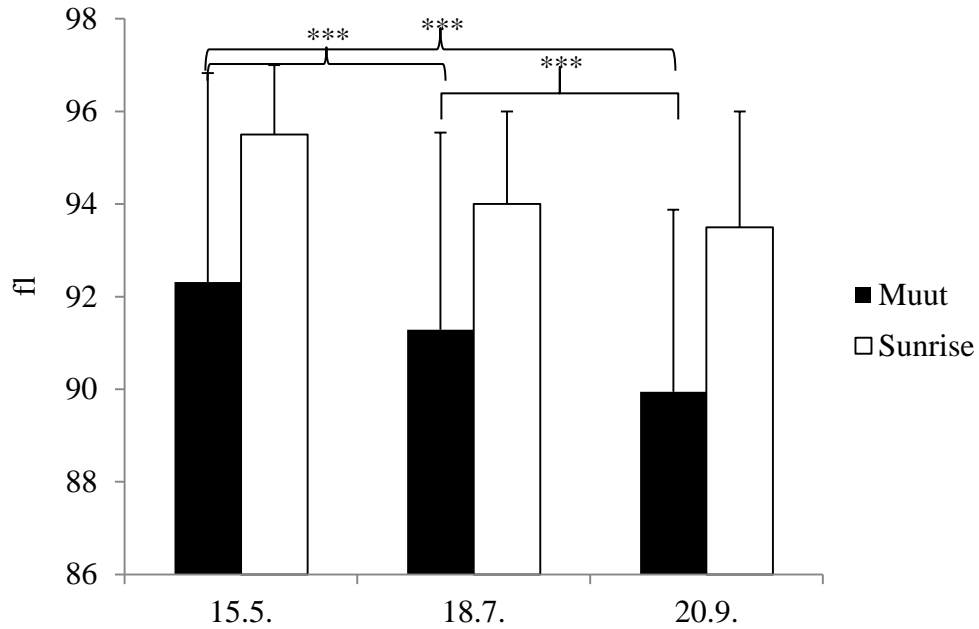
KUVA 3. Pelaajien erytrosyyttien eli punasolujen arvot alku- (15.5.), väli- (18.7.) ja loppumittauksissa (20.9.) Sunrise - ravintolisää käyttäneillä ja muilla (ka ± sd).



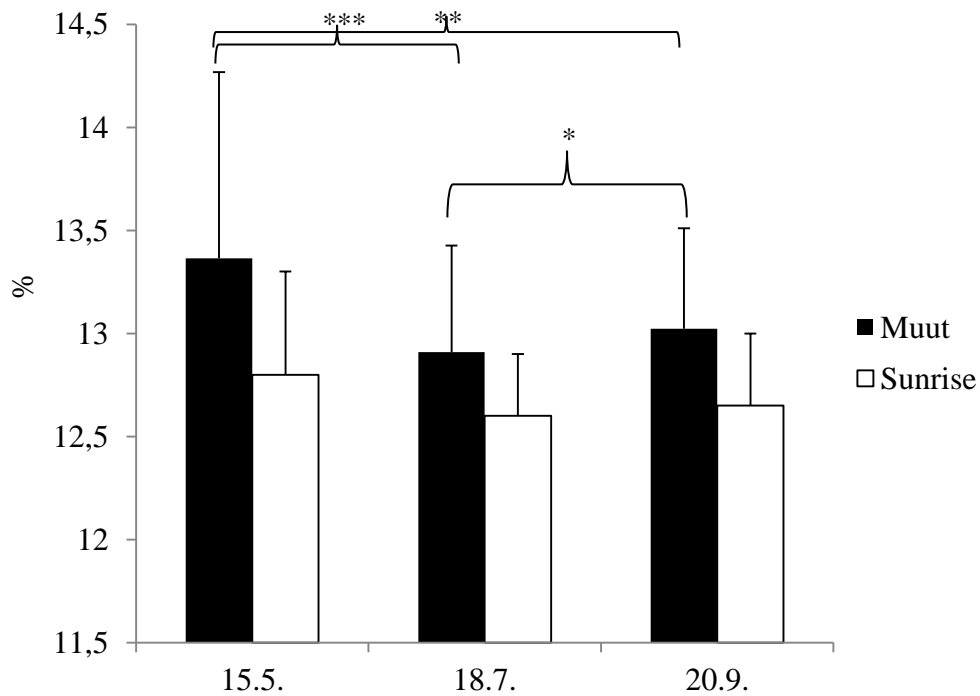
KUVA 4. Pelaajien hemoglobiiniarvot alku- (15.5.), väli- (18.7.) ja loppumittauksissa (20.9.) Sunrise - ravintolisää käyttäneillä ja muilla (ka ± sd).



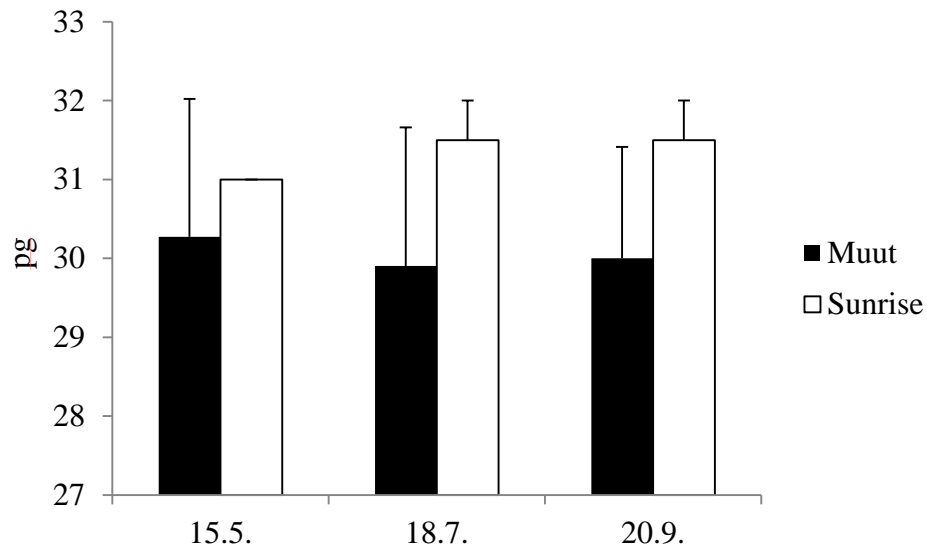
KUVA 5. Pelaajien hematokriittiarvot alku- (15.5.), väli- (18.7.) ja loppumittauksissa (20.9.) Sunrise - ravintolisää käyttäneillä ja muilla (ka ± sd).



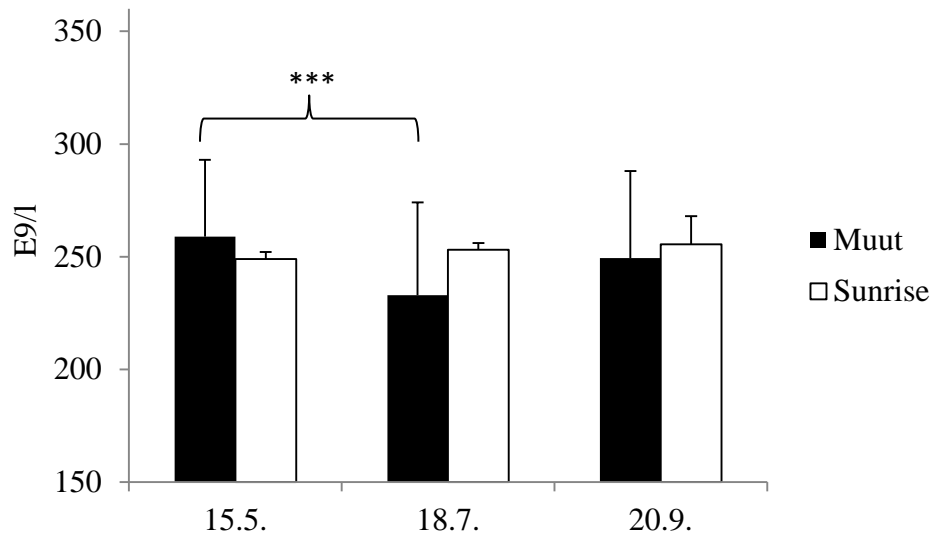
KUVA 6. Pelaajien punasolujen keskitilavuus (MVC) alku- (15.5.), väli- (18.7.) ja loppumittauksissa (20.9.) (ka ± sd). *** p<0.001 mittausajankohtien välillä.



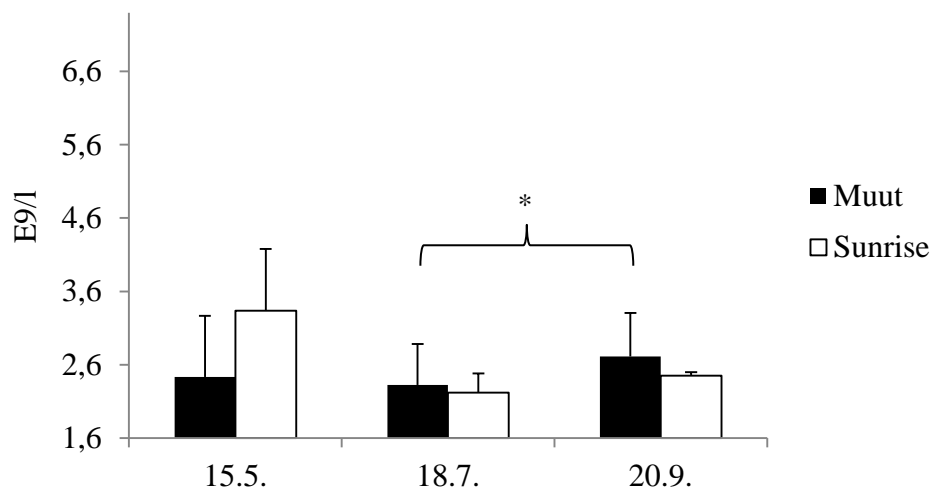
KUVA 7. Punasolujen koon vaihtelu (RDW) alku- (15.5.), väli- (18.7.) ja loppumittauksissa (20.9.) (ka ± sd). * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001 mittausajankohtien välillä.



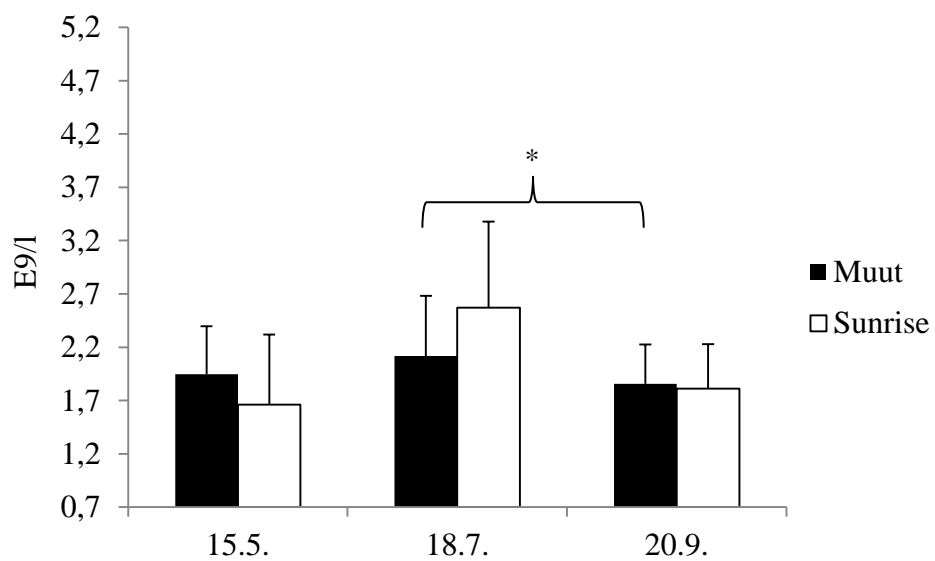
KUVA 8. Pelaajien hemoglobiinin massa (MCH) alku- (15.5.), väli- (18.7.) ja loppumittauksissa (20.9.) (ka ± sd).



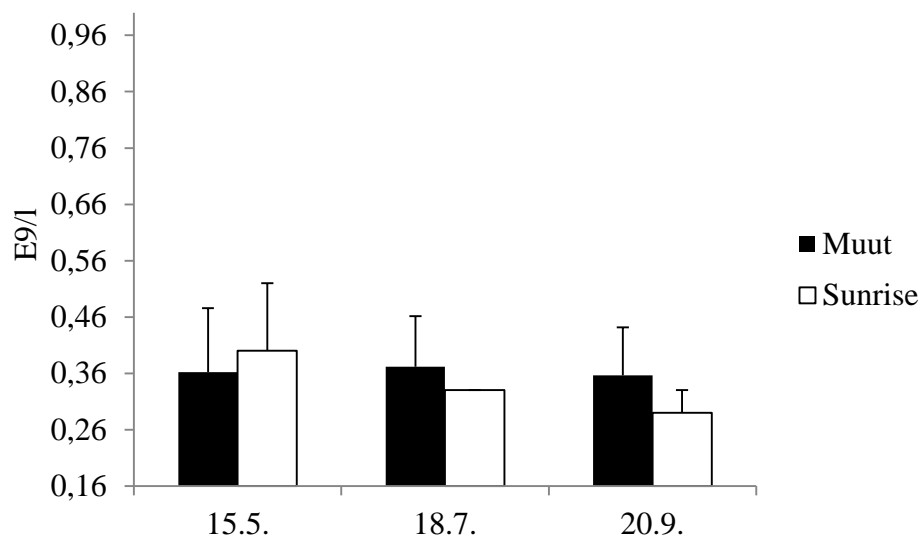
KUVA 9. Pelaajien trombosyyttien eli verihiutaleiden arvot alku- (15.5.), väli- (18.7.) ja loppumittauksissa (20.9.) (ka ± sd). *** p<0.001 mittausajankohtien välillä.



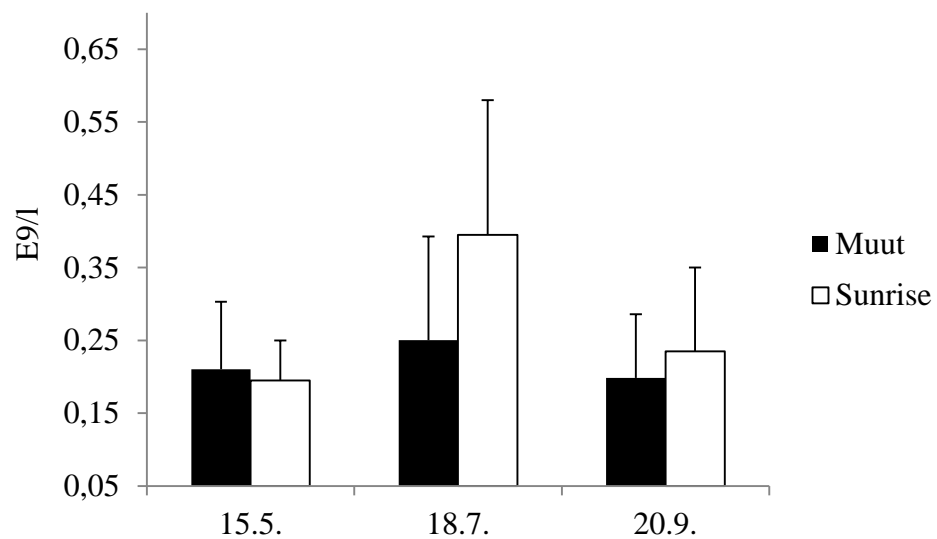
KUVA 10. Pelaajien neutrofiilien arvot alku- (15.5.), väli- (18.7.) ja loppumittauksissa (20.9.) (ka ± sd). * $p < 0.05$ mittausajankohtien välillä.



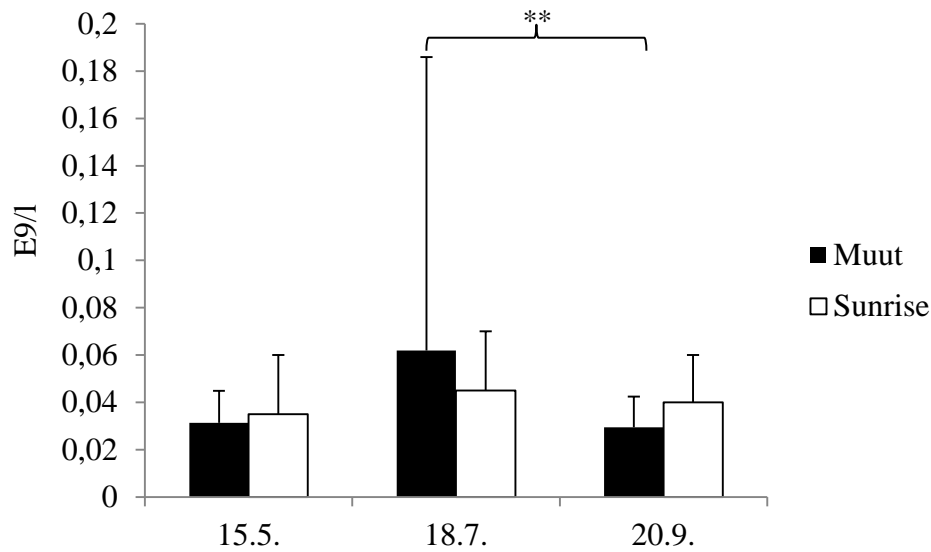
KUVA 11. Pelaajien lymfosyyttien arvot alku- (15.5.), väli- (18.7.) ja loppumittauksissa (20.9.) (ka ± sd). * $p < 0.05$ mittausajankohtien välillä.



KUVA 12. Pelaajien monosyyttien arvot alku- (15.5.), väli- (18.7.) ja loppumittauksissa (20.9.) (ka \pm sd).

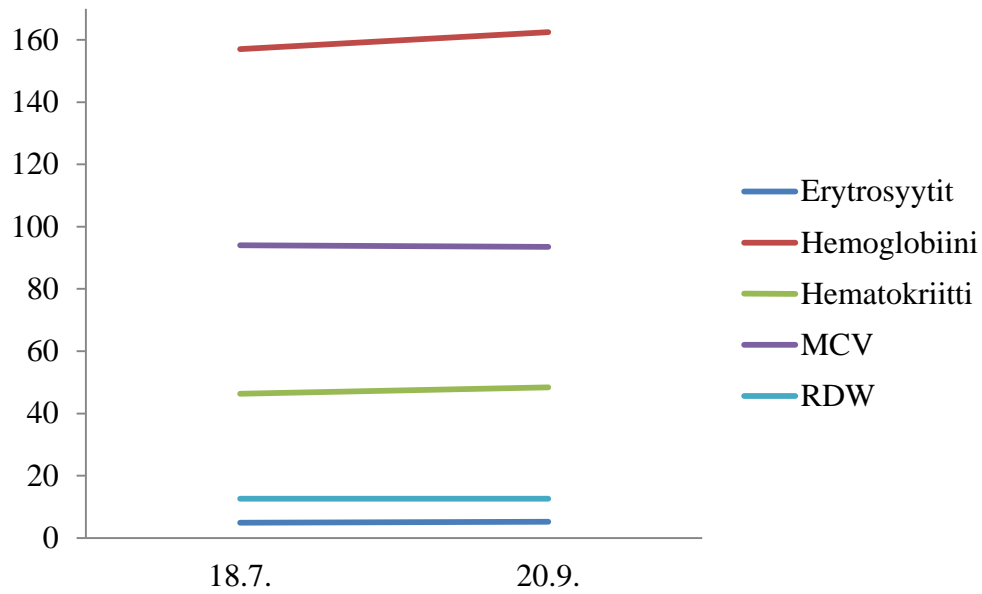


KUVA 13. Pelaajien eosinofillien arvot alku- (15.5.), väli- (18.7.) ja loppumittauksissa (20.9.) (ka \pm sd).

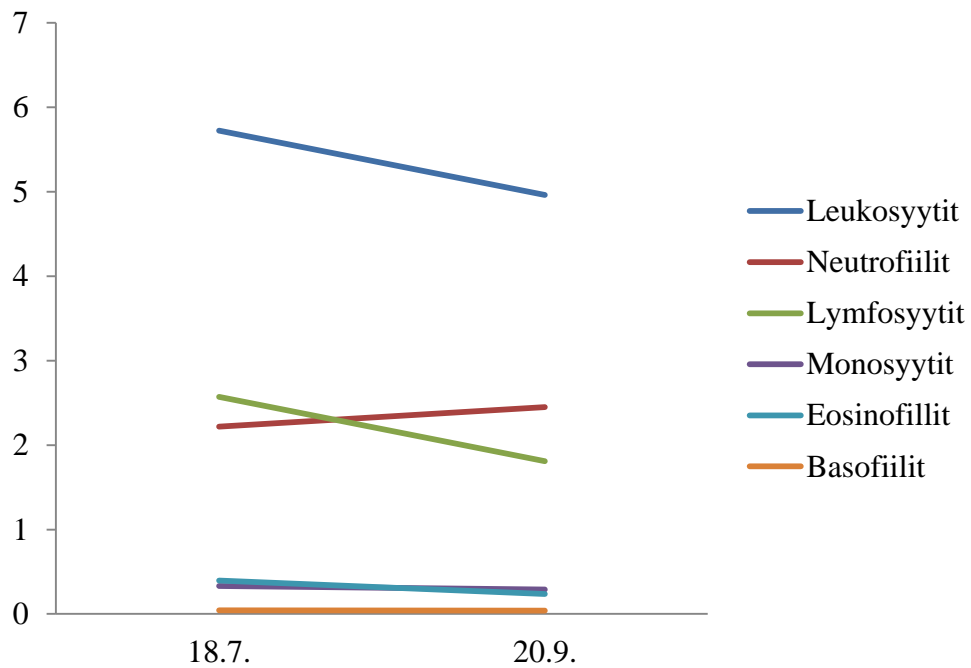


KUVA 14. Pelaajien basofiilien arvot alku- (15.5.), väli- (18.7.) ja loppumittauksissa (20.9.) (ka ± sd). ** p<0.01 mittausajankohtien välillä.

Kuvissa 15 ja 16 on esitettyä Kyäni Sunrise -ravintolisää käyttäneiden pelaajien puna- ja valkosoluarvojen muutokset käytön aikana. Tutkimuksen jälkeen selvisi, että tutkimuksen aikana varsinaisen käytön katsotaan ajoittuneen väli- ja loppumittausten väliseen aikaan (18.7.–20.9.2013). Arvojen muutoksista ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja. Tuloksia tarkastellessa huomioon tulee ottaa koeryhmän lopullinen lukumäärä (n=2). Lisäksi loppumittausten jälkeen selvisi, että kukaan pelaajista ei säännöllisesti käyttänyt nitraatteja sisältävää Kyäni NitroFX -ravintolisää, joten sen käytöstä tai mahdollisista vaikutuksista ei saatu tietoa tai näin ollen tuloksia.



KUVA 15. Ravintolisää käyttäneiden pelaajien punasoluarvojen muutokset käytön aikana. MCV = punasolujen keskitilavuus, RDW = punasolujen koon vaihtelu.



KUVA 16. Ravintolisää käyttäneiden pelaajien valkosoluarvojen muutokset käytön aikana.

8.2 Antropometriset ominaisuudet ja ruokapäiväkirja-analyysit

Pelaajien antropometriset muuttujat on esitetty taulukossa 3. Ruokapäiväkirjojen perusteella saadut makro- ja mikroravintoaineiden saannit on vuorostaan esitetty taulukoissa 4 ja 5.

TAULUKKO 3. Pelaajien antropometriset ominaisuudet (Ka \pm Sd).

Koehenkilö (n)	Ikä (vuosia)	Paino (kg)	Pituus (cm)	Rasvaprosentti (%)
22	24,9 \pm 5,64	78,1 \pm 9,20	180,8 \pm 6,6	13,4 \pm 3,28

TAULUKKO 4. Pelaajien kokonaisenergiansaanti sekä makroravintoaineiden jakautuminen ja niiden prosentuaalinen osuus kokonaisenergiansaannista. HH= hiilihydraatit.

Koe- hlö. (n)	Ene- rgia (kcal)	Pro- teiini (g)	Pro- teiini (g/kg)	Pro- teiini (%)	HH (g)	HH (g/kg)	HH (%)	Rasva (g)	Rasva (g/kg)	Ras- va (%)
22	2725 \pm 592	127,4 \pm 32,5	1,6 \pm 0,4	19 \pm 3,7	320,1 \pm 89,3	4,2 \pm 1,3	47 \pm 6,7	95,5 \pm 26,3	1,2 \pm 0,3	31 \pm 6,1

TAULUKKO 5. Pelaajien vitamiinien ja kivennäisaineiden saanti.

Koe- hlö. (n)	Ka- lium (g)	Kalsi- um(mg)	Mag- nesium (mg)	Rau- ta (mg)	Sink- ki (mg)	A-vit. (μ g)	D- vit. (μ g)	E- vit. (mg)	C-vit. (mg)	B12- vit. (μ g)
22	4,7 \pm 1,3	1374,3 \pm 488,5	441,2 \pm 121,7	14,0 \pm 2,8	12,9 \pm 0,71	766,0 \pm 447,2	10,3 \pm 6,9	11,9 \pm 3,9	140,4 \pm 87,3	8,3 \pm 3,8

9 POHDINTA

Päätulokset. Tutkimuksessa ei ilmennyt tilastollisesti merkitseviä eroja perusveren kuvan verisoluissa verrattaessa Kyäni Sunrise -ravintolisää käyttäneiden ja muiden pelaajien arvoja. Kilpailukauden aikana havaittiin tulosten perusteella etenkin tilastollisesti merkitsevää laskua pelaajien tietyissä leukosyyttien alatyypin arvoissa sekä verihiutaleiden, punasolujen tilavuuden ja koonvaihtelun arvoissa. Ravitsemuksen osalta pelaajien ruokavaliossa on parannettavaa etenkin riittävän kokonaisenergiansaannin kannalta, sen sijaan proteiinien saanti oli hyvällä tasolla. Raudansaanti oli yleisesti kaikilla pelaajilla yli suositusten.

Kilpailukauden vaikutus verisoluihin. Keskiarvon perusteella lähes kaikkien pelaajien verisolujen arvot olivat kaikilla mittauskerroilla viitearvojen mukaisia. Yksittäisiä poikkeavuuksia havaittiin kuitenkin pelaajien välillä. Etenkin joidenkin valkosolutyypin prosentuaaliset arvot jäivät viitearvojen alapuolelle tai olivat korkeampia. Yksilöllisiin eroihin verimuuttujissa vaikuttavat muun muassa sukupuoli, etninen tausta, ilmasto, ikä, urheilutausta ja laite, jolla näytteet on analysoitu. Myös mahdollisilla tulehduksilla tai sairauksilla on vaikutusta verisoluihin. (Sottas ym. 2008.) Tässä tutkimuksessa pelaajien verisoluissa havaittaviin eroihin ovat todennäköisesti vaikuttaneet ikä, etninen tausta ja mahdolliset infektiot kuten flunssa. Lisäksi pelaajien fyysisessä kunnossa on mahdollisesti eroavaisuuksia ja harjoitusten sekä pelien vaikutukset pelaajiin ovat odotetusti yksilöllisiä. Pelaajien infektiosta tai mahdollisista muista sairauksista tai poissaoloista kilpailukaudella ei ole tarkkaa tietoa.

Jalkapalloilijoiden verimuuttujia ja niiden muutoksia kilpailukauden ja intensiivisen harjoittelun aikana on tutkittu aiemminkin ja verrattuna esimerkiksi ranskalaisilta (Filaire & Pequignot 2003) ja saksalaisilta (Meyer & Meister 2011) pelaajilta mitattuihin arvoihin, tässä tutkimuksessa saadut tulokset ovat hieman alempia esim. hematokriitin ja hemoglobiinin kohdalla tai samansuuruisia kuin kyseisissä tutkimuksissa saadut arvot. Malcovati ym. (2003) tarkastelivat tutkimuksessaan yhteensä 39 eri Italiassa pelaavan joukkueen ja 923 miesjalkapalloilijan valikoituja verimuuttujia kauden 1999–2000 aikana. He tarkastelivat

verisoluista vain punasoluihin liittyviä muuttujia. Verrattuna heidän esittämiinsä jalkapalloilijoiden normaaleihin punasoluihin liittyviin arvoihin, tämän tutkimuksen pelaajien arvot olivat kaikkien muuttujien kohdalla lähes samansuuruisia. Puhuttaessa jalkapallon kilpailukaudesta, eroavat Euroopan ja Suomen sarjat toisistaan. Euroopassa kilpailukausi on suhteessa pidempi ja painottuu Suomen talvikauteen, kun se Suomessa ajoittuu odotetusti meidän kesäkuukausiin. Lisäksi vertailtaessa eri maiden pelaajien veriarvoja, huomioon tulee ottaa edellä mainitut verimuuttujiin vaikuttavat tekijät, kuten etninen tausta ja fyysinen rasitus. Oletetusti Euroopan ammattilaissarjoissa pelaajien harjoituksista ja peleistä aiheutuva kuormitus on suurempi kuin Suomessa Veikkausliigassa pelaaville. Huomioon on otettava myös se, että Suomessa pelaajat harvoin pystyvät pelaamaan jalkapalloa amatikseen edes pääsarjatasolla. Sitä, kuinka paljon sarjojen erolla on vaikutusta pelaajien verimuuttujiin, on vaikea arvioida.

Ainoastaan yhden pelaajan hemoglobiiniarvot olivat alle viitearvojen. Arvot olivat viitearvojen alapuolella kaikilla mittauskerroilla. Ruokapäiväkirja-analyysin perusteella kyseisen pelaajan raudan saannissa ruokavaliosta ei kuitenkaan ollut puutteita, päinvastoin hänen raudansaantinsa oli yli suositusten. Ainoastaan yksi pelaaja käytti rautalisää (Retafer 100 mg, Orion Pharma), hänen hemoglobiiniarvot olivat kuitenkin suositusten mukaiset, joskin viitearvojen alarajalla. Aikaisempien jalkapalloilijoille tehtyjen tutkimusten perusteella etenkin hemoglobiiniarvojen on havaittu laskevan kilpailukauden aikana (Malcovati ym. 2003; Meyer & Meister 2011; Heistenberg ym. 2013). Hemoglobiinin lisäksi myös hematokriitin on havaittu laskevan jalkapalloilijoilla intensiivisen harjoittelun ja pelijakson aikana (Malcovati ym. 2003; Ostojic & Ahmetovic 2009; Meyer & Meister 2011). Kyseisten arvojen muutoksia intensiivisen harjoittelun ja otteluiden kuormituksen seurauksena on selitetty ns. urheilijan anemiana. Niin kuin kirjallisuuskatsauksessa jo tuotiin esille, tämän on selitetty johtuvan veren plasman tilavuuden laajenemisesta, jota ilmenee fyysisen suorituksen aikana ja sen jälkeen. Plasman tilavuuden muutoksen saa aikaan suurentunut nesteiden imeytyminen muualle elimistöön, jonka seurauksena veren hematokriitti- ja hemoglobiiniarvot ovat pienempiä etenkin kestävyysurheilijoilla. (Eichner 1992; Schumacher ym. 2002; Heistenberg ym. 2013.) Myös Malcovati ym. (2003) selittivät hematokriitin ja hemoglobiinin

arvojen alenemisen kilpailukauden aikana johtuvan mahdollisesti plasman tilavuuden laajenemisesta.

Niin sanottua urheilijan anemia ilmiötä ei sen sijaan tässä tutkimuksessa havaittu, sillä pelaajien hematokriitti- tai hemoglobiiniarvot eivät keskiarvoisesti muuttuneet merkitsevästi kilpailukauden aikana. Tarkasteltaessa yksittäisesti pelaajien arvoja, ainoastaan kahdella pelaajalla hemoglobiinin pitoisuudet laskivat alkutesteistä väli- ja lopputesteihin. Muutamalla pelaajalla myös hematokriittiarvot laskivat kauden aikana. Kenelläkään lasku ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevää. Alhaisten hemoglobiini- ja hematokriittiarvojen on todettu olevan ensimmäisiä merkkejä mahdollisesta ylipainesta tai jopa ylikuormituksesta, ja ne voivat joissain tilanteissa laskea aerobista suorituskykyä (Filaire & Pequignot 2003; Heistenberg ym. 2013). Näin ollen ainakaan verimuuttujien perusteella pelaajilla ei kauden aikana ilmennyt ylipainesta. Toisaalta Heistenberg ym (2013) tuovat tutkimuksessaan esille, kuinka hematokriitin laskun on todettu olevan yhteydessä fyysisen suorituskyvyn paranemiseen. Ilmiötä on selitetty veren ns. laimenemiseffektillä, jolloin veren viskositeetti laskee. Kyseisestä ilmiöstä on suoritukseen hyötyä mm. sen takia, että verisuonien perifeerinen vastus laskee. (El-Sayed 1998; Kenney ym. 2012, 193–194.)

Päinvastoin kuin tässä tutkimuksessa, Heistenbergin ym. (2013) tutkimuksessa pelaajien hematokriittiarvot nousivat ja tämän lisäksi he havaitsivat pienen, mutta merkitsevän laskun pelaajien VO_2 max testituloksissa. Näin ollen hematokriitin nousu olisi vuorostaan yhteydessä suorituskyvyn heikkenemiseen. Hemoglobiinin laskun ja hematokriitin nousun lisäksi heidän tutkimuksessa pelaajien hemoglobiinin massa (MCH) ja sen keskikonsentraatio (MCHC) laskivat merkitsevästi kauden aikana. Tässä tutkimuksessa MCH:n arvoissa ei havaittu merkitseviä muutoksia, mutta sen sijaan erytrosyyttien koonvaihtelu (RDW) ja niiden keskitilavuus (MCV) muuttuivat merkitsevästi eri mittauskertojen välillä. MCV:n arvot laskivat erittäin merkitsevästi alkumittauksien arvoista verrattuna väli- ja loppumittauksiin ($p < 0.001$). RDW arvot olivat erittäin merkitsevästi suurempia alkumittauksissa verrattuna välimittauksiin ($p < 0.001$), hyvin merkitsevästi suurempia alkumittauksissa verrattuna loppumittauksiin ($p < 0.01$) ja merkitsevästi suurempia loppumittauksissa verrattuna välimitta-

uksiin ($p < 0.05$). Erytrosyyttien määrässä itsessään ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaihtelua kauden aikana ja niiden arvot olivat kaikilla mittauskerroilla lähes samansuuruisia. Erytrosyyttien koon ja pinta-alan muutoksia voidaan selittää fyysisen kuormituksen vaikutuksella veren plasman tilavuuteen eli veren viskositeettiin. Toisaalta on todettu, että kyseiset liikunnan seurauksena syntyvät muutokset eivät vaikuttaisi punasolujen tilavuuteen merkittävästi. (Kenney ym. 2012, 194.) Lisäksi muutokset voivat johtua yksilöllisistä eroista ja olla riippumattomia kilpailukauden mahdollisista vaikutuksista. Suurimmassa osassa aikaisemmin miesjalkapalloilijoiden verimuuttujia tarkastelevissa tutkimuksissa MCV:ssä tai RDW:ssä ei ole havaittu olevan muutoksia tai niiden pitoisuuksia ei ole tutkittu (Ostojic & Ahmetovic 2009; Meyer & Meister 2011; Heistenberg ym. 2013.). Malcovatin ym. (2003) tutkimuksessa saatiin sen sijaan vastaavanlaisia tuloksia kuin tässä tutkimuksessa. Heidän mukaansa MVC -arvot olivat pelaajilla suurempia kauden alussa ja laskivat kauden aikana hyväkuntoisilla pelaajilla. Näin ollen kilpailukauden aikana lisääntynyt kuormitus verrattuna harjoittelukauteen saattaa olla syynä MVC:n laskuun. Kilpailukaudella jalkapalloilijoiden fyysinen kuormitus on suhteessa korkea johtuen tiivistä pelirytmistä ja pelien ohella suoritettavasta harjoittelusta. Palloilulajeissa harjoitellaan usein runsaasti ja varsin kovaa myös kilpailukauden aikana (Casajús 2001). Tutkijat tuovat esille, kuinka alhainen MCV (< 80 fl) voi olla yhteydessä anemiaan (Malcovati ym 2003). Tässä tutkimuksessa kenenkään pelaajan arvot eivät kuitenkaan olleet alle 80 fl millään mittauskerralla.

Syitä, miksi hemoglobiini- ja hematokriittiarvot eivät laskeneet yleisellä tasolla saattaa ainakin olla tutkimuksen lyhyempi aika verrattuna aikaisempiin tutkimuksiin, joissa eroja on havaittu. Lisäksi tutkimuksen otoskoko ($n=22$, joista 2 käytti ravintolisää) on suhteessa pieni ja osalta pelaajista ei saatu tuloksia väli- ja loppumittauksissa. Nämä seikat vaikuttavat todennäköisesti kaikkien muidenkin muuttujien tuloksiin ja tarkasteluun.

Pelaajien verisoluissa ei tässä tutkimuksessa havaittu olevan merkitseviä muutoksia muissa kuin tietyissä leukosyyttien alatyypeissä ja erytrosyyttien tilavuudessa ja koon vaihtelussa sekä trombosyyttien lukumäärässä. Trombosyyttien eli verihiutaleiden arvot olivat erittäin merkittävästi suurempia alkumittauksissa verrattuna välimittauksiin ($p < 0.00$). Muita mer-

kitsevyksiä ei niiden arvoissa todettu. Verihiutaleet ovat keskeinen osatekijä verenhytymisjärjestelmässä esimerkiksi iholle syntyneen haavan tai verisuoniin tulleiden pienten kudosaaurioiden korjaamisessa (Silverthorn ym. 2007. 538–539). Verihiutaleiden muutoksia kauden aikana ei aikaisemmissa tutkimuksissa juuri ole tutkittu, tai niiden arvoissa ei ole havaittu muutoksia (Raven ym 1976; Banfi ym. 2011; Heistenberg 2013; Santi Maria ym. 2013). Merkitsevyyksissä tulee tässä tutkimuksessa kuitenkin ottaa huomioon otoskoko ja muutamat poisjännit eri mittauskerroilla.

Leukosyyteillä on merkittävä rooli elimistömme puolustusjärjestelmässä erilaisten sairauksien ja infektioiden torjunnassa (Guyton & Hall 2011, 423–423). Se, miten fyysinen kuormitus vaikuttaa niiden kokonaismäärin, riippuu suorituksen intensiteetistä, kestosta ja siitä, minkälaisesta liikunnasta on kyse. Fyysisen kuormituksen vaikutuksia immuunijärjestelmään on usein tutkittu lähinnä akuutin suorituksen jälkeen (Gleeson 2007). Natale ym. (2003) havaitsivat kuinka kolme erityyppistä harjoitusta (intensiivinen, pitkäkestoinen ja voimaharjoitus) kasvattivat mm. neutrofiilien ja monosyyttien kokonaismäärää akuutisti suorituksen jälkeen. Etenkin pitkäkestoisella submaksimaalisella harjoituksella havaittiin olevan suurimmat ja helpoiten havaittavissa olevat vaikutukset immuunijärjestelmään. Malm ym. (2004) havaitsivat tutkimuksessaan jalkapalloharjoittelun laskevan merkitsevästi lymfosyyttien, kuten T-tappajasolujen määrää ja vastaavasti nostavan granulosityttien ja monosyyttien kokonaismäärää. Samoin kuin Natalen ym. (2003) tutkimuksessa pitkäkestoinen submaksimaalinen harjoittelu nosti neutrofiilien määrää, myös tässä tutkimuksessa niiden määrän havaittiin suurenevan merkittävästi välimittauksesta loppumittauksiin ($p < 0.005$). Sen sijaan lymfosyyttien ($p < 0.05$) ja basofiilien ($p < 0.01$) arvot olivat merkitsevästi ja hyvin merkitsevästi alempia loppumittauksissa verrattuna välimittauksiin. Näin ollen lymfosyyttien lasku oli samansuuntainen kuin Malmin ym. (2004) tutkimuksessa, jossa tarkasteltiin jalkapalloharjoittelun vaikutuksia leukosyytteihin. Toisin kuin heidän tutkimuksessa, lymfosyyttejä ei tässä tutkimuksessa eroteltu eri T-soluihin. Tutkijat pohtivat määrien laskun johtuvan mm. harjoitusten intensiteetin noususta, riittämättömästä palautumisesta ja pelaajilla esiintyneistä ylähengitysteiden infektiosta.

Kuten tässä tutkimuksessa, myös Heistenbergin ym. (2013) tutkimuksessa lymfosyyttien arvot laskivat kilpailukauden lopulla. Leukosyyttien kokonaismäärä sen sijaan laski, tutkijoiden mukaan johtuen fyysisen harjoittelun lisääntymisestä (Heistenberg ym. 2013). Tässä tutkimuksessa leukosyyttien kokonaismäärässä ei havaittu merkitseviä muutoksia eri mittauskertojen välillä. Myöskään pelaajien harjoittelumäärä tai niiden sisältö eivät ole tiedossa. Voidaan olettaa, että joukkueelle kertyi viikon aikana harjoituksia 4–5 kertaa ja niiden lisäksi otteluita 1–2 viikossa. Joukkue pelasi tutkimuksen aikana Suomen pääsarjatasolla ja liigapeliä lisäksi Suomen Cupin pelejä.

Filare & Pequignot (2003) tarkastelivat myös tutkimuksessaan immuunijärjestelmän mahdollisia muutoksia kilpailukauden aikana. Heidän tutkimuksessaan ei havaittu merkitseviä eroja leukosyyttien, neutrofiilien tai lymfosyyttien lukumäärissä kauden aikana. Myöskään immunoglobuliineissa eli elimistön vasta-aineissa ei havaittu muutoksia. Rebelon ym. (1998) tutkimuksessa miesammattilaisjalkapalloilijoiden tiettyjen lymfosyyttien, kuten T-auttajasolujen, määrä kasvoi kauden aikana ja kauden lopussa leukosyyttien ja neutrofiilien kokonaismäärä suureni. Näin ollen he saivat vastaavanlaisia tuloksia neutrofiilien osalta kuin tässä tutkimuksessa. Bury ym. (1998) havaitsivat, ettei jalkapallokilpailukaudella ollut vaikutusta ammattilaisjalkapalloilija miesten leukosyyttien kokonaismäärään, mutta sen aikana neutrofiilien määrä hieman kasvoi ja laski lymfosyyttien määrää. Näin ollen hekin saivat vastaavanlaisia tuloksia kuin tässä tutkimuksessa.

Kauden aikana havaittuja muutoksia neutrofiilien, basofiilien ja lymfosyyttien lukumäärissä voidaan mahdollisesti selittää samoilla huomioilla, mitä muun muassa Malm ym. (2004) ja Heistenberg ym. (2013) toivat esille. Pelaajien kuormittuneisuus ja sairasteluiden määrä mahdollisesti lisääntyivät kauden edetessä. Kaikki muutokset leukosyyttien alatyypeissä havaittiin väli- ja loppumittausten välisenä aikana, kauden ollessa loppupuolella. Näin ollen pelaajien elimistö ei välttämättä palaudu rasituksesta yhtä hyvin kuin alkukaudella. Olisi mielenkiintoista tietää pelaajien terveydentilasta tarkemmin, esiintyikö heidän keskuudessa kauden aikana esim. ylähengitysteiden infektoita ja jos näin, niin oliko niitä havaittavissa enemmän loppukaudesta. Tutkimuksessa ei myöskään toteutettu fyysisen kunnon testejä,

joiden perusteella voitaisiin tarkastella pelaajien mahdollisia suorituskyvyn muutoksia kauden aikana. Lisäksi ei ole tarkkaan tiedossa pelaajien kuormittavuudesta edeltävinä päivinä ennen näytteiden ottoa. Joukkueella oli sarjaotteluita juuri ennen testejä 12.5. (alkutestit 15.–17.5.), 15.7. (välitestit 18.7.) ja 16.9. (lopputestit 20.9.). Harjoitusaikataulusta sen sijaan ei ole tietoa, tai siitä, kuinka paljon kukin pelaaja on otteluissa pelannut tai osallistunut harjoituksiin. Meyer & Meister (2011) tuovat esille, että on lähes mahdotonta täysin erottaa toisistaan harjoittelun ja pelien kroonisia vaikutuksia akuuteista vaikutuksista tarkasteltaessa verimuuttujia. Näin ollen edellisten päivien harjoituksilla ja mahdollisilla otteluilla on saattanut olla enemmän vaikutusta verimuuttujiin kuin kilpailukaudella yleisesti.

Ravintolisän vaikutukset verisoluihin. Tutkimuksen alkuperäisenä tarkoituksena oli, että pelaajat jaetaan koe- ja kontrolliryhmään ja koeryhmä vielä kahteen eri ryhmään ravintolisän käytön suhteen niin, että osa pelaajista nauttii kaksinkertaisen annoksen ravintolisää ja loput normaalin annoksen kilpailukauden 2013 aikana. Ravintolisää olivat Kyäni -ravintolisävalmistajan tuotteet: nitraatteja sisältävä Kyäni NitroFXTM valmiste sekä Kyäni Sunrise vitamiinivalmiste. Loppumittauksissa selvisi, ettei kukaan pelaajista ollut käyttänyt nitraattivalmistetta säännöllisesti tai ollenkaan ja ainoastaan kaksi pelaajaa oli käyttänyt vitamiinivalmistetta jonkin aikaan säännöllisesti. Käyttö ajoittui ilmeisesti väli- ja loppumittausten väliseen aikaan. Pelaajilta otettiin verinäytteitä ja sylkinäytteitä kolmelta mittauskerralta, mutta vain verinäytteet analysoitiin. Väli- ja loppumittausten verinäytteiden perusteella ravintolisän käytöllä ei ollut merkitsevää vaikutusta pelaajien valikoituihin verimuuttujiin. Ravintolisää käyttäneiden pelaajien veriarvot eivät myöskään tilastollisesti eronneet muiden pelaajien veriarvoista. Merkittävin syy siihen, miksi ravintolisän käytöllä ei havaittu olevan muutoksia veriarvoissa, on ilmeisemmin koeryhmän lukumäärä. Lisäksi ei ole tarkkaa tietoa siitä, kuinka säännöllisesti ja millaisia annoksia kyseiset pelaajat ravintolisää käyttivät. En myöskään löytänyt tietokannoista tutkimuksia, joissa olisi tarkasteltu Kyäni-tuotteiden vaikutuksia vastaavasti veriarvoihin tai suorituskykyyn, joten käytön hyödyistä ei ilmeisimmin ole tuloksia joita voisi verrata.

Vitamiinilisän vaikutuksia verisoluihin ei aikaisemmin ole oikeastaan tutkittu mutta esim. Senturk ym. (2005) tutkimuksessa kahden kuukauden ravintolisän käytöllä, joka koostui A-, C- ja E-vitamiineista havaittiin olevan merkitsevä vaikutus punasolujen kokonaismäärään ja hematokriittiin kasvuun, mutta ei hemoglobiinin massaan hyväkuntoisilla miehillä. Tutkijoiden mukaan vitamiinilisän avulla pystyttiin vähentämään liikunnan aikaansaamia mahdollisesti haitallisia verimuuttujiin liittyviä ilmiöitä, kuten leukosyyttien kokonaisluvun ja granulosityttien määrän kasvua sekä lipidien peroksidaatiota. Rasvojen hapettuminen eli lipidien peroksidaatio on keskeinen soluvaurioiden syntymekanismi (Packer 1997). Myös antioksidantti entsyymien (esim. SOD) aktiivisuus oli ravintolisän käytön aikana suurempi kuin normaalisti. (Senturk ym. 2005.) Tässä tutkimuksessa ravintolisää käyttäneiden pelaajien erytrosyyttien määrä hieman kasvoi, mutta ei merkitsevästi. Tämän lisäksi esimerkiksi leukosyyttien kokonaismäärä laski, mutta ei sekään merkitsevästi. Voitaisiin olettaa, että vitamiiniravintolisällä on saattanut olla positiivinen vaikutus pelaajien immuunipuolustukseen. Mielenkiintoista olisi ollut myös tarkastella mahdollisia muutoksia sylkinäytteiden perusteella esim. elimistön kortisoliarvoissa. Kortisolia kutsutaan toisinaan stressihormoniksi, koska henkinen, psyykinen ja fyysinen rasitus nostavat kortisolin tuotantoa (Huslabliikelaitos 2015). Aguilón ym. (2004) tutkimuksessa kolmen kuukauden E- ja C-vitamiinia sekä beetakaroteenia sisältävän ravintolisän käytöllä ei havaittu olevan vaikutusta kestävyystaustaisten miesten erytrosyytti-, hematokriitti- ja hemoglobiiniarvoihin. Sen sijaan kyseisellä antioksidanttilisällä todettiin olevan positiivinen vaikutus veren rauta-arvoihin sekä raudan saturaatioon.

Tässä tutkimuksessa antioksidanttilisän käytöllä ei siis havaittu olevan merkitseviä muutoksia verisolujen arvoihin. Tähän on saattanut vaikuttaa se, että ravintolisää käytettiin liian vähän aikaan, jotta mahdollisia eroja olisi havaittu. Tosin, jos merkitsevyyksiä olisi havaittu, ei tulos olisi ollut luotettava pienen koeryhmän takia. Antioksidanttiravintolisien vaikutuksia pelkästään verisoluihin ei siis juurikaan ole tutkittu ja yleisesti lisien terveyttä edistäviä vaikutuksia on kyseenalaistettu. Saritasin ym. (2013) tutkimuksessa 30 päivän E-vitamiini ravintolisällä ei havaittu olevan vaikutusta miesjalkapalloilijoiden veren kokonaisantioksidanttikapasiteettiin, laktaattidehydrogenaasiin (LDH), kreatiinikinaasiin (CK), ve-

renpaineisiin sekä happisaturaatioon verrattuna kontrolliryhmään fyysisessä kuormituksessa. Packer (1997) tuo esille kuinka A-, C- ja E-vitamiineja sekä beetakaroteenia sisältävien antioksidanttien nauttiminen saattaa olla tarpeellista urheilijoilla, jotta välttyttäisiin fyysisen kuormituksen aiheuttamalta lipidien peroksidaatiolta. Lisäksi Gleeson ym. (2001) nostivat esille, kuinka vapaat happiradikaalit voivat inhiboida neutrofiilien toimintaa infektioiden torjunnassa sekä vähentää T- ja B-lymfosyyttien toimintaa ja estää luonnollisten T-tappajasolujen sytoksista aktiivisuutta. Näin ollen tässä tutkimuksessa olisi ollut mielenkiintoista vertailla antioksidanttisää käyttäneiden ja muiden leukosyyttien arvoja tarkemmin esim. eri lymfosyyttityyppien osalta. Tämä olisi vaatinut, että ravintolisää käyttäneitä olisi ollut enemmän ja ravintolisän käyttö olisi jatkunut pidempään säännöllisesti. Lisäksi mahdollisten infektioiden lukumäärä olisi hyvä tietää, jotta voitaisiin selittää paremmin mahdolliset muutokset leukosyyttien alatyypin arvoissa.

Tutkimuksen päätyttyä siis selvisi, ettei kukaan ollut käyttänyt säännöllisesti tai ollenkaan nitraatteja sisältävää Kyäni NitroFXTM -ravintolisää. Syitä, miksi ravintolisää ei käytetty, on vaikea arvuutella. Osa pelaajista kuitenkin ilmoitti ravintolisän aiheuttaneen vatsavaivoja. Tässä tutkimuksessa ravintolisän käyttö (3 kk) olisi ollut huomattavasti pidempi verrattuna aikaisempiin tutkimuksiin, koska typpioksidin tuotantoa lisäävien ravintolisien käyttöä on tutkittu lähinnä tarkastellen sen vaikutuksia fyysiseen suoritukseen (Ceremuzynsk ym. 1997; Liu ym. 2009; Vanhatalo ym. 2010; Bond ym. 2012). Tulokset typpioksidia lisäävien ravintolisien käytön hyödyistä ovat olleet ristiriitaisia ja harjoitustaustalla ja harjoittelun määrällä on todettu olevan merkittävä vaikutus siihen, onko typpioksidivalmisteista hyötyä (Bode-Böger ym. 1994).

Mikäli pelaajat olisivat käyttäneet nitraattilisää toivotulla tavalla, olisi ollut mielenkiintoista testata lisäksi heidän fyysistä suorituskyykyään. Esimerkiksi Wylie ym. (2013) tutkimuksessa nitraatteja (NO₃⁻) sisältävällä punajuurimehun nauttimisella havaittiin olevan suoritusta parantava vaikutus joukkuepelaajille tehdyssä Yo-Yo -testissä (intervallityyppinen). Kyseinen tutkimus toteutettiin 12 päivän aikana, jolloin pelaajille suoritettiin ensin Yo-Yo testi. Yo-Yo testi on jalkapalloilijoiden keskuudessa hyvin yleisesti käytetty fyysisen kunnon

testi, jonka avulla testataan lähinnä pelaajien anaerobista kestävyyttä (Krustrup ym. 2003). Alkutestien jälkeen pelaajat nauttivat joko nitraattilisää tai plasebo-valmistetta alku- ja lopputestien välisinä päivinä sekä päivänä jolloin kyseiset testit suoritettiin uudelleen. Wylie ym. (2013) totesivat tutkimustensa tulosten perusteella, että nitraattilisä tehosti typpioksidin tuotantoa ja näin ollen paransi testituloksia mahdollisesti helpottamalla lihasten glukoosin ottoa tai ylläpitämällä paremmin lihasten ns. ärtyvyyttä, jolloin pystytään sietämään paremmin väsymystä.

Pelaajien ravitseminen. Tutkimuksessa pelaajien ravinnonsaantia tarkasteltiin kolmen päivän ruokapäiväkirjojen raportoinnin perusteella. Raportoiduista päivistä kaksi oli arkipäiviä ja yksi viikonloppupäivä. Toisena arkipäivistä (20.5.) pelaajilla oli Suomen Cupin vierasottelu Vaasassa. Pelaajille annettiin selkeät ohjeet, miten ruokapäiväkirjaa tulee täyttää ja välitesti-aikaan heille annettiin palautetta ruoka-analyyysien perusteella. Ohjeista huolimatta, päiväkirjojen täytön tarkkuudessa oli huomattavia eroja.

Ruokapäiväkirjojen perusteella pelaajien kokonaisenergiansaanti (2725 ± 592 kcal/vrk) oli riittävä suhteessa Meron (2007, 188) palloilijoille asettamiin suosituksiin (2500–4000 kcal/vrk). Tosin lukema on lähellä suositusten alarajaa ja ottaen huomioon jalkapallon kestävyyspainotteisen luonteen, voidaan tulosta pitää liian alhaisena verrattuna energiankulutukseen. Lisäksi Nutri-Flow:n sukupuolen, iän, pituuden, painon sekä liikunta-aktiivisuuden perusteella laskeman energiansaannin arvon perusteella vain kolme pelaajista saavutti kyseisen saantisuosituksen. Verrattuna aikaisempiin jalkapalloilijoiden ravinnonsaantia ja ruokailutottumuksia tarkastelleisiin tutkimuksiin, joissa ravitsemusta selvitettiin 3–4 päivän ruokapäiväkirjojen avulla, tämän tutkimuksen pelaajien kokonaisenergiansaanti oli yleisesti ottaen matalampi (Ruiz ym. 2005; Holway & Spriet 2011). Holway & Spriet (2011) tuovat artikkelissaan esille lukuisia eri joukkuelajien urheilijoiden, erityisesti jalkapalloilijoiden ravitsemusta tutkineita tutkimuksia. Jalkapallon fyysisen kuormittavuuden kannalta, pelaajien tulisi erityisesti kiinnittää huomiota juuri energiansaantiin, näin ollen tämän tutkimuksen ruokapäiväkirjojen perusteella pelaajien kokonaisenergiansaanti ei ole optimaalinen suhteessa lajin vaatimuksiin (Bangsbo 2002, 575–576; Burke ym. 2006).

Myöskään pelaajien hiilihydraattinsaanti ei ollut suositusten mukainen. Pelaajien hiilihydraattinsaanti oli tulosten perusteella $4,2 \pm 1,3$ g/kg/vrk, kun sen jalkapalloilijoille tehtyjen suositusten mukaan kuuluisi olla 5–7 g/kg/vrk (Maughan 2006; Burke ym. 2006). Lisäksi Burke ym. (2006) tuovat esille kuinka otteluihin valmistautuessa ja edistäessä palautumista, hiilihydraattien saannin olisi suositeltavaa olla 7–12 g/kg/vrk saantia etenkin pelipaikansa vuoksi paljon liikkuvilla pelaajilla vastatakseen suorituksen vaatimukseen energiankulutuksen kannalta. Tässä tutkimuksessa ensimmäinen ruokapäivänkirjan täyttöpäivä oli peliä edeltävä viikonloppupäivä, keskimäinen itse pelipäivä. Näin ollen pelaajien hiilihydraattien saanti oli keskiarvoisesti heikko verrattuna kyseiseen suositukseen. Lisäksi, koska pelaajien hiilihydraattien saanti jäi alle suositusten, eivät he ilmeisimmin ole hyödyntäneet runsashiilihydraattisen ruokavalion mahdollista suoritusta parantavaa vaikutusta ennen ottelua. Esimerkiksi Balsonin ym. (1996) tutkimuksessa runsaalla hiilihydraattien nauttimisella (8 g/kg/vrk) 48 tunnin ajan ennen peliä, pystyttiin suoriutumaan pelin aikana 33 %:a pidempään korkealla intensiteetillä kuin ilman ”hiilihydraattitankkausta”. Vaihtelu tässä tutkimuksessa pelaajien välillä oli kuitenkin laaja 2,4–6,5 g/kg/vrk. Pelaajien hiilihydraattien prosentuaalinen osuus kokonaisenergiansaannista jäi myös vajaaksi ollen $47 \pm 6,7$ %, kun sen suositusten mukaan tulisi olla 60 % (Bangsbo 2002, 575). Myös verrattuna aikaisempiin tutkimuksiin, pelaajien hiilihydraattien saanti oli alempi (Ruiz ym. 2005; Holway & Spriet 2011; Reeves & Collins 2003) ja saanti verrattuna suomalaisiin ravitsemussuosituksiin (45–60 %) on hieman yli suosituksen alarajan (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Huolimatta keskiarvoisesti liian vähäisestä hiilihydraattien saannista puolet pelaajista (n=10) nautti FAST Nutritionin Reco 2 -palautusjuomaa ottelupäivänä ja sen jälkeisenä päivänä. RECO2 sisältää laadukkaita heraproteiineja, hiilihydraatteja ja lisättyä glutamiinia (Func Food Finland Oy 2013).

Gleesonin ym. (2001) mukaan aliravitsemus laskee immuunipuolustusta taudinaiheuttajia vastaan ja altistaa henkilön sairastumaan herkemmin infektioihin. Perusverenkuvan mukaan pelaajien valkosolujen arvot sijoittuivat keskimääräisesti viitearvoihin kaikilla mittauskerroilla. Olisi kuitenkin mielenkiintoista tietää esiintyikö pelaajien keskuudessa infektioita ja voisiko näin ollen sairastumisen syynä olla puutteellinen ravitsemus. Gleeson ym.

(2001) korostavat, kuinka proteiinien puutteellisella saannilla on T-lymfosyyttisolujen toimintaan heikentävä vaikutus. Ravintopäiväkirjojen perusteella pelaajien proteiiniensaanti $1,6 \pm 0,4$ kcal/kg/vrk oli kuitenkin jalkapalloilijoiden suositusten ylärajoilla (1,4–1,7 g/kg/vrk), ja jopa hieman suurempi kuin palloilulajien urheilijoille asetetut suositukset (1,2–1,5 g/kg/vrk) (Lemon 1994; Borg ym. 2004, 54–55). Verrattuna aikaisempiin tutkimuksiin, pelaajien proteiiniensaanti oli samansuuruinen tai korkeampi (Ruiz ym. 2005; Holway & Spriet 2011). Prosentuaalisesti pelaajien proteiiniensaanti $19 \pm 3,7$ % on sekin palloilulajien urheilijoille asetettujen suositusten ylärajoilla (10–20 %) (Borg ym. 2004, 55). Vastaava suositus on voimassa myös yleisesti suomalaisella väestöllä (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Jalkapalloilijoille riittävä proteiiniensaanti on tärkeää optimaalisen lihasten kasvun ja voimantuoton kannalta, mutta myös lihasvaurioiden ehkäisemisessä (Bangsbo 2002, 581; Lemon 1994).

Meron (2007, 188) mukaan palloilulajien urheilijoiden rasvojen saannin tulisi olla 0,7–1,2 g/kg/vrk. Tässä tutkimuksessa pelaajien rasvojen saanti oli $1,2 \pm 0,3$ g/kg/vrk eli tämän suosituksen ylärajoilla. Suomalaisten ravitsemussuosituksen mukaan rasvojen saannin tulee olla suhteessa kokonaisenergiansaantiin 25–35 %, kun se tässä tutkimuksessa pelaajilla oli $31 \pm 6,1$ % eli sekin suositusten ylärajoilla. Meron (2007, 188) suositukseen 15–20 % kokonaisenergiansaannista, tulos on suurempi liki 10 %:lla. Kuitenkin Maughanin (1997) tutkimuksessa jalkapallopelaajien rasvojen saannin osuus kokonaisenergiasta oli $33,3 \pm 4,6$ % eli lähes yhtä suuri kuin tässä tutkimuksessa, vaihtelun ollen kuitenkin melko suuri (19,2–42,9 %). NutriFlow:n antaman palautteen perusteella pelaajien tulisi kiinnittää huomiota rasvojen laatuun, monet saivat esimerkiksi kovia rasvoja suhteessa liikaa. Verrattuna aikaisempiin tutkimuksiin pelaajien rasvojen saanti oli yleisesti ottaen alhaisempi tai samansuuruinen esimerkiksi verrattuna miesjalkapalloilijoille tehtyihin Ruizin ym. (2005) tutkimukseen ($1,2 \pm 0,3$ g/kg/vrk vrt. $2,15 \pm 0,1$ g/kg/vrk) sekä Holwayn & Sprietin (2011) esiintuomiin tutkimuksiin.

Pelaajista yksi käytti ruokavalionsa ohella rauta- ja D₃-vitamiinilisää, hänen lisäksen eräs toinen käytti D₃-vitamiinilisän ohella Multivita -monivitamiinivalmistetta. Pelaajien vita-

miinien saanti oli yleisesti ottaen puutteellinen verrattuna Meron (2007, 167) urheilijoille asettamiin arvoihin, lukuun ottamatta B₁₂-vitamiinia. Myös D-vitamiinin saanti oli niukasti suositusten alarajalla. Pelaajien keskimääräinen vitamiinien saanti oli kuitenkin kaikissa muuttujissa 18–30 -vuotiaille suomalaismiehille laadittujen yleisten ravitsemussuositusten mukainen, esim. D-vitamiini $10,3 \pm 6,9$ µg/vrk vrt. 10 µg/vrk ja C-vitamiini $140,4 \pm 87,2$ mg/vrk vrt. 75 mg/vrk (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Kivennäisaineiden saanti jäi raudan ($14,0 \pm 2,8$ mg/vrk vrt. 15–49 mg/vrk) ja sinkin ($12,9 \pm 0,71$ mg vrt. 15–50 mg/vrk) kohdalla hieman Meron (2007, 167) suosittelemista urheilijoiden arvoista, mutta saannit olivat jälleen verrattaessa yleisiin suosituksiin normaalit tai korkeammat kuin 18–30 -vuotiaille miehille laaditut suositukset (rauta: 9 mg/vrk, sinkki: 9 mg/vrk) (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014).

Raudansaanti oli näin ollen normaaliväestön mukainen, eikä myöskään kenenkään hemoglobiiniarvot olleet alle suositusten yhtä pelaajaa lukuun ottamatta. Vitamiinien ja kivennäisaineiden saannissa oli kuitenkin pelaajien kesken suuriakin eroja, joten osan pelaajista tulisi riittävän energiansaannin lisäksi kiinnittää huomiota ruokavalion monipuolisuuteen. Tällöin kaikkien mikroravintoaineidenkin saanti todennäköisesti täyttäisi suositukset, ettei esim. monivitamiinivalmisteiden käyttöä tarvitsisi aloittaa. Ruokapäiväkirjan perusteella vain muutama pelaajista nautti esimerkiksi hedelmiä ja marjoja osana ruokavaliotaan. Pelaajien raudansaanti oli samansuuruinen kuin Leblancin ym. (2002) tekemässä tutkimuksessa, jossa tarkasteltiin ranskalaispelaajien ravinnonsaantia, ja Iglesias-Gutiérrez ym. (2005) espanjalaisille pelaajille tekemässä tutkimuksessa. Sen sijaan verrattuna Rico-Sanzin ym. (1998) tekemään tutkimukseen Puerto Ricon olympiajoukkueelle, tämän tutkimuksen rautarvot olivat alempia (14,0 mg vrt. 22,0 mg). Aikaisemmin on eräissä tutkimuksissa (esim. Rico-Sanz ym. 1998; Iglesias-Gutiérrez ym. 2005) todettu jalkapalloilijoilla olevan puutetta kalsiumin, E-vitamiinin ja sinkin kohdalla. Tässä tutkimuksessa kyseiset arvot olivat kuitenkin 18–30 -vuotiaille miehille laadittujen ravitsemussuositusten mukaiset (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014), mutta jäivät alle Meron (2007, 167) laatimien urheilijoille suunnatuiden suositusten.

Rico-Sanz ym. (1998) tutkimuksen perusteella miesjalkapalloilijoiden mikroravintoaineiden saanti oli ravitsemussuosituksen mukainen lukuun ottamatta kalsiumia. Iglesias-Gutlérrez ym. (2005) tekemässä tutkimuksessa sen sijaan nuorten jalkapalloilijamiesten arvot olivat kalsiumin lisäksi alle suositusten myös folaatin, E-vitamiinin, magnesiumin ja sinkin kohdalla. Tässä tutkimuksessa pelaajien kalsiumin saanti oli Meron (2007, 167) laatimien urheilijoille suunnattujen suositusten (1000–2000 mg/vrk) lähes puolivälissä, keskihajonnan ollen kuitenkin melko suuri ($1374,3 \pm 488,5$ mg/vrk). Pelaajien kalsiumin saanti perustui lähinnä maitovalmisteiden nauttimiseen, ja pari pelaajaa ilmoitti juovansa maitoa, johon oli lisätty kalsiumia. Muiden kalsiumia sisältävien ruoka-aineiden kuten kalan, kasvien ja vihannesten nauttiminen oli suhteessa vähäistä. Kolmen ruokapäiväkirjatäyttöpäivän aikana vain kaksi pelaajaa raportoi syöneensä kalaruokaa. E-vitamiinien saanti tässä tutkimuksessa jäi selvästi alle Meron (2007, 167) esiintuomien suositusten alapuolelle ($11,9 \pm 3,9$ mg/vrk vrt. 400–2400 mg/vrk), mutta oli kuitenkin yleisten suomalaisten ravitsemussuosituksen (10 mg/vrk) yläpuolella (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). E-vitamiini toimii elimistössä antioksidanttina ja osallistuu näin ollen haitallisten vapaiden radikaalien torjuntaan (Borg ym. 2004, 88–90).

Magnesiumin saanti oli Meron (2007, 167) laatimien urheilijoiden suositusten ($441,2 \pm 121$ mg/vrk vrt. 400–1800 mg/vrk) mukainen, joskin niiden alarajalla. Myös magnesiumin kohdalla keskihajonta pelaajien välillä oli suuri. Valtion ravitsemusneuvottelukunnan (2014) suositusten mukaan magnesiumin saannin tulisi olla 18–30 -vuotiailla miehillä 350 mg/vrk. Magnesiumin keskeisiä lähteitä ovat kuitupitoiset viljatuotteet ja näin ollen niiden puuttuminen ruokavaliosta on selkein riskitekijä vähäiselle saannille (Borg ym. 2004, 81). Mielenkiintoista onkin, että ruokapäiväkirjojen perusteella pelaajien keskimääräinen ravintokuitujen saanti oli alle normaaliväestön ravitsemussuosituksen ($22,8 \pm 7,3$ g/vrk vrt. 25–35 g/vrk). Todennäköinen syy tähän on jo aiemmin esille tullut liian vähäinen hiilihydraattisaanti. Magnesiumilla on ajateltu olevan merkittävä vaikutus liikunnassa krampeja ehkäisevänä ravintolisänä. Urheilijoilla sen vaikutusta ei kuitenkaan ole juurikaan tutkittu, ja tutkimustietoa ei löydy siitä, onko magnesiumlisästä hyötyä vain henkilöille, joiden magnesiumtasa-paino on ollut puutteellinen, vai ovatko magnesiumlisästä hyötäneet myös ne, joiden mag-

nesiumtasapaino on ollut hyvä. (Borg ym. 2004, 80–81.) Elimistön reagointi on kuitenkin yksilöllistä, ja on vaikea arvioida kuinka paljon ravitsemuksella tai sen puutteilla on ollut vaikutusta pelaajien suorituskykyyn. Ruokapäiväkirjojen perusteella pelaajien ruokavaliossa on kuitenkin parannettavaa, ja näin ollen voidaan pohtia olisiko oikeanlaisella ravitsemuksella saatu parempia tuloksia kauden aikana, ja mahdollisesti entistä parempi suorituskykyisyys saavutettua.

Tutkimuksen tausta- ja virhetekijöitä. Tarkasteltaessa pelaajien veriarvojen muutoksia tulee ottaa huomioon mahdolliset virheet näytteidenottohetkellä ja niiden analysoinnissa (Sottas ym. 2008). Lisäksi huomioon on otettava henkilöiden yksilölliset erot verimuuttujien arvoissa. On myös vaikea arvioida, kuinka paljon edellispäivien harjoittelulla ja otteluilla on ollut akuutisti vaikutuksia verimuuttujiin verrattuna kilpailukauden mahdollisiin vaikutuksiin (Meyer & Meister 2011). Tutkimuksen tuloksia tulkittaessa on myös otettava huomioon, että kaikilta pelaajilta ei saatu verinäytteitä kaikilta mittauskerroilta, loppumittauksissa puuttui neljän pelaajan tulokset.

Analysoitaessa ravintolisän vaikutuksia pelaajien perusveren kuvan muuttujiin, merkittävä virhetekijä ja tulosten luotettavuutta heikentävä tekijä on ravintolisää käyttäneiden pelaajien lukumäärä. Lisäksi ei ole täysin varmuutta, kuinka säännöllisesti kyseiset pelaajat antioksidantti- ja vitamiinivalmistetta käyttivät. Harmittava asia tutkimuksen kannalta oli myös, ettei yksikään pelaajista käyttänyt nitraattilisää. Mikäli tulevaisuudessa vastaavanlaista ilmiötä tutkitaan, on suotavaa, että koehenkilöt sitoutuvat tutkimukseen ja noudattavat annettuja ohjeita. Tulee pohtia, miten koehenkilöt saataisiin nauttimaan ravintolisiä säännöllisemmin, jotta saataisiin luotettavia tuloksia. Lisäksi verimuuttujien muutosten ja ravintolisien mahdollisten vaikutusten tarkastelun kannalta olisi hyvä toteuttaa myös fyysisen kunnon testejä.

Mahdollisia virhetekijöitä löytyy myös ruokapäiväkirjojen täytössä ja analysoinnissa, koska se ei menetelmänä ole täysin luotettava. Kolmen päivän ruokapäiväkirjan pidon on kuitenkin todettu olevan tarpeeksi luotettava ilmaisemaan henkilön ravintoaineiden saantia, mutta mitä enemmän raportoitavia päiviä on sen luotettavampi ja todenmukaisempi ravinnonsaanti

on verrattuna todellisuuteen. Näin lyhyenä ajanjaksona (3 vrk), kuin tässä tutkimuksessa ruokapäiväkirjoja täytettiin, täytyy ottaa huomioon suuret raportoinnin erot yksilötasolla. Tosin on myös havaittu, että pidempään jatkuneena esim. seitsemän päivän raportoinnissa saattaa ilmetä virheitä johtuen osallistujien väsymisestä ruoka-aineiden täyttämiseen tai he mahdollisesti muuttavat tottumuksiaan. (Machado-Rodrigues ym. 2012; Biloft-Jensen ym. 2009.) Lisäksi on yleisesti havaittu, että annoskokojen merkinnässä voi henkilöiden välillä ilmetä suuriakin eroja arvioitaessa esim. lautaskokoa. Myös ruoka-aineiden määrissä, eli mitä mikäkin annos on sisältänyt, havaitaan eroja koska toisinaan on vaikea saada selville kaikkia käytettyjä ruoka-aineita. Tässä tutkimuksessa se ilmeni selkeästi pelaajien pelipäivän aterialla. Kaikki pelaajat söivät samassa paikassa saman aterian, mutta se, mitä pääruoka kenenkin mielestä sisälsi, vaihteli pelaajien välillä. Myös se, kuinka tarkasti aterioiden sisältö ja määrät olivat, vaihteli huomattavasti pelaajien välillä. Tämän voi todennäköisesti myös havaita ravintoaineiden saannin melko suurinakin vaihteluina pelaajien välillä. Ruokapäiväkirjojen täytössä on myös havaittu joidenkin syövän normaalia terveellisemmin tai aliraportoivan syömisään. Aliraportointi johtuu usein motivaation puutteesta tai välinpitämättömyydestä, koska ruokapäiväkirjan täyttäminen vaatii tarkkaa kirjaamista ja keskittymistä. Lisäksi kaikkia mahdollisia ruoka-aineita ei välttämättä löydy ravitsemuksen analysointiohjelmissa, jolloin on valittava tuote, joka vastaa mahdollisimman hyvin alkuperäistä tuotetta. Samalla kuitenkin virhelähteiden määrä kasvaa. (Magkos & Yannakoulia 2003.) Tutkimuksen kokonaiskeston ollessa kolme kuukautta, olisi ollut mielenkiintoista selvittää, muuttuvatko pelaajien ravitsemustottumukset kauden aikana tai sen jälkeen kun he saivat palautetta ruokapäiväkirjoistaan. Tässä tutkimuksessa pelaajat täyttivät päiväkirjoja kilpailukauden alussa, joten ne olisi voitu kerätä uudelleen kauden loppupuolella.

Johtopäätökset. Vitamiiniravintolisän käytöllä ei tässä tutkimuksessa ollut vaikutusta pelaajien perusveren kuvan muuttujiin. Tulosten tulkintaa heikensi koehenkilöiden määrä ja ravintolisän käytön lyhyt aika. Pelaajien punasolujen keskitilavuudessa, niiden koon vaihtelussa, trombosyyteissä, lymfosyyteissä sekä basofiileissä havaittiin erityisesti merkitsevää laskua kauden aikana. Leukosyyteistä lymfosyytien, neutrofiilien ja basofiilien muutokset ajoittuivat väli- ja loppumittausten väliseen aikaan. Näin ollen voidaan olettaa, että kauden aikai-

nen kuormitus on vaikuttanut kyseisiin arvoihin. Huomioon tulee kuitenkin ottaa mahdolliset harjoitusten ja pelien akuutit vasteet kyseisiin arvoihin mittauskerroilla. Pelaajien ravitsemuksessa havaittiin aikaisempienkin tutkimusten mukaisesti puutteita kokonaisenergian saannissa sekä hiilihydraattien saannissa verrattuna suositukseen. Proteiinien saanti sen sijaan oli suositusten mukainen. Lisäksi mikroravintoaineista varsinkin vitamiinien saantiin on kiinnitettävä huomiota mikäli niiden saannin halutaan saavuttavan urheilijoille asetetut tavoitetasot. Tutkimuksessa ei tarkasteltu pelaajien fyysistä suorituskkyä ja olisikin ollut mielenkiintoista analysoida vaikuttaako heikko ravitsemustila fyysiseen suoritukseen. Tuloksia tarkastellessa huomioon tulee ottaa merkittävät yksilölliset erot pelaajien ravintoaineiden saannissa.

10 LÄHTEET

- Alaranta, A., Hulmi, J., Mikkonen, J., Rossi, J. & Mero, A. 2007. Antioksidantit. Teoksessa Lääkkeet ja lisäravinteet urheilussa - suorituskykyyn ja kehon koostumukseen vaikuttavat aineet. NutriMed Oy, Gummerus Kirjapaino Oy. 171–185.
- Aguiló, A., Tauler, P., Fuentespina, E., Villa, G., Córdova, A., Tur, J. A & Pons, A. 2004. Antioxidant diet supplementation influences blood iron status in endurance athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 14, 147–160.
- Anderson, J. E. 2000. A Role for nitric oxide in muscle repair: Nitric Oxide-mediated Activation of Muscle Satellite Cells. *Molecular Biology of the Cell* 11, 1859–1874.
- Bailey, S. J., Vanhatalo, A., Winyard, P. G., Jones, A. M. 2012. The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway: Its role in human exercise physiology. *European Journal of Sport Science* 12, 309–320.
- Banfi, G., Lundby, C., Robach, P. & Lippi, G. 2011. Seasonal variations of haematological parameters in athletes. *European Journal of Applied Physiology* 1, 9–16
- Bangsbo, J., Norregaard, L. & Thorsoe, F. 1992. The effect of carbohydrate diet on intermittent exercise performance. *International journal of sport medicine* 13, 152–157.
- Bangsbo, J. 2002. Team Sports. Teoksessa Maughan R. Nutrition in sport. Volume 7 of the encyclopaedia of sports medicine 1.painos. Blackwell Publishing Company. 574–587.
- Bescos, R., Sureda, A., Tur, J. A. & Pons, A. 2012. The effect of nitric-oxide-related supplements on human performance. *Sports Medicine* 42, 99–117.
- Biltoft-Jensen, A., Matthiessen, J., Rasmussen, L. B., Fagt, S., Groth, M. V. & Hels, O. 2009. Validation of the Danish 7-day pre-coded food diary among adults: energy intake v. energy expenditure and recording length. *British Journal of Nutrition* 102, 1838–1846.
- Bjelakovic, G., Nikolova, D., Glud, L. L., Simonetti, R. G. & Glud, C. 2007. Mortality in randomized trials of antioxidant supplements for primary and secondary prevention. *Journal of the American Medical Association* 297, 842–857.

- Bloomer, R. J. 2010. Nitric Oxide Supplements for Sports. *National Strength and Conditioning Association* 32, 14–20.
- Bode-Böger, S. M., Böger, R. H., Schroder, E. P. & Frolich, J. C. 1994. Exercise increases systemic nitric oxide production in men. *Journal of Cardiovascular Risk* 1, 173–178.
- Boisseau, N., Vermorel, M., Rance, M., Duché, P. & Patureau-Mirand, P. 2007. *European Journal of Applied Physiology* 100, 27–33.
- Bond, H., Morton, L., Braakhuis, A. J. 2012. Dietary nitrate supplementation improves rowing performance in well-trained rowers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 22, 251–256.
- Borg, P., Fogelholm, M. & Hiilloskorpi, H. 2004. *Liikkujan ravitseemus*. Edita Prima Oy, Helsinki.
- Burke, L. M., Loucks, A. B. & Broad, N. 2006. Energy and carbohydrate for training and recovery. *Journal of Sports Sciences* 24, 675–685.
- Bury, T., Marechal, R., Mahieu, P. & Pirnay, F. 1998. Immunological status of competitive football player during the training season. *International Journal of Sports Medicine* 19, 364–368.
- Broad, E. M., Burke, L. M., Cox, G. R., Heeley, P. & Riley, M. 1996. Body weight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in the team sports. *International Journal of Sport Nutrition* 6, 307–320.
- Casajús, J. A. 2001. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 41, 463–469.
- Ceremuzynsk, L., Chamiec, T. & Herbaczynska-Cedro, K. 1997. Effect of supplemental oral L-arginine on exercise capacity in patients with stable angina pectoris. *The American Journal of Cardiology* 80, 331–333.
- Clements, W. T., Sang-Rok, L. & Bloomer, R. J. 2014. Nitrate Ingestion: A review of the health and physical performance effects. *Nutrients* 6, 5224–5264.
- Collier, J. & Vallance, P. 1991. Physiological importance of nitric oxide. *British Medical Journal* 302, 1289–1290.
- Eichner, E. R. 1992. Sports anemia, iron supplements and blood doping. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 24, 308–315.

- El-Sayed, M. S. 1998. Effects of exercise and training on blood rheology. *Sports Medicine* 5, 281–292.
- Func Food Finland Oy. 2013. Reco2 palautusjuomajauhe urheilijoille. Fast Sport Nutrition. Viitattu 13.3.2015. <http://www.fast.fi/tuotteet/reco2/>
- Filaire, E. & Pequignot, J-M. 2003. Biological, hormonal and psychological parameters in professional soccer players throughout a competitive season. *Perceptual and Motor Skills* 97, 1061–1072.
- Francomano, C. A., Qutab, A. & Burke, T. 2013. Kyäni Nitro FXTM and Kyäni Nitro XtremeTM: The science behind Kyäni's nitric oxide precursors. Nitro Science White Paper.
- Förstersmann, U. & Sessa, W. C. 2012. Nitric oxide synthases: regulation and function. *European Heart Journal* 33, 829–837.
- Gleeson, M., Lancaster, G. I. & Bishop, N. C. 2001. Nutritional strategies to minimize exercise-induced immunosuppression in athletes. *Canadian Journal of Applied Physiology* 26, 23–35.
- Gleeson, M. 2007. Immune function in sport and exercise. *Journal of Applied Physiology* 103, 693–699.
- Guyton, A. C. & Hall, J. E. 2011. *Textbook of medical physiology*. 12. painos. Philadelphia: W. B. Saunders.
- Heisterberg, M. F., Fahrenkrug, J., Krstrup, P., Storskov, A., Kjaer, M., Andersen, J. 2013. Extensive monitoring through multiple blood samples in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 27, 1260–1271.
- Hespel, P., Maughan, R. J. & Greenhaff, P. L. 2006. Dietary supplements for football. *Journal of Sports Sciences* 24, 749–761.
- Holway, F. E. & Spriet, L. L. 2011. Sport-specific nutrition: Practical strategies for team sports. *Journal of Sports Sciences* 29, 115–125.
- Hord, N. G., Tang, Y., Bryan, N. S. 2009. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *The American Journal of Clinical Nutrition* 90, 1–10.

- Huslab-liikelaitos. 2015. Perusverenkuva, leukosyyttien erittelylaskenta. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Viitattu 26.2.2015. <http://huslab.fi/ohjekirja/2475.html>
- Huslab-liikelaitos. 2015. Kortisoli. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Viitattu 12.3.2015. http://huslab.fi/cgibin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=2129&terms=kortisoli
- Iglesias-Gutlérrez, E., García-Rovés, P. M., Rodríguez, C., Braga, S., García-Zapico, & Patterson, Á. M. 2005. Food habits and nutritional status assessment of adolescent soccerplayers. A necessary and accurate approach. *Canadian Journal of Applied Physiology* 30, 18–32.
- Ilander, O., Borg, P., Laaksonen, M., Mursu, J., Ray, C., Pethman, K., Marniemi, A. 2006. Liikuntaravitsemus. VK - Kustannus Oy, Jyväskylä.
- Jacobs, I., Westlin, N., Karlsson, J., Rasmussen, M. & Houghton, B. 1982. Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *European Journal of Applied Physiology* 48, 297–302.
- Jalkapalloliiga ry. 2015. Veikkausliiga. Viitattu 4.2.2015. <http://www.veikkausliiga.com/Document.aspx?id=71>
- James Publishing. 2010. The composition of blood, including white and red cells and platelets. Viitattu 15.4.2015. <http://www.jamesdisabilitylaw.com/leukemia.htm>
- Jones, A. M. 2014. Dietary nitrate supplementation and exercise performance. *Sports Medicine* 44, 35–45.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., Costill, D. L. 2012. *Physiology of sport and exercise*. 5. Painos. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen, P. K. & Bangsbo, J. 2003. The Yo-Yo intermittent recovery test: physiological response, reliability and validity. *Medicine and science in sports and exercise* 4, 697–705.
- Leblanc, J. Ch., Le Gall, F., Grandjean, V. & Verger, Ph. 2002. Nutritional intake of French soccer players at the Clairefontaine training center. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise metabolism* 12, 268–280.
- Lemon, P. W. 1994. Protein requirements of soccer. *Journal of Sports Sciences* 12, 17–22.

- Liu, T-H., Wu, C-L., Chiang, C-W, Lo, Y-W. Tseng, H-F. & Chang, C-K. 2009. No effect of short-term arginine supplementation on nitric oxide production, metabolism and performance in intermittent exercise in athletes. *Journal of Nutritional Biochemistry* 20, 462–468.
- Lundberg, J., Weitzberg, E., Lundberg, J. M. & Alving, K. 1994. Intra-gastric nitric oxide production in humans: measurements in expelled air. *Journal of Gastroenterology and Hepatology* 35, 1543–1546.
- Machado-Rodrigues, A. M., Figueiredo, A. J., Mota, J., Cumming, S. P., Eisenmann, J. C., Malina, R. M & Coelho e Silva, M. J. 2012. Concurrent validation of estimated activity energy expenditure using a 3-day diary and accelerometry in adolescents. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 22, 259–264.
- Magkos, F. & Yannakoulia, M. 2003. Methodology of dietary assessment in athletes: concepts and pitfalls. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 5, 539–549.
- Malcovati, L., Pascutto, C. & Cazzola, M. 2003. Hematologic passport for athletes competing in endurance sports: a feasibility study. *Journal of Hematology* 88, 570–581.
- Malm, C., Ekblom, Ö., Ekblom, B. 2004. Immune system alteration in response to increased physical training during a five day soccer training camp. *International Journal of Sports Medicine* 25, 471–476.
- Maughan, R. J. 1997. Energy and macronutrient intakes of professional football players. *British Journal of Sports medicine* 31, 45–47.
- Maughan, R. J., Merson, S. J., Broad, N. P. & Shirreffs, S. M. 2004. Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 14, 333–346.
- Maughan, R. J., Shirreffs, S. M., Merson, S. J. & Horswill, C. A. 2005. Fluid and electrolyte balance in elite male football players training in a cool environment. *Journal of Sports Sciences* 23, 73–79.
- Maughan, R. J. 2006. Nutrition for football: The FIFA/F-MARC Consensus Conference. *Journal of Sports Sciences* 24, 663–664.

- Maughan, R. J. & Shirreffs, S. M. 2007. Nutrition for Soccer Players. *American College of Sports Medicine* 6, 279–280.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. 2010. *Exercise physiology: nutrition, energy and human performance*. 7. painos. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Mero, A., Häkkinen, K., Keskinen, K. & Nummela, A. 2007. *Urheiluvalmennus*. 2 painos. Lahti: VK-kustannus Oy.
- Meyer, T & Meister, S. Routine blood parameters in elite soccer players. *International Journal of Sports Medicine* 32: 875–881, 2011.
- Natale, V. M., Brenner, I. K., Moldoveanu, A. I., Vasiliou, P., Shek, P. & Shephard, R. J. 2003. Effects of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise. *Sao Paulo Medical Journal* 1, 9–14.
- Ostojic, S. M. & Ahmetovic, Z. 2009. Indicators of iron status in elite soccer players during the sports season. *International Journal of Laboratory Hematology* 31, 447–452.
- Packer, L. 1997. Oxidants, antioxidant nutrients and the athlete. *Journal of Sports Sciences* 15, 353–363.
- Peternej, T.T & Coombes, J.S. 2011. Antioxidant supplementation during Exercise Training, Beneficial or Detrimental? *Sports Medicine* 41, 1043–1069.
- Power, S., Nelson, W. B. & Larson-Meyer, E. 2011. Antioxidant and vitamin D supplements for athletes: Sense or nonsense? *Journal of Sports Sciences* 29, 47–55.
- Qutab A., Burke T., Francomano C. A. 2013. *Kyäni Sunrise™: The Science behind the superfoods*. Sunrise Science White Paper
- Raven, P. B, Gettman, L. R., Pollock, M. L. & Cooper, K. H. 1976. A physiological evaluation of professional soccer players. *British Journal of Sports Medicine* 10, 209–216.
- Rebelo, A. N., Candeias, J. R., Fraga, M. M., Duarte, J. A., Soares, J. M., Magalhães, C. & Torrinha, J. A. 1998. The impact of soccer training on the immune system. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 38, 258–261.
- Reeves, S & Collins, K. 2003. The nutritional and anthropometric status of Gaelic football players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 13, 539–548.

- Rico-Sanz, J., Frontera, W. R., Molé, P. A., Riviera, M. A. Riviera-Brown, A. & Meredith C. Natale N. 1998. Dietary and performance assessment of elite soccer players during period of intense training. *International Journal of Sport Nutrition* 8, 230–240.
- Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, S., Irazusta, J., Casis, L. & Gil, J. 2004. Nutritional intake in soccer players of different ages. *Journal of Sports Sciences* 23, 235–242.
- Sangwon, F. K. 2011. The role of nitric oxide in prostaglandin biology. *Nitric Oxide. National Institute of Health* 25, 255–264.
- Santi Maria, T., de Arruda, M., Portella, D., Vitoria, V. V., Campos, R. G., Salazar, C. M., Carrasco, V. & Cossio-Bolanos, M. 2013. Hematological parameters of elite soccer players during the competitive period. *Journal of exercise physiology* 5, 68–76.
- Saritas, N., Nakac, A., Yazici, C., Buyukipekci, S. & Coskun, B. 2013. Effect of vitamin E on oxidant and antioxidant capacity in football players. *Journal of Physical Education and Sport Science* 2, 74–82.
- Schumacher, Y. O., Schmid, A., Grathwohl, D., Bültermann, D. & Berg, A. 2002. Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performance. *Medicine and Science in Sports and exercise* 5, 869–875.
- Silverthorn, D. U., Ober, W. C., Garrison, C. W. & Silverthorn, A. C. 2007. *Human physiology. An integrated approach*. 4. painos. Pearson education Inc, San Fransisco: Benjamin Cummings.
- Senturk, U. K., Yalcin, O., Gunduz, F., Kuru, O. Meiselman, H. J., Baskurt, O. K. 2005. Effect of antioxidant vitamin treatment on the time course of hematological and hemorheological alterations after an exhausting exercise episode in human subjects. *Journal of Applied Physiology* 98, 1272-1279.
- Shirreffs, S., Sawka, M. N. & Stone, M. 2006. Water and electrolyte needs for football training and match-play. *Journal of Sports Sciences* 24, 699–707.
- Shirreffs, S. M. & Sawka, M. N. 2011. Fluid and electrolyte needs for training, competition and recovery. *Journal of Sports Sciences* 29, 39–46.
- Sottas, P-E., Robinson, N. & Saugy, M. 2008. A forensic to the interpretation of blood doping markers. *Law, Probability and Risk* 7, 191–210.

- Suomen Palloliitto. 2013. Jalkapallosäännöt. Viitattu 2.12.2013. http://www.palloliitto.fi/sites/default/files/liitteet/Palloliitto/jalkapallosaannot_2013.pdf
- Thomas, D. D, Ridnour, L. A., Isenberg, J. S., Flores-Santana, W., Switzer, C. H., Donzelli, S., Hussain, P., Vescoli, C., Paolucci, N., Ambs, S., Colton, C. A., Harris, C. C., Roberts, D. D. & Wink, D. A. 2008. The chemical biology of nitric oxide: Implications in cellular signaling. *Free Radical Biology and Medicine* 45, 18–31.
- Tschakovsky, M. E. & Joyner, M. J. 2008. Nitric oxide and muscle blood flow in exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 33, 151–160.
- Valtion ravitsemusneuvottelukunta. 2014. Terveyttä ruoasta - Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014. Juvenes Oy, Helsinki.
- Vanhatalo, A., Bailey, S. J., Blackwell, J. R, DiMenna, F. J., Pavey, T. G., Wilkerson, D. P., Benjamin, N., Winyard, P.G., Jones, A. M. 2010. Acute and chronic effects of dietary nitrate supplementation on blood pressure and physiological responses to moderate-intensity and incremental exercise. 2010. *American Journal of Physiology* 4, 1121–1131.
- Volpe, S. L. 2007. Micronutrient requirements for athletes. *Clinics in sports medicine* 26, 119–130.
- Williams, C. & Serratos, L. 2006. Nutrition on match day. *Journal of Sports Sciences* 24, 687–697.
- Wylie, L. J., Mohr, M., Krstrup, P., Jackman, S. R., Ermidis, G., Kelly, J., Black, M. I., Bailey, S. J., Vanhatalo, A. & Jones, A. M. 2013. Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology* 113, 1673–1684.