

**RAVINNON VAIKUTUS HAPPO-EMÄSTASAPAINOON JA  
RASVA-AINEENVAIHDUNTAAN LEVOSSA SEKÄ KESTÄ-  
VYYSKUORMITUKSESSA ERI-ikäisillä miehillä ja  
naisilla**

Susanna Malmivaara

Liikuntafysiologia

LFYA005

Kandidaatin tutkielma

Syksy 2012

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaajat: Antti A. Mero ja

Enni-Maria Hietavala

# TIIVISTELMÄ

**Malmivaara, Susanna** 2012. *Ravinnon vaikutus happo-emästasapainoon ja rasva-aineenvaihduntaan levossa sekä kestävyyskuormituksessa eri-ikäisillä miehillä ja naisilla. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, 52 s.*

**Johdanto.** On todettu, että ruokavaliolla voidaan vaikuttaa elimistön happo-emästasapainoon. Elimistön happamuus on yhteydessä fyysiseen suorituskyykyyn, mutta lisäksi mm. diabeteksen, sepelvaltimotaudin, keskivartalolihavuuden ja syöpien riskiin. pH:n lasku eli happamuuden lisääntyminen heikentää lihasten voimantuottoa ja välittömän energianlähteen adenosiinitrifosfaatin (ATP) muodostumista ja käyttöä. Kasvispitoisen ruokavalioiden on todettu nostavan virtsan pH:ta ja lisäksi laskevan veren kokonaiskolesteroli- sekä LDL (*low density lipoprotein*) -kolesterolin pitoisuuksia.

**Tutkimuksen tarkoitus.** Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää normaaliproteiini- kasvisravinnon (EMÄS, PRAL < 0, PRAL= *potential renal acid load*, potentiaalinen munuaisten happokuorma) ja runsasproteiinisen, kasvikkottoman ruokavalioiden (HAPAN, PRAL > 0) vaikutuksia veren pH:hon ja rasva-arvoihin sekä virtsan pH:hon levossa ja kestävyyskuormituksessa eri-ikäisillä miehillä ja naisilla.

**Menetelmät.** Koehenkilöinä oli 84 tervettä 12–75 -vuotiasta miestä ja naista, jotka jaettiin kolmeen ryhmään: 12–15 -vuotiaat (lasten ryhmä), 25–35 -vuotiaat (keskiryhmä) sekä 65–75 -vuotiaat (ikäntyneiden ryhmä). Tutkimuksessa vertailtiin seitsemän vuorokauden EMÄS - ja HAPAN -ruokavalioiden vaikutuksia veren pH:hon, kokonaiskolesteroliin, LDL-, HDL (*high density lipoprotein*) - ja triglyseridipitoisuuksiin sekä virtsan pH:hon. Molempien ruokavalioiden jälkeen tehtiin kestävyyskuormitus polkupyöräergometrillä uupumukseen asti. Koeasetelmassa koehenkilöistä puolet toteutti ensin viikon kestoisen EMÄS -jakson ja puolet viikon HAPAN -jakson ja kahden viikon jälkeen jaksot vaihtuivat. Happo-emästasapainon muutoksia tarkasteltiin sormenpäältä ja kyynär-laskimoverestä sekä virtsasta otetuista näytteistä. Ravintojaksojen aikaiset ruokapäiväkirjat analysoitiin Nutri-Flow -ravintolaskentaohjelmalla. PRAL:n laskemiseksi käytettiin seuraavaa kaavaa:  $PRAL (mEq/d) = fosfori (mg/d) \times 0,0366 + proteiini (g/d) \times 0,4888 - kalium (mg/d) \times 0,0205 + kalsium (mg/d) \times 0,0125 + magnesium (mg/d) \times 0,0263$ . Verikokeista, virtsanäytteistä, ravintoanalyseista ja kestävyyskuormituksesta saadut tulokset käsiteltiin tilastollisesti SPSS 18.0 for Windows-ohjelmalla. Tilastollisissa testeissä merkitsevyyden rajana oli  $p < 0,05$ .

**Tulokset.** PRAL erotti EMÄS - ja HAPAN -ruokavaliot selvästi toisistaan. Kasviksia ja hedelmiä EMÄS -ruokavaliossa oli 800–1400 g/vrk ja HAPAN -ruokavaliossa 17–40 g/vrk. Kokonaisenergiaa oli HAPAN -ruokavaliossa noin 200 kcal/vrk enemmän, proteiinin määrä (1.50–2.27 g/kg/vrk) oli siinä suurempi ja rasvaa oli enemmän. EMÄS -ruokavaliossa oli hiilihydraatteja enemmän lähinnä suuren kasvis- ja hedelmämäärän vuoksi ja proteiinia oli yleisten suositusten mukaisesti (1.04–1.34 g/kg).

**Lepoarvot.** Veren pH laski merkitsevästi ( $p < 0,05$ ) keskiryhmän naisilla HAPAN -viikon jälkeen. Ikäntyneiden ryhmän naisilla pH nousi EMÄS -viikon jälkeen ja laski HAPAN -viikon jälkeen ( $p < 0,05$ ). Lapsilla ei ollut muutoksia pH:ssa.

Virtsan pH nousi molemmilla aikuisilla ryhmillä merkitsevästi ( $p < 0,05$ ) EMÄS -viikon jälkeen ja vastaavasti laski merkitsevästi ( $p < 0,05$ ) HAPAN -viikon jälkeen. Lapsilla ei ollut muutoksia pH:ssa.

Keskiryhmän miehillä veren kokonaiskolesteroli laski merkitsevästi ( $p < 0,05$ ) EMÄS -viikon jälkeen. Ikäntyneiden ryhmässä vastaavasti kokonaiskolesteroli laski sekä miehillä että naisilla ( $p < 0,05$ ) EMÄS -viikon jälkeen. HDL -kolesterolissa ei havaittu merkitseviä muutoksia. LDL -pitoisuus laski ( $p < 0,05$ ) keskiryhmän naisilla ja ikäntyneillä

naisilla EMÄS -viikon jälkeen. Triglyseridipitoisuus laski EMÄS -viikon jälkeen keski-ryhmän miehillä ( $p < 0,05$ ). Lapsilla ei ollut muutoksia missään veren rasva-arvoissa.

**Polkupyöräergometrikuormitus.** Veren pH -arvo EMÄS -viikon jälkeen oli korkeampi ( $p < 0,05$ ) eli emäksisempi aikuisten ryhmissä sekä miehillä että naisilla useassa mittauspisteessä kestävyyskuormituksen aika. Lapsilla ei samaa todettu. Kuormituksen aikana veren triglyseridipitoisuutta mitattiin vain keskiryhmän miehiltä ja naisilta. Se oli matalammalla ( $p < 0,05$ ) emäksisen viikon jälkeen verrattuna HAPAN -viikkoon lähes kaikissa mittauspisteissä.

**Pohdinta ja johtopäätökset.** Tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että elimistön happo-emästasapainon ja rasva-aineenvaihdunnan kannalta normaaliproteiininen ja kasvispitoinen ruokavalio on terveydelle hyväksi. Vaikutukset korostuvat aikuisilla. Ruokavaliojakso oli melko lyhyt, viikon mittainen, mutta silti tutkituissa muuttujissa saatiin esiin selviä muutoksia, etenkin ikääntyneiden ryhmällä ja erityisesti huonojen kolesterolitasojen lasku jo viikon aikana on erittäin merkittävä ja uusi tulos. Terveyden ja hyvinvoinnin kannalta on tärkeää, että ruokavalio sisältää vuorokaudessa 800–1400 g kasviksia, hedelmiä ja marjoja sekä samanaikaisesti proteiinia ja muita ravintoaineita ravintosuosituksen mukaisen määrän. Emäksinen ruokavalio lisää elimistön emäksisyyttä, mikä saattaa edelleen olla eduksi liikunnassa ja urheilussa fysiologisten harjoitusvaikeuksien syntymisessä ja myös kilpailusuorituksen kannalta.

**Avainsanat:** *Happo-emästasapaino, kestävyyskuormitus, kolesteroli, LDL, HDL, triglyseridit, ravinto*

**Tätä tutkimusta ovat tukeneet:**

TEKES

Honkatarhat Oy, Honkajoki

Kyröntarhat Oy, Honkajoki

Mykora Oy, Honkajoki

Lihajaloste Korpela Oy, Huittinen

Laihian Mallas Oy, Laihia

KKK-Vihannes Oy / Lykobene, Honkajoki

# SISÄLTÖ

## TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO .....	5
2 ELIMISTÖN HAPPO-EMÄSTASAPAINO .....	7
2.1 Hapot ja emäkset .....	7
2.2 Elimistön puskurijärjestelmät.....	8
3 RAVINNON VAIKUTUS ELIMISTÖN HAPPO-EMÄSTASAPAINOON .....	10
4 HAPPO-EMÄSTASAPAINON VAIKUTUS HYVINVOINTIIN, TERVEYTEEN JA SUORITUSKYKYYN .....	12
4.1 Hapto-emästasapainon vaikutus terveyteen .....	12
4.2 Hapto-emästasapainon vaikutus suorituskykyyn .....	14
5 ELIMISTÖN RASVA-AINEENVAIHDUNTA LEVOSSA JA KESTÄVYYSKUORMITUKSESSA .....	15
5.1 Lipidit.....	15
5.2 Rasva-aineenvaihdunta levossa ja fyysisessä kuormituksessa.....	16
6 RAVINNON VAIKUTUS ELIMISTÖN RASVA-AINEENVAIHDUNTAAN.....	19
7 TUTKIMUSONGELMAT JA -HYPOTEESEIT.....	22
8 TUTKIMUSMENETELMÄT.....	24
8.1 Koehenkilöt .....	24
8.2 Koeasetelma .....	25
8.3 Aineiston keräys ja analysointi .....	28
8.4 Tilastolliset menetelmät .....	29

9 TULOKSET .....	30
9.1 Ravinto .....	30
9.2 Ravinnon vaikutus happo-emästasapainoon .....	32
9.3 Ravinnon vaikutus veren lipideihin .....	35
9.4 Kestävyysskuormituksen vaikutus happo-emästasapainoon ja rasva- arvoihin .....	38
10 POHDINTA .....	41
11 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	48
12 LÄHTEET .....	49

# 1 JOHDANTO

Elimistön pienetkin pH:n vaihtelut voivat johtaa aineenvaihdunnassa vakaviin muutoksiin ja saattavat olla erityistapauksissa jopa hengenvaarallisia. Tämän vuoksi elimistössä on erilaisia puskurointijärjestelmiä, joiden avulla veren pH pysyy tarkoin säädellyllä alueella 7,37–7,43. (Vormann & Goedecke 2006.) Puskureina elimistössä toimivat kemialliset puskurit kuten bikarbonaatti-ioni, inorgaaninen fosfaatti ja proteiinit, keuhkot sekä munuaiset (Guyton & Hall 2011, 380). Tutkimuksissa on käynyt selvästi ilmi, että ruokavaliolla voidaan vaikuttaa elimistön happo-emästasapainoon varsinkin, jos ruokavaliossa tehdään suuria muutoksia ja muutokset kestävät pitkään. Kasvikunnan tuotteet sekä maitotuotteet ovat terveydelle tärkeitä ruoka-aineita ja lisäksi ne lisäävät elimistön emäksisyyttä. Liha, kananmuna ja vehnätuotteet taas lisäävät elimistön happokuormaa. (Welch ym. 2008; Alexy ym. 2007.) Kasvisten, hedelmien ja marjojen monien terveys-  
hyötyjen lisäksi niiden lisääminen ruokavalioon pienentää elimistön happokuormaa ja tällä on monia positiivisia vaikutuksia terveyteen kuten esimerkiksi diabeteksen ja sepelvaltimotaudin riskin väheneminen.

Kovatehoisissa fyysisissä kuormituksissa energiaa tuotetaan anaerobisen energiantuoton kautta, jolloin sivutuotteena elimistöön kertyy vetyioneja. Tämä lisää elimistön happamuutta ja tiedetään, että vetyionien kertyminen elimistöön heikentää suorituskykyä. Muutamissa tutkimuksissa on huomattu, että ruokavaliolla pystytään vaikuttamaan elimistön pH:hon korkeaintensiteettisten kuormitusten aikana siten, että kasviksilla ja hedelmillä pystytään lisäämään elimistön emäksisyyttä. Tällöin myös väsymys ilmenee myöhemmin ja siten suorituskyky paranee. (Greenhaff ym. 1988; Greenhaff ym. 1987; Vormann & Goedecke 2006; Wilmore & Costill 2004, 206.)

Rasva-aineenvaihdunnan häiriöt voivat aiheuttaa vakavia sairauksia. Kohonneilla kokonaiskolesteroli- sekä LDL-kolesterolipitoisuuksilla on havaittu olevan selvä yhteys vakavien sairauksien kuten mm. sydänsairauksien ja aivohalvauksien sekä kuoleman riskiin. (Ferdowsian & Barnard 2009.) HDL kuljettaa kolesterolia valtimoiden seinämistä maksaan, jossa kolesterolin rakennetta muutetaan ja se poistetaan suolistoon sappinesteen mukana. Lipoproteiineista LDL taas kiinnittyy helpoiten valtimoiden

seinämiin ja tukkeuttaa verisuonia. HDL:ää sanotaankin yleensä ”hyväksi” ja LDL:ää ”pahaksi” kolesteroliksi. (McArdle ym. 2010, 24–25.) Tutkijat ovat huomanneet, että kasvispitoista ruokaa syöville henkilöillä veren kokonaiskolesterolipitoisuus sekä LDL-pitoisuudet ovat matalampia kuin eläinkunnan tuotteita syöville ihmisillä. (Ferdowsian & Barnard 2009.) Täten voidaan todeta odotetusti, että ruokavaliolla on vaikutusta elimistön rasva-aineenvaihduntaan.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia, miten ruokavalio vaikuttaa elimistön happo-emästasapainoon levossa sekä kestävyyskuormituksessa eri-ikäisillä miehillä ja naisilla. Lisäksi tutkittiin, miten ruokavalio vaikuttaa elimistön rasva-arvoihin levossa.

## 2 ELIMISTÖN HAPPO-EMÄSTASAPAINO

### 2.1 Hapot ja emäkset

Happo on aine, joka liuetessaan nesteeseen vapauttaa vetyionin  $H^+$  ja emäs on aine, joka vastaanottaa vetyionin ja muodostaa hydroksidi-ionin  $OH^-$ . Liuoksen vetyionikonsentraatiota mitataan pH:n avulla: pH on vetyionikonsentraation negatiivinen logaritmi eli  $pH = -\log [H^+]$ . Neutraalin liuoksen pH on seitsemän, happaman liuoksen pH on alle seitsemän ja emäksisen liuoksen pH on yli seitsemän. Kun pH laskee eli vetyionikonsentraatio nousee, puhutaan asidoosista eli happamoitumisesta ja päinvastainen ilmiö eli pH:n nousu on nimeltään alkaloosi. Elimistö puskuroi eli vastustaa vetyionikonsentraation muutoksia kemiallisten ja fysiologisten puskurijärjestelmien avulla. (McArdle ym. 2010, 300.)

Hiilihydraattien, rasvojen ja proteiinien aineenvaihdunnassa syntyy inorgaanisia happoja, jotka lisäävät vetyionikonsentraatiota ja siten myös happamuutta kehon nesteissä. Lepotilassa elimistön nesteissä on enemmän emäksiä kuin happoja, ja lihaksien pH on noin 7,1 ja valtimoveren pH noin 7,4. (Wilmore & Costill 2004, 265.) Valtimoveren alin pH, jossa ihminen voi selvitä hengissä muutaman tunnin ajan, on 6,8 ja korkein 8,0. Soluvälinesteen pH on matalampi kuin plasman, sillä soluvälineesteessä on runsaasti solujen aineenvaihdunnassa syntyneitä happoja. Soluista riippuen solujen sisäisen nesteen pH vaihtelee välillä 6,0 ja 7,4. Virtsan pH voi vaihdella välillä 4,5 ja 8,0. (Guyton & Hall 2011, 380.)

Elimistön happo-emästasapainon säätely on erittäin tärkeää, sillä kaikki elimistön entsyymitoiminnot ja aineenvaihdunnan reaktiot riippuvat ympäröivästä pH:sta (McArdle ym. 2010, 301; Guyton & Hall 2011, 379). Sen vuoksi pH:n vaihtelut muuttavat kaikkia solun ja koko elimistön toimintoja. Normaalisti vetyionikonsentraatio elimistössä on noin 40 nEq/L, mutta voi äärimmäisissä oloissa vaihdella arvosta 10 nEq/L arvoon 160 nEq/L aiheuttamatta kuolemaa. (Guyton & Hall 2011, 380.)



Elimistön nesteiden vetyionipitoisuuteen vaikuttaa kolme riippumatonta tekijää: vahvojen ionien pitoisuusero (SID, strong ion difference), heikkojen happojen kokonaiskonsentraatio ( $A_{\text{tot}}$ ) sekä hiilidioksidin osapaine ( $p\text{CO}_2$ ). SID voidaan laskea kaavalla:  $\text{SID} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{La}^-)$ . Kun SID -arvo kasvaa, vetyionien määrä vähenee ja pH kasvaa. Heikkojen happojen kokonaiskonsentraatiolla  $A_{\text{tot}}$  tarkoitetaan lähinnä albumiinin ja fosfaattien konsentraatioita. Hiilidioksidin osapaineen nousu lisää vetyionikonsentraatiota. Nämä kolme edellä mainittua muuttujaa vaikuttavat mm. vetyionien ja bikarbonaatti-ionien pitoisuuksiin ja siten elimistön happamuuteen. (Kellum 2000.)

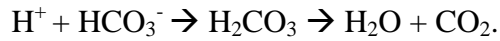
Paastoaminen lisää elimistön happamuutta, koska paastotessa rasvahapoista muodostuu ketohappoja. Myös anaerobinen energiantuotto lisää elimistön happamuutta, sillä anaerobisessa energiantuotossa eli anaerobisessa glykolyysissä syntyy hapen puutteessa maitohappoa, joka hajoaa vety- ja laktaatti-ioneiksi. (Vormann & Goedecke 2006.)

## 2.2 Elimistön puskurijärjestelmät

Elimistössä on kolme tärkeää puskurointijärjestelmää: kemialliset puskurit, jotka sitovat aineenvaihdunnassa syntyviä vetyioneja, hengitys, jonka myötä elimistöstä poistetaan hiilidioksidia  $\text{CO}_2$  sekä munuaiset, jotka pystyvät erittämään ylimääräiset vetyionit pois elimistöstä virtsan mukana. Kemialliset puskurit ovat ensimmäisen linjan puolustus pH:n muutoksia vastaan ja ne toimivat nopeasti sitomalla kehon nesteisiin vapautuneita vetyioneja. Ne eivät kuitenkaan pysty poistamaan vetyioneja elimistöstä vaan sitovat niitä siihen asti, kun tasapaino on jälleen saavutettu. Keuhkot toimivat toisen linjan puolustuksessa pH:n muutoksia vastaan ja keuhkojen puskurointikapasiteetti käynnistyy muutamassa minuutissa. Kolmannen linjan puolustus eli munuaiset poistavat elimistöstä ylimääräiset vetyionit. Munuaisten puskurointikapasiteetti käynnistyy hitaasti, tuntien tai useiden päivien kuluessa, mutta munuaiset ovat tehokkain tapa säädellä elimistön happo-emästasapainoa. (Guyton & Hall 2011, 380.)

*Elimistön kemialliset puskurit.* Elimistön kemialliset puskurit ovat pääasiassa bikarbonaatti-ioni ( $\text{HCO}_3^-$ ), inorgaaninen fosfaatti ( $\text{P}_i$ ) ja proteiinit, joista tärkein on veren punasoluissa sijaitseva hemoglobiini. Kun vetyioni sitoutuu bikarbonaatti-ioniin, syntyy

hiilihappoa  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , joka on heikko happo. Se dissosioituu eli hajoaa keuhkoissa hiilidioksidiksi ja vedeksi. Hiilidioksidi poistuu elimistöstä uloshengityksen mukana ja bikarbonaatti-ionit voidaan käyttää uudestaan. Asidoosissa tätä voidaan kuvata seuraavan reaktioyhtälön avulla:



Alkaloosissa reaktio kulkee toiseen suuntaan.

Veren punasoluissa sijaitseva hemoglobiini pystyy puskuroimaan pH:n muutoksia lähes kuusi kertaa paremmin kuin muut plasman proteiinit. Kun hemoglobiini luovuttaa soluille sitomansa hapen, sen affiniteetti vetyioneille kasvaa eli deoksihemoglobiini pysyy paremmin sitomaan vetyioneja kuin oksihemoglobiini. (McArdle ym. 2010, 301.) Lihassoluissa ja munuaisten tubuluksissa vetyioneja puskuroidaan fosfaattien kuten fosforihapon ja natriumfosfaatin avulla. (Wilmore & Costill 2004, 265; McArdle ym. 2010, 301.)

*Keuhkojen rooli puskuroinnissa.* Vetyionikonsentraation lisääntyminen stimuloi hengityskeskusta ja lisää ventilaatiota eli keuhkotuuletusta. Ventilaation lisääntyminen kiihdyttää vedyn sitoutumista bikarbonaattiin ja lisää hiilidioksidin poistumista elimistöstä. Kiihtyneen ventilaation seurauksena vapaiden vetyionien konsentraatio laskee ja pH nousee. Hengityksen avulla happo-emästasapainoa voidaan säädellä melko nopeasti ja se onkin tärkeä mekanismi etenkin fyysisessä rasituksessa ja fyysisen rasituksen jälkeen. (Wilmore & Costill 2004, 266.)

*Munuaiset.* Kemialliset puskurit pystyvät siis vastustamaan hetkellisesti pH:n muutoksia. Elimistöön kerääntyneet vetyionit poistetaan elimistöstä munuaisten kautta erittämällä ne virtsaan. Munuaiset suodattavat verestä erilaisia kuona-aineita sekä vetyioneja. Lisäksi munuaisten tubuluksissa reabsorboidaan verestä muun muassa emäksiä ja bikarbonaatti-ioneja takaisin elimistön käyttöön. (Wilmore & Costill 2004, 266; McArdle ym. 2010, 302.)

### 3 RAVINNON VAIKUTUS ELIMISTÖN HAPPO-EMÄSTASAPAINOON

Ruokavaliolla on vaikutusta elimistön happo-emästasapainoon (Welch ym. 2008; Alexy ym. 2007). Esimerkiksi rikki-pitoiset aminohapot lisäävät elimistön happokuormaa, sillä niiden kataboliassa eli hajoamisessa vapautuu rikkiä. Kun rikki edelleen hapettuu sulfaatiksi, vapautuu reaktiossa vetyioneja, jotka lisäävät elimistön happamuutta. Rikki-pitoisia aminohappoja, metioniiniä ja kysteiiniä, on paljon eläinproteiinissa, pähkinöissä sekä viljakasveissa. Kasvisruokavalio sisältää paljon kaliumia, magnesiumia sekä kalsiumia, jota on paljon myös esimerkiksi maitotuotteissa. Nämä lisäävät elimistön emäksisyyttä. (Alexy ym. 2007.) Tutkimuksissa on huomattu, että plasman C-vitamiinipitoisuus korreloi negatiivisesti elimistön happamuuden kanssa. Elimistön emäksisyyttä lisäävät kasvikset ja hedelmät sisältävät runsaasti C-vitamiinia, joten kun kasvien ja hedelmien syönti lisääntyy, myös plasman C-vitamiinipitoisuus nousee. (Welch ym. 2008.)

Nykypäivän ruokavaliosta ihmiset saavat paljon proteiinia verrattuna hedelmiin ja kasviksiin, jotka lisäävät elimistön emäksisyyttä. Seurauksena tästä on se, että elimistön happokuorma lisääntyy. Happamuuden lisääntymiseen vaikuttaa myös happoja sisältävien, elimistön happokuormaa kasvattavien virvoitusjuomien lisääntynyt kulutus. Elimistön happamoitumisesta voi tulla krooninen tila, jolloin ei ilmene mitään akuutteja oireita. Tämän tilan voi määrittää vain kliinisesti seuraamalla elimistön puskurointikapasiteettia sekä munuaisten hapon nettoeritystä. Syynä lisääntyneeseen krooniseen elimistön happamoitumiseen on ruokavalion ohella munuaistoiminnan heikentyminen sekä bikarbonaatti-ionien konsentraation väheneminen plasmassa iän myötä. Ikääntyessä myös munuaisten happojen erittämiskyky heikkenee ja siten iän myötä veren pH laskee eli elimistö happamoituu. (Vormann & Goedecke, 2006.)

Ravinnon happokuormaa voidaan arvioida laskemalla PRAL-arvo (potential renal acid load) tai mittaamalla virtsan pH:ta (Welch ym 2008; Alexy ym. 2007). Virtsan pH on helppo mitata ja sillä on huomattu selvä yhteys laskennalliseen PRAL-arvoon (Welch ym. 2008). Kun lasketaan PRAL, se ottaa huomioon mineraalien ja rikkiä sisältävien

aminohappojen erilaisen imeytymisnopeuden sekä proteiinien metaboliassa syntyvän sulfaatin. PRAL voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$\text{PRAL (mEq/d)} = \text{fosfori (mg/d)} \times 0,0366 + \text{proteiini (g/d)} \times 0,4888 - \text{kaliium (mg/d)} \times 0,0205 + \text{kalsium (mg/d)} \times 0,0125 + \text{magnesium (mg/d)} \times 0,0263. \text{ (Alexy ym. 2007.)}$$

On todettu, että hedelmillä, kasviksilla ja perunalla on negatiivinen PRAL-arvo, ja juustolla, maitotuotteilla, viljatuotteilla, lihalla, kalalla sekä kananmunalla on positiivinen PRAL-arvo (Alexy ym. 2007). Negatiivinen PRAL-arvo tarkoittaa, että ruoka-aine lisää emästen tuottoa elimistössä ja positiivinen päinvastoin. Alexyn ym. (2007) tutkimuksessa huomattiin, että suurin emäspitoisuus tuli hedelmistä, sillä niitä syödään enemmän kuin perunaa ja kasviksia. Elimistöä eniten happamoittamia tuotteita ovat liha, kala, viljatuotteet sekä kananmunat, sillä niitä on tavallisessa ruokavaliossa runsaasti.

Welchin ym. (2008) tutkimuksessa huomattiin, että miesten elimistö oli happamampi kuin naisilla. Happamuutta arvioitiin sekä laskennallisella PRAL-arvolla, että virtsan pH:ta mittaamalla. Syynä miesten happamampaan elimistöön oli se, että miehet syövät naisia vähemmän hedelmiä ja kasviksia ja syövät enemmän elimistöä happamoittamia tuotteita kuten lihaa, viljatuotteita ja maitotuotteita. Tutkimuksessa todettiin lisäksi, että naisten ja miesten, jotka eivät syöneet ollenkaan lihaa, virtsan pH oli emäksisempää kuin lihaa syöville henkilöillä. Alexyn ym. (2007) tutkimuksessa tutkittiin 3–18-vuotiaiden lasten ja nuorten ruokailutottumuksia ja arvioitiin elimistön happokuormaa laskemalla PRAL-arvoja. Tutkijat havaitsivat, että poikien kokonaisenergiansaanti oli suurempaa kuin tyttöillä kahdeksannen ikävuoden jälkeen ja havaittiin myös, että kaikilla tutkimukseen osallistujilla ruokavalio oli lievästi happamuutta aiheuttavaa. Lisäksi havaittiin, että poikien ruokavalio sisälsi enemmän elimistöä happamoittavia tuotteita kuin tyttöillä. Erityisesti poikia tulisi kannustaa lisäämään ruokavalioon elimistön happamuutta vähentäviä tuotteita kuten perunaa, hedelmiä ja kasviksia. (Alexy ym. 2007.)

## **4 HAPPO-EMÄSTASAPAINON VAIKUTUS HYVINVOINTIIN, TERVEYTEEN JA SUORITUSKYKYYN**

### **4.1 Happo-emästasapainon vaikutus terveyteen**

*Luiden hyvinvointi.* Luun massaan ja kokoon vaikuttaa geenien ja hormonien lisäksi mm. lihaksikkuus, ylipaino sekä ruokavalio. Lasten ruokavaliossa kalsiumia on pidetty luiden tärkeimpänä rakennusaineena. Luuston kalsium- ja mineraalikoostumukseen vaikuttaa kuitenkin merkittävästi mm. proteiinit ja emäksiset mineraalit. Alexyn ym. (2005) tutkimuksessa tutkittiin pitkäaikaisen proteiinin nauttimisen ja PRAL:in yhteyttä luun kuntoon lapsilla ja nuorilla. Tutkimuksessa todettiin, että kaikki antropometriset muuttujat sekä luumuuttujat (kuten esimerkiksi luun mineraalipitoisuus ja luun paksuus) erosivat selkeästi alle murrosikäisten lasten ja murrosikäisten nuorten ryhmissä. Päivittäinen energiansaanti, proteiinin ja mineraalien määrä sekä PRAL olivat korkeampia murrosikäisillä sekä pojilla. Proteiinin saanti alle murrosikäisillä lapsilla oli 2 g/kg/vrk, murrosikäisillä pojilla 1,6 g/kg/vrk ja murrosikäisillä tytöillä 1,4 g/kg/vrk. Uusimpien julkaisujen mukaan saantisuositus 4–13 -vuotiaille olisi 0,95 g/kg/vrk ja 14–18 -vuotiaille 0,85 g/kg/vrk eli tämän tutkimuksen koehenkilöt saivat siis ravinnosta runsaasti proteiinia. Keskimääräinen kalsiumin saanti oli hieman alle suositusten. Tutkimuksessa huomattiin, että proteiinin nauttiminen oli positiivisesti yhteydessä luukalvon ympärystmittaan, kuorikerroksen pinta-alaan ja luun mineraalipitoisuuteen. Korkea PRAL-arvo eli suurempi happokuorma oli yhteydessä selvästi pienempään pinta-alaan ja luun mineraalipitoisuuteen. Kalsiumilla ei todettu olevan yhteyttä luun pinta-alaan tai mineraalipitoisuuteen. (Alexy ym. 2005.) Tutkimuksessa ei kerrottu, minkälaista proteiinia lapset ja nuoret nauttivat toisin sanoen oliko proteiini peräisin eläinkunnan tuotteista vai ei ja sisälsikö proteiini paljon rikkiä sisältäviä aminohappoja.

Aikaisemmin on osoitettu, että pitkäaikaisella proteiinin nauttimisella ja luun stabiiliisuudella on selvä positiivinen yhteys terveillä lapsilla ja nuorilla. Tähän näyttäisi vaikuttavan kaksi vastakkaista mekanismia: anabolinen vaikutus (IGF-1) ja katabolinen vaikutus (PRAL). Kyseisen tutkimuksen perusteella voidaan myös todeta, että emäspi-

toisella ruokavaliolla (kasvikset ja hedelmät) on selviä terveyden kannalta positiivisia vaikutuksia luun hyvinvointiin. Lapsilla riittävä määrä emästä tulisi saada ravinnosta, aikuiset voivat käyttää tarvittaessa myös lisäravinteita. (Alexy ym. 2005.)

*Diabetes- ja sepelvaltimotauti.* Kasvisten ja hedelmien runsaalla syömisellä ja siten myös runsaalla kaliumin saannilla, on todettu olevan yhteys alentuneeseen sepelvaltimotaudin sekä diabeteksen riskiin. Kun ruokavalio sisältää runsaasti proteiinia, on havaittu, että kortisoli-hormonin tuotto elimistössä lisääntyy. Kortisoli edistää viskeraalilihavuuden eli keskivartalolihavuuden kehittymistä ja kortisolilla on suora negatiivinen vaikutus insuliinin toimintaan. Kortisolin lisääntynyt erityy saattaa lisätä insuliiniresistenssin ja tyypin 2 diabeteksen riskiä. Siten ruokavaliolla on suuri merkitys myös näiden sairauksien synnyssä ja ehkäisyssä, ja kasvisten nauttimisella on selviä positiivisia vaikutuksia terveyteen. (McCarty 2005.)

*Syövät.* Rinta- ja eturauhassyöpä ovat yleisimmät syövät naisilla ja miehillä. Ei ole vielä selvillä, mitkä asiat vaikuttavat syöpien syntyyn ja niistä selviytymiseen, mutta tutkimuksissa on huomattu, että ruokavaliolla on vaikutusta. Ruokavalio, joka sisältää paljon liha- ja maitotuotteita ja vähän kuituja, on huomattu lisäävän eturauhassyövän riskiä. Useissa tutkimuksissa on huomattu, että kasvispitoinen ruokavalio voi ehkäistä syövän syntyä ja lisätä paranemisen todennäköisyyttä. Kasvisruokavalion etuja syövän ehkäisyssä ovat korkea hedelmä-, vihannes- ja kuitupitoisuus sekä vähäinen rasva-, proteiini-, kalsium- ja karsinogeenipitoisuus. Lihavuuden on huomattu lisäävän rintasyövän riskiä, sen uusiutumista sekä kuolevuutta rintasyöpään. Ravinnon rasvat lisäävät keskivartalolihavuutta ja saattavat lisätä sukupuolihormonien tuotantoa. (Ferdowsian & Barnard 2007.)

*Sarkopenia.* Sarkopenialla tarkoitetaan lihasmassan häviämistä ja lihastoiminnan heikkenemistä iän myötä. Sarkopenia voi johtaa heikentyneeseen toimintakykyyn, suurentaa murtumien riskiä sekä lisätä työkyvyttömyyttä. Tämän vuoksi lihasmassan säilyttäminen ikääntyessä on erittäin tärkeää. (Dawson-Hughes 2008; Borst 2004.) Sarkopeniaa voidaan ehkäistä hormonikorvaushoidoilla sekä fyysisellä harjoittelulla (Borst 2004). Lisäksi on huomattu, että ruokavaliolla voidaan ehkäistä tai hidastaa lihasten surkastumista. Tutkimuksissa on todettu, että metabolinen asidoosi edistää lihasmassan häviämistä ja tämän vuoksi ruokavalion rooli onkin erittäin tärkeä yli 50 -vuotiailla. Elimis-

tön emäksisyyttä lisäävät kasvikset ja hedelmät ovat tärkeitä aikuisten ja vanhusten ruokavaliossa lihassmassan säilymisen kannalta. Kasvikset ja hedelmät sisältävät runsaasti kaliumia ja vähentävät elimistön happamuutta ja auttavat siten ikääntyessä säilyttämään lihassmassaa. (Dawson-Hughes 2008.) Optimaalisella harjoittelulla ja ruokavaliolla voidaan siten ehkäistä ikääntymisen mukanaan tuomia ongelmia.

## **4.2 Happo-emästasapainon vaikutus suorituskykyyn**

Kuten aiemmin on jo mainittu, korkea intensiteetissä suorituksessa energiaa tuotetaan anaerobisen glykolyysin avulla, jolloin elimistöön muodostuu maitohappoa. Maitohappo hajoaa lihaksissa laktaatti- ja vetyioneiksi. Täten anaerobinen energiantuotto lisää elimistön happamuutta. (Vormann & Goedecke 2006.) Vetyionien kerääntyminen elimistöön heikentää lihasten voimantuottokykyä ja välittömän energialähteen adenosiinitrifosfaatin (ATP) muodostumista ja heikentää siten suorituskykyä (Wilmore & Costill 2004, 266). Monesti luullaan, että laktaatti aiheuttaa happamuutta ja lihasväsymystä vaikka näin ei tosiasiallisesti ole. Laktaattia mittaamalla voidaan epäsuorasti arvioida lihaksen aineenvaihdunnallisia olosuhteita esimerkiksi raskaan liikunnan aikana. (Robergs ym. 2004.)

Greenhaffin ym. (1987; 1988) tutkimuksissa on huomattu, että ruokavaliolla voidaan vaikuttaa elimistön happo-emästasapainoon ja suorituskykyyn lyhyessä, kovatehoisessa kuormituksessa. Tutkimuksissa huomattiin, että normaaliruokavalio ja runsaasti hiilihydraattia sisältävä ruokavalio paransivat suorituskykyä. Lisäksi huomattiin, että korkeahiilihydraattisen ruokavalion seurauksena levossa veren pH ja bikarbonaattipitoisuus olivat korkeampia kuin matalahiilihydraattisen ja runsaasti rasvaa ja proteiinia sisältävän ruokavalion jälkeen. Tutkimuksessa siis huomattiin, että ruokavalion avulla pystyttiin nostamaan veren pH:ta ja bikarbonaattipitoisuutta levossa, ja tämän seurauksena ruokavalion avulla pystyttiin parantamaan veren puskurointikykyä sekä suorituskykyä.

## 5 ELIMISTÖN RASVA-AINEENVAIHDUNTA LEVOSSA JA KESTÄVYYSKUORMITUKSESSA

### 5.1 Lipidit

Lipidi on yleinen termi heterogeeniselle joukolle yhdisteitä. Tähän ryhmään kuuluvat mm. öljyt, rasvat, vahat, kolesteroli ja lipoproteiinit. Ravinnon lipideistä 98 % on triglyserideinä. Yksinkertaiset lipidit koostuvat lähinnä triglyserideistä, jotka koostuvat glyserolista ja kolmesta rasvahaposta. Elimistössä rasva varastoidaan rasvasoluihin eli adiposyytteihin triglyserideinä. (McArdle ym. 2010, 20.)

Kolesteroli on lipidi ja sitä esiintyy ainoastaan eläinkudoksessa. Kolesteroli ei sisällä rasvahappoja, mutta kolesterolilla on samoja fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia kuin muilla lipideillä. Kolesteroli on solukalvojen rakennusaine sekä D-vitamiinin, lisämunaishormonien ja sukupuolihormonien (estrogeeni, androgeeni ja progesteroni) esiaste. Kolesterolia saadaan ravinnon mukana ja lisäksi elimistö syntetisoi sitä lähinnä maksassa. Kolesterolia on runsaasti mm. lihassa, kananmunassa ja maitotuotteissa. Kasvikunnan tuotteet eivät siis sisällä kolesterolia. Ravinnossa olevat tyydyttyneet rasvat ja trans-rasvat lisäävät elimistön kolesterolipitoisuutta ja kiihdyttävät LDL:n synteesiä. (McArdle ym. 2010, 25.)

Lipoproteiinit muodostuvat proteiineista ja lipideistä ja ne ovat vesiliukoisia. Lipoproteiinien muodostus tapahtuu maksassa ja niiden tehtävä on kuljettaa lipidejä verenkierron mukana elimistössä. Lipoproteiinit jaetaan ryhmiin niiden koon ja tiheyden mukaan sekä sen mukaan kuljettavatko ne triglyseridejä vai kolesterolia. Lipoproteiinien alaluokat ovat kylomikronit, HDL eli high-density lipoprotein, LDL eli low-density lipoprotein sekä VLDL eli very low-density lipoprotein. Kylomikronit valmistetaan maksassa ja ne lähetetään verenkierron mukana varastoon rasvakudokseen. Kylomikronien tärkein tehtävä on kuljettaa triglyseridit epiteelisoluista imusuoniston kautta verenkiertoon. Lisäksi kylomikronit kuljettavat rasvaliukoisia vitamiineja verenkierrossa eli A-, D-, E- ja K-vitamiineja. VLDL muodostetaan maksassa rasvasta, hiilihydraateista, alkoholista ja kolesterolista ja VLDL sisältää runsaasti lipidejä (noin 95 %). VLDL:n tehtävänä on



triglyseridien kuljetus lihaksiin ja rasvakudokseen. Verenkierrossa VLDL-partikkelit luovuttavat rasvahappoja kohdesoluille ja siten VLDL muuttuu vähitellen LDL-hiukkasiksi. (McArdle ym. 2010, 24.)

LDL sisältää runsaasti (60–80 %) kolesterolia ja LDL kiinnittyy lipoproteiineista helpoiten valtimoiden seinämiin ja siten tukkeuttaa verisuonia. HDL sisältää paljon proteiinia (noin 50 %) ja vähän lipidejä (20 %) sekä kolesterolia (20 %) verrattuna muihin lipoproteiineihin. HDL kuljettaa kolesterolia valtimoiden seinämistä maksaan, jossa kolesterolia muutetaan sappinesteeksi. Täten HDL suojelee elimistöä sydänsairauksilta. HDL:ää luonnehditaan ”hyväksi” ja LDL:ää ”pahaksi” kolesteroliksi. Yleensä onkin mielekkäämpää katsoa näiden suhteellista osuutta kuin seerumin kokonaiskolesterolia. (McArdle ym. 2010, 24–25.)

Naisilla ja miehillä rasvaa kertyy kehon eri osiin. Naisilla rasvaa kertyy alavartaloon ja miehillä ylävartaloon sisäelinten ympärille ns. viskeraalirasvaksi. Viskeraalirasvan määrä lisääntyy iän myötä sekä naisilla että miehillä. On huomattu, että kun viskeraalirasvan määrä lisääntyy, veressä kiertävien lipidien määrä ja pitoisuus myös kasvavat. Veren lipidikonsentraatioissa on havaittu myös sukupuolieroja. Ennen vaihdevuosisia naisilla on huomattu matalampia kokonaiskolesterolin-, LDL-kolesterolin ja triglyseridikonsentraatioita sekä korkeampia HDL-kolesterolipitoisuuksia kuin samanikäisillä miehillä. (Williams 2004.)

Monet eri hormonit ovat tärkeitä rasvojen aineenvaihdunnassa. Katekoliamiineilla (adrenaliini, noradrenaliini ja dopamiini) ja insuliinilla on tärkeä rooli rasvojen hapettamisessa. Katekoliamiinit stimuloivat eli kiihdyttävät lipolyysiä (eli rasvojen pilkkoutuminen rasvakudoksesta) ja insuliini taas estää lipolyysiä. (Jeukendrup ym. 1998.)

## **5.2 Rasva-aineenvaihdunta levossa ja fyysisessä kuormituksessa**

Levossa ja kevyen liikunnan aikana sekä pitkissä kestävyysuorituksissa rasvaa käytetään pääasiallisena energianlähteenä. Lihakset hapettavat veressä kiertäviä vapaita rasvahappoja, triglyseridejä tai lihaksen sisäisiä rasvavarastoja energiaksi. (Van Hall ym. 2002.) Fyysisessä kuormituksessa rasvoja käytetään 30–80 % energiaksi riippuen ravit-

semustilasta ja harjoittelutaustasta sekä kuormituksen kestosta ja intensiteetistä. Kevyessä ja kohtalaisessa kuormituksessa rasvaa käytetään kolme kertaa enemmän energiaksi kuin lepotilassa. Kun kuormituksen intensiteetti kasvaa, rasvojen käyttö vähenee ja glykogeenin käyttö energiaksi lisääntyy. Kevyessä kuormituksessa rasvoja vapautuu rasvakudoksesta ja ne kuljetetaan vapaina rasvahappoina (FFA = free fatty acid) veren mukana lihaksiin. Kohtalaisessa kuormituksessa noin puolet energiasta saadaan rasvoista ja puolet hiilihydraateista. Jos kuormitus jatkuu tällä intensiteetillä yli tunnin, rasvojen käyttö energiaksi lisääntyy. (McArdle ym. 2010, 28–30.)

Tutkimuksissa on huomattu, että kestävyysurheilijoilla on suuremmat lipidivarastot lihaksissa kuin harjoittelemattomilla henkilöillä. Kestävyysurheilijoilla on yleensä enemmän oksidatiivisia tyypin 1 lihassoluja kuin harjoittelemattomilla. On huomattu, että kestävyysurheilijoilla tyypin 1 lihassoluissa on suurempi lipidipitoisuus kuin harjoittelemattomilla, mutta tyypin 2 lihassolujen lipidipitoisuudessa ei ole havaittu eroja. Lihassolujen rasvapisaroiden koko ei ole välttämättä suurempi kestävyysurheilijoilla verrattuna harjoittelemattomiin vaan rasvapisaroiden tiheys on suurempi kestävyysurheilijoilla. (Van Loon ym. 2004.)

Hu ym. (2001) tutkivat arkiliikunnan ja vapaa-ajan liikunnan vaikutuksia seerumin kolesteroliarvoihin. Tutkimuksessa kävi ilmi, että miehillä lisääntynyt arkiliikunta (esimerkiksi pyöräily tai kävely töihin) laski seerumin kokonaiskolesterolia, LDL- ja triglyseridikonsentraatiota ja naisilla arkiliikunnan lisääntyessä HDL-konsentraatiot nousivat. Tutkimuksessa huomattiin siis selkeä yhteys arkiliikunnan ja seerumin lipidipitoisuuksien välillä, mutta yhteyttä ei havaittu vapaa-ajan urheilun ja lipidikonsentraatioiden välillä. Panagiotakoksen ym. (2003) tutkimuksessa tarkasteltiin vapaa-ajan liikunnan ja lipidikonsentraatioiden välistä yhteyttä. Tutkimuksessa huomattiin, että veren lipidipitoisuudet ovat käänteisesti verrannollisia fyysiseen aktiivisuuteen eli mitä aktiivisempi on, sitä matalammat lipidikonsentraatiot (LDL, triglyseridit, apolipoproteiini B) veressä. Poikkeuksena oli kuitenkin HDL-kolesteroli, jonka pitoisuus lisääntyi aktiivisuuden kasvaessa.

Säännöllinen aerobinen harjoittelu parantaa rasvojen hapettamista energiaksi. Harjoitteleilla henkilöillä parantunut rasvojen hapettaminen säästää glykogeenia ja tämän vuoksi

harjoitelleet pystyvät suoriutumaan absoluuttisesti korkeammalla tasolla submaksimaalisessa suorituksessa ja väsymys iskee myöhemmin kuin harjoittelemattomilla. (McArdle ym. 2010, 28–30.) Aerobisella harjoittelulla on huomattu olevan vaikutusta seerumin lipidipitoisuuksiin sekä naisilla että miehillä. Miehillä aerobisen harjoittelun on huomattu lisäävän HDL-kolesterolipitoisuutta ja laskevan triglyseridipitoisuutta (Kelley & Kelley 2006). Naisilla aerobinen harjoittelu lisää myös HDL-kolesterolipitoisuutta, mutta lisäksi aerobinen harjoittelu laskee kokonaiskolesterolia, LDL-kolesterolia ja triglyseridipitoisuutta (Kelley ym. 2004).

Kestävyysharjoittelun tiedetään parantavan veren lipidiprofiilia pitkällä aikavälillä (Henderson ym. 2010). Tutkimuksissa on huomattu, että kestävyysharjoitus ei akuutisti muuta plasman kokonaiskolesterolipitoisuutta tai LDL – pitoisuutta (Henderson ym. 2010, Lee ym. 1991). Hendersonin ym. (2010) tutkimuksessa huomattiin, että naisilla veren triglyseridipitoisuus laski merkitsevästi alle lepotason kolmen tunnin jälkeen kestävyysharjoituksesta. Miehillä ei huomattu mitään muutoksia veren triglyserideissä. Myös Gill ym. (2003) havaitsivat tutkimuksessaan naisilla triglyseridipitoisuuden laskua akuutisti kestävyysharjoituksen jälkeen. Gordonin ym. (1996) tutkimuksessa huomattiin, että miehillä HDL-pitoisuus nousi 24 tuntia juoksuharjoituksen jälkeen. Tutkimuksessa koehenkilöillä oli juoksuharjoitustaustaa. Leen ym. (1991) tutkimuksessa lievästi ylipainoisilla naisilla HDL-pitoisuus nousi merkitsevästi 11,6 % välittömästi harjoituksen jälkeen, mutta palautui lepotasolle 1,5 tuntia harjoituksen jälkeen. Tutkimuksessa havaittiin lisäksi, että veren triglyseridipitoisuus oli lepotasoa matalammalla 1,5 ja 23 tuntia harjoituksen jälkeen.

Kestävyysharjoittelun lisäksi myös voimaharjoittelun on huomattu vaikuttavan veren lipidiprofiiliin. Tambaliksén ym. (2009) tutkimuksessa huomattiin, että voimaharjoittelu vähensi LDL:n pitoisuuksia ja lisäksi yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun on huomattu lisäävän sekä HDL-pitoisuutta että vähentävän LDL-pitoisuutta. Voimaharjoittelun sekä yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun vaikutukset veren lipideihin ovat kuitenkin ristiriitaisia.

## 6 RAVINNON VAIKUTUS ELIMISTÖN RASVA-AINEENVAIHDUNTAAN

Dyslipidemiat eli rasva-aineenvaihdunnan häiriöt aiheuttavat mm. sydänsairauksia ja aivohalvauksia. Sydänsairauksilla ja niihin liittyvillä kuolemilla sekä plasman koholla olevilla kokonaiskolesteroli- ja LDL-konsentraatioilla on selvä yhteys. (Ferdowsian & Barnard 2009.)

Kansoilla, jotka syövät kasvispitoista ruokaa (vegaanit ja vegetaristit) on huomattu alempia veren kokonaiskolesteroli- ja LDL-pitoisuuksia kuin henkilöillä, joiden ruokavalio sisältää eläinkunnan tuotteita. Kasvisruokavaliota noudattavilla henkilöillä on huomattu lisäksi harvemmin ja hitaampia ikääntymisen mukanaan tuomia lipidiaineenvaihdunnan muutoksia. Kasvispitoisen ruokavalion on huomattu laskevan kokonaiskolesterolia ja LDL:ää 10–15 %, vegaaniruokavalion 15–25 % ja kun kasvisruokavalioon on lisätty kuituja, soijaa sekä pähkinöitä, kokonaiskolesterolissa on huomattu jopa 20–35 % aleneminen. Kasvisruokavalio alentaa kolesterolipitoisuuksia usealla eri mekanismilla. Kasvisruokavalio vähentää kokonaisrasvan, tyydyttyneen rasvan ja kolesterolin saantia ja siten elimistö absorboi rasvoja vähemmän verenkiertoon. Kasvisruokavaliolla on huomattu muitakin positiivisia vaikutuksia: kasvisdieetti mm. alentaa verenpainetta, alentaa kehon painoa sekä painoindeksiä (BMI = body mass index). (Ferdowsian & Barnard 2009.)

Ornish ym. (1990) on tehnyt tutkimuksen sydänsairaille ihmisille, joita hoidettiin elämäntapamuutosten avulla (ruokavalio, liikunta, tupakanpolton lopettaminen). Koehenkilöt noudattivat vähärasvaista kasvisruokavaliota. Vuoden seurannan aikana koehenkilöiden kokonaiskolesteroli- sekä LDL-pitoisuudet alenivat selvästi verrattuna kontrolliryhmään. Triglyserideissä ja HDL-pitoisuuksissa ei huomattu muutosta.

Barnard tutki työryhmänsä (2000) kanssa vähärasvaisen kasvisruokavalion vaikutusta seerumin kolesteroliin terveillä naisilla ennen vaihdevuosia (22–48 -vuotiaita naisia). Oletuksena oli, että ruokavalio laskee merkittävästi seerumin kokonaiskolesterolia ja LDL-kolesterolipitoisuutta. Tutkimuksessa vähärasvaista kasvisruokavaliota noudatet-

tiin kahden kuukautiskierron ajan ja tämän jälkeen koehenkilöt noudattivat kahden kuukautiskierron ajan normaaliruokavaliota. Tutkimuksessa havaittiin, että seerumin LDL-pitoisuus laski 16,9 %, HDL-pitoisuus laski 16,5 % ja kokonaiskolesteroli laski 13,2 % sekä lisäksi seerumin triglyseridipitoisuus nousi 18,7 %. LDL/HDL-suhde pysyi muuttumattomana. Tutkimuksen perusteella voidaan siis sanoa, että vähärasvaisella kasvisruokavaliolla saadaan nopeita ja merkittäviä muutoksia aikaan seerumin kolesteroliarvoissa. (Barnard ym. 2000.)

Adler ja Holub (1997) tutkivat valkosipulin ja kalaöljyn ruokavalioon lisäämisen vaikutusta seerumin lipidiarvoihin ihmisillä, joilla on korkea veren kolesteroli. Tutkimuksessa huomattiin, että valkosipulilla ja kalaöljyllä yksistään ja yhdessä on selviä positiivisia vaikutuksia elimistön lipidiaineenvaihduntaan. Tässä tutkimuksessa huomattiin 12 viikon aikana merkittävä lasku seerumin kokonaiskolesterolin konsentraatiossa sekä triglyserideissä: lasku oli vielä selvempää, kun ruokavalioon oli lisätty sekä valkosipulia että kalaöljyä. Valkosipuli yksinään laski kokonaiskolesterolia 12 % ja LDL-kolesterolia 14 %. Kokonaiskolesterolin laskun oletettiin johtuvan LDL-kolesterolipitoisuuden laskusta. Tutkimuksessa huomattiin, että kalaöljyn nauttiminen laski seerumin triglyseridipitoisuutta 30–40 %. Syiksi oletettiin mm. triglyseridien heikentynyttä synteesiä. Kun ruokavalioon lisättiin pelkästään kalaöljyä, huomattiin selvä nousu LDL-kolesterolin pitoisuuksissa.

Rasvan laadulla on huomattu olevan vaikutusta seerumin kolesterolipitoisuuksiin. Tutkimuksissa on huomattu, että kertatydyttymättömät rasvat ovat erityisen tärkeitä. (Mensink & Katan 1989; 1990.) Mensinkin ja Katanin (1989) tutkimuksessa terveet koehenkilöt söivät 17 vuorokauden ajan normaalia ravintoa, joka sisälsi sekä moni- että kertatydyttymättömiä rasvoja. Tämän jälkeen koehenkilöt söivät 26 vuorokautta joko runsaasti oliiviöljyä ja auringonkukkaöljyä sisältävää ravintoa (kertatydyttymättöntä rasvaa) tai yksin runsaasti auringonkukkaöljyä sisältävää ravintoa (monitydyttymättömiä rasvoja). Seerumin LDL-pitoisuus laski 17,9 % kertatydyttymättöntä rasvaa syöneillä ja 12,9 % monitydyttymättömiä rasvoja syöneillä henkilöillä. Miehillä HDL-pitoisuudet laskivat hieman, mutta ei merkittävästi kummassakaan ryhmässä. Naisilla HDL-pitoisuuksissa ei huomattu kummallakaan ryhmällä muutosta. Tutkimuksen päätulos oli siis se, että LDL-pitoisuus laskee, jos ruokavalio sisältää runsaasti kerta- ja monitydyttymättömiä rasvoja. (Mensink & Katan 1989.)

Mensink ja Katan (1990) tutkivat toisessa tutkimuksessa transrasvojen vaikutusta seerumin kolesterolipitoisuuksiin terveillä naisilla ja miehillä. Transrasvat ovat tyydyttömättömiä rasvahappoja, joissa kaksoissidokseen kiinnittyneiden hiiliatomien vetyatomit ovat eri puolilla ja joiden fysiologiset ominaisuudet ovat samantyyppiset kuin tyydyttyneen rasvan. Koehenkilöt jaettiin kolmen viikon ajaksi kolmeen ryhmään, ensimmäisen ryhmän ruokavalioon lisättiin cis -öljyhappoa, toisen ryhmän ruokavalioon lisättiin trans-öljyhappoa ja kolmannen ryhmän ruokavalioon lisättiin tyydyttyneitä rasvahappoja. Tutkimuksessa huomattiin, että sekä transrasvat että tyydyttyneet rasvat vaikuttivat seerumin kolesterolipitoisuuksiin negatiivisesti: LDL-kolesterolipitoisuuksissa huomattiin selkeä nousu ja HDL-pitoisuuksissa selvä lasku. Naisten ja miesten välillä ei huomattu eroavaisuuksia.

## 7 TUTKIMUSONGELMAT JA -HYPOTEESEIT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten seitsemän vuorokauden ruokavalio vaikuttaa elimistön happo-emästasapainoon sekä elimistön rasva-arvoihin levossa. Tarkoituksena oli myös selvittää, miten ikä ja sukupuoli vaikuttavat näihin tekijöihin. Lisäksi tässä tutkimuksessa tutkittiin yksittäisen kestävyyskuormituksen akuutteja vaikutuksia happo-emästasapainoon.

**1. Tutkimusongelma:** Onko ravinnolla vaikutusta lepotilan veren ja virtsan pH:hon eri-ikäisillä miehillä ja naisilla?

**Hypoteesi:** Ravinnolla on vaikutusta lepotilan virtsan pH:hon siten, että seitsemän vuorokauden kasvispitoinen ja normaali proteiininen ruokavalio lisää virtsan emäksisyyttä ja saman kestoisen kasvikeiton runsas proteiininen ravinto lisää virtsan happamuutta. Ravinnolla ei ole merkittävää vaikutusta veren pH:hon levossa.

**Perustelu.** Useissa tutkimuksissa on havaittu, että ruokavaliolla on vaikutusta elimistön happo-emästasapainoon. Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että esimerkiksi hedelmät ja kasvikset lisäävät elimistön emäksisyyttä ja esimerkiksi liha, kana ja viljatuotteet lisäävät elimistön happokuormaa. Myös ravinnon korkean proteiinipitoisuuden on havaittu lisäävän elimistön happamuutta riippuen aminohappokoostumuksesta. (Welch ym. 2008; Alexy ym. 2007; Remer 2001.) Elimistön tehokkaan puskurointijärjestelmän vuoksi veren pH:ssa ei tapahdu merkittäviä muutoksia, sen sijaan virtsan pH voi vaihdella 4,5 ja 8,0 välillä (Guyton & Hall 2011, 380).

**2. Tutkimusongelma:** Onko ravinnolla vaikutusta lepotilan veren rasva-arvoihin eri-ikäisillä miehillä ja naisilla?

**Hypoteesi:** Ravinnolla on vaikutusta lepotilan rasva-arvoihin siten, että seitsemän vuorokauden kasvispitoinen ja normaali proteiininen ruokavalio alentaa LDL -pitoisuutta sekä veren kokonaiskolesterolia.

**Perustelu.** Useassa eri tutkimuksessa (esim. Ferdowsian & Barnard 2009; Barnard ym. 2000; Ornish ym. 1990) on havaittu, että ainakin pitkäkestoinen usean viikon kasvispainotteinen ruokavalio laskee veren kokonaiskolesterolia sekä LDL -pitoisuutta.

**3. Tutkimusongelma:** Onko ruokavaliolla (hapan vs. emäksinen) vaikutusta akuutisti veren happo-emästasapainoon kestävyyskuormituksessa?

**Hypoteesi:** Ruokavaliolla on merkitystä veren pH:hon kestävyyskuormituksessa siten, että kasvispainotteinen ja normaali proteiininen ruokavalio lisäävät veren pH:ta.

**Perustelu.** Intensiivisessä fyysisessä kuormituksessa osa energiasta tuotetaan anaerobisen glykolyysin avulla, jolloin elimistöön muodostuu maitohappoa, joka hajoaa lihaksissa hapenpuutteessa laktaatti- ja vetyioneiksi. Mitä korkeammalla intensiteetillä työtä tehdään, sitä enemmän käytetään anaerobista energiantuottoa. Veren pH:n muutoksia vastustetaan erilaisten puskureiden avulla, joiden ansiosta veren pH pysyy tarkasti säädellyllä alueella. Ylimääräiset vetyionit poistetaan elimistöstä munuaisten kautta virtsaan, joka vuoksi virtsan pH voi vaihdella suurestikin välillä 4,5 ja 8,0. (Guyton & Hall 2011, 380; Vormann & Goedecke 2006.) Greenhaffin ym. (1988) tutkimuksissa on kuitenkin huomattu, että runsaasti hiilihydraatteja sisältävällä ruokavaliolla verrattuna runsaasti rasvaa ja proteiinia sisältävään ruokavalioon voidaan vaikuttaa veren pH:hon lisäävästi levossa.



## 8 TUTKIMUSMENETELMÄT

### 8.1 Koehenkilöt

Koehenkilöinä oli yhteensä tutkimuksen alussa 96 tervettä, 12–75 -vuotiasta, kuntoliikuntaa harrastavaa miestä ja naista. Koehenkilöt jaettiin iän perusteella kolmeen ryhmään: 12–15 -vuotiaat (lasten ryhmä), 25–35 -vuotiaat (keskiryhmä) sekä 65–75 -vuotiaat (ikäntyneiden ryhmä). Jokaisessa ikäryhmässä oli sekä naisia että miehiä. Kaikki koehenkilöt eivät suorittaneet molempia ruokavaliojaksoja, joten lopullinen koehenkilömäärä oli 84 (lapset 18, keskiryhmä 33 ja ikääntyneet 33). Koehenkilöt saivat ennen tutkimuksen alkua tarkat tiedot ja ohjeet tutkimuksen kulusta ja tarkoituksesta, ja koehenkilöt antoivat kirjallisen suostumuksensa tutkimukseen osallistumisesta. Tutkimuksen aikana koehenkilöt harrastivat normaalia arkiliikuntaa. Tutkimukselle oli saatu Jyväskylän yliopiston Eettisen toimikunnan lausunto.

**TAULUKKO 1.** Tutkimuksen koehenkilöt (keskiarvo  $\pm$  keskihajonta). 1=alkumittaukset, 2=mittaus ennen EMÄS -viikkoa ja 3=mittaus ennen HAPAN -viikkoa.

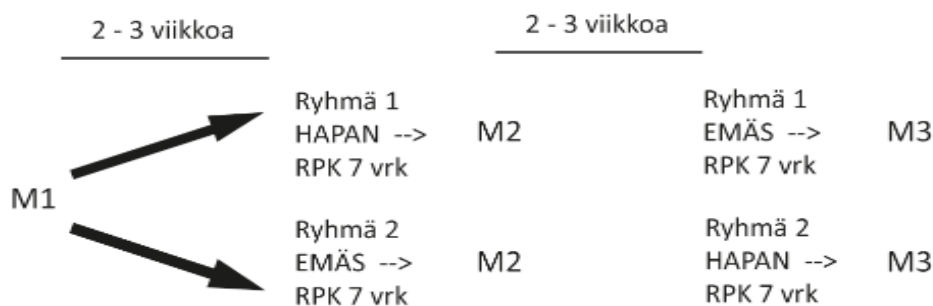
	Lasten ryhmä	Keskiryhmä	Ikääntyneiden ryhmä
N	18	33	33
Ikä	13,2 $\pm$ 1,3	28,1 $\pm$ 3,1	66,3 $\pm$ 3,6
Pituus (cm)	159,3 $\pm$ 9,56	171,7 $\pm$ 9,6	173,2 $\pm$ 24,5
Paino 1 (kg)	50,6 $\pm$ 9,4	68,2 $\pm$ 12,7	73,1 $\pm$ 11,8
Paino 2 (kg)	50,8 $\pm$ 9,4	66,6 $\pm$ 12,3	72,0 $\pm$ 11,4
Paino 3 (kg)	50,9 $\pm$ 9,3	66,5 $\pm$ 12,4	72,3 $\pm$ 11,5
Rasvaprocentti 1 (%)	15,4 $\pm$ 6,9	20,0 $\pm$ 5,7	28,3 $\pm$ 9,1
Rasvaprocentti 2 (%)	16,7 $\pm$ 7,2	19,1 $\pm$ 5,7	27,2 $\pm$ 8,7
Rasvaprocentti 3 (%)	16,8 $\pm$ 6,7	18,9 $\pm$ 5,5	26,9 $\pm$ 8,9
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	51,9 $\pm$ 8,0	49,7 $\pm$ 8,1	30,6 $\pm$ 4,7

## 8.2 Koeasetelma

Kaikki koehenkilöt kävivät läpi saman koeasetelman (taulukko 2 ja kuvio 1).

**TAULUKKO 2.** Tutkimuksen kulku.

	VO <sub>2max</sub> , pituus, paino, kehonkoostumus
1–2 viikon tauko	
Mittaus- vuorokausi	
1-3	Ruokapäiväkirja 3vrk, normaali ravinto
4	Paasto veri- ja virtsanäyte
5-11	7 vrk emäs tai hapan ruokavalio
12	Paasto veri- ja virtsanäyte Aamupala - verinäyte, kyselylomake Polkupyöräergometri-testi
2–3 viikon tauko	
Uudestaan vuorokaudet 1–12 eri ruokavaliolla	



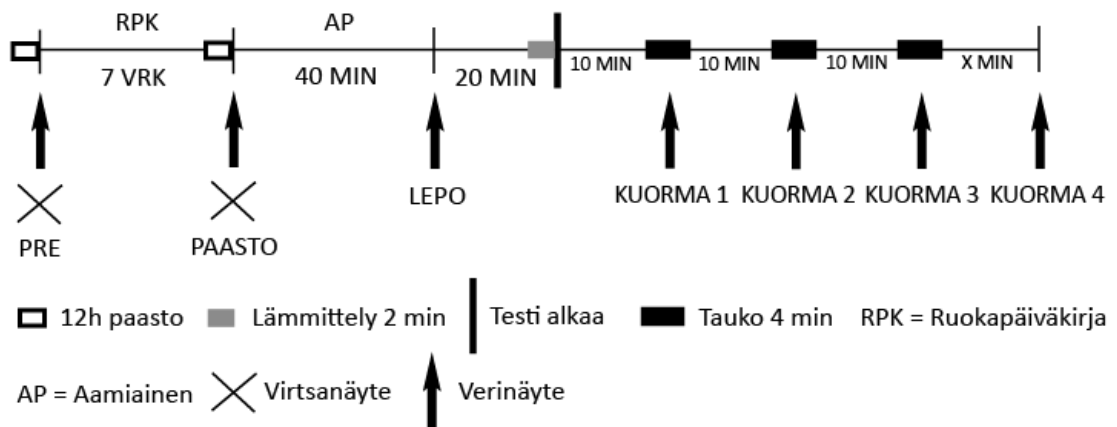
**KUVIO 1.** Koeasetelma. RPK = ruokapäiväkirja. HAPAN = happojen tuottoa lisääväksi arvioitu runsasproteiininen dieetti ilman kasviksia. EMÄS = emästen tuottoa lisääväksi arvioitu normaaliproteiininen kasvisdieetti. M1 =  $VO_{2max}$ -testi, jonka perusteella määritettiin varsinaiset testikuormat ja antropometria. M2 ja M3 = veri- ja virtsanäytteet ja kestävyystestit, joissa poljettiin neljä kuormaa tehoiltaan 35, 55, 75 ja 100 %  $VO_{2max}$ :stä.

Tutkimukseen kuului kolme mittauskertaa. Ensimmäisenä mittauskertana määritettiin koehenkilöiden maksimaalinen hapenottokyky ( $VO_{2max}$ ) polkupyöraergometrillä (Ergoline ergometrics 800, D-72475, Bitz, Germany), jossa poljettiin kahden minuutin kuormia uupumukseen asti. Lapsilla kuormitus aloitettiin 30 watista (W) ja kuormien nostot oli tytöillä 15 W ja pojilla 20 W. Keskiryhmällä aloituskuorma oli 50 wattia ja kuormien nostot oli naisilla 20 W ja miehillä 25 W. Ikääntyneiden ryhmällä ensimmäinen kuorma oli 30 wattia ja kuormien nostot naisilla 20 W ja miehillä 25 W. Lisäksi koehenkilöiltä mitattiin pituus ja paino sekä määritettiin kehonkoostumus bioimpedanssilaitteella (Inbody).

Koehenkilöt jaettiin ikä- ja sukupuoliryhmissä edelleen kahteen ryhmään. Koehenkilöt pitivät aluksi kolmen päivän ajan ruokapäiväkirjaa normaaliruokavaliostaan. Tämän kolmen päivän jakson jälkeen koehenkilöiltä kerättiin veri- ja virtsanäytteet 12 tunnin paaston jälkeen.

Tämän jälkeen alkoi ensimmäinen ruokavaliopakso, jonka aikana toinen puoli samasta ikä- ja sukupuoliryhmästä söi seitsemän vuorokauden ajan runsaasti kasviksia ja hedelmiä sisältävää, monipuolista ravintoa. Toinen puoli söi seitsemän päivän ajan ravintoa,

joka ei sisältänyt hedelmiä ja kasviksia juuri ollenkaan. Kahdeksannen vuorokauden aamuna otettiin paastoveri- ja virtsanäytteet sekä syötiin aamupala, jonka jälkeen otettiin uusi verinäyte ja täytettiin kyselylomake yleiseen hyvinvointiin liittyen. Tämän jälkeen toisena mittauskertana poljettiin polkupyöräergometri-testi, joka muodostui kolmesta 10 minuutin nousevasta kuormasta (1. kuorma: 35 %  $VO_{2max}$ , 2. kuorma: 55 %  $VO_{2max}$ , 3. kuorma: 75 %  $VO_{2max}$ ). Lopuksi lapset ja keskiryhmä polkivat vielä neljäs kuorman maksimiteholla uupumukseen asti. Kuormien välillä pidettiin neljän minuutin tauko, jonka aikana otettiin käsivarresta laskimosta sekä sormenpästä verinäytteet (kuvio 2). Testin jälkeen oli 2–3 viikon mittainen tauko, jonka jälkeen suoritettiin edellisen kaltainen jakso siten, että koehenkilöt noudattivat eri ruokavaliota. (ts. ne koehenkilöt, jotka söivät ensin paljon kasviksia ja hedelmiä noudattivat toisella jaksolla ruokavaliota, joka ei sisältänyt lähes ollenkaan hedelmiä ja kasviksia ja päinvastoin).



Kuvio 2. Polkupyöräergometritestin kulku M2 ja M3 -mittauksissa. Kuormat 1-4 viittaavat testeihin 1-4 myöhemmin tekstissä ja taulukossa 10.

Kasvisruokaviikon (EMÄS; PRAL < 0) ruokavaliota koostui suurimmaksi osaksi kasviksista (mm. kurkku, paprika, tomaatti ja porkkana) sekä hedelmistä (erityisesti rusinat, sitruhedelmät, omena ja banaani) ja normaalista suositusten mukaisesta proteiini määrästä. Maitoa ja mehua sekä kahvia ja teetä sai juoda tarpeen mukaan, paitsi viimeisenä iltana ennen verikoetta, jolloin kahvi ja tee olivat kiellettyjä. Kaikki juustot, pähkinät sekä rahkat olivat kiellettyjä ruoka-aineita. Lapset saivat syödä lounaan koulussa, joten sen sisältöä ei voitu kontrolloida.

Kasviksettomalla viikolla (HAPAN; PRAL > 0) ruokavalio koostui leivästä, juustosta, lihasta, kanasta, pastasta sekä riisistä. Proteiinin määrä oli runsas eli reilusti yli normaalien yleisten suositusten. Ruokavalio ei sisältänyt kasviksia, hedelmiä, marjoja tai mehua. Lapset saivat kuitenkin syödä normaalin kouluruoan salaatteineen. Maitoa sekä kahvia ja teetä sai juoda tarpeen mukaan, paitsi viimeisenä iltana ennen verikoetta, jolloin kahvi ja tee olivat kiellettyjä.

Koehenkilöt saivat etukäteen tarkat ohjeet, joiden mukaan heidän tuli toteuttaa testiravinnon syöminen. Koehenkilöt saivat valmiit lomakkeet ruokapäiväkirjan täyttämistä varten. Koehenkilöitä ohjeistettiin merkitsemään kaikki viikon aikana syödyt ja juodut ruoat ja juomat mahdollisimman tarkasti, jotta tulokset olisivat totuudenmukaisia.

### **8.3 Aineiston keräys ja analysointi**

Verinäytteet otettiin käsivarren laskimosta ja verinäytteet otti ammattitaitoinen laborantti Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitoksen laboratoriossa, jossa verinäytteet myös analysoitiin. Elimistön happo-emästasapainoa arvioitiin määrittämällä sormenpääverinäytteistä veren pH. Sormenpääverinäytteet otettiin Li-heparinoituihin kapillareihin (200 µl) ja pH määrittämisessä käytettiin suoraa ioniselektiivistä elektrodi-testiä (GEM Premier 3000, Instrumentation Laboratory, Lexington, MA, USA). Virtsan pH määritettiin kastamalla testiliuska virtsanäytteeseen (Combur<sup>7</sup> Test virtsatestiliuskat, Cobas, Roche, Germany).

Triglyseridit analysoitiin verinäytteestä (4 ml), joka otettiin elektroniputkeen ja putkia sentrifugoitiin 10 minuutin ajan, 3500 kierrosta minuutista. Tämän jälkeen seerumi erotettiin näytteistä ja triglyseridipitoisuus analysoitiin spektrofotometrisillä ja entsyymaattisilla menetelmillä. Kolesterolipitoisuudet (kokonaiskolesteroli, LDL ja HDL) määritettiin verinäytteistä spektrofotometrisesti (Konelab 20 XTi, Kone Instruments, Espoo, Finland).

Koehenkilöiden täyttämät ruokapäiväkirjat analysoitiin Nutri-Flow -ohjelmalla (Flow-Team Oy, Oulu, Finland, 2012). Ruokapäiväkirjoista analysoitiin kokonaisenergian,

proteiinien, hiilihydraattien, rasvan, fosforin, kaliumin, magnesiumin sekä kalsiumin saantia. Näitä saatuja arvoja käyttämällä laskettiin PRAL -arvo.

PRAL (mEq/d) = fosfori (mg/d)  $\times$  0,0366 + proteiini (g/d)  $\times$  0,4888) – kalium (mg/d)  $\times$  0,0205 + kalsium (mg/d)  $\times$  0,0125 + magnesium (mg/d)  $\times$  0,0263). (Alexy ym. 2007.)

## 8.4 Tilastolliset menetelmät

Verinäytteistä saadut tulokset analysoitiin SPSS 18.0 for Windows-ohjelmalla (SPSS, Inc, IL.) Ennen tilastoanalyysijä aineiston normaalijakautuneisuus, huipukkuus ja vinoisuus tutkittiin. Ruokavalioiden välistä eroa tutkittiin parillisen t-testin avulla ja sukupuolten sekä ikäryhmien välisiä eroja tutkittiin varianssianalyysin avulla. Tilastollisissa testeissä merkitsevyyden rajana oli  $p < 0,05$ .

Tässä tutkimuksessa saadut tulokset esitellään taulukoiden ja kuvioiden avulla. Arvot on esitetty muodossa keskiarvo  $\pm$  keskihajonta. M1 tarkoittaa paastomittausta ennen EMÄS -viikkoa, M2 paastomittausta EMÄS -viikon jälkeen, M3 paastomittausta ennen HAPAN -viikkoa ja M4 paastomittausta HAPAN -viikon jälkeen. Merkintä ”\*” tarkoittaa, että ennen EMÄS -viikkoa (M1) ja EMÄS -viikon jälkeen (M2) mitatut arvot eroavat toisistaan merkitsevästi, eli ruokavaliolla on ollut kyseiseen muuttujaan merkitsevä vaikutus. Merkintä ”†” tarkoittaa, että ennen HAPAN -viikkoa (M3) ja HAPAN -viikon jälkeen (M4) mitatut arvot eroavat toisistaan merkitsevästi, eli ruokavaliolla on ollut kyseiseen muuttujaan merkitsevä vaikutus. Poikkeuksena on taulukko 3, jossa merkitsevyydet kuvattu tarkemmin kuin  $p < 0,05$ .

## **9 TULOKSET**

### **9.1 Ravinto**

Taulukossa 3 on esitetty kokonaisenergian saanti sekä eri energiaravintoaineiden (hiilihydraatit, proteiinit ja rasvat) saanti EMÄS- ja HAPAN -viikkojen ajalta kaikilla kolmella ryhmällä. Lapsilla kasvisten määrä oli EMÄS -viikolla noin 800–900 grammaa ja HAPAN -viikolla noin 27–40 grammaa päivässä. Aikuisilla ruokavalio sisälsi kasviksia EMÄS -viikolla noin 1300–1400 grammaa ja HAPAN -viikolla noin 17 - 24 grammaa päivässä. Melkein kaikissa ryhmissä kokonaisenergian saanti oli suurempaa HAPAN -viikolla kuin EMÄS -viikolla.

**TAULUKKO 3.** Kokonaisenergian ja energiaravintoaineiden saanti testiviikkojen aikana. \*=merkitsevä ero kun  $p < 0,05$ , \*\*= merkitsevä ero kun  $p < 0,01$  ja \*\*\*=merkitsevä ero kun  $p < 0,001$ .

	Pojat 12-15		Tytöt 12-15		Miehet 25-35		Naiset 25-35		Miehet 60-75		Naiset 60-75	
	EMÄS	HAPAN	EMÄS	HAPAN	EMÄS	HAPAN	EMÄS	HAPAN	EMÄS	HAPAN	EMÄS	HAPAN
<b>PRAL</b> (mEq/vrk)	-46.8± 43.7***	24.8 ± 11.0	-42.7±17.6***	15.1±15.6	-68.3 ± 29.9***	61.0 ± 21.9	-67.8±16.8***	47.4 ± 8.3	-60.6±16.7***	57.4±12.2	-63.2±12.1***	49.0 ± 14.3
<b>Kasvikset</b> (g/vrk)	829± 627**	40.4± 17.5	888± 365***	27.7 ± 16.3	1411 ± 456***	24.4 ± 11.4	1396±349***	22.1 ± 8.4	1270±383***	20.3 ± 8.3	1345±286***	16.7 ± 6.1
<b>Energia</b> (kcal/vrk)	1790 ± 570	1978 ± 611	1359 ± 198*	1609 ± 302	2087 ± 603**	2334 ± 665	1652 ± 231*	1784 ± 302	1926±349*	2070±347	1694 ± 292	1692 ± 327
<b>Proteiini</b> (g/kg/vrk) (%)	1.34 ± 0.35*** 15.9 ± 3.4**	2.06 ± 0.45 22.4 ± 3.7	1.04 ± 0.21 12.4 ± 2.9***	1.50 ± 0.67 21.7 ± 4.4	1.29 ± 0.36*** 19.0 ± 3.6***	2.10 ± 0.61 27.0 ± 2.1	1.22±0.16*** 17.1±2.5***	2.27 ± 0.27 29.6 ± 4.0	1.08±0.18*** 17.5±1.7***	1.94±0.42 28.8 ± 2.8	1.04±0.19*** 16.3 ± 2.8***	1.77 ± 0.64 29.1 ± 2.5
<b>Hiilihydraatit</b> (g/kg/vrk) (%)	4.92 ± 1.56 57.0 ± 5.5**	4.47 ± 1.78 46.3 ± 8.1	4.40 ± 0.55 62.0 ± 4.7***	3.31 ± 1.35 46.0 ± 5.7	3.90 ± 1.15*** 56.3 ± 6.5***	3.10 ± 0.95 39.7 ± 3.3	4.19±0.89*** 57.3±5.0***	3.20 ± 0.68 40.9 ± 4.3	3.39±0.92*** 54.0±3.9***	2.79±0.87 40.7±3.9	3.35 ± 0.81** 51.5 ± 4.5***	2.51±1.00 40.9 ± 4.1
<b>Rasva</b> (g/kg/vrk) (%)	0.96 ± 0.34*** 24.9 ± 4.2***	1.31 ± 0.42 30.9 ± 4.8	0.80±0.33*** 25.1 ± 8.2	1.16 ± 0.26 31.1 ± 3.2	0.70 ± 0.31*** 22.2 ± 5.8***	1.07 ± 0.32 31.2 ± 4.8	0.73±0.18*** 22.9±4.9***	0.98 ± 0.27 28.0 ± 4.6	0.71±0.18** 25.8±3.9**	0.87±0.19 29.2 ± 3.7	0.84 ± 0.23 29.4 ± 4.5	0.77±0.28 28.6 ± 4.4

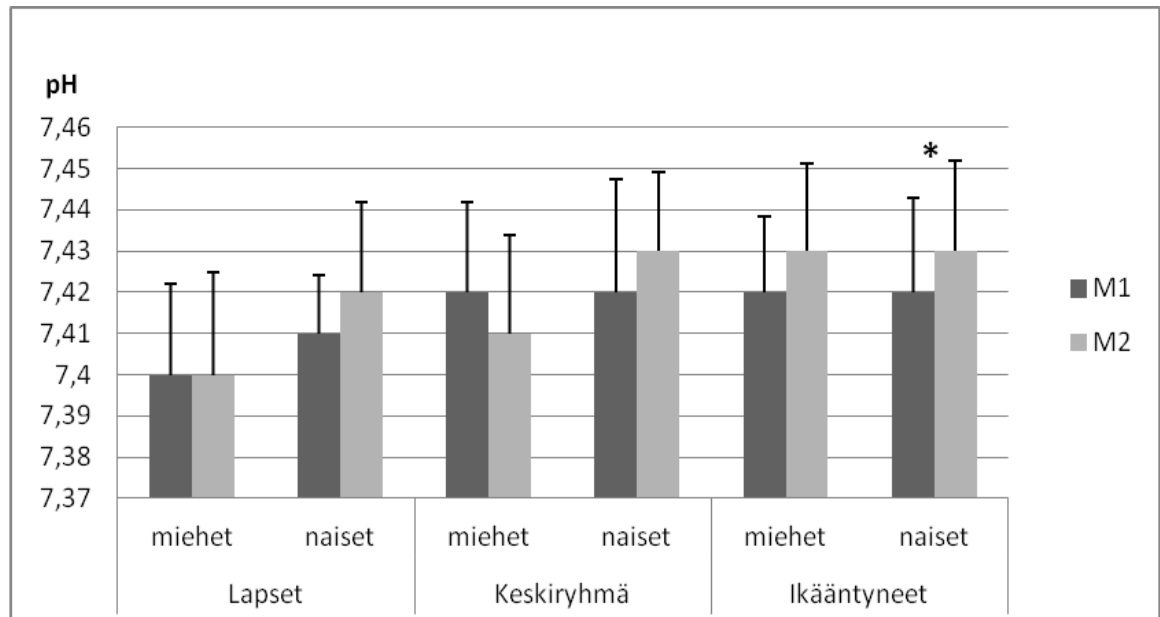


## 9.2 Ravinnon vaikutus happo-emästasapainoon

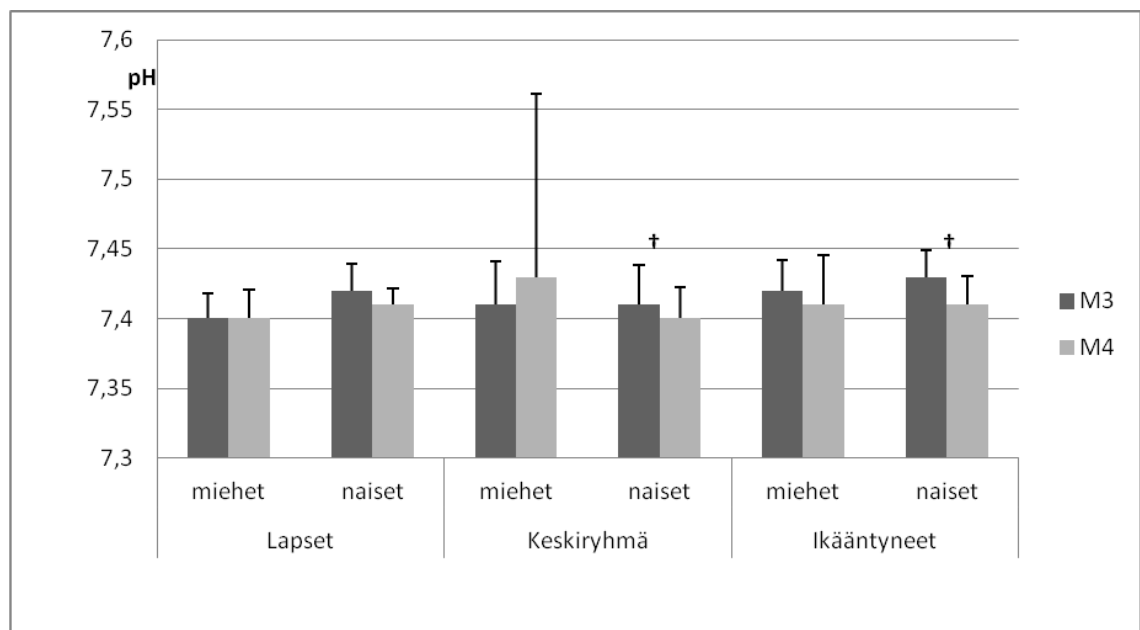
**Veren pH.** Taulukossa 4 on esitetty veren pH-arvoja ennen EMÄS -viikkoa (M1), EMÄS -viikon jälkeen (M2), ennen HAPAN -viikkoa (M3) sekä HAPAN -viikon jälkeen (M4) naisilla ja miehillä kolmessa eri ikäryhmässä: lapset, keski-ikäiset ja ikääntyneet. Tilastollisesti merkitseviä tuloksia havaittiin keskiryhmän naisilla HAPAN -viikon jälkeen ja ikääntyneillä naisilla sekä EMÄS- että HAPAN -viikon jälkeen. Ikääntyneiden naisten veren pH nousi EMÄS -viikon jälkeen 0,13 % ja laski HAPAN -viikon jälkeen 0,27 % kun taas keskiryhmän naisilla veren pH:n lasku HAPAN -viikon jälkeen oli 0,13 %. Tuloksista on tehty lisäksi kuviot 3 ja 4. Kuviossa 3 on esitetty EMÄS -ruokavalion vaikutus veren pH:hon ja kuviossa 4 HAPANMAN ruokavalion vaikutus veren pH:hon kaikilla kolmella ikäryhmällä.

**TAULUKKO 4.** Veren pH eri ryhmillä (\*=EMÄS-viikon jälkeinen arvo eroaa merkitsevästi ennen -arvosta ja †=HAPAN-viikon jälkeinen arvo eroaa merkitsevästi ennen -arvosta kun  $p < 0,05$ ).

	Lapset		Keskiryhmä		Ikääntyneiden ryhmä	
	miehet	naiset	miehet	naiset	miehet	naiset
M1	7,40±0,02	7,41±0,01	7,42±0,03	7,42±0,03	7,42±0,02	7,42±0,02
M2	7,40±0,03	7,42±0,02	7,41±0,02	7,43±0,02	7,43±0,02	7,43±0,02*
M3	7,40±0,02	7,42±0,02	7,41±0,03	7,41±0,03	7,42±0,02	7,43±0,02
M4	7,40±0,02	7,41±0,01	7,43±0,13	7,40±0,02†	7,41±0,04	7,41±0,02†



**KUVIO 3.** EMÄS -ruokavalion vaikutus veren pH:hon eri ryhmillä (\*=EMÄS -viikon jälkeinen arvo eroaa merkitsevästi ennen -arvosta, kun  $p < 0,05$ ).



**KUVIO 4.** HAPAN -viikon vaikutus veren pH:hon eri ryhmillä (†=HAPAN -viikon jälkeinen arvo eroaa merkitsevästi ennen -arvosta, kun  $p < 0,05$ ).

Kaikissa ikäryhmissä havaittiin sukupuolten välillä merkitseviä eroja veren pH:ssa EMÄS -viikon jälkeen siten, että EMÄS -viikon jälkeen naisilla veren pH oli korkeampi ( $p < 0,05$ ) verrattuna miehiin. Ikä vaikutti pH:hon siten, että ennen EMÄS -viikkoa se oli matalampi ( $p < 0,05$ ) lapsilla verrattuna ikääntyneisiin miehiin ja naisiin. EMÄS -viikon jälkeen lasten ja ikääntyneiden sekä keskiryhmän ja ikääntyneiden ryhmän välillä oli

eroa siten, että nuoremmilla veren pH oli matalammalla ( $p < 0,05$ ) kuin vanhemmilla henkilöillä. Ennen HAPAN -viikkoa havaittiin samoin lasten ja ikääntyneiden sekä keskiryhmän ja ikääntyneiden ryhmän välillä oli eroa siten, että nuoremmilla pH oli matalammalla ( $p < 0,05$ ). HAPAN -viikon jälkeen ei huomattu ikäryhmien välillä mitään merkitsevää eroa.

**Virtsan pH.** Taulukossa 5 on lueteltu tutkimuksen ajalta mitatut virtsan pH-arvot. Tilastollisesti merkitseviä tuloksia havaittiin keskiryhmässä naisilla ja miehillä EMÄS -viikon jälkeen sekä naisilla HAPAN -viikon jälkeen ja ikääntyneillä naisilla ja miehillä sekä EMÄS-, että HAPAN -viikon jälkeen. Keskiryhmässä miesten virtsan pH nousi 10,5 % EMÄS -viikon jälkeen, naisten pH nousi 15,8 % EMÄS -viikon jälkeen ja HAPAN -viikon jälkeen naisten virtsan pH laski 10,1 %. Ikääntyneillä miehillä pH nousi 16,9 % EMÄS -viikon jälkeen ja laski 13,4 % HAPAN -viikon jälkeen, ikääntyneillä naisilla virtsan pH nousi 19,7 % EMÄS -viikon jälkeen ja laski 13,7 % HAPAN -viikon jälkeen.

TAULUKKO 5. Virtsan pH eri ryhmillä (\*=EMÄS -viikon jälkeinen arvo eroaa merkitsevästi ennen -arvosta ja †=HAPAN -viikon jälkeinen arvo eroaa merkitsevästi ennen -arvosta kun  $p < 0,05$ ).

	Lapset		Keskiryhmä		Ikääntyneiden ryhmä	
	miehet	naiset	miehet	naiset	miehet	naiset
M1	5,95±0,86	5,83±0,80	5,71±0,56	5,96±0,83	5,85±0,79	5,74±0,69
M2	6,04±0,83	5,89±0,77	6,31±0,80*	6,90±0,58*	6,84±0,76*	6,87±0,78*
M3	5,92±0,79	5,33±0,52	5,75±0,72	6,04±0,80	5,97±0,61	5,83±0,66
M4	6,08±0,70	5,86±0,92	5,43±0,38	5,43±0,34†	5,17±0,33†	5,03±0,13†

Ikä vaikutti virtsan pH:hon siten, että EMÄS -viikon jälkeen lasten pH oli merkitsevästi matalampi verrattuna keskiryhmään ja ikääntyneisiin ( $p < 0,05$ ). Ennen HAPAN -viikon havaittiin myös, että lasten ja keskiryhmän sekä lasten ja ikääntyneiden välillä oli eroa siten, että lapsilla virtsan pH oli matalammalla ( $p < 0,05$ ). HAPAN -viikon jälkeen havaittiin, että iällä on vaikutusta virtsan pH:hon siten, että nuoremmilla virtsa oli emäksisempää ( $p < 0,05$ ) kuin vanhemmilla henkilöillä.

### 9.3 Ravinnon vaikutus veren lipideihin

**Kokonaiskolesteroli.** Taulukossa 6 on esitetty veren kokonaiskolesteroliarvoja. Tilastollisesti merkittäviä tuloksia havaittiin keskiryhmässä naisilla ja miehillä sekä iäkkäiden ryhmässä naisilla ja miehillä EMÄS -viikon jälkeen. Keskiryhmässä miehillä veren kokonaiskolesteroli laski 11 % ja naisilla 4,3 % EMÄS -viikon jälkeen. Ikääntyneiden ryhmässä miehillä kokonaiskolesteroli laski 6,5 % ja naisilla 9,0 %.

**TAULUKKO 6.** Veren kokonaiskolesteroli eri ryhmillä (\*=EMÄS -viikon jälkeinen arvo eroaa merkitsevästi ennen -arvosta ja †=HAPAN -viikon jälkeinen arvo eroaa merkitsevästi ennen -arvosta kun  $p<0,05$ ).

	Lapset		Keskiryhmä		Ikääntyneet	
	miehet	naiset	miehet	naiset	miehet	naiset
M1	4,20±0,73	4,42±0,75	4,72±0,64	4,94±0,74	5,51±0,74	5,69±0,96
M2	4,09±0,62	4,28±0,67	4,20±0,72*	4,73±0,59*	5,15±0,81*	5,18±0,85*
M3	4,20±0,58	4,03±0,49	4,63±0,63	4,98±0,72	5,40±0,79	5,86±0,93
M4	4,34±0,39	4,46±0,95	4,73±0,76	5,13±0,53	5,54±0,98	5,74±0,90

Sukupuolten välillä ei havaittu merkitseviä eroja kolesterolissa missään vaiheessa tutkimusta. Ikä vaikutti tuloksiin siten, että ennen sekä EMÄS - että HAPAN -ruokavaliota kaikki ikäryhmät erosivat toisistaan siten, että nuoremmilla veren kokonaiskolesterolipitoisuus oli matalammalla ( $p<0,05$ ) tasolla. EMÄS -viikon jälkeen havaittiin, että lasten ja ikääntyneiden sekä keskiryhmän ja ikääntyneiden välillä oli eroa siten, että nuoremmilla kolesterolitaso oli matalammalla ( $p<0,05$ ).

**HDL.** Taulukossa 7 on esitetty veren HDL -pitoisuuksia. HDL -kolesteroliarvoissa ei havaittu mitään merkitseviä tuloksia EMÄS - ja HAPAN -viikkojen välillä.

**TAULUKKO 7.** Veren HDL -pitoisuudet eri ryhmissä.

	Lapset		Keskiryhmä		Ikääntyneet	
	miehet	naiset	miehet	naiset	miehet	naiset
M1	1,69±0,30	1,67±0,42	1,52±0,36	2,08±0,29	1,59±0,46	1,66±0,32
M2	1,66±0,35	1,65±0,38	1,47±0,32	2,05±0,32	1,48±0,33	1,62±0,28
M3	1,65±0,28	1,51±0,29	1,54±0,30	2,07±0,37	1,56±0,53	1,65±0,33
M4	1,69±0,33	1,60±0,28	1,52±0,31	2,11±0,28	1,64±0,46	1,71±0,35

Sukupuolten välillä huomattiin merkitsevää eroa ainoastaan keskiryhmässä, jossa naisten HDL -pitoisuudet olivat selkeästi ( $p<0,05$ ) miehiä korkeammalla.

Ikä vaikutti veren HDL -pitoisuuteen siten, että EMÄS -viikon jälkeen keskiryhmän ja ikääntyneiden välillä havaittiin merkitsevää eroa siten, että keskiryhmän henkilöillä HDL -pitoisuudet olivat korkeammalla ( $p<0,05$ ) kuin ikääntyneillä. Tähän vaikuttaa varmastikin se, että keskiryhmän naisilla HDL -pitoisuudet olivat huomattavasti muita korkeammalla.

**LDL.** Taulukossa 8 on esitetty veren LDL -pitoisuuksia. Tilastollisesti merkitseviä ( $p<0,05$ ) tuloksia saatiin keskiryhmän ja ikääntyneiden ryhmän naisilla EMÄS -viikon jälkeen. Keskiryhmän naisilla LDL -pitoisuuden lasku veressä oli 5,8 % ja ikääntyneillä naisilla 11,3 %.

**TAULUKKO 8.** Veren LDL -pitoisuudet eri ryhmillä (\*=EMÄS -viikon jälkeinen arvo eroaa merkitsevästi ennen -arvosta, kun  $p<0,05$ ).

	Lapset		Keskiryhmä		Ikääntyneet	
	miehet	naiset	miehet	naiset	miehet	naiset
M1	2,24±0,66	2,39±0,55	2,62±0,57	2,42±0,58	3,42±0,87	3,46±0,93
M2	2,10±0,56	2,30±0,50	2,35±0,68	2,28±0,46*	3,18±0,93	3,07±0,84*
M3	2,25±0,51	2,19±0,43	2,61±0,52	2,46±0,58	3,23±0,80	3,63±0,90
M4	2,33±0,40	2,50±0,83	2,77±0,67	2,62±0,52	3,40±1,04	3,54±0,83

Sukupuolten välillä ei havaittu merkitseviä eroja LDL -pitoisuuksissa missään vaiheessa tutkimusta. Ikäryhmien välillä havaittiin merkitseviä eroja kaikissa tutkimuksen mittauspisteissä lasten ja ikääntyneiden sekä keskiryhmään ja ikääntyneiden väliltä siten, että

nuoremmilla LDL -pitoisuudet olivat matalammalla ( $p<0,05$ ) tasolla verrattuna vanhempiin.

**Triglyseridit.** Taulukossa 9 on esitetty veren triglyseridipitoisuudet. Tilastollisesti merkitseviä tuloksia havaittiin ainoastaan keskiryhmän miehillä EMÄS -viikon jälkeen. Heillä triglyseridipitoisuus laski 32 %.

**TAULUKKO 9.** Veren triglyseridipitoisuudet eri ryhmillä (\*=EMÄS -viikon jälkeinen arvo eroaa merkitsevästi ennen -arvosta, kun  $p<0,05$ ).

	Lapset		Keskiryhmä		Ikääntyneet	
	miehet	naiset	miehet	naiset	miehet	naiset
M1	0,66±0,19	0,79 ±0,42	1,28±0,70	0,98±0,33	1,13±0,42	1,23±0,47
M2	0,76±0,26	0,76±0,19	0,87±0,28*	0,90±0,28	1,10±0,39	1,09±0,50
M3	0,65±0,17	0,71±0,21	1,06±0,63	0,98±0,38	1,29±0,59	1,22±0,59
M4	0,68±0,21	0,77±0,17	0,90±0,40	0,88±0,26	1,10±0,35	1,12±0,28

Sukupuolten välillä ei havaittu mitään merkitseviä eroja veren triglyseridipitoisuuksissa. Ikäryhmien välisissä vertailuissa havaittiin merkitseviä eroja veren triglyseridipitoisuudessa HAPAN -viikon jälkeen kaikkien ryhmien välillä siten, että nuoremmilla triglyseridipitoisuus veressä oli matalammalla ( $p<0,05$ ). Iällä huomattiin olevan merkitystä samalla tavalla myös muissa mittauspisteissä lasten ja ikääntyneiden sekä lasten ja keskiryhmän välillä eli lapsilla triglyseridipitoisuus veressä oli matalampi ( $p<0,05$ ).

#### **9.4 Kestävyyskuormituksen vaikutus happo-emästatapainoon ja rasva-arvoihin**

Taulukossa 10 on esitetty veren pH -arvot kestävyyskuormituksen aikana kaikilla ryhmillä. Numero 1 tarkoittaa EMÄS -viikkoon liittyvää testiä ja numero 2 HAPAN -viikkoon liittyvää testiä. Kun EMÄS - ja HAPAN -viikon jälkeisiä arvoja on verrattu toisiinsa naisilla ja miehillä eri ryhmissä huomataan, keskiryhmän miehillä veren pH on merkitsevästi ( $p<0,05$ ) korkeammalla EMÄS -viikon jälkeen mittauspisteissä testi1, testi2 ja testi4. Keskiryhmän naisilla veren pH on myös merkitsevästi ( $p<0,05$ ) emäksi-

sempää mittauspisteissä testi1, testi2 ja testi3 sekä paastotilassa. Ikääntyneiden ryhmässä miehillä havaittiin merkitseviä ( $p < 0,05$ ) eroja testin aikana pisteissä testi2 ja testi3, siten että veri oli EMÄS -viikon jälkeen emäksisempää. Naisilla havaittiin myös, että veren pH oli korkeammalla ( $p < 0,05$ ) EMÄS -viikon jälkeen paastossa ja testin loppupuolella (testi3). Lasten ryhmässä ei havaittu mitään merkitseviä eroja EMÄS -viikon ja HAPAN -viikon välillä.

Keskiryhmän miehillä testi1 ja testi2 pH-arvot olivat HAPAN -viikon jälkeen 0,27 % matalampia ( $p < 0,05$ ) ja testi4 - kohdassa HAPAN -viikon jälkeen 0,41 % matalammalla ( $p < 0,05$ ) verrattuna EMÄS -viikon. Keskiryhmän naisilla paastoarvo oli 0,40 % matalammalla ( $p < 0,05$ ) HAPAN -viikon jälkeen ja testi1-, testi2- ja testi3- arvot olivat 0,27 %, 0,27 % ja 0,41 % matalammalla ( $p < 0,05$ ) HAPAN -viikon jälkeen.

Ikääntyneiden ryhmässä miehillä testin aikana mitatut pH-arvot olivat HAPAN -viikon jälkeen 0,14 % (testi 2 ja 3) matalammalla ( $p < 0,05$ ). Naisilla paaston pH-arvo oli HAPAN -viikon jälkeen 0,40 % matalampi ( $p < 0,05$ ) kuin EMÄS -viikon jälkeen. Testin loppupuolella mitattu pH-arvo (testi 3) oli 0,41 % matalampi ( $p < 0,05$ ) HAPAN -viikon jälkeen.

**TAULUKKO 10.** Veren pH kestävyyskuormituksen aikana (katso myös kuvio 2), (1=EMÄS -viikon jälkeen tehty kuormitus ja 2=HAPAN -viikon jälkeen tehty kuormitus, \*= ruokavaliioviikkojen välillä on merkitsevä ero kun  $p<0,05$ ).

	Lapset		Keskiryhmä		Ikääntyneet	
	miehet	naiset	miehet	naiset	miehet	naiset
Pre_1	7,40±0,02	7,41±0,02	7,41±0,02	7,42±0,03	7,42±0,02	7,43±0,02
Pre_2	7,40±0,02	7,42±0,02	7,41±0,03	7,41±0,03	7,42±0,02	7,43±0,02
Paasto_1	7,41±0,02	7,42±0,02	7,41±0,02	7,43±0,02*	7,43±0,02	7,43±0,02*
Paasto_2	7,39±0,02	7,41±0,01	7,43±0,14	7,40±0,02*	7,42±0,02	7,41±0,02*
Lepo_1	7,39±0,03	7,39±0,02	7,39±0,02	7,38±0,03	7,39±0,03	7,39±0,02
Lepo_2	7,39±0,02	7,40±0,01	7,39±0,03	7,38±0,02	7,40±0,01	7,39±0,03
Testi 1_1	7,41±0,03	7,41±0,01	7,41±0,02*	7,41±0,03*	7,40±0,02	7,40±0,03
Testi 1_2	7,42±0,02	7,41±0,01	7,39±0,04*	7,39±0,04*	7,40±0,02	7,40±0,02
Testi 2_1	7,40±0,03	7,40±0,01	7,40±0,04*	7,41±0,03*	7,40±0,03*	7,41±0,03
Testi 2_2	7,41±0,02	7,40±0,02	7,38±0,04*	7,39±0,03*	7,39±0,03*	7,40±0,01
Testi 3_1	7,35±0,05	7,36±0,04	7,32±0,06	7,36±0,05*	7,36±0,04*	7,39±0,04*
Testi 3_2	7,35±0,05	7,34±0,05	7,31±0,05	7,33±0,06*	7,35±0,04*	7,36±0,04*
Testi 4_1	7,28±0,06	7,32±0,04	7,23±0,06*	7,26±0,05	-	-
Testi 4_2	7,26±0,05	7,32±0,05	7,20±0,06*	7,25±0,04	-	-

Tässä tutkimuksessa rasva-aineenvaihdunnan muuttujista kestävyyskuormituksen aikana mitattiin ainoastaan keskiryhmältä veren triglyseridipitoisuutta. Keskiryhmän miesten ja naisten kuormituksen aikaiset triglyseridipitoisuudet on esitetty taulukossa 11.



**TAULUKKO 11.** Veren triglyseridipitoisuudet kuormituksen aikana keskiryhmällä. (1=EMÄS -viikon jälkeen tehty kuormitus ja 2=HAPAN -viikon jälkeen tehty kuormitus, \*= ruokavaliioviikkojen välillä on merkitsevä ero kun  $p<0,05$ ).

	Miehet n=15	Naiset n=16
Testi 1_1	0,80±0,35	0,84±0,33
Testi 1_2	1,07±0,54*	0,97±0,34
Testi 2_1	0,84±0,25	0,89±0,33
Testi 2_2	1,12±0,55*	1,03±0,36*
Testi 3_1	0,95±0,41	0,91±0,33
Testi 3_2	1,21±0,55*	1,10±0,39*
Testi 4_1	0,96±0,39	1,05±0,37
Testi 4_2	1,22±0,46*	1,17±0,39

Miehillä triglyseridipitoisuus erosi merkitsevästi ( $p<0,05$ ) kaikissa mittauspisteissä siten, että EMÄS -viikon jälkeen veren triglyseridipitoisuus oli matalammalla tasolla kuin HAPAN -viikon jälkeen. Ensimmäisessä mittauspisteessä miehillä veren triglyseridipitoisuus oli 32,8 % korkeammalla ( $p<0,05$ ) HAPAN -viikon jälkeen, toisessa pisteessä 34,3 %, kolmannessa 28,3 % ja neljännessä mittauspisteessä 27,5 % korkeammalla. Naisilla triglyseridipitoisuus erosi merkitsevästi ( $p<0,05$ ) kestävyyskuormituksen puolessa välissä eli mittauspisteissä 2 ja 3. Tällöin triglyseridipitoisuus oli 16,0 % korkeammalla HAPAN -viikon jälkeen mittauspisteessä 2 ja pisteessä 3 20,0 %. Myös ensimmäisessä ja viimeisessä mittauspisteessä näyttäisi siltä, että triglyseridipitoisuus on korkeammalla tasolla HAPAN -viikon jälkeen, mutta ero ei ole merkitsevä.

## 10 POHDINTA

**Päätulokset.** Viikon mittainen kasvispitoinen ja normaali proteiininen ruokavalio nosti veren ja virtsan pH:ta eli lisäsi emäksisyyttä ja kasvikseton ja runsas yli ravintosuositusten oleva proteiininen ruokavalio laski veren ja virtsan pH:ta eli lisäsi happamuutta aikuisilla. Emäksinen ruokavalio laski lisäksi veren kokonaiskolesterolia merkitsevästi aikuisilla. Ruokavaliolla ei ollut vaikutusta veren HDL -pitoisuuteen, mutta emäksinen ruokavalio laski veren LDL -pitoisuutta aikuisilla naisilla. Edelleen emäksinen ruokavalio laski veren triglyseridipitoisuutta keskiryhmän miehillä. Kestävyyskuormituksen aikana emäksinen ruokavalio nosti veren pH:ta eli lisäsi emäksisyyttä ja kasvikseton ja runsas proteiininen ruokavalio lisäsi veren happamuutta eli laski pH:ta aikuisilla. Kestävyyskuormituksen aikana veren triglyseridipitoisuus oli matalammalla emäksisen viikon jälkeen verrattuna kasviksettomaan ja runsaasti proteiinia sisältävään viikkoon. Lapsilla ei havaittu mitään merkitseviä eroja ruokavalioiden välillä tässä tutkimuksessa mitatuissa muuttujissa.

**Ravinto.** PRAL erotti EMÄS- ja HAPAN -ruokavaliot selvästi toisistaan. Kasviksia ja hedelmiä EMÄS -ruokavaliossa oli 800–1400 g/vrk ja HAPAN -ruokavaliossa 17–40 g/vrk. Kokonaisenergiaa oli HAPAN -ruokavaliossa noin 200 kcal/vrk enemmän, proteiinin määrä (1.50–2.27 g/kg/vrk) oli siinä suurempi ja rasvaa oli enemmän. EMÄS -ruokavaliossa oli hiilihydraatteja enemmän lähinnä suuren kasvis- ja hedelmämäärän vuoksi ja proteiinia oli yleisten suositusten mukaisesti (1.04–1.34 g/kg).

**Veren pH.** Tämän tutkimuksen yksi päätulos on, että ravinnolla voidaan vaikuttaa elimistön happo-emästasapainoon, mikä näkyy sekä veren että virtsan pH:ssa. Tässä tutkimuksessa huomattiin, että emäspitoinen ravinto nostaa veren ja virtsan pH:ta ja hapantoinen ravinto laskee niitä. Tämä oli vastoin hypoteesia, minkä mukaan ravinto ei vaikuttaisi veren pH:hon, vaan se vaikuttaa ainoastaan virtsan pH:hon.

Veren pH:ssa on vaikea saada näkyviin isoja muutoksia, sillä veren pH on tarkasti säädelty erilaisten puskureiden (kemialliset puskurit, hengitystoiminta ja munuaiset) avulla ja pienetkin veren pH:n muutokset voivat aiheuttaa huomattavia häiriöitä elimistön toimintaan (McArdle ym. 2010, 301; Guyton & Hall 2011, 379–380). Tässä tutkimuksessa

veren pH:hon yritettiin vaikuttaa emäksisyyttä (kasvisruokavalio ja normaali määrä proteiinia) tai happamuutta lisäävän (ei-kasviksia sisältävä ja erittäin runsaasti proteiinia sisältävä ruokavalio) ravinnon avulla. Viikon emäksisen ruokavalion huomattiin lisäävän veren emäksisyyttä ikääntyneillä naisilla ja toisaalta viikon happaman ruokavalion huomattiin lisäävän veren happamuutta keskiryhmän ja ikääntyneiden ryhmän naisilla. Lasten ryhmässä ei havaittu ruokavaliolla olevan merkitsevää vaikutusta veren pH:hon. Myöskään keskiryhmän tai ikääntyneiden ryhmän miehillä ei havaittu muutoksia. Sukupuolten välillä huomattiin siis eroja, ruokavaliolla oli enemmän vaikutusta aikuisilla naisten veren pH:hon kuin miehillä.

**Virtsan pH.** Virtsan pH:n muutokset ovat suurempia kuin veren pH:n muutokset, sillä elimistöön kertyneet hapot poistetaan elimistöstä munuaisten kautta virtsaan (Wilmore & Costill 2004, 266; McArdle ym. 2010, 302). Tässä tutkimuksessa havaittiinkin, että virtsan pH nousi eli muuttui voimakkaasti emäksisempään kasvispitoisen ruokavalion seurauksena keskiryhmän ja ikääntyneiden ryhmän naisilla ja miehillä. Lisäksi happaman ruokavalion seurauksena virtsan pH laski eli muuttui happamammaksi keskiryhmän naisilla sekä ikääntyneiden ryhmän naisilla ja miehillä. Lapsilla ei huomattu mitään merkitsevää muutosta kummankaan ruokavalion seurauksena.

**Kokonaiskolesteroli.** Taulukossa 12 on esitetty kolesterolien viitearvot terveille lapsille (HUSLAB) ja aikuisille (Suomen Sydänliitto).

**TAULUKKO 12.** Kolesterolien viitearvot terveille lapsille ja aikuisille (Suomen Sydänliitto; HUSLAB.)

	Lapset 5-14 v	Aikuiset
Kokonaiskolesteroli (mmol/l)	2.7–5.8	alle 5,0
LDL (mmol/l)	1.6–3.6	alle 3,0
HDL (mmol/l)	0.93–1.94	yli 1,0
Triglyseridit (mmol/l)	0.27–1.64	alle 2,0

Useissa tutkimuksissa on havaittu, että kasvisruokavalio laskee veren kokonaiskolesterolia merkitsevästi pitkissä usean viikon seurannoissa. Tutkimuksissa ruokavaliopakot

ovat yleensä kestäneet noin 4–8 viikkoa. (Ferdowisan & Barnard 2009; Barnard ym. 2000; Ornish ym. 1990.) Tässä tutkimuksessa huomattiin, että jo yhden viikon emäksinen ruokavalio laski kokonaiskolesterolipitoisuutta sekä keskiryhmän että ikääntyneiden ryhmän naisilla ja miehillä. Kokonaiskolesteroli käyttäytyi tältä osin odotusten mukaisesti, mutta uutta oli siis se, että vaikutus ilmeni jo yhden viikon jälkeen. Toisaalta happaman ruokavalion ei havaittu nostavan veren kolesterolipitoisuutta merkittävästi, tosin tuloksissa näkyy kauttaaltaan pientä nousua keskiarvoissa, mutta keskihajonnat ovat suuria. Lapsilla ei havaittu kokonaiskolesteroliarvoissa mitään merkitseviä muutoksia eikä sukupuolten välillä ollut eroa. Pienet muutokset olivat kyllä lapsillakin oletusten mukaisia kaikilla ryhmillä. Aiemmissa tutkimuksissa on havaittu sukupuolten välillä eroa rasva-aineenvaihdunnassa. Yleensä naisilla ennen vaihdevuotia kokonaiskolesterolipitoisuus, LDL -kolesteroli sekä triglyseridipitoisuus ovat miehiä alemmalla tasolla ja HDL -pitoisuus on naisilla miehiä korkeammalla. (Williams 2004.) Tässä tutkimuksessa huomattiin, että kokonaiskolesteroliarvot olivat päinvastoin naisilla korkeammalla kuin miehillä, muuten lipidiarvot käyttäytyivät kuten Williamsin (2004) artikkelissa todettiin. HDL -pitoisuudet olivat naisilla korkeammalla kuin miehillä, LDL -pitoisuudet olivat keskiryhmässä naisilla alempia kuin miehillä ja triglyseridipitoisuudet olivat keskiryhmässä naisilla miehiä alempia.

**LDL.** Aiemmissa tutkimuksissa on havaittu, että kasvisruokavalio alentaa merkittävästi veren LDL -pitoisuutta. Tutkimuksissa ruokavaliojaksot ovat yleensä kestäneet noin 4–8 viikkoa. (Ferdowsian & Barnard 2009; Barnard ym. 2000; Ornish ym. 1990.) Tässä tutkimuksessa havaittiin, että emäksinen (paljon siis kasviksia ja hedelmiä) ruokavalio laski LDL -pitoisuutta naisilla keskiryhmässä ja ikääntyneiden ryhmässä jo viikon aikana. Miehillä keskiryhmässä ja ikääntyneiden ryhmässä nähdään pientä laskua EMÄS -viikon seurauksena, mutta keskihajonta on niin suuri, että merkitsevyyttä ei ole. Ikääntyneiden ryhmän miehillä happaman ruokavalioviikon jälkeen havaitaan, että LDL -kolesteroli on noussut, mutta keskihajonta on myös erittäin suuri. LDL -kolesterolikin käyttäytyy tässä tutkimuksessa ennako-oletusten kaltaisesti. Lapsilla ei huomattu mitään merkitsevää muutosta LDL:ssä.

**HDL.** Tässä tutkimuksessa HDL -pitoisuuksissa ei havaittu mitään muutoksia missään ryhmässä. Muussakaan kirjallisuudessa HDL -pitoisuuksissa ei ole huomattu mitään muutoksia (Ornish ym. 1990) tai HDL -pitoisuus on voinut kasvisruokavalion seurauk-

sena jopa laskea (Barnard ym. 2000). Barnardin ym. (2000) tutkimuksessa naisilla HDL-pitoisuus laski 16,5 % ja he söivät kahden kuukautiskierron ajan vähärasvaista kasvisruokaa. Tässä tutkimuksessa huomattiin, että keskiryhmän naisilla HDL-pitoisuudet olivat korkeammalla verrattuna miehiin ja muihin ryhmiin.

**Triglyseridit.** Tässä tutkimuksessa ruokavaliolla ei ollut suurta vaikutusta veren triglyseridipitoisuuteen. Barnardin ym. (2000) tutkimuksessa huomattiin, että kasvisruokavaliion seurauksena veren triglyseridipitoisuus nousi naisilla. Williamsin (2005) tutkimuksessa huomattiin, että sukupuolten välillä on eroa veren triglyseridipitoisuuksissa siten, että naisilla triglyseridipitoisuus on korkeammalla tasolla. Tässä tutkimuksessa naisilla ei huomattu mitään muutoksia triglyserideissä. Ainut muutos havaittiin keskiryhmän miehillä emäksisen viikon seurauksena, jolloin triglyseridipitoisuus laski merkitsevästi. Williamsin (2004) artikkelissa todettiin, että naisten ja miesten välillä on eroja lipidiaineenvaihdunnassa johtuen siitä, että rasvaa kertyy naisilla ja miehillä eri paikkaan kehossa. Miehillä rasvaa kertyy viskeraalirasvaksi vyötärön ympärille kun taas naisilla rasvaa kertyy alavartaloon – reisiin ja pakaroihin. Viskeraalirasvan tiedetään olevan aineenvaihdunnallisesti aktiivista eli se erittää monia aineita verenkiertoon (McArdle ym. 2010, 794).

**Kestävyyskuormituksen vaikutus happo-emästasapainoon.** Fyysisessä kuormituksessa elimistöön muodostuu anaerobisissa oloissa (happea ei ole riittävästi käytössä) maitohappoa, joka hajotessaan lisää elimistön vetyionipitoisuutta ja siten happokuormaa. Mitä suuremmalla intensiteetillä työtä tehdään, sitä enemmän syntyy maitohappoa, joka hajoo lihaksissa laktaatti- ja vetyioneiksi. (Guyton & Hall 2011, 380; Vormann & Goedecke 2006.) Kolmas tutkimusongelma liittyi tähän, onko ruokavaliolla (hapan vs. emäksinen) vaikutusta akuutisti veren happo-emästasapainoon kestävyyskuormituksessa. Oletuksena oli, että ruokavaliolla on merkitystä veren pH:hon kestävyyskuormituksessa siten, että kasvisruokavalio lisää elimistön emäksisyyttä. Tämän oletus perustuu Greenhaffin ym. (1987; 1988) tutkimuksiin, joissa ruokavaliolla huomattiin olevan vaikutusta lepotilan veren happo-emästasapainoon ja mahdollisesti intensiiviseen kestävyysuorituskykyyn. Tässä tutkimuksessa saatiinkin samansuuntaisia tuloksia kuin Greenhaffin ym. 1987 ja 1988 tutkimuksissa huomattiin selviä muutoksia veren pH:ssa. Tuloksista huomataan, että emäksisen ruokavaliion seurauksena veren pH lepotilan paastomittauksessa on merkitsevästi emäksisempää kuin happaman ruokavaliion jälkeen

keskiryhmän ja ikääntyneiden ryhmän naisilla. Keskiryhmän naisilla ja miehillä tuloksista nähdään selvästi, että kestävyyskuormituksessa kahden ensimmäisen kuorman aikana veren pH on merkitsevästi emäksisempää EMÄS -viikon jälkeen kuin HAPAN -viikon jälkeen. Keskiryhmässä havaitaan lisäksi, että emäksisen ruokavalion jälkeen veri on emäksisempää naisilla kolmannessa kuormassa ja miehillä viimeisessä kuormassa. Ikääntyneiden ryhmässä veren pH on selvästi emäksisempää miehillä toisessa ja kolmannessa kuormassa ja naisilla kolmannessa kuormassa. Lapsilla ruokavalio ei näytä vaikuttavan veren pH:hon. Vetyionien kertyminen elimistöön ja siten happamuus aiheuttavat erityisesti lihaston väsymystä ja suorituskyvyn heikkenemistä (Wilmore & Costill 2004, 266) ja näiden tulosten perusteella voidaan sanoa, että ruokavalion avulla pystytään vaikuttamaan veren happamuuteen ja siten myös oletettavasti suorituskykyyn. Tosin avoimeksi jää kysymys lihaston happo-emästasapainosta, mikä tietysti on tärkeää voimantuottamisessa. Tässä tutkimuksessa ei tarkasteltu kestävyys suorituskykyä, mutta voisi olettaa, että koska kasvispitoinen ruokavalio lisäsi selvästi elimistön emäksisyyttä, se olisi myös positiivisesti yhteydessä kestävyys suorituskykyyn (voimantuottamiseen väsyneessä tilassa). Happamalla ravinnolla todennäköisesti olisi taas päinvastainen eli heikentävä vaikutus suorituskykyyn. Emäksisen ruokavalion suorituskykyä parantava vaikutus voi perustua pienempään ravinnon antamaan vetyionien tuottoon, bikarbonaatti-ionien lisääntyneeseen määrään sekä muiden elimistön puskureiden lisääntyneeseen määrään tai parantuneeseen tehoon. Puskurit vastustavat paremmin anaerobisessa aineenvaihdunnassa syntyviä kuona-aineita ja ihminen pystyy ylläpitämään kovempaa tehoa pidempään fyysisessä kuormituksessa. Tässä tutkimuksessa ei mitattu elimistön puskurointikapasiteettia tai bikarbonaatti-ionien määrää, joten asiasta ei ole näyttöä.

***Kestävyyskuormituksen vaikutus veren triglyserideihin.*** Tiedetään, että kestävyys harjoittelu parantaa elimistön rasvaprofiilia pitkällä aikavälillä ja lisäksi tutkimuksissa on huomattu, että akuutisti kestävyys harjoituksen jälkeen veren triglyseridipitoisuus laskee lepotason alapuolelle. (Henderson ym. 2012; Gill ym. 2003.) Tässä tutkimuksessa havaittiin, että emäksisen ruokavaliioviikon jälkeen veren triglyseridipitoisuus oli kestävyyskuormituksen aikana matalammalla kuin happaman ruokavalion jälkeen. Kuormituksen aikaisia triglyseridipitoisuuksia tutkittiin tässä tutkimuksessa ainoastaan keskiryhmällä, mutta voisi olettaa, että muillakin ikäryhmillä tulokset olisivat samankaltaisia

ainakin ikääntyneillä. Ruokavalio vaikutti siis merkitsevästi veren triglyseridipitoisuuksiin sekä naisilla että miehillä, tässä tutkimuksessa miehillä hieman selkeämmin.

**Lapset.** Lapsilla ei huomattu tässä tutkimuksessa mitään merkitseviä eroja / muutoksia missään tutkitussa muuttujassa eri ruokaviikkojen välillä. Lapset söivät lounaan koulussa ja sen vuoksi kouluruokailun ravintoainesisältöä ei pystytty kontrolloimaan ihan tarkasti (lounas viitenä päivänä viikossa, viikonloppuna lounas kotona). Kotiruokailun kontrollointi kyllä onnistui kuten aikuisillakin. Lasten tulokset ovat kuitenkin osittain samansuuntaisia kuin aikuisillakin, mutta on mahdollista, että lapsilla elimistö reagoi eri tavalla ravintoon kuin aikuisilla.

**Jatkotutkimukset.** Tässä tutkimuksessa koehenkilöinä oli arkiliikuntaa harrastavia henkilöitä. Olisikin mielenkiintoista tutkia, eroaako kilpa- ja huippu-urheilijat jotenkin tavallisista kuntoliikkujista ja minkälaista mahdollista hyötyä huippu-urheilijoiden suorituskyyvyssä voidaan saada ruokavaliolla aikaan. Voidaan hyvinkin olettaa, että emäksinen ruokavalio esim. harjoittelukausilla on eduksi fysiologisten harjoitusvaikutusten syntymisessä. Harjoittelukausilla voidaan syödä proteiinia ja hiilihydraatteja todennäköisesti suuriakin määriä kunhan kasviksia, hedelmiä ja marjoja on samanaikaisesti 800–1400 g/vrk. Tiedetään, että kestävyysharjoittelu parantaa veren lipidiprofiilia pitkällä aikavälillä, mutta kestävyysharjoituksen akuuteista vaikutuksista ei ole saatu selville samanlaisia tuloksia (Henderson ym. 2010, Lee ym. 1991). Tämän vuoksi olisikin mielenkiintoista tutkia, onko ruokavaliolla vaikutusta veren rasva-arvoihin (LDL, HDL ja triglyseridit) akuutisti kestävyysharjoituksen yhteydessä kilpaurheilijoilla sekä onko sukupuolella ja iällä vaikutusta.

**Yhteenveto.** Tämän tutkimuksen tuloksista voidaan päätellä, että elimistön happo-emästasapainon ja rasva-aineenvaihdunnan kannalta kasvispitoinen ja normaali proteiininen ruokavalio on elimistölle hyväksi, erityisesti vanhuksilla. Terveiden ja hyvinvoinnin kannalta on tärkeää, että ruokavalio sisältää riittävästi kasviksia, hedelmiä ja marjoja sekä ravintosuositusten mukaisesti proteiinia ja viljatuotteita. Ruokavalion merkitys korostuu ikääntyessä entisestään ja tämän tutkimuksen tuloksena voitaisiin myös todeta, että naisilla ruokavalion avulla voidaan selvemmin vaikuttaa elimistön happo-emästasapainoon ja rasva-aineenvaihduntaan. Kasvispitoisen ruokavalion todettiin lisäävän veren emäksisyyttä kestävyysuorituksen aikana, mikä antaa haasteita jatkotut-

kimuksille mahdollisesta hyödystä varsinaiselle kestävyysuorituskyvyille sekä harjoittelukausilla että kilpailukausilla. Ruokavaliojakso oli melko lyhyt, vain viikon mittainen, mutta silti tutkituissa muuttujissa saatiin esiin selviä muutoksia, etenkin ikääntyneiden ryhmällä ja erityisesti kolesterolitasojen lasku jo viikon aikana on erittäin merkittävä ja uusi tulos. Pitemmällä ruokavaliojaksolla olisi voitu ehkä saada esiin isompia eroja ja muutoksia myös niihin ryhmiin, joissa nyt ei nähty mitään muutoksia.

## 11 JOHTOPÄÄTÖKSET

1. Ravinnolla voidaan vaikuttaa sekä veren että virtsan pH:hon lepotilassa aikuisilla siten, että emäksinen ruokavalio (kasviksia, hedelmiä ja marjoja 1200–1400 g/vrk) lisää veren ja virtsan emäksisyyttä eli vähentää happamuutta.
2. Ravinnon vaikutus happo-emästasapainoon näyttäisi olevan vahvempi aikuisilla naisilla kuin miehillä.
3. Ravinnon vaikutus elimistön happo-emästasapainoon ja rasva-arvoihin lisääntyy iän myötä.
4. Ravinnolla voidaan vaikuttaa aikuisten veren pH:hon kestävyyskuormituksessa siten, että emäksinen ruokavalio (kasviksia, hedelmiä ja marjoja 1200–1400 g/vrk) lisää elimistön emäksisyyttä eli vähentää happamuutta.
5. Ravinnolla voidaan vaikuttaa aikuisten veren triglyseridipitoisuuteen kestävyyskuormituksessa siten, että emäksinen ruokavalio (kasviksia, hedelmiä ja marjoja 1200–1400 g/vrk) pienentää kuormituksen jälkeistä veren triglyseridipitoisuutta.



## 12 LÄHTEET

Adler, A. & Holub, B., 1997. Effect of Garlic and Fish-Oil Supplementation on Serum Lipid and Lipoprotein Concentrations in Hyper Cholesterolemic Men. *Am J Clin Nutr.* 65, 445–450.

Alexy, U., Kersting, M. & Remer, T. 2007. Potential Renal Acid Load in the Diet of Children and Adolescents: Impact of Food Groups, Age and Time Trends. *Public Health Nutrition* 11, 300–306.

Alexy, U., Remer, T., Manz, F., Neu, C. & Schoenau, E. 2005. Long-Term Protein Intake and Dietary Potential Renal Acid Load Are Associated With Bone Modeling and Remodeling at The Proximal Radius in Healthy Children. *The American Journal of Clinical Nutrition* 82, 1107–1114.

Barnard, N., Scialli, A., Bertron, P., Hurlock, D., Edmonds, K. & Talev, L. 2000. Effectiveness of a Low-Fat Vegetarian Diet in Altering Serum Lipids in Healthy Premenopausal Women. *Am J Cardiol* 85, 969–972.

Borst, S. 2004. Interventions for Sarcopenia and Muscle Weakness in Older People. *Age and Ageing* 33, 548–555.

Dawson-Hughes, B., Harris, S. & Ceglia, L. 2008. Alkaline Diets Favor Lean Tissue Mass in Older Adults. *Am J Clin Nutr* 87, 662–665.

Ferdowsian, H. & Barnard, N. 2009. Effects of Plant-Based Diets on Plasma Lipids. *Am J Cardiol* 104, 947–956.

Ferdowsian, H. & Barnard, N. 2007. The Role of Diet in Breast and Prostate Cancer Survival. *Ethnicity & Disease* 17, S2-18–S2-22.

Gill, J., Herd, S., Vora, V. & Hardman, A. 2003. Effects of a brisk walk on lipoprotein lipase activity and plasma triglyceride concentrations in the fasted and postprandial states. *Eur J Appl Physiol* 89, 184–190.

Gordon, P., Visich, P., Goss, F., Fowler, S., Warty, V., Denys, B., Metz, K. & Robertson, J. 1996. Comparison of exercise and normal variability on HDL cholesterol concentrations and lipolytic activity. *Int J Sports Med* 17, 332–337.

Guyton, A. & Hall, J. 2011. *Textbook of Medical Physiology*. W.B. Saunders Company, USA.

Greenhaff, P., Gleeson, M. & Maughan, R. 1987. The Effects of Dietary Manipulation on Blood Acid-Base Status and the Performance of High Intensity Exercise. *Eur J Appl Physiol* 56, 331–337.

Greenhaff, P., Gleeson, M. & Maughan, R. 1988. The Effects of Diet on Muscle pH and Metabolism During High Intensity Exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 57, 531–539.

Henderson, G., Krauss, R., Fattor, J., Faghihnia, N., Luke-Zeitoun, M. & Brooks, G. 2010. Plasma triglyceride concentrations are rapidly reduced following individual bouts of endurance exercise in women. *Eur J Appl Physiol* 109, 721–730.

Hu, G., Pekkarinen, H., Hänninen, O., Tian, H. & Guo, Z. 2001. Relation between commuting, leisure time, physical activity and serum lipids in a Chinese urban population. *Ann Hum Biol* 28, 412–421.

Jeukendrup, A., Saris, W. & Wagenmakers, A., 1998. Fat Metabolism During Exercise: A Review. *Int. J. Sports Med.* 19, 293–302.

Kelley, G. & Kelley, K. 2006. Aerobic exercise and lipid and lipoproteins in men: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Mens Health Gend* 3, 61–70.

Kelley, G., Kelley K. & Zung, V. 2004. Aerobic Exercise and Lipids and Lipoproteins in Women: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Women's Health* 13, 1148–1164.

Kellum, J. 2000. Determinants of Blood pH in Health and Disease. *Critical Care* 4, 6–14.

Lee, R., Nieman, D., Raval, R., Blankenship, J. & Lee, J. 1991. The effects of acute moderate exercise on serum lipids and lipoproteins in mildly obese women. *Int J Sports Med* 12, 537–542.

McArdle, W., Katch, F. & Katch, V. 2010. *Exercise Physiology*. Lippincot Williams & Willkins, USA.

McCarty, M. 2005. Acid–base Balance May Influence Risk for Insulin Resistance Syndrome by Modulating Cortisol Output. *Medical Hypotheses* 64, 380–384.

Mensink, R. & Katan, M. 1989. Effect of a Diet Enriched with Monounsaturated or Polyunsaturated Fatty Acids on Levels of Low-Density and High-Density Lipoprotein Cholesterol in Healthy Women and Men. *N Engl J Med* 321, 436–441.

Mensink, R. & Katan, M. 1990. Effect of Dietary Trans Fatty Acids on High-Density and Low-Density Lipoprotein Cholesterol Levels in Healthy Subjects. *N Engl J Med* 323, 439–445.

Ornish, D., Brown, S., Scherwitz, L., Billings, J., Armstrong, W., Ports, T., McLanahan, S., Kirkeeide, R., Brand, R. & Gould, K. 1990. Can Lifestyle Changes Reverse Coronary Heart Disease? The Lifestyle Heart Trial. *Lancet* 336, 129–133.

Panagiotakos, D., Pitsavos, C., Chrysohoou, C., Skoumas, J., Zeimbekis, A., Papaioannou, I. & Stefanadis, C. 2003. Effect of leisure time physical activity on blood lipid levels: the ATTICA study. *Coron Artery Dis* 14, 533–539.

Remer, T. 2001. Influence of Nutrition on Acid-Base Balance – Metabolic Aspects. *Eur J Nutr* 40, 214–220.

Robergs, R., Ghiasvand, F. & Parker, D. 2004. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 287, 502–516.

Tambalis, K., Panagiotakos, D., Kavouras, S. & Sidossis, L. 2009. Responses of Blood Lipids to Aerobic, Resistance, and Combined Aerobic With Resistance Exercise Training: A Systematic Review of Current Evidence. *Angiology* 60, 614–632.

Van Hall, G., Sacchetti, M., Rådegran, G. & Saltin, B. 2002. Human Skeletal Muscle Fatty Acid and Glycerol Metabolism During Rest, Exercise and Recovery. *Journal of Physiology* 543.3, 1047–1058.

Van Loon, L., Koopman, R., Manders, R., Van der Weegen, W., Van Kranenburg G. & Keizer, H. 2004. Intramyocellular Lipid Content in Type 2 Diabetes Patients Compared With Overweight Sedentary Men and Highly Trained Endurance Athletes. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 287, 558– 565.

Vormann, J. & Goedecke, T. 2006. Acid-Base Homeostasis: Latent Acidosis as a Cause of Chronic Diseases. *Ganzheits Medizin* 18.

Welch, A., Mulligan, A., Bingham, S. & Khaw, K. 2008. Urine pH is an Indicator of Dietary Acid–Base Load, Fruit and Vegetables and Meat Intakes: Results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Norfolk population study. *British Journal of Nutrition*, 1335–1343.

Williams, C. 2004. Lipid Metabolism in Women. *Proceedings of the Nutrition Society* 63, 153–160.

Wilmore, J. & Costill, D. 2004. *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics, USA.

Internetlähteet:

HUSLAB <http://huslab.fi/ohjekirja/index.html>, luettu 1.12.2012

Suomen Sydänliitto <http://www.sydanliitto.fi/kolesteroli>, luettu 21.7.2012