

**KESTÄVYYSHARJOITTELUJAKSON VAIKUTUKSET
SYLJEN IMMUNOLOGISIIN MUUTTUJIIN JA
SAIRASTUVUUTEEN**

Ville Saikko

Liikuntafysiologia

Kandidaatintutkielma

LFYA005

Kevät 2014

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaajat: Antti Mero

Johanna Stenholm

TIIVISTELMÄ

Saikko, Ville 2014. Kestävyysharjoittelujakson vaikutukset syljen immunologisiin muuttujiin ja sairastuvuuteen. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, 45 s.

Johdanto. Ylähengitystieinfektiot ovat yleisesti tunnettu ongelma niin urheilijoiden, kuin myös kuntoilijoiden keskuudessa. Etenkin kilpaurheilijoille terveenä pysyminen on erittäin tärkeää, jotta vältetään harjoittelua ja kilpailemista haittaavilta sairauspäiviltä. Kuitenkin urheilijat näyttävät olevan alttiimpia hengitystieinfektioille ja tutkimusten perusteella kurkkukipu sekä flunssan kaltaiset oireet ovat yleisempiä ja pitkäkestoisempia kuin muulla väestöllä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kestävyysjuoksuharjoittelun vaikutuksia syljen immunologisiin muuttujiin, lyhytaikaisiin vasteisiin maksimaalisessa hapenottotestissä sekä ylähengitystieinfektioiden esiintyvyyteen.

Menetelmät. Tutkimukseen osallistui 24 kestävyysjuoksua säännöllisesti harrastavaa miestä. Tutkimus koostui alku-, väli- ja loppumittauksista 24 viikon kestävyysharjoittelujaksolla. Kaikissa kolmessa mittauspisteessä mitattiin koehenkilöiden kehonkoostumus, sekä otettiin sylkinäyte lepotilassa ja maksimaalisen juoksumatolla suoritetun testin jälkeen. Koko tutkimuksen ajan koehenkilöt täyttivät WURSS-21 kyselylomaketta niinä päivinä, joina he kokivat itsensä sairaiksi. Riippuen siitä oliko koehenkilöllä ylähengitystieinfektio-oireita, jaettiin heidät kahteen ryhmään (Terveet ja Sairastuneet). Sylkinäytteistä analysoitiin IgA-, IgG-, IgM-, lysotsyymi-, amylaasi- ja kokonaisproteiinipitoisuudet spektrofotometrillä (Konelab 20XTi, Thermo Electron Corporation, Vantaa, Suomi). Tilastolliset analyysit tehtiin PAWS Statistics 18.0.0. -ohjelmalla (SPSS Inc., Chicago, Illinois, Yhdysvallat). Tuloksista laskettiin muuttujien keskiarvot ja -hajonnat. Harjoittelun vaikutuksia maksimaaliseen hapenottokykyyn sekä kehon painoon ja rasvaprosenttiin selvitettiin käyttämällä parittaista t-testiä. Ryhmien välisten erojen tutkimisessa käytettiin yleistettyä lineaarista mallia (generalized linear model), jonka avulla tutkittiin ryhmien, ajan sekä ryhmän ja ajan yhteisvaikutusta. Sylkimuuttujien, sairastuvuuden ja aerobisen kuntotason (VO_2max) välisiä yhteyksiä tarkasteltiin Pearsonin korrelaatiokertoimella. Merkitsevyysrajaksi asetettiin $p < 0.05$.

Tulokset. Kestävyysharjoittelujakson aikana koehenkilöt paransivat maksimaalista hapenottookykyään merkitsevästi (3.5 ± 1.7 ml/kg/min; $p < 0.001$). Myös rasvaprosentti (-2.0 ± 2.1 %; $p < 0.001$) ja kehon paino (-1.3 ± 2.1 %; $p < 0.005$) laskivat huomattavasti. Akuutissa kuormituksessa jokaisessa mittauspisteessä syljen amylaasi- (viikko 0, $p < 0.05$; viikko 12, $p < 0.01$; viikko 24, $p < 0.01$) ja kokonaisproteiinipitoisuudet (viikko 0, $p < 0.01$; viikko 12, $p < 0.001$; viikko 23, $p < 0.01$) kasvoivat merkitsevästi. Näiden lisäksi myös syljen lysotsyymipitoisuus (viikko 12, $p < 0.01$) kasvoi merkitsevästi välitestissä. Koko ryhmää (Terveet ja Sairastuneet; $n=24$) tarkastellessa kestävyysharjoittelulla ei havaittu olevan vaikutusta sylkimuuttujien pitoisuuksiin. Kuitenkin syljen IgA -pitoisuus oli tutkimuksen alussa ($p=0.044$) ja puolivälissä ($p=0.021$) tilastollisesti merkitsevästi korkeampi koko tutkimusjakson terveenä pysyneillä kuin jakson aikana sairastuneilla.

Yhteenveto ja johtopäätökset. Tämän tutkimuksen mukaan syljen IgA -pitoisuus oli tutkimuksen alussa huomattavasti suurempi niillä kestävyysjuoksua säännöllisesti harrastavilla miehillä, jotka eivät sairastuneet 24 viikon kestävyysharjoittelujakson aikana kertaakaan. Kestävyysharjoittelulla oli positiivisia vaikutuksia maksimaaliseen hapenottookykyyn, kehon painoon ja rasvaprosenttiin riippumatta sairauspäivien määrästä. Tutkimuksen perusteella IgA:n korkea taso on yhteydessä terveenä säilymiseen ja immunologisten muuttujien pitoisuudet syljessä sekä niiden muutokset kestävyysharjoittelun seurauksena ovat hyvin yksilöllisiä.

Avainsanat: Immunologia, sylki, IgA, ylähengitystieinfektiot, kestävyysharjoittelu, akuutti kestävyyskuormitus

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO	5
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	7
2.1 Kestävyysharjoittelu	7
2.1.1 Aerobinen peruskestävyys	8
2.1.2 Vauhtikestävyys	9
2.1.3 Maksimikestävyys	9
2.2 Immuunijärjestelmä	10
2.3 Kestävyysharjoittelun akuutit ja krooniset vaikutukset syljen immunologisiin muuttujiin	13
2.3.1 Immunoglobuliini A	16
2.3.2 Kortisoli	18
2.3.3 Immunoglobuliini G ja M	19
2.3.4 Lysotsyymi	19
2.3.5 α -amylaasi	19
3 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT	21
4 MENETELMÄT	23
4.1 Koehenkilöt	23
4.2 Koeasetelma	23
4.3 Aineiston keräys ja analysointi	24
4.3.1 Harjoittelu	24
4.3.2 Maksimaalisen hapenottokyvyn testi	24
4.3.3 Sylkinäytteet	25
4.3.4 Ylähengitystieinfektio-oireiden raportointi	25
4.4 Tilastolliset menetelmät	26

5 TULOKSET	27
5.1 Sairauspäivien määrä ja oireiden vakavuus.....	27
5.2 Harjoittelun määrä ja muutokset maksimaalisessa hapenottokyvyssä ja kehonkoostumuksessa.....	27
5.3 Akuutit vasteet syljen biomarkkereissa mattotestissä	29
5.4 Harjoittelun vaikutus syljen biomarkkereihin	33
5.5 Erot sairastuneiden ja terveinä pysyneiden välillä	34
6 POHDINTA	35
LÄHTEET.....	40
LIITE.....	45

1 JOHDANTO

Kestävyysuorituksessa vaaditaan hyvää aerobista tehoa, taloudellisuutta sekä riittäviä energiavarastoja. Harjoittelun tavoitteena onkin kehittää rakenteellisia ja toiminnallisia adaptaatioita lajikohtaisissa fyysisissä tehtävissä. Kestävyysharjoittelulla vaikutetaan muun muassa hengitys- ja verenkiertojärjestelmään, sekä hermolihaskäytännön järjestelmään. Kestävyysuorituksen vaatimukset vaihtelevat sen keston mukaan ja harjoittelu voidaan jakaa kolmeen osaan: peruskestävyys, vauhtikestävyys sekä maksimikestävyys. (Nummela 2007, 97, 105-108; Nummela ym. 2007, 336; Jones & Carter 2000.)

Ylähengitystieinfektiot ovat yleisesti tunnettu ongelma niin urheilijoiden, kuin myös kuntoilijoiden keskuudessa. Etenkin kilpaurheilijoille terveenä pysyminen on erittäin tärkeää, jotta vältetään harjoittelua ja kilpailemista haittaavilta sairauspäiviltä. Kuitenkin urheilijat näyttävät olevan alttiimpia hengitystieinfektioille ja tutkimusten perusteella kurkkukipu sekä flunssan kaltaiset oireet ovat yleisempiä ja pitkäkestoisempia kuin muulla väestöllä (Gleeson 2006). Ihmisen immuunijärjestelmän tehtävänä on suojata kehoa taudinaiheuttajilta, poistaa tai tuhota vaurioituneet solut sekä poistaa epänormaalit solut. Elimistön immuunivasteet jakautuvat kahteen osaan: synnynnäiseen ja hankinnaiseen immunitettiin. Synnynnäinen vaste esiintyy samalla laajuudella riippumatta siitä, kuinka monta kertaa infektiolle altistutaan. Hankinnainen immunitetti sen sijaan kehittyy toistuvista altistumisista. (Silverthorn 2007, 777-779; Delves & Roit 2000a.)

Vaikka kovan kestävyysharjoittelun on todettu alentavan elimistön puolustusvasteita, voidaan kuitenkin kohtuullisella harjoittelulla pienentää sairastumisriskiä keskiarvon alapuolelle (Nieman 1997). Kuitenkaan harjoittelun, ravinnon ja levon vaikutusta immunologiaan ei vielä täysin ymmärretä. Immunitetti heikkenee harjoituksen jälkeen ja heikentyminen voi kestää 3 – 72 tuntia. Tätä ajanjaksoa kutsutaan ”avoimeksi ikkunaksi”, jolloin riski infektiolle on kasvanut. Urheilijat, jotka harjoittelevat ilman riittävää palautumista, voivat kehittää itselleen kroonisen immuunivasteen heikkenemisen (Nieman 1997; Smith 2003.) Malm (2004) mukaan fyysinen harjoittelu tehostaa joitakin puolia immunitetista samalla heikentäen toisia, joten muutosten

biologinen merkitys immuunijärjestelmän kannalta on epäselvä. Infektiot raskaan harjoituksen jälkeen ovat ennemminkin peräisin jo olemassa olevasta infektiosta kuin uudesta altistuksesta, koska yhteyttä kovan harjoituksen ja infektiomäärien välillä ei ole vielä vahvistettu.

Synnyinäinen limakalvopuolustus muodostaa ensimmäisen linjan taudin aiheuttajia vastaan limakalvojen pinnalla. Tärkein vaikuttava toimija tässä puolustuslinjassa on Immunoglobuliini A (IgA), yhdessä α -amylaasin, lysotsyymin ja laktoferrinin kanssa. IgA:n erityys limakalvojen pinnalta on tärkeää paikallisen immuunipuolustuksen kannalta ja suuret pitoisuudet IgA:ta syljessä ovat yhdistetty vähäiseen ylähengitystieinfektioiden esiintymiseen. Kovatehoinen harjoittelu voi väliaikaisesti laskea syljen IgA -pitoisuuksia, mutta intensiteetiltään kohtuullisella harjoittelulla voi olla positiivisia vaikutuksia pitoisuuksiin. (Walsh ym. 2011a; Gleeson ym. 2003.)

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kestävyysjuoksuharjoittelun vaikutuksia syljen immunologisiin muuttujiin, lyhytaikaisiin vasteisiin maksimaalisessa hapenottotestissä sekä ylähengitystieinfektioiden esiintyvyyteen.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Kestävyysharjoittelu

Pitkäkestoisissa kestävyys suorituksissa vaaditaan hyvää aerobista tehoa (maksimaalinen hapenotto kyky, VO_{2max}) ja taloudellisuutta sekä riittäviä energiavarastoja. VO_{2max} on tärkeä tekijä suorituksissa, jotka kestävät 5-40 minuuttia. Suorituksen taloudellisuus paranee lajitaitojen kehittyessä, ja siihen vaikuttaa muun muassa käytettävä tekniikka. Matalatehoisissa suorituksissa energiaa tuotetaan lähes pelkästään rasvoista, mutta intensiteetin kasvaessa hiilihydraattien merkitys energiantuotossa kasvaa. (Nummela 2007, 97, 105–108.)

Rakenteellisten ja toiminnallisten adaptaatioiden kehittäminen lajikohtaisissa fyysisissä tehtävissä on harjoittelun päämäärä. Näiden adaptaatioiden kehittyminen vaatii pitäytymistä huolellisesti suunnitelluissa harjoitusohjelmissa, joiden painopiste riippuu tavoitteista ja suorituskyvystä. Harjoituksissa voidaan keskittyä esimerkiksi määrään, keston, tyyppiin, intensiteettiin ja toistomääriin, unohtamatta lepojaksia sekä tarkoituksenmukaisia kilpailuja. (McArdle ym. 2010, 452.)

Kestävyys voidaan määritellä kyvyksi säilyttää annettu nopeus tai teho mahdollisimman pitkään. Kestävyys suorituksessa suorituskyky onkin siksi kovasti riippuvainen aerobisesta ATP:n uudelleenmuodostuksesta, joka vaatii riittävää hapen kuljetusta solujen mitokondrioihin, sekä tarpeeksi energianlähteitä hiilihydraattien ja rasvojen muodossa. Kestävyys harjoittelu vaikuttaa perusteellisesti hengitys- ja verenkiertoelimistöön sekä hermolihasjärjestelmään, kehittäen hapen kuljetusta ja mahdollistaen lihasten paremman aineenvaihdunnan. (Jones & Carter 2000.)

Kun suorituksen kesto ylittää kaksi minuuttia tai siinä toistuu useita lyhyitä ja tehokkaita työjaksoja, puhutaan kestävyys suorituksesta. Kestävyys suorituksen vaatimukset vaihtelevat suorituksen keston mukaan. Alla olevassa taulukossa (taulukko 1) on jaoteltu kestävyys harjoittelu kolmeen osaan suoritus tehon mukaan:

peruskestävyys, vauhtikestävyys ja maksimikestävyys. Kestävyyden neljäs osa-alue on nopeuskestävyys. (Nummela ym. 2007, 333.)

TAULUKKO 1. Aerobisen kestävyysharjoittelun jaottelu (Nummela ym. 2007, 336)

	Peruskestävyys	Vauhtikestävyys	Maksimikestävyys
Kuormituksen kokonaiskesto	30–240 min	20–60 min	10–30 min
Intervallitoiston pituus	-	5–20 min	3–10 min
Toistot (kpl) / palautus	-	1–10 / 1–2 min	1–10 / 1–5 min
Tehoalue (% VO ₂ max)	40–70%	65–90%	80–100%
Veren laktaattipitoisuus	< 2 mmol · l ⁻¹	2–5 mmol · l ⁻¹	5–10 mmol · l ⁻¹
Sykealue	< 150	150–170	170–200
Aktiiviset lihassolutyytit	ST	ST ja FTa (osa)	ST, FTa ja FTb (osa)
Pääasiallinen harjoitusvaikutus	aerobinen energiantuotto	aerobinen energiantuotto	maksimaalinen hapenottokyky
	rasva-aineen- vaihdunta	hiilihydraattiaineen- vaihdunta	hiilihydraattiaineen- vaihdunta

ST = hitaat lihassolut, FTa = nopeat lihassolut, FTb = nopeat glykolyttiset lihassolut

2.1.1 Aerobinen peruskestävyys

Aerobista peruskestävyyttä kehittää parhaiten kevyt ja pitkäkestoinen harjoitus ja se on tärkeä kestävyysharjoitusmuoto etenkin nuorille ja aloitteleville urheilijoille. Peruskestävyysharjoittelun tarkoituksena on aerobisten ominaisuuksien ja rasvojen käytön parantaminen, ja harjoituksen kesto vaihtelee välillä 30 – 240 min. Sydämen syke ja veren laktaattipitoisuus tulisi pitää harjoituksessa alle aerobisen kynnyksen, jotta se kehittää juuri aerobista peruskestävyyttä. Suorituksen tehon pitäisi olla 40–70 % maksimaalisesta hapenottokyvystä ja syke alle 150 lyöntiä minuutissa. (Nummela ym. 2007, 335–337.) Suurella (80 %) peruskestävyysharjoittelun osuudella kokonaiharjoittelusta saadaan loistavia pitkäaikaisia tuloksia kestävyysurheilijoilla. Toistuvat, matalatehoiset ja pitkäkestoiset harjoitukset stimuloivat tehokkaasti

fysiologisia adaptaatioita ja myös harjoitusmäärien lisääminen korreloi hyvin parantuneiden fysiologisten muuttujien ja suorituskyvyn kanssa. (Seiler 2010.)

2.1.2 Vauhtikestävyys

Aerobisella peruskestävyysharjoittelulla luodaan pohja vauhtikestävyysharjoittelulle. Vauhtikestävyysharjoittelun intensiteetti on kovempi, ja energiaa tuotetaan pääasiallisesti hiilihydraateista (70 %). Vauhtikestävyysharjoituksella kehitetään suorituksen taloudellisuutta aerobisen ja anaerobisen kynnyksen välisillä nopeuksilla. Harjoituksen kesto on 20–60 minuuttia ja teho 65–90 % maksimaalisesta hapenottokyvystä, riippuen siitä, onko se yhtäjaksoinen vai intervalliharjoitus. Intervalliharjoituksessa syke ja laktaattipitoisuus ($2\text{--}5 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$) ovat korkeampia kuin yhtäjaksoisessa harjoituksessa. Vauhtikestävyysharjoittelun seurauksena anaerobinen kynnysteho paranee (hapentarve tai nopeus) ja se lähenee suhteessa $\text{VO}_{2\text{max}}$ tehoa. (Nummela ym. 2007, 338-339.)

2.1.3 Maksimikestävyys

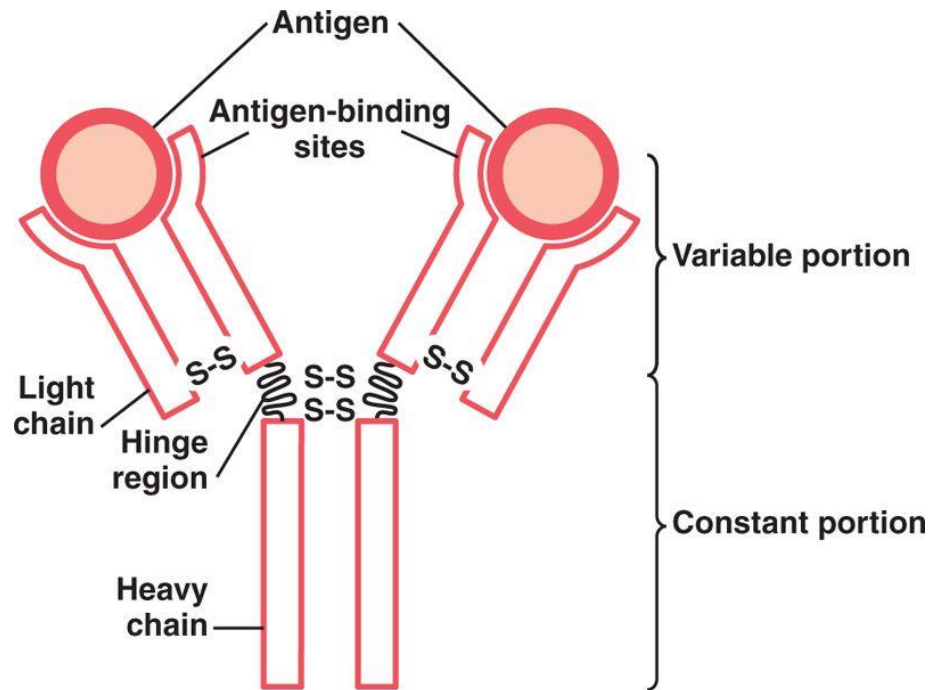
Maksimikestävyysharjoituksella parannetaan hengitys- ja verenkiertoelimistön kapasiteettia, sekä maksimaalista hapenottokykyä. Kuten vauhtikestävyysharjoitukset, myös maksimikestävyysharjoitukset voidaan tehdä joko yhtäjaksoisina tai intervalliharjoituksina. Intervalliharjoituksissa vetojen pituudet ovat 3–10 min ja toistojen lukumäärä 4–6. Yhtäjaksoisten harjoitusten kesto on 15–30 minuuttia tasavauhtisella tai kiihtyvällä vauhdilla. Maksimikestävyysharjoituksen teho on 80–100 % maksimaalisesta hapenottokyvystä ja veren laktaattipitoisuus $5\text{--}10 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Huippukestävyysurheilijoilla maksimaalisen hapenottokyvyn kehittäminen vaatii yli 90 % tehon, kun taas nuorilla ja aloittelevilla urheilijoilla kehitystä tapahtuu eniten suorituksissa, joissa teho on lähellä anaerobista kynnystä. (Nummela ym. 2007, 340–343.) Myös lyhyillä maksimaalisilla (90–95 %) intervalleilla on saatu merkittäviä parannuksia maksimaaliseen hapenottokykyyn kohtuullisesti harjoitelleilla nuorilla

miehillä, joka näyttää johtuvan sydämen minuutti- ja iskutilavuuden kasvamisesta harjoittelun seurauksena (Helgerud ym. 2007).

2.2 Immuunijärjestelmä

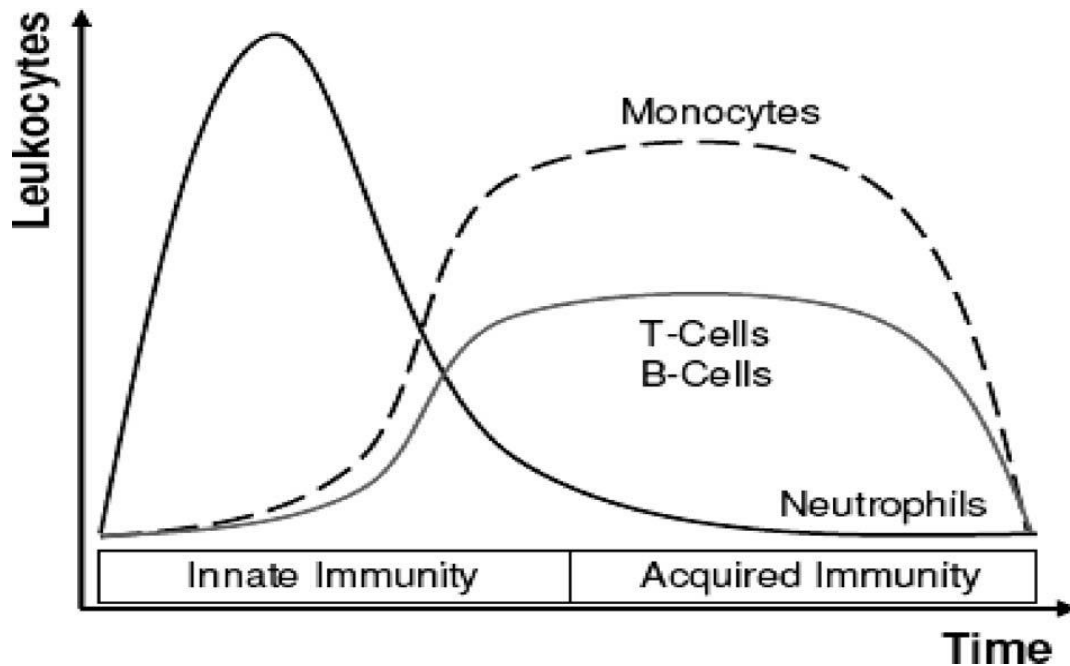
Ihmisen immuunijärjestelmä koostuu kehon imukudoksesta, immuunisoluista sekä kemikaaleista, jotka koordinoivat ja toteuttavat immuunitoimintoja. Immuunijärjestelmän pääpiirteet ovat spesifisyys ja muisti. Nämä prosessit yhdessä antavat keholle kyvyn erottaa ”omat ei omista” ja suunnata kohdistetun vasteen spesifeille hyökkääjille. Immuunijärjestelmällä on kolme päätehtävää: suojata kehoa taudinaiheuttajilta, poistaa vaurioituneet tai tuhoutuneet solut, sekä tunnistaa ja poistaa epänormaalit solut. Ihmisen immuunivasteet voidaan jakaa kahteen osaan: synnynnäiseen ja hankinnaiseen immunitettiin. (Silverthorn 2007, 777-779.)

Veren kolme pääsolutyyppeä ovat punasolut (erytrosyytit), verihiutaleet (trombosyytit) ja valkosolut (leukosyytit), joista valkosoluilla on merkittävä rooli kehon immuunipuolustuksessa. Valkosoluja on erilaisia, ja niitä kutsutaan lymfosyyteiksi (imusolu), monosyyteiksi, neutrofiileiksi, eosinofiileiksi sekä basofiileiksi. Monosyytit kehittyvät kudoksissa makrofageiksi. Valkosolut voidaan jaotella fagosyytteihin ja granulositytteihin niiden muodon ja tehtävän mukaan. Lymfosyyttejä on kolmenlaisia: B-soluja, T-soluja ja luonnollisia tappajasoluja (natural killer cells, NK-solut). T-solut kehittyvät kateenkorvasta soluihin, jotka hyökkäävät ja tuhoavat viruksen infektoimia soluja tai soluihin, jotka säätelevät muita immuunisoluja. B-solut kehittyvät luuytimestä plasmaseluihin, jotka erittävät vasta-aineita (immunoglobuliineja). (Silverthorn 2007, 538, 787-788, 791.) Kaikki immunoglobuliinit (IgG, IgA, IgM, IgD ja IgE) ovat glykoproteiineja ja sisältävät rakenteen ylläpitämiseksi välttämätöntä hiilihydraattia 3-13 %. Vasta-aineen monomeerinen yksikkö on bivalenttinen, jossa on kaksi samanlaista haaraa antigeenin kiinnittymiselle (kuvio 1). Toinen immunoglobuliinimolekyylin osa, Fc-osa (immunoglobuliinimolekyylin varsi), sisältää suurimman osan pysyvistä raskasketjuista. Limakalvoilta eritetty IgA on tetravalenttinen dimeeri, kun taas kiertävä IgM on dekalenttinen pentameeri. (Delves & Roit 2000a.)



KUVIO 1. Tyypillisen immunoglobuliini G:n rakenne, jossa se muodostuu kahdesta pysyvän osan (constant portion) polypeptidi-raskasketjusta (heavy-chain) ja kahdesta polypeptidi-kevytketjusta (light chain). Antigeeni (antigen) kiinnittyy kahteen eri vaihtelevan osan (variable portion) päähän (antigen-binding sites). (Guyton & Hall 2012, 437-438.)

Immuunijärjestelmä on solujen ja molekyylien rakenne, jolla on erikoistuneet roolit infektoita vastaan puolustautumisessa. Se sisältää kaksi pohjimmiltaan erilaista vastetta hyökkäviä mikrobeja vastaan. Synnynnäinen (luonnollinen) vaste esiintyy samalla laajuudella riippumatta siitä kuinka monta kertaa infektoiva agenssi tavataan, kun taas hankinnainen (adaptiivinen) vaste kehittyy toistuvista altistumisista infektiolle. Synnynnäiset vasteet käyttävät fagosytoivia, toisia soluja syöviä soluja (neutrofiilit, monosyytit ja makrofagit), tulehdusta aiheuttavia välittäjäaineita vapauttavia soluja (basofiilit, syöttösolut ja eosinofiilit), sekä luonnollisia tappajasoluja. Hankinnaiset vasteet liittyvät antigeeni-spesifien B- ja T-solujen leviämiseen, jota tapahtuu, kun näiden solujen pintareseptorit kiinnittyvät antigeeniin. (Delves & Roit 2000a.) Kuviossa 2 on esitetty valkosolujen optimaalisen väräytymisen profiili, osana synnynnäistä ja hankinnaista immuniteettiä tulehdusreaktiossa infektiota, tautia tai loukkaantumista vastaan (Nimmo & Ekblom 2007).



KUVIO 2. Valkosolujen (leukocytes) optimaalinen värvätyminen tulehdusreaktiossa osana synnynnäistä (innate) ja hankinnaista (acquired) immunitettiin. Monocytes = monosyytit, neutrophils = neutrofiilit. (Nimmo & Ekblom 2007.)

Spesifit solut, joita kutsutaan antigeenin antajasoluiksi, näyttävät antigeenin lymfosyyteille, jolloin ne liittyvät yhteen vasteena antigeenille. B-solut erittävät immunoglobuliineja, antigeeni-spesifejä vasta-aineita, jotka ovat vastuussa solunulkoisten mikro-organismien tuhoamisesta. T-solut auttavat B-soluja tekemään vasta-aineen ja ne voivat myös tuhota solunsisäisiä patogeeneja aktivoimalla makrofageja, sekä tappamalla virusten infektoimat solut. (Delves & Roit 2000a.) Antigeenit jotka siirtyvät kehoon limakalvojen kautta aktivoivat limakalvoon liittyvät imukudokset, nenän ja suun tapauksessa reaktiot tapahtuvat nielu- ja kitarisoissa. (Delves & Roit 2000b).

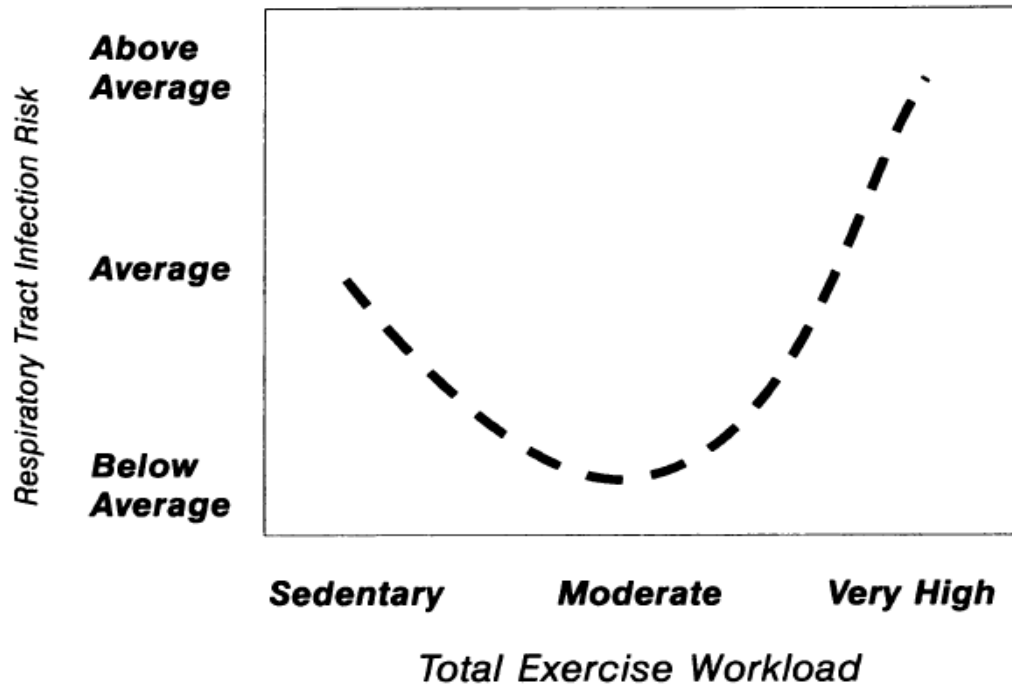
Solut jotka kypsyvät ja ovat käyneet geenien uudelleenjärjestelyn kateenkorvassa ja luuytimessä ovat naiiveja, koska ne eivät vielä ole kohdanneet spesifejä antigeenejä immuunivasteen aikana. Nämä solut täyttävät sekundäärisen imukudoksen imusolmukkeet, pernan, risat ja limakalvoihin liittyvät imukudokset. Koska vain muutamat naiivit T- ja B-solut pystyvät reagoimaan spesifisti vieraisiin partikkeleihin, täytyy olla järjestelmä, joka kokoaa ne yhteen. Imukudos tarjoaa mikroympäristön tälle prosessille. T- ja B-solujen lisäksi ne sisältävät tehokkaita antigeenejä antavia soluja ja

pystyvät tuottamaan sytokiineja välttämättömien T- ja B-solujen ylläpitämiseksi. (Parkin & Cohen 2001.) Sytokiinit ovat solujen tuottamia proteiineja, jotka vaikuttavat toisen solun kasvuun tai aktiivisuuteen. (Silverthorn 2007, 786). Imukudokset erittävät adheesiomolekyylejä tarpeen mukaan, mahdollistaen solujen liikkumisen kudoksen läpi ja kasvattaen imusolun mahdollisuutta päästä kontaktiin antigeenin kanssa. Lymfaattiset elimet kommunikoivat kudosten kanssa käyttämällä imu- ja verisuonistoa. (Parkin & Cohen 2001.)

2.3 Kestävyysharjoittelun akuutit ja krooniset vaikutukset syljen immunologisiin muuttujiin

Urheilijat, jotka toteuttavat rankkoja harjoitusohjelmia, näyttävät olevan alttiimpia infektioille, etenkin kestävyyslajeissa. Joidenkin tutkimusten mukaan kurkkukipu ja flunssan kaltaiset oireet ovat yleisempiä urheilijoilla kuin muulla väestöllä ja urheilijoiden vilustumiset voivat olla kestoiltaan pidempiä. (Gleeson 2006.) Infektiot ovat suuri ongelma urheilijoille ja Vancouverin talviolympialaisissa vuonna 2010 tehdyn tutkimuksen mukaan sairauksia esiintyi noin joka kolmannella urheilijalla. Lähes joka kolmannella tauti vaikutti hengityselimistöön, joista 63,8-prosentilla infektion aiheuttamana. (Engebretsen ym. 2010.)

Vaikka kova harjoittelu voi kasvattaa ylähengitystieinfektioon (URTI, upper respiratory tract infection) sairastumisen riskiä, voidaan kuitenkin kohtuullisella harjoittelulla vähentää riskiä keskiarvon alapuolelle. Tämä yhteys harjoittelun ja ylähengitystieinfektioiden välillä voidaan havainnollistaa J-käyrällä, joka on esitetty kuviossa 3. (Nieman 1997.)



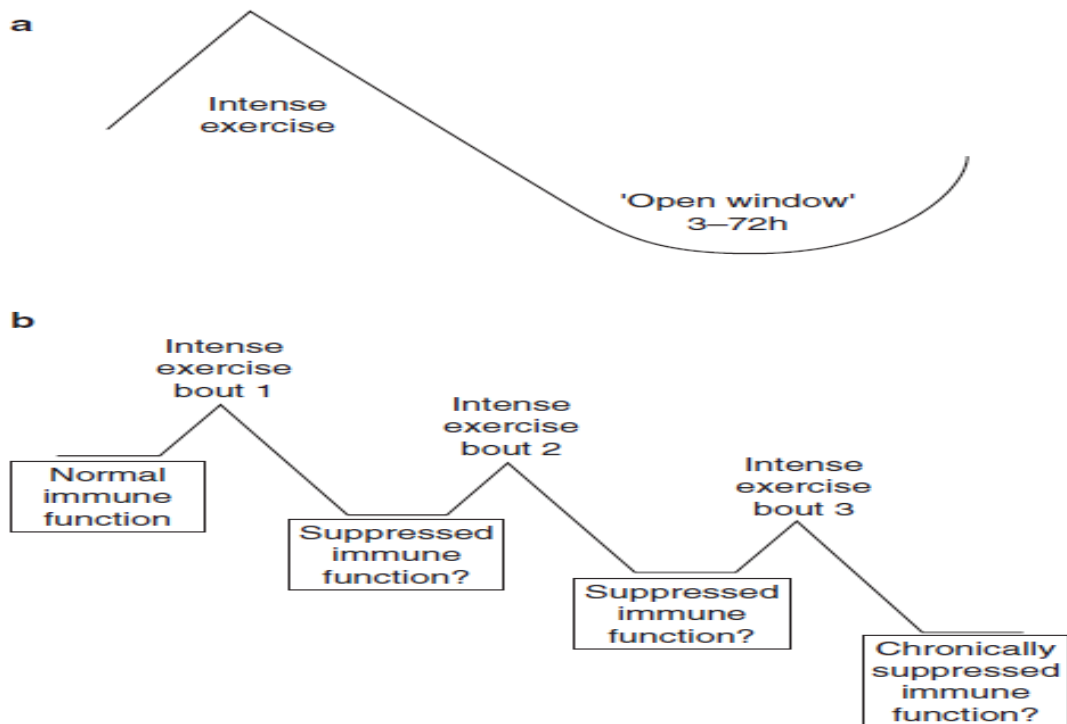
KUVIO 3. J-käyrä. Harjoittelun ja ylähengitystieinfektoriskin välinen yhteys. Kohtuullinen harjoittelu vähentää hengitystieinfektion riskiä, kun taas raskas harjoittelu kasvattaa riskiä. (Nieman 1997.)

Harjoittelun fysiologiset, biologiset ja terveydelliset vaikutukset fysiologiseen stressiin ovat monimuotoisia. Harjoittelu aiheuttaa fysiologisia stressireaktioita ja kasvattaa noradrenaliinin (norepinefriini), adrenaliinin (epinefriini), kortisolin, sekä muiden stressitekijöiden, kuten sytokiinin konsentraatiota. Akuuteilla lyhytkestoisilla stressireaktioilla voi olla hyödyllisiä vaikutuksia, mutta intensiivinen pitkäkestoinen harjoitus voi vaikuttaa negatiivisesti terveyteen, aiheuttaen kroonista stressiä. Asianmukaisissa olosuhteissa harjoittelulla voidaan parantaa kroonisen stressin terveydelle haitallisia vaikutuksia ja kasvattaa allostaattista kuormaa. Yksilön fysiologinen stressitaso voi olla tärkeää määrittäessä onko harjoitusohjeet hyödyllisiä vai haitallisia. (Walsh ym. 2011b.) Taulukossa 2 on esitetty tunnetut harjoittelun vaikutukset limakalvojen immunitettiin sekä yhteydet hengitystiesairauksiin ja alentuneeseen suorituskykyyn huippu-urheilijoilla (Gleeson 2000).

TAULUKKO 2. Psykososiaalisen stressin, harjoittelun, limakalvojen immunitetin, ylähengitystieinfektion ja suorituskyvyn väliset yhteydet huippu-urheilijoilla (Gleeson 2000).

Stressi/ahdistus johtaa	→	↓ Syljen IgA (? urheilijoilla)
Jatkuva intensiivinen harjoittelu aiheuttaa	→	↓ Syljen IgA ja IgM
↓ Syljen IgA ja IgM ovat yhdistetty	→	↑ Ylähengitystieinfektoriski
Ylähengitystieinfektio on yhdistetty	→	↓ Suorituskyky
Liiallinen harjoittelu voi aiheuttaa	→	↓ Syljen IgA
Liiallinen harjoittelu on liitetty	→	↓ Suorituskyky
Lepo/palautuminen auttaa	→	↑ Syljen IgA ja IgM

Lepotilassa (vähintään 24 tuntia edellisestä harjoituksesta) kiertävien lymfosyyttien määrä ja toiminnot eivät juuri eroa huippu-urheilijalla ja ei-urheilijalla. T- ja B-solujen toiminta näyttää kasvavan hyvin harjoitelleilla urheilijoilla kovatehoisen harjoitusjakson aikana, mutta kiertävien T1-solujen määrä, T-solujen leviämismuutokset ja immunoglobuliinien muodostaminen B-soluissa näyttävät heikentyvän. Tämä antaa ymmärtää, että intensiiviset harjoitusjaksot voivat aiheuttaa heikentymistä T-solujen toiminnassa. Syy tähän hankinnaisen immunitetin heikentymiseen näyttää liittyvän kasvavaan kiertävien stressihormonien määrään (esim. kortisoli) ja muutoksiin tulehdusta aiheuttavien ja estävien sytokiinien tasapainossa vasteena harjoittelulle. Tähän vaikuttaa väliaikainen inhibitio tyypin 1 T-solujen sytokiinien tuottamisessa yhdessä T1-solujen soluvälitteisten vasteiden heikentymisen kanssa. Jos palautuminen harjoitusten välissä on vajavaista, kuten huippu-urheilijoilla intensiivisen harjoitusjakson aikana voi olla, tämä väliaikainen heikentyminen voi muodostua krooniseksi hankinnaisen immunitetin heikentymäksi. (Walsh ym. 2011a.) Immunitetti heikkenee harjoituksen jälkeen, ja heikentyminen voi kestää 3 - 72 tuntia ("open window" -jakso), jonka aikana virukset ja bakteerit voivat luoda jalansijaa elimistössä ja riski infektiolle kasvaa (Nieman 2000). Urheilija, joka harjoittelee ilman riittävää palautusta harjoitusten välissä, on haavoittuvainen "open window" -jaksoilla, ja se voi johtaa krooniseen immuunivasteen heikentymiseen (kuvio 4) (Smith 2003).



KUVIO 4. "Open window" ja kumuloituvat vaikutukset (Smith 2003).

2.3.1 Immunoglobuliini A

Immunoglobuliini A:n tuotto, erityisesti eritettävä IgA, on tärkein vaikuttava toimija limakalvojen immuunijärjestelmässä. IgA yhdessä synnynnäisen limakalvopuolustuksen - α -amylaasi, laktoferriini ja lysotsyymi - kanssa muodostaa ensimmäisen puolustuslinjan taudin aiheuttajia vastaan limakalvojen pinnalla. (Walsh ym. 2011a.)

Lyhytkestoinen uupumukseen asti jatkuva harjoitus voi kasvattaa väliaikaisesti sekä syljen IgA- että lysotsyymi-eritystä vaikuttamatta itse syljen virtausnopeuteen. Lisäksi lysotsyymiin erityys lisääntyy jo harjoituksessa, jossa teho on 75 % VO_{2max} :sta. Myös α -amylaasin erityksen kasvu näyttäisi linkittyvän lisääntyneeseen IgA ja lysotsyymi - eritykseen. (Allgrove ym. 2008.)

Syljen immunoglobuliini A-pitoisuudet vaihtelevat paljon eri yksilöillä. Suuri konsentraatio IgA:ta syljessä yhdistetään vähäiseen ylähengitystieinfektioiden esiintyvyyteen. Vastaavasti alhaiset määrät IgA:ta tai huomattavat väliaikaiset

heikentymiset urheilijoilla yhdistetään kasvaneeseen ylähengitystieinfektio-riskiin. Kestävyysurheilijoiden ja vähän liikkuvien ihmisten välillä havaitaan eroja syljen IgA -pitoisuuksissa urheilijoiden raskaiden harjoitusjaksojen aikana. (Walsh ym. 2011a.) Useat tutkimukset ovat todistaneet, että syljen IgA-pitoisuus laskee merkittävästi kestävyysharjoittelun seurauksena, joka kasvattaa infektioriskiä (Gleeson ym. 2012; Bishop ym. 2006; Fahlman & Engels 2005).

IgA:n erityis limakalvojen pinnalta on tärkeää paikallisen immuunipuolustuksen ylläpitämiseksi. Intensiteetiltään kohtuullisella liikunnalla voi olla positiivisia vaikutuksia syljen IgA-pitoisuuteen riippumatta iästä tai kuntotasosta, ja se voi vähentää alttiutta ylähengitystieinfektioille. Vastaavasti, harjoittelu maksimaalisella tai korkealla intensiteetillä voi aiheuttaa väliaikaisen riskin syljen IgA -pitoisuuden laskulle ja näin ollen kasvattaa ylähengitystieinfektion riskiä. Pitoisuuksien palautuminen normaalitasolle tapahtuu tunnissa kohtuullisesti rasittavan harjoituksen jälkeen. Palautuminen korkea-intensiteettisen harjoituksen tukahduttamasta IgA -erityksestä vaatii tyypillisesti enemmän kuin tunnin, joskus 24 tuntia tai jopa kauemmin. Pitkän aikavälin harjoittelulla on kasaava vaikutus ja limakalvojen immuunivasteen heikentymistä voi esiintyä pitkiäkin jaksoja, mutta se palautuu keskeyttämällä harjoittelu. (Gleeson ym. 2003.)

Syljen IgA:n pitoisuuksien esittämiseen on monia tapoja, jotka tekevät eri tutkimustulosten vertailusta vaikeaa. Yksi tapa määritellä IgA:n pitoisuus on laskea sen suhde syljen kokonaisproteiineihin. Kuitenkin tämä menetelmä voi johtaa väärin tuloksiin, sillä syljen kokonaisproteiinipitoisuuden on havaittu nousevan akuutin kuormituksen seurauksena. Muita sylkivasteisiin vaikuttavia tekijöitä on muun muassa syljen keräystapa, syljen erityksen stimulointi ja nesteytys kuormituksen aikana. (Bishop & Gleeson 2009; Walsh ym. 1999.)

2.3.2 Kortisoli

Kortisoli on yksi tärkeimmistä lisämunuaisen kuorikerroksesta eritettävistä kortikosteroideista. Aivolisäkkeestä eritetty adrenokortikotrooppinen hormoni (ACTH) stimuloi lisämunuaisen kortisolin tuottoa ja eritystä, jota pidetään oikealla tasolla kortisolin feedbackilla. Feedbackin välittäjänä toimivat glukokortikoidi-reseptorit ja hermostolliset kontrollimekanismit, joiden ansiosta pystytään säätelemään hypotalamus-aivolisäke-lisämunuais-akselin toimintaa. (Feitosa ym. 2002, Fraser ym. 1999, De Kloet ym. 1998.) Kortisolin erityksellä on vuorokausirytmä, ja sen pitoisuus on korkeimmillaan aamulla hieman ennen heräämistä ja alhaisimmillaan puolen yön aikoihin (Guyton & Hall 2011, 933).

Ulkoiset haasteet, kuten stressi, kestävyysharjoittelu, inaktiivisuus ja paastoaminen lisäävät tilapäisesti veriplasman kortisoli-tasoa (Feitosa ym. 2002). Kortisoli tunnetaan katabolisena ”stressihormonina” ja se vaikuttaa glukoosin, vapaiden rasvahappojen ja proteiinien metaboliaan esimerkiksi hajottamalla proteiineja aminohapoiksi ja tukahduttamalla immuunijärjestelmän toimintaa. Veren kortisoli-pitoisuus kasvaa submaksimaalisessa harjoituksessa enemmän harjoittelemattomilla henkilöillä kuin harjoitelleilla ja pitoisuudet voivat pysyä koholla kaksi tuntia harjoituksen päättymisen jälkeen, mahdollisesti vaikuttaen kudosten korjautumiseen ja palautumiseen. (McArdle ym. 2010, 417, 432.) Viru ym. (1996) mukaan kortisolin konsentraatio nousee merkittävästi lyhyessä kestävyysuorituksessa, jonka teho on yli 80 % maksimaalisesta hapenottokyvystä, 40 minuutin suorituksessa, jonka teho on 60 – 70 % VO₂max tai kun suoritus kestää tarpeeksi kauan. Samaan tulokseen suorituksen keston merkityksestä päätyivät myös Tremblay ym. (2005), joiden tutkimuksen mukaan kortisolin konsentraatio nousee matalatehoisessa kestävyysuorituksessa vasta kahden tunnin jälkeen. Syljestä ja verestä harjoituksen jälkeen analysoidut kortisolipitoisuuksien vaihtelut eivät tapahdu täysin samaan aikaan, mutta joissakin olosuhteissa ne vastaavat läheisesti toisiaan (VanBruggen ym. 2011).

2.3.3 Immunoglobuliini G ja M

Aikuisen ihmisen veren vasta-aineista 75 % on immunoglobuliini G:tä ja sitä tuotetaan sekundäärisissä immuunivasteissa kun antigeenille altistutaan uudelleen (Silverthorn 2007, 789). Tämän takia uudelleen altistumisen jälkeen IgG -pitoisuudet ovat korkeammat, kuin ensimmäisellä kerralla (Walsh ym. 2011a). Syljen IgG -tasojen ei ole havaittu muuttuvan akuutin kuormituksen jälkeen (Papacosta & Nassis 2011). Sen sijaan useissa tutkimuksissa syljen IgM -pitoisuuksien on raportoitu laskevan harjoituksen jälkeen (Gleeson 2000). Kuitenkin, eritetty IgM ja paikallisesti tuotettu IgG näyttelevät vähemmän merkityksellistä roolia limakalvopuolustuksessa kuin IgA, α -amylaasi tai lysotsyymi (Walsh ym. 2011a).

2.3.4 Lysotsyymi

Lysotsyymi on syljessä esiintyvä valkuaisaineita pilkkova entsyymi, joka tuhoaa bakteereita. Lysotsyymi hyökkää bakteereita vastaan, auttaa tiosynaatti-ioneita siirtymään bakteereihin jolloin niistä tulee bakteerintappajia, sekä hajottaa ruoka-aineita auttaen edelleen poistamaan bakteeriaaliset aineenvaihduntatuotteet. (Guyton & Hall 2011, 776.) Akuutti intensiivinen harjoitus nostaa lysotsyymin eritystä sylkeen, jota ei submaksimaalisessa kuormituksessa tapahdu (Papacosta & Nassis 2011). Lysotsyymin erityis lisääntyy harjoituksessa, jonka teho on 70 % VO_{2max} :sta (Allgrove ym. 2008). Harjoittelu voi vaikuttaa lysotsyymin pitoisuuksiin syljessä. West ym. (2010) havaitsivat tutkimuksessaan, että kilpasoutajilla syljen lysotsyymipitoisuus oli noin 50 % alhaisempi kuin kontrolliryhmällä 5 kuukauden harjoittelujakson jälkeen.

2.3.5 α -amylaasi

Syljen α -amylaasi on korvasylkirauhasessa tuotettava antimikrobinen proteiini, ja sen eritystä stimuloi sympaattisen hermoston aktivaatio. Harjoittelu kasvattaa α -amylaasin aktiivisuutta syljessä, joka riippuu harjoituksen intensiteetistä. (Walsh ym. 2011a.) A-

amylaasi on yksi syljen tärkeimmistä entsyymeistä ja sillä on osoitettu olevan tärkeä bakteeritaalinen vuorovaikutustehtävä, suuontelossa tapahtuvan tärkkelyksen hajottamisen lisäksi. Syljen α -amylaasin määrä kasvaa stressitilanteissa, toisin sanoen, kun autonominen aktiivisuus lisääntyy. (Nater & Rohleder 2009.) Diaz ym. (2012) havaitsivat, että syljen kokonaisproteiinin, kromagraniini A:n ja α -amylaasin konsentraatiot kasvavat hieman ennen ja jälkeen uintikilpailua, verrattuna kilpailuaamuna mitattuihin arvoihin. Syljen α -amylaasi on raportoitu olevan herkempi harjoitusstressin markkeri kuin kortisoli, koska se tuotetaan paikallisesti autonomisen hermoston kontrolloimissa sylkirauhasissa. Kovatehoinen harjoitus nostaa akuutisti α -amylaasin eritystä, kun taas submaksimaalinen harjoitus ei juuri vaikuta sen eritykseen. (Papacosta & Nassis 2011.)

3 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESEIT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää 24 viikon kestävyysharjoittelun krooniset vaikutukset syljen immunologisiin muuttujiin (IgA, IgG, IgM, lysotsyymi, α -amylaasi ja kokonaisproteiini) ja sairastavuuteen. Lisäksi akuutteja vaikutuksia selvitettiin maksimaalista hapenottokykyä mittaavalla juoksutestillä.

Tutkimusongelma 1:

Onko kestävyysjuoksuharjoittelulla vaikutusta syljen IgA:n ja muiden immunologisten muuttujien esiintyvyyteen?

Hypoteesi 1a:

Useat tutkimukset ovat todistaneet, että syljen IgA -pitoisuudet laskevat merkittävästi kovan kestävyysharjoittelun seurauksena (Gleeson ym. 2012, Bishop ym. 2006, Fahlman & Engels 2005).

Hypoteesi 1b:

Liikunnalla, joka on intensiteetiltään kohtuullista, voi olla positiivisia vaikutuksia syljen IgA:n pitoisuuksiin, riippumatta henkilön iästä tai kuntotasosta (Gleeson ym. 2003).

Tutkimusongelma 2:

Vaikuttaako maksimaalinen kestävyysjuoksukuormitus syljen immunologisten muuttujien esiintyvyyteen akuutisti ennen harjoittelujaksoa, jakson aikana tai sen jälkeen?

Hypoteesi 2:

Akuutti kuormitus voi kasvattaa väliaikaisesti syljen IgA ja lysotsyymi -eritystä, ja tähän näyttäisi linkittyvän myös lisääntynyt α -amylaasi-eritys (Allgrove ym. 2008).

Syljen IgM -pitoisuuksien on raportoitu laskevan harjoituksen jälkeen ja syljen IgG -tasojen ei ole havaittu muuttuvan akuutin kuormituksen jälkeen (Gleeson 2000, Papacosta & Nassis 2011).

Tutkimusongelma 3:

Onko kestävyysharjoittelulla vaikutusta ylähengitystieinfektioiden esiintyvyyteen?

Hypoteesi 3:

Gleeson (2006) mukaan, urheilijat jotka toteuttavat rankkoja harjoitusohjelmia, näyttävät olevan alttiimpia ylähengitystieinfektioille, etenkin kestävyyslajeissa. Lisäksi harjoittelu ilman riittävää palautumista voi johtaa krooniseen immuunivasteen heikentymiseen (Smith 2003).

4 MENETELMÄT

4.1 Koehenkilöt

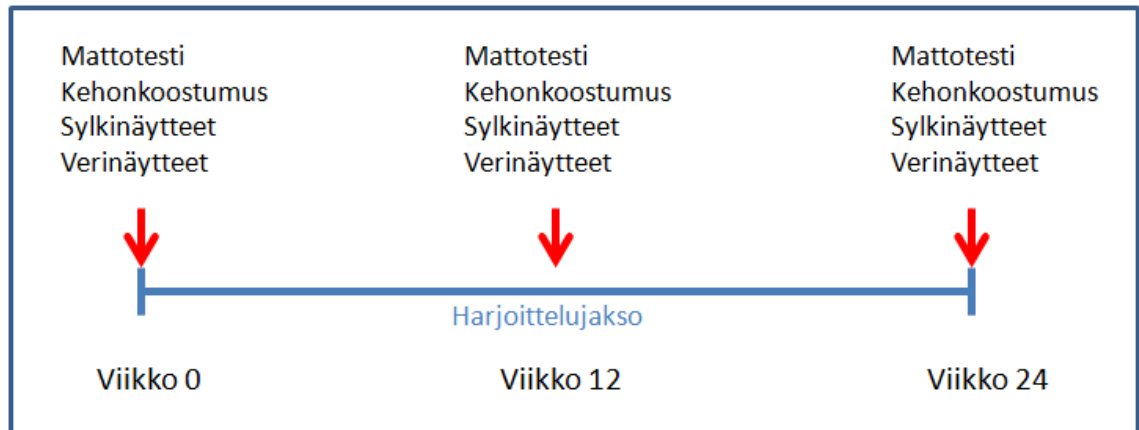
Tutkimukseen osallistui 24 kestävyysjuoksua säännöllisesti harrastavaa miestä. Koehenkilöiden taustatiedot on esitetty taulukossa 3. Koehenkilöt olivat terveitä ja ennen tutkimukseen osallistumista lukivat koehenkilötiedotteen ja allekirjoittivat kirjallisen suostumuslomakkeen. Jyväskylän yliopiston eettinen toimikunta antoi puoltavan lausunnon tutkimukselle 2011.

TAULUKKO 3. Koehenkilöiden taustatiedot ennen tutkimusta.

Ikä (v)	Pituus (m)	Paino (kg)	BMI	Rasvaprosentti (%)	VO _{2max} (ml/kg/min)
34.2 ± 6.5	1.81 ± 0.06	77.6 ± 7.5	24.0 ± 2.2	16.7 ± 5.8	47.2 ± 5.7

4.2 Koeasetelma

Tutkimus koostui alku-, väli- ja loppumittauksista 24 viikon kestävyysharjoittelujaksolla (kuvio 5). Kaikissa kolmessa mittauspisteessä mitattiin koehenkilöiden kehonkoostumus, sekä otettiin sylkinäyte lepotilassa ja maksimaalisen juoksumatolla suoritettua testin jälkeen. Jos koehenkilö suoritti maksimaalisen mattotestin ilmapäivällä, otettiin häneltä sylkinäyte myös ennen mattotestiä. Tämän näytteen tuloksia käytettiin mattotestivasteen (akuutin vasteen) ennen näytteenä. Suorituskykyä tässä tutkimuksessa kuvataan suorituksen keston ja maksimaalisena hapenottona. Koko tutkimuksen ajan koehenkilöt täyttivät WURSS-21 kyselylomaketta niinä päivinä, joina he kokivat itsensä sairaiksi. Riippuen siitä oliko koehenkilöllä ylähengitystieinfektio-oireita, jaettiin heidät kahteen ryhmään (Terveet ja Sairastuneet).



KUVIO 5. Koeasetelma.

4.3 Aineiston keräys ja analysointi

4.3.1 Harjoittelu

Harjoittelujakso kesti 24 viikkoa ja koostui kahdesta kahdentoista viikon jaksosta. Harjoittelu oli suunniteltu progressiivisesti nousevaksi tehon ja intensiteetin suhteen. Kaikkien harjoitusten aikainen syke mitattiin Polar RS800CX rannetietokoneella (Polar Electro Oy, Kempele, Suomi). Ensimmäinen jakson painopisteenä oli peruskestävyysharjoittelu, ja toisen jakson edetessä harjoittelun intensiteetti ja määrä kasvoivat progressiivisesti. Jos koehenkilö joutui jättämään harjoituksia väliin sairastumisen takia, harjoittelujaksoa pidennettiin siten, että kaikki harjoitukset tulivat suoritetuksi.

4.3.2 Maksimaalisen hapenottokyvyn testi

Maksimaalisen hapenottokyvyn määrittämiseksi koehenkilöt suorittivat juoksumattotestin uupumukseen asti kolme kertaa, tutkimuksen alussa, puolivälissä ja lopussa. Koehenkilöitä neuvottiin tulemaan testeihin hyvin levänneinä ja palautuneina ja pidättäytymään syömisestä sekä kofeiinipitoisten juomien nauttimisesta vähintään kaksi tuntia ennen testiä. Jokainen koehenkilö suoritti omat testinsä jokaisella mittauskerralla samaan aikaan päivästä, kello 8.30 ja 17.00 välisenä aikana.

Maksimaalisen hapenottoyvyn määrittämisen testinä käytettiin niin sanottua pitkää testiä, jossa kuormitustaso nousee kolmen minuutin välein 1 km/h. Tämän testi on yksi useimmin käytetyistä aerobisen kestävyuden testeistä, jonka tarkoituksena on mitata ja arvioida testattavan maksimaalista hapenottokykyä, kestävyysuorituskykyä ja kestävyyttä. (Nummela 2010, 64-65). Testien aikana jokaiselta koehenkilöltä kerättiin hengityskaasut hengityskaasuanalysaattorilla (SensorMedics Vmax 229, Yorba Linda, Kalifornia, Yhdysvallat).

4.3.3 Sylkinäytteet

Koehenkilöt antoivat sylkinäytteen kolme kertaa tutkimuksen aikana sekä paastotilassa että maksimaalisen mattotestin yhteydessä. Lisäksi koehenkilöiltä otettiin ylimääräinen näyte ennen maksimaalista hapenotontestiä, jos testiaika ei ollut heti aamunäytteen jälkeen. Sylkinäyte kerättiin putkeen, jonka jälkeen putki fuugattiin 10 min 3500 rpm ja näytteet säilöttiin -20 °C analysointiin asti. Kaikki näytteet analysoitiin samalla kertaa. Sylkinäytteistä analysoitiin IgA, IgM ja IgG, amylaasi (IFCC), kokonaisproteiinit ja lysosyyymi spektrofotometrillä (Konelab 20XTi, Thermo Electron Corporation, Vantaa, Suomi). Laitteen erottelukyky ja tarkkuus (variaatiokerroin) IgA:lle on 0.2 g/l ja 6.0 %, IgM:lle 0.1 g/l ja 7.0 %, IgG:lle 1.2 g/l ja 3.1 %, amylaasille 4.0 U/l ja 3.6 %, sekä kokonaisproteiineille 1.0 g/l ja 2.2 %. Amylaasi analysoitiin 100-kertaisena laimennoksena.

4.3.4 Ylähengitystieinfektio-oireiden raportointi

Koehenkilöiden sairastavuutta seurattiin WURSS-21-kyselylomakkeella (Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey). Koehenkilöt täyttivät lomakkeen jokaisena päivänä, kun he tunsivat itsensä sairaaksi. WURSS kehitettiin tavallisen vilustumisen negatiivisten vaikutusten arviointiin tarkoitetuksi standardoiduksi mittariksi (Barrett ym. 2002.) WURSS-21 on lyhennetty versio WURSS-44-kyselylomakkeesta. WURSS-44-kyselylomakkeen validiteettia tuetaan reliabiliteetilla, vastauskyvyllä, merkityksellä potilaille ja konvergenssilla. Tutkijoiden mielestä WURSS-21 on vielä vastauskyvyllisempi ja molemmat lomakkeet toimivat hyvin sairausspesifeinä, elämänlaatua arvioivina välineinä. (Barrett ym. 2005, Barrett ym. 2009).

WURSS-21-kyselylomake (liite) sisältää 21 kohtaa, joista yksi kysymys koskee yleistä terveydentilaa (0 = terve - 7 = erittäin paljon), kymmenen kysymystä liittyy oireisiin (0 = ei oireita - 7 = erittäin paljon), yhdeksän oireiden vaikutukseen toimintakykyyn (0 = ei ollenkaan - 7 = erittäin paljon) sekä yksi terveydentilan muutosta verrattuna edelliseen päivään (7 vaihtoehtoa; paljon paremmaksi - samaksi - paljon huonommaksi).

Tässä tutkimuksessa sairastuneiksi henkilöiksi määritettiin ne, jotka raportoivat vähintään yhden sairauspäivän, ja koehenkilöt jaettiin tämän perusteella kahteen ryhmään (Terveet ja Sairastuneet). WURSS-21 kyselystä määritettiin jokaiselle koehenkilölle yksilöllinen ylempien hengitysteiden infektioiden esiintyvyyttä kuvaava indeksi, URTI-arvo (URTI = Upper Respiratory Tract Infection). URTI-arvo saatiin laskemalla yhteen pisteet WURSS-21-lomakkeen oireisiin liittyvistä kysymyksistä sairauspäiviltä (ei oireita = 0 pistettä - erittäin paljon = 7 pistettä) ja jakamalla pisteet sairauspäivien lukumäärällä. Jakson aikana sairastuneiden oireellisten päivien määrä vaihteli 4 ja 49 päivän välillä.

4.4 Tilastolliset menetelmät

Aineiston käsittelyyn ja keskiarvojen laskemiseen käytettiin Excel 2007- taulukkolaskentaohjelmaa (2007, Microsoft Corporation, Redmond, Washington, Yhdysvallat) ja tilastolliseen tarkasteluun PAWS Statistics 18.0.0. -ohjelmaa (SPSS Inc., Chicago, Illinois, Yhdysvallat). Tuloksista laskettiin muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat (mean \pm SD). Harjoittelun vaikutuksia maksimaaliseen hapenottokykyyn sekä kehon painoon ja rasvaprosenttiin selvitettiin käyttämällä parittaista t-testiä. Ryhmien välisten erojen tutkimisessa käytettiin yleistettyä lineaarista mallia (generalized linear model), jonka avulla tutkittiin ryhmien, ajan sekä ryhmän ja ajan yhteisvaikutusta, jonka jälkeen tehtiin tarvittaessa valitut parilliset t-testit. Kovariantteina käytettiin ikää ja maksimihapenottoa tutkimuksen alussa. Sylkimuuttujien, sairastuvuuden ja aerobisen kuntotason (VO_2 max) välisiä yhteyksiä tarkasteltiin Pearsonin korrelaatiokertoimella. Merkitsevyysrajaksi asetettiin $p < 0.05$.

5 TULOKSET

5.1 Sairauspäivien määrä ja oireiden vakavuus

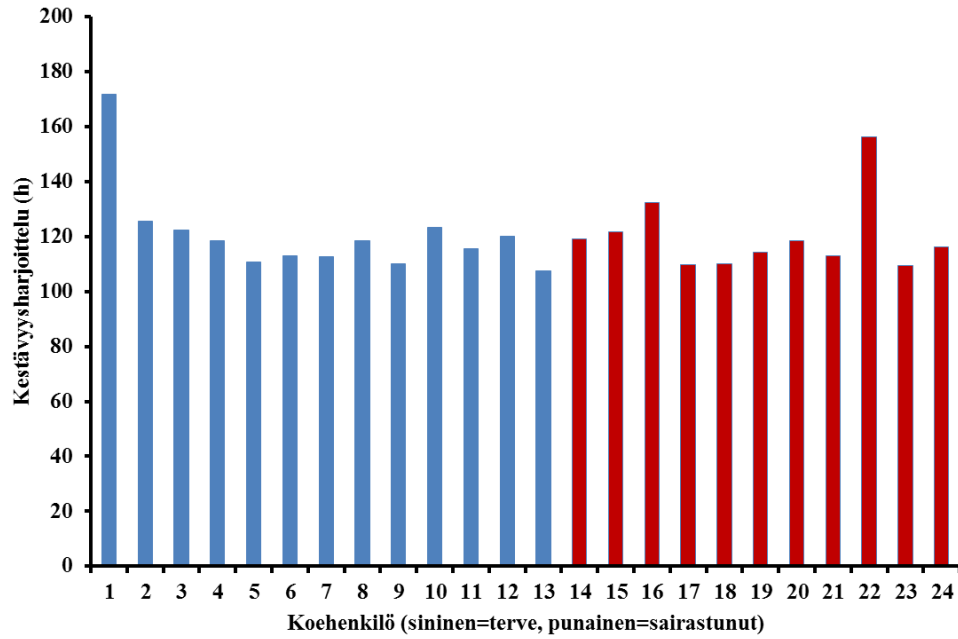
Tutkimusjakson aikana koehenkilöistä puolet ($n = 12$) raportoivat sairastuneensa vähintään yhden kerran. Sairauspäivien määrä vaihteli 4 ja 49 päivän välillä ja sairausjakson kesto oli keskimäärin 6.8 ± 11.9 päivää. Sairauspäiviä kohden suhteutettuna URTI -arvo oli sairastuneilla 21.0 ± 12.1 , vaihteluvälin ollessa 7.4 – 44.8.

5.2 Harjoittelun määrä ja muutokset maksimaalisessa hapenottokyvyssä ja kehonkoostumuksessa

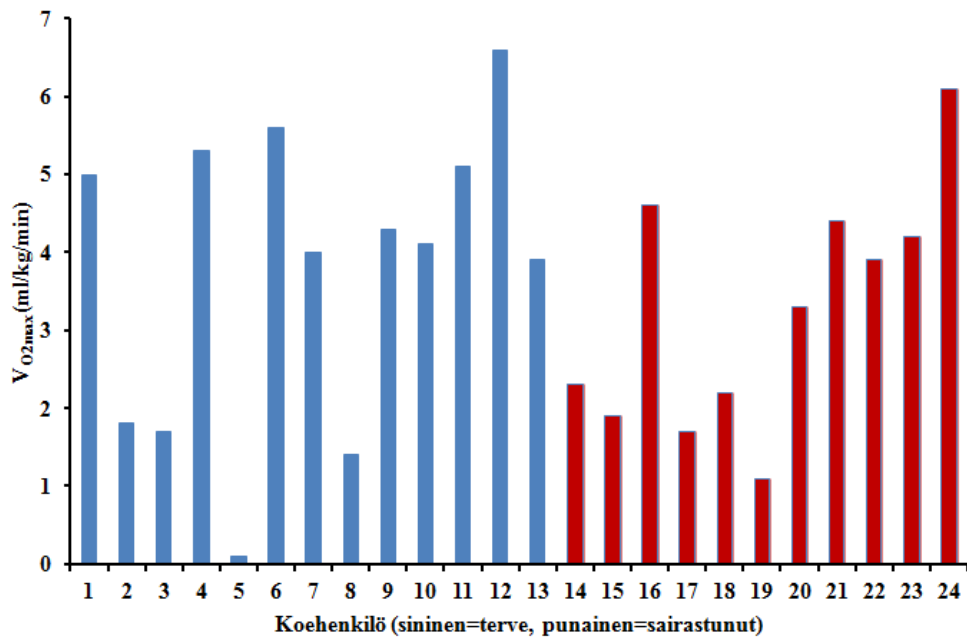
Keskimäärin koehenkilöt harjoittelivat 120.4 ± 14.9 tuntia. Kuviossa 6 on esitetty harjoitusmäärät tunneittain. Kokonaisharjoittelumäärässä ryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa, mutta tätä selittää se, että jos koehenkilöt eivät pystyneet harjoittelemaan sairauden takia, heidän jaksonsa piteni siten, että he saivat kaikki harjoitukset tehtyä (kokonaiskesto 24–28 viikkoa). Koehenkilöiden maksimaalinen hapenottokyky parani jakson aikana 3.5 ± 1.7 ml/kg/min (kuvio 7) ja rasvaprosentti pieneni 2.0 ± 2.1 prosenttiyksikköä (kuvio 8). Taulukossa 4 on esitetty kehonkoostumus ja mattotestin suoritus aika ennen ja jälkeen harjoittelujaksoa.

TAULUKKO 4. Kehon paino, rasvaprosentti, juoksuaika ja maksimaalinen hapenottokyky koko ryhmällä tutkimusjakson alussa ja lopussa. Merkitsevyydet esitetty tähdillä, *** = $p < 0.001$, ** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$.

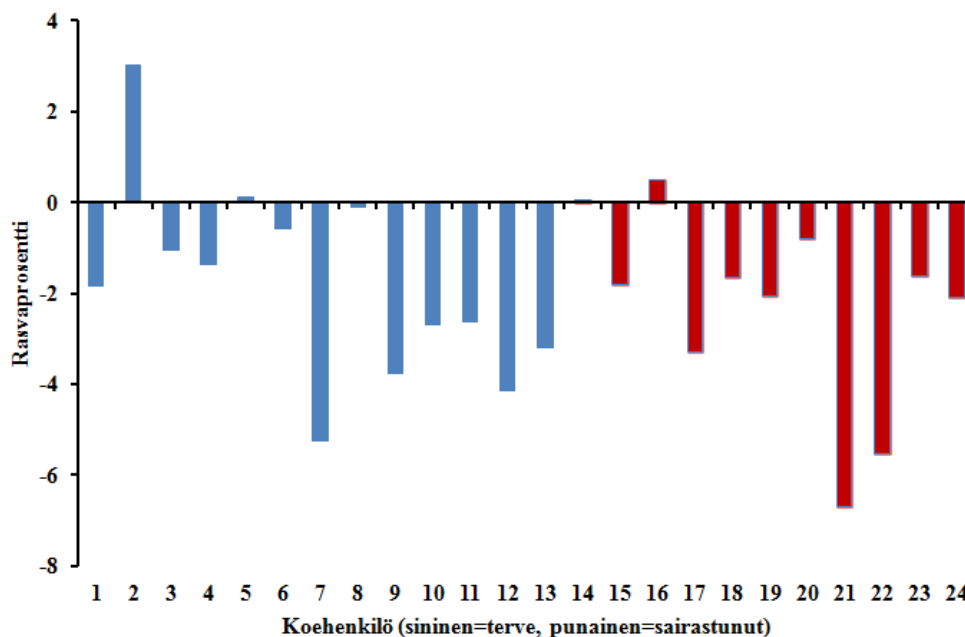
	Viikko 0	Viikko 24
Paino (kg)	77.6 ± 7.5	$76.3 \pm 7.2^{**}$
Rasvaprosentti	16.7 ± 5.8	$14.7 \pm 5.5^{***}$
Juoksuaika (min)	25.19 ± 3.29	$27.35 \pm 3.23^{***}$
Vo ₂ max (ml/kg/min)	47.2 ± 5.7	$50.7 \pm 6.0^{***}$



KUVIO 6. Harjoittelun määrä koehenkilöittäin. Sinisellä on esitetty terveenä pysyneet koehenkilöt ja punaisella sairastuneet.



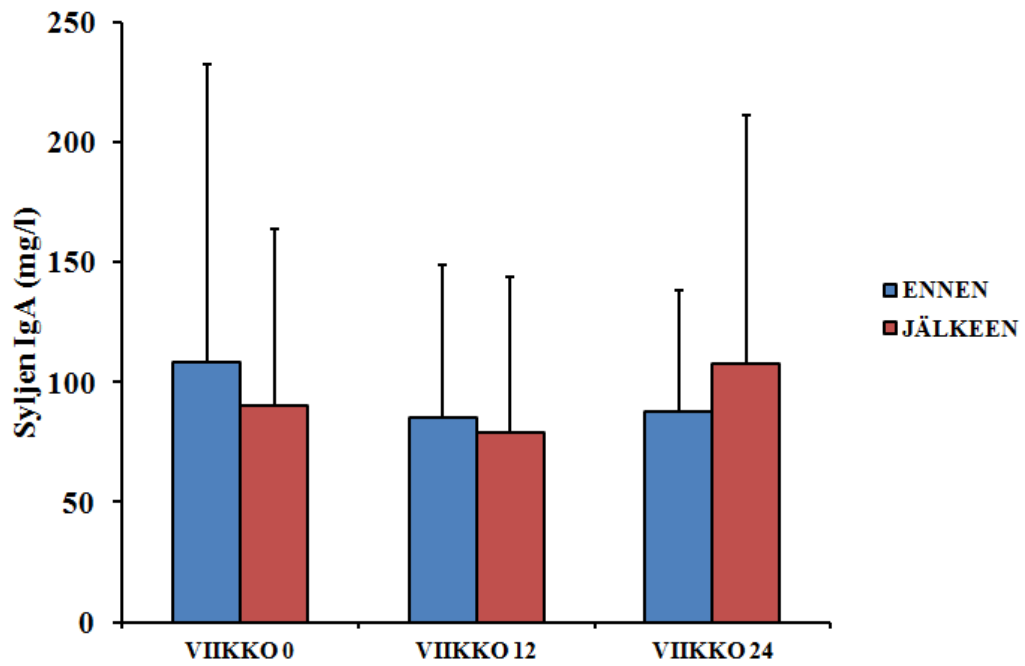
KUVIO 7. Muutokset maksimaalisessa hapenottokyvyssä koehenkilöittäin. Sinisellä on esitetty terveenä pysyneet koehenkilöt ja punaisella sairastuneet.



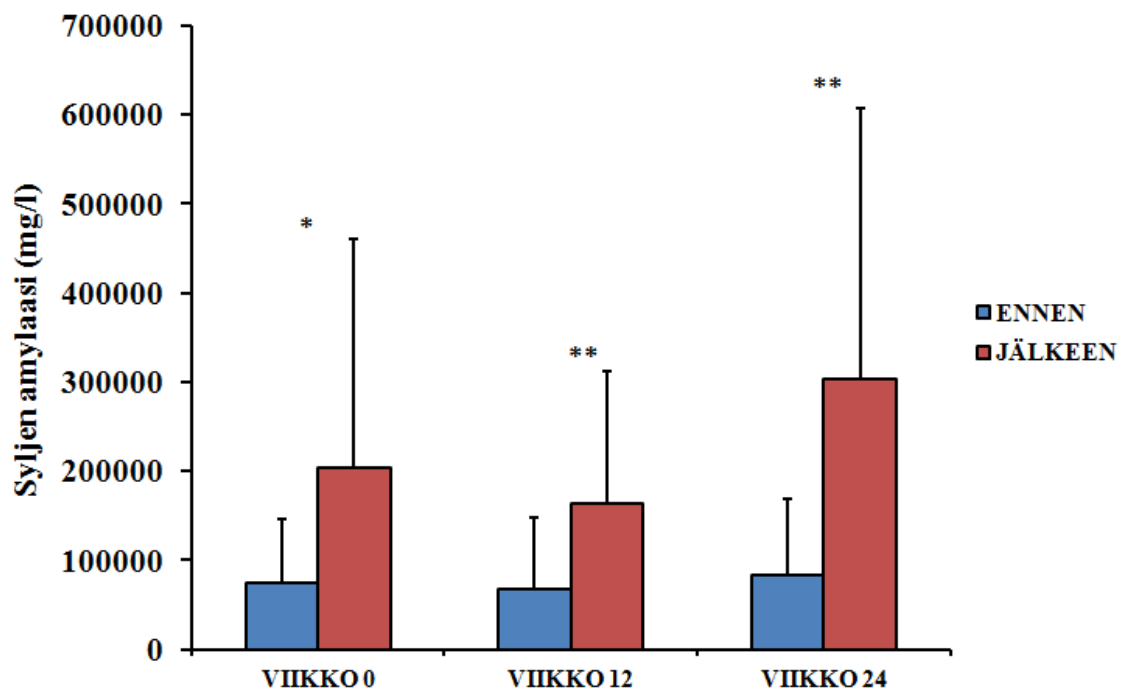
KUVIO 8. Muutokset rasvaprosentissa koehenkilöittäin. Sinisellä on esitetty terveenä pysyneet koehenkilöt ja punaisella sairastuneet.

5.3 Akuutit vasteet syljen biomarkkereissa mattotestissä

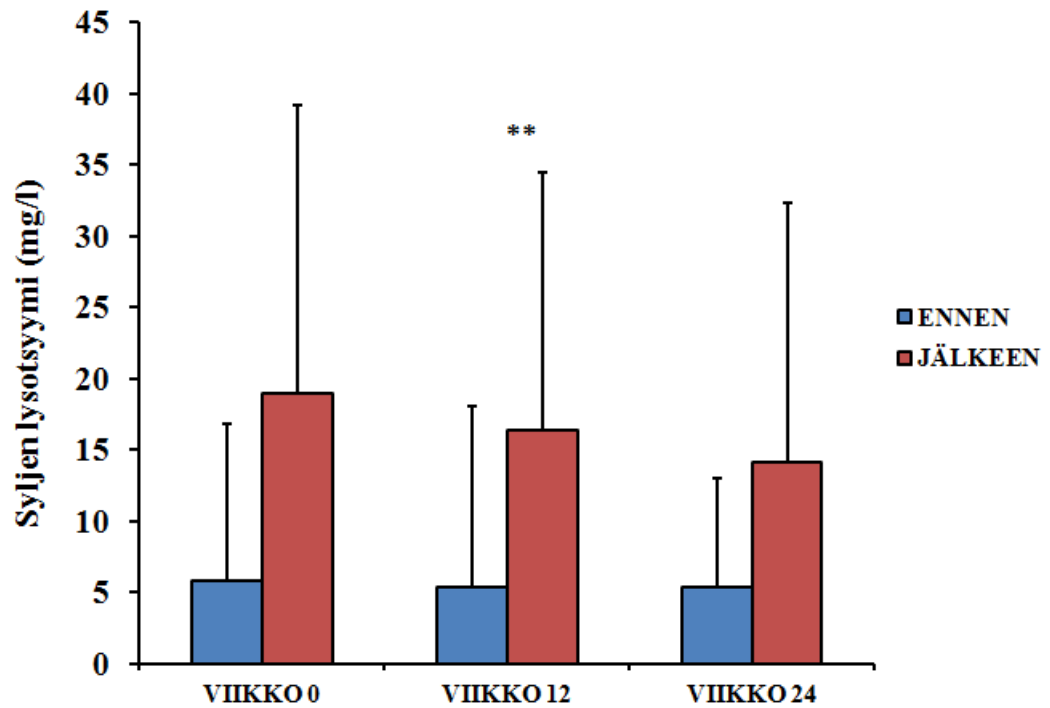
Merkitseviä muutoksia ennen ja jälkeen mattotestiä havaittiin syljen amylaasin (kuvio 10) ja kokonaisproteiinin (kuvio 14) osalta jokaisessa mittauspisteessä, sekä lysotsyymiin osalta viikolla 12 (kuvio 11). Syljen IgA, IgG ja IgM -pitoisuuksissa ei sen sijaan havaittu merkittäviä muutoksia (kuvio 9, kuvio 12, kuvio 13). Taulukossa 5 on esitetty eri biomarkkereiden erityksen muutokset mattotestin aikana ryhmittäin (Terveet ja Sairastuneet). Tilastollisesti merkitseviä muutoksia terveenä pysyneillä tapahtui syljen amylaasi- (viikko 0, 12 ja 24), lysotsyymi- (viikko 24), IgM- (viikko 0) ja kokonaisproteiinipitoisuuksissa (viikko 0, 12 ja 24). Vastaavasti jakson aikana sairastuneilla muutoksia huomattiin amylaasi- (viikko 24), lysotsyymi- (viikko 12) ja kokonaisproteiinipitoisuuksissa (viikko 0, 12 ja 24).



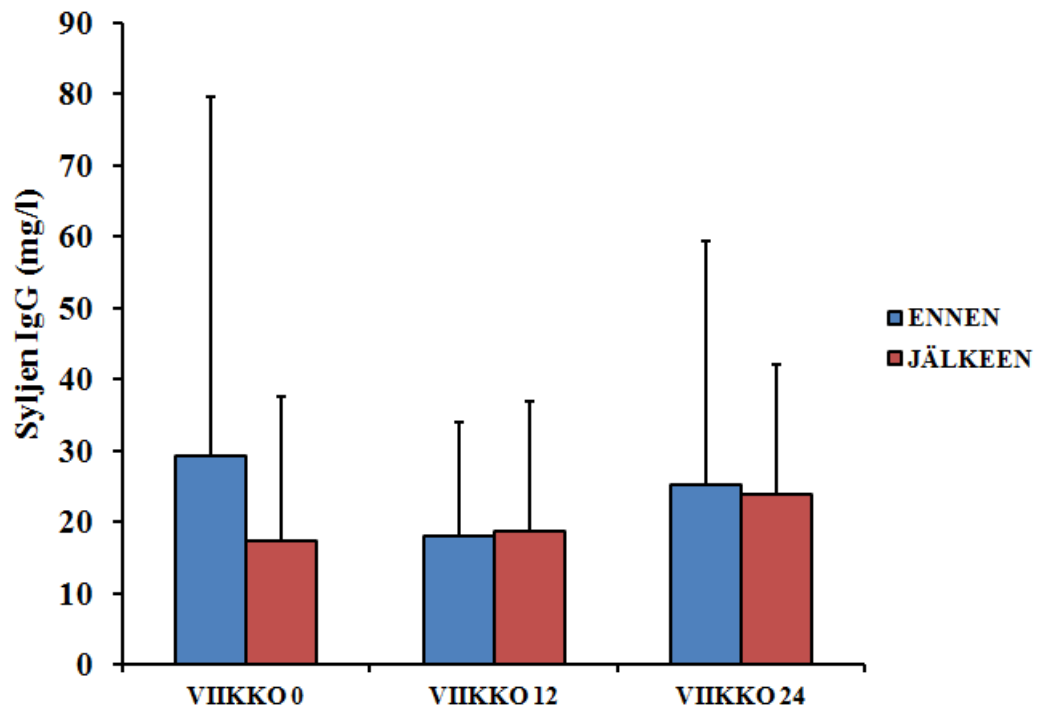
KUVIO 9. Syljen IgA -pitoisuus ennen ja jälkeen mattotestiä alku-, väli- ja lopputesteissä.



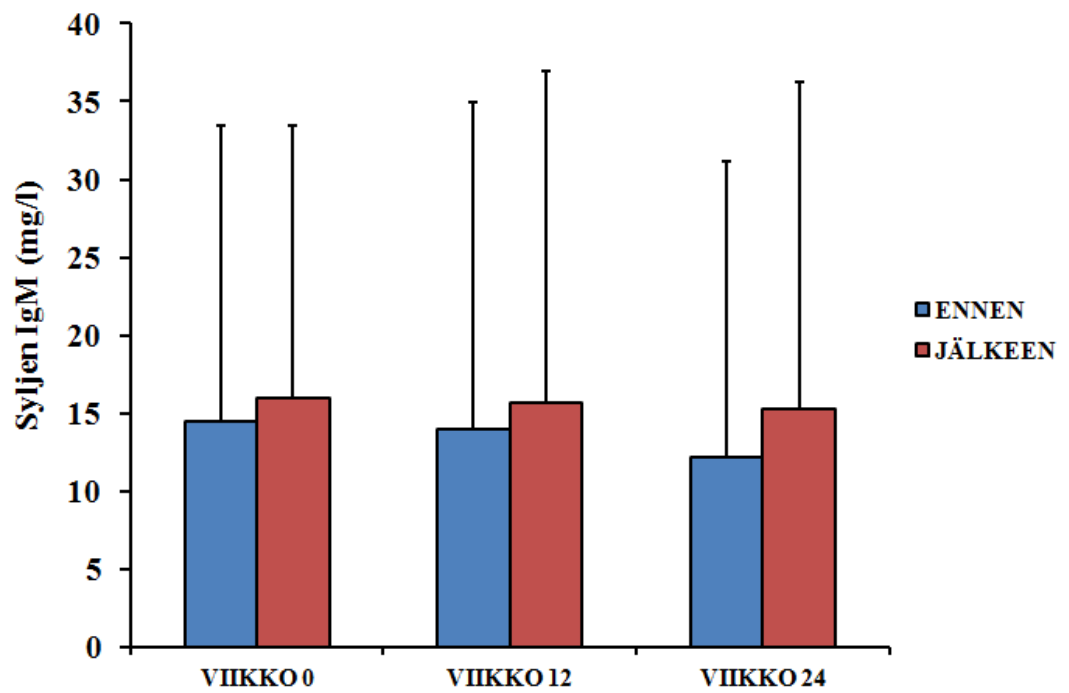
KUVIO 10. Syljen amylaasipitoisuus ennen ja jälkeen mattotestiä alku-, väli- ja lopputesteissä. Merkitsevyydet tähdillä. *** = $p < 0.001$, ** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$.



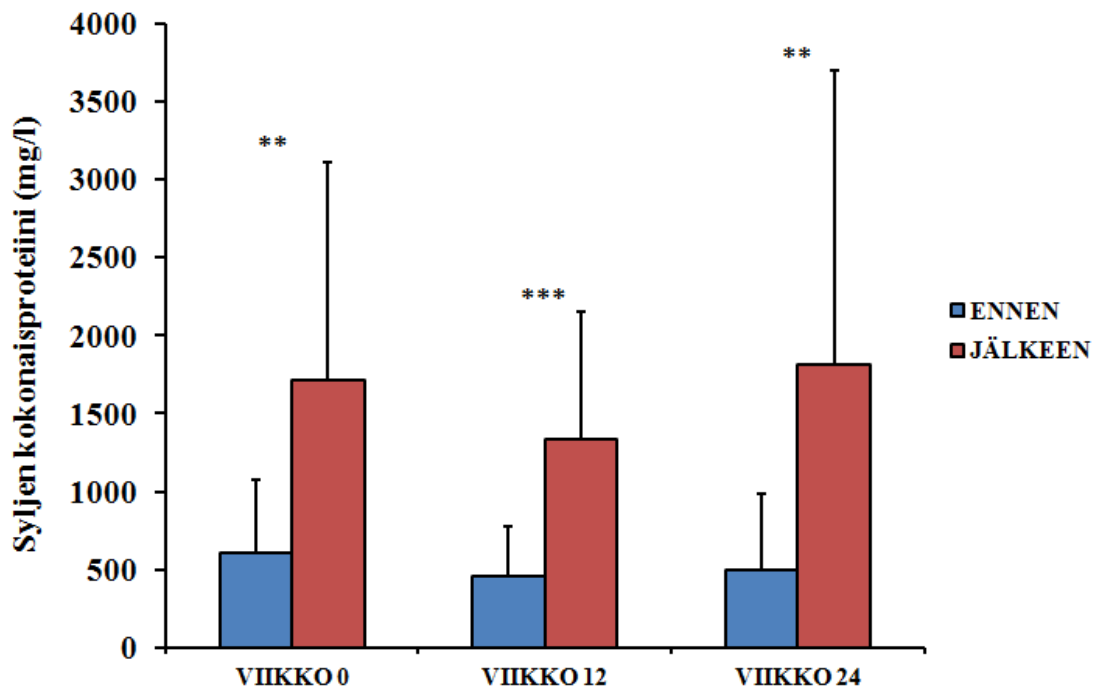
KUVIO 11. Syljen lysotsyymipitoisuus ennen ja jälkeen mattotestiä alku-, väli- ja lopputesteissä. Merkitsevyydet tähdillä. *** = $p < 0.001$, ** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$.



KUVIO 12. Syljen IgG -pitoisuus ennen ja jälkeen mattotestiä alku-, väli- ja lopputesteissä.



KUVIO 13. Syljen IgM -pitoisuus ennen ja jälkeen mattotestiä alku-, väli- ja lopputesteissä.



KUVIO 14. Syljen kokonaisproteiinipitoisuus ennen ja jälkeen mattotestiä alku-, väli- ja lopputesteissä. Merkitsevyydet tähdillä. *** = $p < 0.001$, ** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$.

TAULUKKO 5. Eri biomarkkereiden esiintyvyyden muutokset mattotestin aikana ryhmittäin (Terveet ja Sairastuneet). Positiivinen arvo kuvastaa lisääntyntä esiintyvyyttä, negatiivinen arvo vähentynyttä esiintyvyyttä. Merkitsevyydet on ilmaistu tähdillä. *** = $p < 0.001$, ** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$.

	Viikko 0	Viikko 12	Viikko 24
<i>Syljen IgA</i>			
Terveet	-47.8 ± 151.3	-1.0 ± 81.3	33.4 ± 125.6
Sairastuneet	14.1 ± 56.0	-10.1 ± 35.9	3.3 ± 33.2
<i>Syljen amylaasi</i>			
Terveet	205 716.4 ± 286376.4*	136 810.8 ± 165 273.2*	308 748.2 ± 428 064.3*
Sairastuneet	25 701.6 ± 116 090.6	52 116.0 ± 149 609.7	114 566.1 ± 80 826.5**
<i>Syljen lysotsyymi</i>			
Terveet	12.3 ± 9.0**	12.7 ± 20.8	5.1 ± 5.6*
Sairastuneet	14.4 ± 49.1	9.6 ± 13.4*	12.4 ± 29.1
<i>Syljen IgG</i>			
Terveet	-17.9 ± 67.7	-1.3 ± 22.4	-6.8 ± 43.1
Sairastuneet	-2.4 ± 8.5	3.8 ± 15.2	5.3 ± 11.8
<i>Syljen IgM</i>			
Terveet	5.5 ± 7.7*	5.1 ± 11.4	2.3 ± 7.2
Sairastuneet	-2.9 ± 17.9	-1.8 ± 16.8	3.8 ± 7.8
<i>Syljen kokonaisproteiini</i>			
Terveet	1 327.1 ± 1 466.6*	807.0 ± 540.0***	838.9 ± 666.4**
Sairastuneet	796.4 ± 772.5*	953.1 ± 862.0**	1 794.2 ± 2 377.4*

5.4 Harjoittelun vaikutus syljen biomarkkereihin

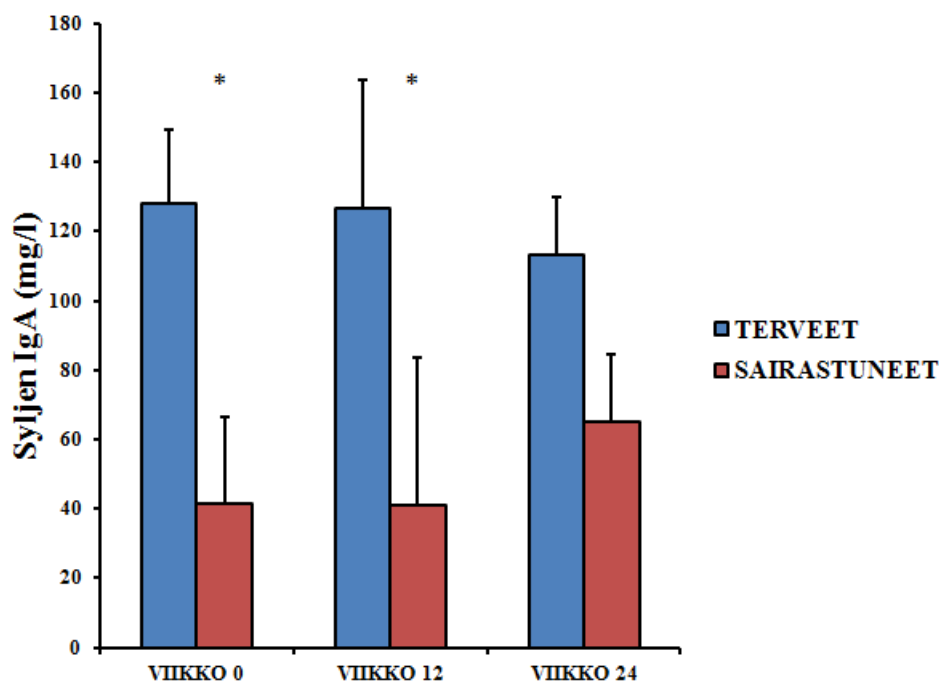
Harjoittelujakson aikana mitatut syljen biomarkkerit on esitetty taulukossa 6. Tarkastellessa ryhmää kokonaisuutena, syljen biomarkkereissa ei havaittu tilastollisia eroavaisuuksia.

TAULUKKO 6. Syljen biomarkkerit harjoitusjakson aikana koko ryhmällä.

	Viikko 0	Viikko 12	Viikko 24
Syljen IgA	104.6 ± 125.7	93.7 ± 85.4	91.2 ± 57.1
Syljen amylaasi	75 475.2 ± 72 188.6	66 694.6 ± 79 940.2	87 829.3 ± 83 835.4
Syljen lysotsyymi	6.1 ± 11.2	5.4 ± 12.7	5.5 ± 7.8
Syljen IgG	29.2 ± 50.4	18.0 ± 16.0	24.3 ± 33.4
Syljen IgM	14.7 ± 19.3	14.6 ± 21.3	12.7 ± 18.9
Syljen kokonaisproteiini	625.9 ± 467.0	456.7 ± 330.5	589.3 ± 622.9

5.5 Erot sairastuneiden ja terveinä pysyneiden välillä

Syljen IgA oli merkitsevästi matalampi sairastuneilla (n=11), kuin terveenä koko tutkimusjakson pysyneillä (n=11) tutkimuksen alussa (p=0.044) ja puolivälissä (p=0.021) (kuvio 15). Tutkimuksen lopussa ero syljen IgA pitoisuudessa ei ollut enää merkitsevä (p=0.138). Syljen IgM, IgG, amylaasi, lysotsyymi, proteiinit eivät eronneet merkitsevästi ryhmien välillä.



KUVIO 15. Syljen IgA sairastuneilla ja terveenä koko tutkimuksen ajan pysyneillä.

6 POHDINTA

Päätulokset. Tässä tutkimuksessa havaittiin, että 24 viikon kestävyysharjoittelujakson aikana koehenkilöt paransivat maksimaalista hapenottokykyään selvästi ($p < 0.001$) ja saivat aikaan huomattavia muutoksia kehon koostumuksessaan (kehon paino, $p < 0.005$ ja rasvaprosentti, $p < 0.001$). Akuutissa kuormituksessa jokaisessa mittauspisteessä syljen amylaasi- (viikko 0, $p < 0.05$; viikko 12, $p < 0.01$; viikko 24, $p < 0.01$) ja kokonaisproteiini-pitoisuudet (viikko 0, $p < 0.01$; viikko 12, $p < 0.001$; viikko 23, $p < 0.01$) kasvoivat merkitsevästi. Näiden lisäksi myös syljen lysotsyymipitoisuus (viikko 12, $p < 0.01$) kasvoi merkitsevästi välitestissä. Koko ryhmää (Terveet ja Sairastuneet) tarkastellessa kestävyysharjoittelulla ei havaittu olevan vaikutusta sylkimuuttujien pitoisuuksiin. Kuitenkin, syljen IgA -pitoisuus oli tutkimuksen alussa ja puolivälissä tilastollisesti merkitsevästi korkeampi koko tutkimusjakson terveenä pysyneillä kuin jakson aikana sairastuneilla.

Sairauspäivien määrä ja oireiden vakavuus. Sairauspäivien määrässä oli suuria eroja koehenkilöiden välillä. Puolet tutkimukseen osallistuneista henkilöistä pysyivät terveinä koko tutkimusjakson ajan, mutta vähintään kerran sairastuneiden osalta sairauspäiviä kertyi keskimäärin viikon verran ja viisi koehenkilöä oli sairaana vähintään kaksi viikkoa. Myös koehenkilöiden raportoimissa oireiden negatiivisissa vaikutuksissa oli suurta vaihtelua, sillä URTI-arvo vaihteli sairastuneiden osalta 7.4 ja 44.8 välillä päivää kohden. Tutkimuksessa ei selvitetty sairastumisen aiheuttanutta patogeenia, vaan koehenkilöt raportoivat itse omia tuntemuksiaan. WURSS-21-kyselylomake on vilustumisen negatiivisten vaikutusten arviointiin kehitetty mittari, joten URTI-arvo on subjektiivinen näkemys omasta terveydentilasta.

Harjoittelun määrä sekä muutokset maksimaalisessa hapenottokyvyssä ja kehonkoostumuksessa. Tutkimusjakson aikana koehenkilöiden kehon paino ja rasvaprosentti laskivat selvästi. Lisäksi maksimaalinen hapenottokyky nousi $3,5 \pm 1.7$ ml/kg/min ja mattotestin juoksuaika, eli aika uupumukseen asti, kasvoi yli kahdella minuutilla. Harjoittelun määrässä (120.4 ± 14.9 tuntia) ei ollut eroja terveenä

pysyneiden ja sairastuneiden välillä. Tätä asiaa selittää se, että jos koehenkilöt eivät pystyneet harjoittelemaan sairastumisen takia, heidän tutkimusjaksonsa piteni siten, että he saivat kaikki suunnitellut harjoitukset tehtyä. Näiden tulosten perusteella voidaan todeta että koehenkilöiden harjoittelu onnistui ja he onnistuivat parantamaan reilusti suorituskykyään mattotestissä sekä parantamaan kehonkoostumustaan. Harjoittelujakso oli suunniteltu siten, että ensimmäisillä 12. viikolla pääpaino oli peruskestävyysharjoittelussa ja jälkimmäisillä viikoilla harjoittelun intensiteetti ja määrä kasvoivat progressiivisesti.

Tutkimuksen onnistumisen kannalta oli hyvä asia, että koehenkilöt suorittavat kaikki suunnitellut harjoitukset, vaikka tutkimusjakso pidentyikin heidän osaltaan. Kuitenkin kestävyysurheilijat ja -kuntoilijat, jotka tavoittelevat onnistumisia tietyissä kilpailuissa, eivät voi siirtää kilpailupäivämäärää, vaan he joutuvat kilpailemaan juuri sinä tietynä päivänä, jolloin kilpailut järjestetään. Tässä tutkimuksessa kaikki koehenkilöt harjoittelivat tuntimääräisesti saman verran 24 viikossa ja he kaikki myös paransivat hapenottokykyään. Harjoittelumäärässä olisi varmasti tullut suurempaa vaihtelua, jos tutkimusjakso olisi ollut kiinteä 24 viikkoa, jolloin sairastuneet olisivat joutuneet jättämään joitakin harjoituksia tekemättä. Tämä olisi varmasti vaikuttanut myös maksimaalisen hapenottokyvyn kehittymiseen, kuin myös painon ja kehonkoostumuksen muutoksiin.

Akuutit vasteet. Jokainen koehenkilö suoritti tutkimuksen aikana mattotestin kolmesti, ja näiden testien perusteella pystyttiin tarkastelemaan kovan juoksukuormituksen akuutteja vaikutuksia syljen biomarkkereihin. Merkitseviä eroja biomarkkereiden akuuteissa vasteissa havaittiin jokaisessa mattotestissä syljen amylaasin ja kokonaisproteiinin kohdalla. Lisäksi syljen lysotsyymiin erityis lisääntyi merkitsevästi tutkimusjakson puolivälissä tehdyssä mattotestissä. Papacosta ja Nassis (2011) mukaan syljen amylaasin erityis lisääntyy juuri kovatehoisissa akuuteissa kuormituksissa. Myös Diaz ym. (2012) ovat raportoineet syljen kokonaisproteiinin ja amylaasin erityksen lisääntyneen kovan rasituksen jälkeen verrattuna lepotilaan. Syljen lysotsyymi -konsentraation on myös havaittu lisääntyneen kovan kuormituksen seurauksena (Allgrove ym. 2008; Papacosta & Nassis 2011). Huomioitava asia on, että akuutti kuormitus aiheuttaa nestehukkaa kehossa, ja sillä on vaikutusta joidenkin syljen

antimikrobialisten proteiinien eritykseen kun kehon painon muutos on noin 3 %. Vielä ei kuitenkaan ole tietoa siitä, heijastuuko nestehukan aiheuttama erityksen väheneminen ylähengitystieinfektiotapausten määrään. (Fortes ym. 2012.)

Kirjallisuuden mukaan IgA:n erityks sylkeen tukahtuu korkeaintensiteettisessä harjoituksessa (Gleeson ym. 2003). Tässä tutkimuksessa ennen ja jälkeen mattotestiä otetuissa näytteissä syljen IgA -pitoisuuksissa ei ollut havaittavissa huomattavia eroja. Kahdessa ensimmäisessä testissä huomattiin pientä laskua IgA:n erityksessä ja viimeisessä testissä pientä nousua, jotka eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Syljen IgG ja IgM -pitoisuuksissa ei havaittu akuutteja muutoksia. Aiemmissä tutkimuksissa syljen IgG -pitoisuuksien ei ole myöskään todettu muuttuvan (Papacosta & Nassis 2011), mutta sen sijaan useissa tutkimuksissa IgG -pitoisuuksien on raportoitu laskevan (Gleeson 2000) akuutin kuormituksen seurauksena.

Ryhmittäin (Terveet ja Sairaot) mattotestin akuutteja vaikutuksia tarkastellessa havaittiin, että sylkimuuttujien pitoisuuksissa tapahtui merkitseviä vaihteluita. Terveenä pysyneillä syljen amylaasi- ja kokonaisproteiinipitoisuus lisääntyi kaikissa mittauspisteissä, joiden lisäksi lysotsyymipitoisuus kasvoi ensimmäisessä ja viimeisessä mattotestissä, kuin myös IgM -pitoisuus ensimmäisessä mattotestissä. Jakson aikana sairastuneilla pitoisuudet nousivat merkitsevästi kokonaisproteiinipitoisuuden osalta kaikissa mattotesteissä. Lysotsyymipitoisuus kasvoi merkitsevästi toisessa mattotestissä, ja amylaasipitoisuus viimeisessä mattotestissä. Näissä tuloksissa esiintyi paljon vaihtelevuutta, joten niistä on vaikeaa vetää suurempia johtopäätöksiä. Kuitenkin, amylaasin esiintyvyys syljessä lisääntyi enemmän terveenä pysyneillä ja sillä on osoitettu olevan tärkeä bakteriaalinen vuorovaikutustehtävä (Nater & Rohleder 2009). Amylaasin on myös sanottu olevan herkempi harjoitusstressin markkeri kuin kortisoli (Papacosta & Nassis 2011), joten olisi ollut mielenkiintoista vertailla syljen kortisoli- ja amylaasipitoisuuksia, mikäli tutkimuksessa olisi analysoitu myös kortisolipitoisuudet.

Harjoittelun vaikutus. Koehenkilöiden välillä ei ollut eroja kokonaiharjoittelumäärässä. Koko ryhmää tarkasteltaessa syljen biomarkkereissa ei myöskään havaittu merkittäviä eroja harjoittelujakson aikana. Kirjallisuuden mukaan

(Gleeson ym. 2012; Bishop ym. 2006; Fahlman & Engels 2005) syljen IgA-pitoisuuksien on havaittu laskevan kestävyysharjoittelun seurauksena ja tämä trendi oli havaittavissa myös tässä tutkimuksessa. Syljen IgA-pitoisuus laski harjoittelujakson aikana 13.4 mg/l (12.8 %) mutta lasku ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Kuten Walsh ym. (2011a) toteaa, syljen immunoglobuliini A-pitoisuudet vaihtelevat paljon eri yksilöillä, joka osaltaan selittää tutkimustuloksia. Yksilöllisesti muutokset IgA:n erityksessä sylkeen saattoivat olla suuria, mutta koko ryhmää tarkasteltaessa keskihajonnat kasvoivat niin suuriksi, ettei merkittäviä eroja löytynyt. Myös muutaman koehenkilön suuret sairauspäivien määrät voivat osaltaan selittää suuria keskihajontoja. Sairastumiset ovat voineet vaikuttaa IgA:n ja muiden sylkimuuttujien eritykseen aiheuttamalla suurta vaihtelua. Tässä tutkimuksessa sylkinäytteitä kerättiin vain kolmessa eri ajankohdassa (viikko 0, viikko 12 ja viikko 24), joten keräämällä useammin sylkinäytteitä olisi voitu saada enemmän tietoa erityksen vaihteluista tutkimusjakson aikana.

Erot terveenä pysyneiden ja sairastuneiden välillä. Syljen IgA-pitoisuudet olivat merkitsevästi korkeammalla tutkimuksen alussa niillä henkilöillä, jotka eivät sairastuneet tutkimuksen aikana. Tutkimukseen osallistuneiden koehenkilöiden aiempi ylähengitystieinfektio-historia ei ole tiedossa, joten voi olla että terveenä pysyneet henkilöt ovat yleisesti ottaen ”perusterveempiä”. Myös tutkimuksen puolivälissä tehdyissä mittauksissa IgA -pitoisuudet olivat korkeammalla samoilla henkilöillä. Kuitenkin tutkimuksen päättyessä ero oli tasoittunut, eikä pitoisuuksissa havaittu enää merkitseviä eroja. Muiden sylkimuuttujien pitoisuuksien kohdalla ei ollut huomattavia eroja sairastuneiden ja terveenä pysyneiden välillä. Terveenä pysyneiden syljen IgA -pitoisuudet laskivat tutkimusjakson edetessä, joka tukee jo edellä mainittuja aiempia tutkimustuloksia. Sen sijaan sairastuneilla syljen IgA-pitoisuudet olivat korkeammalla viimeisissä mittauksissa kuin tutkimuksen alussa, mutta pitoisuudet eivät tästä huolimatta nousseet yhtä korkeaksi kuin terveenä pysyneillä missään vaiheessa tutkimusta. Näistä tuloksista voisi päätellä, syljen IgA-pitoisuuksilla voi olla merkitystä kestävyysharjoittelujakson aikana terveenä pysymisen kannalta. Kuten aiemmin mainittu, sylkimuuttujien pitoisuuksissa oli suuria hajontoja koehenkilöiden välillä. Puolet sairastuneista koehenkilöistä koki olleensa sairaana vain alle viikon, kun taas toinen puolisko raportoi yli 10 sairauspäivää, ja yksi koehenkilö jopa 49 sairauspäivää.

Tällä on varmasti jokin merkitys sylkimuuttujien pitoisuuksiin suuriin hajontoihin, sillä voisi olettaa että pidemmillä sairausjaksoilla tapahtuu suurempia muutoksia pitoisuuksissa kuin lyhyemmällä jaksolla.

Sairastumisten ehkäisy. Etenkin urheilijoiden on tärkeää pysyä terveenä, jotta he välttyvät harjoittelua vaikeuttavilta sairauksilta. Selkeitä ohjeita terveenä pysymiseen ei ole olemassa, mutta tiettyjä varotoimia noudattamalla voidaan mahdollisesti vähentää ylähengitystieinfektioiden riskiä. Tasapainoinen ruokavalio sekä vitamiinit ja mineraalit sopivalla tasolla voivat vähentää infektioriskiä. Psykkinen stressi on yhdistetty kasvaneeseen ylähengitystieinfektioriskiin, joten stressitekijöiden minimoinnilla voi olla myös merkitystä. Kehon palautuminen ja mukautumisen harjoitteluun tulee olla riittävää, jotta vältetään ylikuormitukselta ja krooniselta väsymykseltä. Tähän liittyy myös riittävä yöuni säännöllisellä rytmillä, sillä unihäiriöt voivat heikentää immunitettia. Kehon painon äkilliset muutokset tulisi huomioida, sillä yli 1 % painonpudotus on yhdistetty negatiivisiin immuunimuutoksiin. Lisäksi, virusten ensisijainen reitti kehoon ovat silmät ja nenä, joten niiden koskettelun välttäminen voi vähentää infektioriskiä. (Nieman 1997.)

Yhteenveto ja johtopäätökset. Tämän tutkimuksen mukaan syljen IgA -pitoisuus oli tutkimuksen alussa huomattavasti suurempi niillä kestävyysjuoksua säännöllisesti harrastavilla miehillä, jotka eivät sairastuneet 24 viikon kestävyysharjoittelujakson aikana kertaakaan. Kestävyysharjoittelulla oli positiivisia vaikutuksia maksimaaliseen hapenottokykyyn, kehon painoon ja rasvaprosenttiin riippumatta sairauspäivien määrästä. Tutkimuksen perusteella IgA:n korkea taso on yhteydessä terveenä säilymiseen ja immunologisten muuttujien pitoisuudet syljessä sekä niiden muutokset kestävyysharjoittelun seurauksena ovat hyvin yksilöllisiä.

LÄHTEET

- Allgrove, J.E., Gomes, E., Hough, J. & Gleeson, M. 2008. Effects of Exercise Intensity on Salivary Antimicrobial Proteins and Markers of Stress in Active Men. *Journal of Sport Sciences* 26, 653-661.
- Barrett, B., Locken, K., Maberry, R., Schwamman, J., Brown, R., Bobula, J. & Stauffacher, E.A. 2002. The Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey (WURSS): A New Research Instrument for Assessing the Common Cold. *The Journal of Family Practice* 51, 265-273.
- Barrett, B., Brown, R., Mundt, M., Safdar, N., Dye, L., Maberry, R. & Alt, J. 2005. The Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey is Responsive, Reliable and Valid. *The Journal of Clinical Epidemiology* 58, 609-617.
- Barrett, B., Brown, R.L., Mundt, M.P., Thomas, G.R., Barlow, S.K., Highstrom, A.D. & Bahrainian, M. 2009. Validation of a Short Form Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey (WURSS-21). *Health and Quality of Life Outcomes* 7.
- Bishop, N.C., Walker, G.J., Scanlon, G.A., Richards, S. & Rogers, E. 2006. Salivary IgA Responses to Prolonged Intensive Exercise Following Caffeine Ingestion. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 38, 513-519.
- Bishop, N.C. & Gleeson, M. 2009. Acute and Chronic Effects of Exercise on Markers of Mucosal Immunity. *Frontiers on Bioscience* 14, 4444-4456.
- De Kloet, E.R., Vreugdenhill, E., Oitzl, M.S. & Joels, M. 1998. Brain Corticosteroid Receptor Balance in Health and Disease. *Endocrine Reviews* 19, 269-301.
- Delves, P.J. & Roitt, I.M. 2000a. The Immune System: Part One. *The New England Journal of Medicine* 343, 37-49.
- Delves, P.J. & Roitt, I.M. 2000b. The Immune System: Part Two. *The New England Journal of Medicine* 343, 108-117.
- Diaz, M.M., Bocanegra, O.L., Teixeira, R.R., Soares, S.S. & Espindola, F.S. 2012. *International Journal of Sports Medicine* 33, 763-768.
- Engelbrechtsen, L., Steffen, K., Alonso, J.M., Aubry, M., Dvorak, J., Junge, A., Meeuwisse, W., Mountjoy, M., Renström, P. & Wilkinson, M. 2010. *Sports*

- Injuries and Illnesses During the Winter Olympic Games 2010. *British Journal of Sports Medicine* 44, 772-780.
- Fahlman, M.M. & Engels, H-J. 2005. Mucosal IgA and URTI in American College Football Players: A Year Longitudinal Study. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 37, 374-380.
- Feitosa, M.F., Rice, T., Rosmond, R., Borecki, I.B., An, P., Gagnon, J., Leon, A.S., Skinner, J.S., Wilmore, J.H., Bouchard, C. & Rao, D.C. 2002. A Genetic Study of Cortisol Measured Before and After Endurance Training: The HERITAGE Family Study. *Metabolism* 51, 360-365.
- Fortes, M.B., Diment, B.C., Di Felice, U. & Walsh, N.P. Dehydration Decreases Saliva Antimicrobial Proteins Important for Mucosal Immunity. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism* 37, 850-859.
- Fraser, R., Ingram, M.C., Anderson, N.H., Morrison, C., Davies, E. & Connell, J.M.C. 1999. Cortisol Effects on Body Mass, Blood Pressure, and Cholesterol in the General Population. *Hypertension* 33, 1364-1368.
- Gleeson, M. 2000. Mucosal Immunity and Respiratory Illness in Elite Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 21, 33-43.
- Gleeson, M., Pyne, D.B. & Callister, R. 2003. Exercise Effects on Mucosal Immunity and Risk of Upper Respiratory Illness. *International Journal of Sports Medicine* 4, 1-14.
- Gleeson, M. 2006. Immune System Adaptation in Elite Athletes. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care* 9, 659-665.
- Gleeson, M., Bishop, N., Oliveira, M., McCauley, T., Tauler, P. & Muhamad, A.S. 2012. Respiratory Infection Risk in Athletes: Association with Antigen-stimulated IL-10 Production and Salivary IgA Secretion. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 22, 410-417.
- Guyton, A.C. & Hall, J.E. 2011. *Textbook of Medical Physiology*. 12. painos. Elsevier Saunders, Philadelphia.
- Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R. & Hoff, J. 2007. Aerobic High-Intensity Intervals Improve VO₂max More Than Moderate Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 39, 665-671.

- Jones, A.M. & Carter, H. 2000. The Effect of Endurance Training on Parameters of Aerobic Fitness. *Sports Medicine* 29, 373-386.
- Malm C. 2004. Exercise Immunology – the Current State of Man and Mouse. *Sports Medicine* 34, 555-566.
- McArdle, W.D., Katch, F.I. & Katch, V.L. 2010. *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*. 7. painos. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Nater, U.M. & Rohleder, N. 2009. Salivary alpha-amylase as a non-invasive biomarker for the sympathetic nervous system: Current state of research. *Psychoneuroendocrinology* 34, 486-496.
- Nieman, D.C. 1997. Risk of Upper Respiratory Tract Infection in Athletes: An Epidemiologic and Immunologic Perspective. *Journal of Athletic Training* 32, 344-349.
- Nieman, D.C. 2000. Exercise Effects on Systemic Immunity. *Immunology and Cell Biology* 78, 496-501.
- Nieman, D.C., Henson, D.A., Austin, M.D. & Sha, W. 2011. Upper Respiratory Tract Infection is Reduced in Physically Fit and Active Adults. *British Journal of Sports Medicine* 45, 987-992.
- Nimmo, M.A. & Ekblom B. 2007. Fatigue and Illness in Athletes. *Journal of Sport Sciences* 25, 93-102.
- Nummela, A. 2007. Energia-aineenvaihdunta ja kuormitus. Teoksessa Mero, A., Nummela A., Keskinen K. & Häkkinen K. *Urheiluvalmennus*. 2. painos. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Nummela, A., Keskinen K. & Vuorimaa T. 2007. Kestävyys. Teoksessa Mero, A., Nummela A., Keskinen K. & Häkkinen K. *Urheiluvalmennus*. 2. painos. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Nummela, A. 2010. Aerobisen kestävyuden suorat mittausmenetelmät. Teoksessa Keskinen K.L., Häkkinen K. & Kallinen M. *Kuntotestauksen käsikirja*. 2. painos. Tammerprint Oy, Tampere.
- Papacosta, E. & Nassis, G.P. 2011. Saliva as a Tool for Monitoring Steroid, Peptide and Immune Markers in Sport and Exercise Science. *Journal of Science and Medicine in Sport* 14, 424-434.

- Parkin, J. & Cohen, C. 2001. An Overview of the Immune System. *The Lancet* 357, 1777-1789.
- Seiler, S. 2010. What is Best Practice for Training Intensity and Duration Distribution in Endurance Athletes?. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 5, 276-291.
- Silverthorn, D.U. 2007. *Human Physiology*. 4.painos. Benjamin Cummings. San Fransisco.
- Smith, L.L. 2003. Overtraining, Excessive Exercise, and Altered Immunity: Is This a T Helper-1 Versus T Helper-2 Lymphocyte Response?. *Sports Medicine* 33, 347-364.
- Tremblay, M.S., Copeland, J.L. & Van Helder, W. 2005. Influence of Exercise Duration on Post-exercise Steroid Hormone Responses in Trained Males. *European Journal of Applied Physiology* 94, 505-513.
- VanBruggen, M.D., Hackney, A.C., McMurray, R.G. & Ondrak, K.S. 2011. The Relationship Between Serum and Salivary Cortisol Levels in Response to Different Intensities of Exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 6, 396-407.
- Viru, A., Smirnova, T., Karelson, K., Snegovskaya, V. & Viru, M. 1996. Determinants and Modulators of Hormonal Responses to Exercise. *Biology of Sports* 13, 169-187.
- Walsh, N.P., Blannin, A.K., Clark, A.M., Cook, L., Robson, P.J. & Gleeson, M. 1999. The Effects of High-intensity Intermittent Exercise on Saliva IgA, Total Protein and α -amylase. *Journal of Sport Sciences* 17, 129-134.
- Walsh, N.P., Gleeson, M., Shephard, R.J., Gleeson, M., Woods, J.A., Bishop, N.C., Fleshner, M., Green, C., Pedersen, B.K., Hoffman-Goetz, L., Rogers, C.J., Norhoff, H., Abbasi, A. & Simon P. 2011a. Position Statement part one: Immune Function and Exercise. *Exercise Immunology Review* 17, 6-63.
- Walsh, N.P., Gleeson, M., Pyne, D.B., Nieman, D.C., Dhabhar, F.S., Shephard, R.J., Oliver, S.J., Bermon, S. & Kajeniene, A. 2011b. Position Statement part two: Maintaining Immune Health. *Exercise Immunology Review* 17, 64-103.

West, N.P., Pyne, D.B., Kyd, J.M., Renshaw, G.M., Fricker, P.A. & Cripps, A.W. 2008.
The Effects of Exercise on Innate Mucosal Immunity. *British Journal of Sports
Medicine* 33, 227-231.

LIITE

Liite 1. WURSS-21-kyselylomake

WURSS-21 Ylempien hengitystieinfektioiden oireet, päiväraportti

PVM	VIKONPÄIVÄ	AIKA	ID
-----	------------	------	----

Valitse seuraavaan kysymykseen tilaasi parhaiten kuvaava vaihtoehto.

	TERVE 0	ERITTÄIN VÄHÄN 1	2	VÄHÄN 3	4	JONKIN VERRAN 5	6	ERITTÄIN PALJON 7
Kuinka sairaaksi tunnet itsesi tänään ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kuinka paljon sinulla on ollut seuraavia vilustumisoireita viimeisimmän 24 tunnin aikana?

	MINULLA EI OLE NÄITÄ OIREITA 0	ERITTÄIN VÄHÄN 1	2	VÄHÄN 3	4	JONKIN VERRAN 5	6	ERITTÄIN PALJON 7
Vuotava nenä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tukkoinen nenä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aivastelua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kuikkukäpua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kurkun käheyttä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yskää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Äänen käheyttä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pään tukkoisuutta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rinnan tukkoisuutta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Väsymystä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Viimeisimmän 24 tunnin aikana, kuinka paljon vilustumisoreet ovat vaikuttaneet sinun:

	EI OLLEENKAAN 0	ERITTÄIN VÄHÄN 1	2	VÄHÄN 3	4	JONKIN VERRAN 5	6	ERITTÄIN PALJON 7
Keskittymiskykyyn	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unen laatuun	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kykyyn hengittää normaalisti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suorituskykyyn	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suorittaa päivittäiset askareet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työskennellä sisällä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työskennellä ulkona	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sosiaaliseen elämään	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mahdollisuksiksi tehdä haluamiasi asioita	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Verrattuna eiliseen, tunnen vilustumiseni ja siihen liittyvä oloni ...

Paljon paremmaksi	Paremmaksi	Hieman paremmaksi	Samaksi	Hieman huonommaksi	Jonkin verran huonommaksi	Paljon huonommaksi
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

WURSS -21® (Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey) 2004

Created by Bruce Barrett MD PhD et al., UW Department of Family Medicine, 777 S. Mills St. Madison, WI 53715, USA

Suomentanut: Minna Tanskanen, muokannut Johanna Stenholm