

Aino Laitila

FYYSISEN SUORITUSKYVYN YHTEYS SYDÄN- JA
VERISUONITERVEYTEEN

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Kevätlukukausi 2018

Aino Laitila

FYYSISEN SUORITUSKYVYN YHTEYS SYDÄN- JA
VERISUONITERVEYTEEN

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Kevätlukukausi 2018

Vastuuhenkilöt: Prof. Olli J. Heinonen, dos. Pia Salo, dos. Katja
Pahkala

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

TURUN YLIOPISTO

Lääketieteellinen tiedekunta

LAITILA, AINO: Fyysisen suorituskyvyn yhteys sydän- ja verisuoniterveyteen

Syventävien opintojen kirjallinen työ, 22 sivua.

Sydäntutkimuskeskus

Kevät 2018

Aikuisiällä ilmaantuvien sydän- ja verisuonitautien kehittyminen alkaa jo lapsuudessa. Elämäntavoilla, esimerkiksi ravinnolla ja liikunnalla, on merkittävä vaikutus näiden sairauksien syntyyn. Vähäinen liikunta johtaa usein huonoon fyysiseen suorituskykyyn, jota käsitellään tässä työssä kestävyyskuntona. Se on itsenäinen sydän- ja verisuonitautien riskitekijä. Lisäksi huono kestävyyskunto on yhteydessä myös muihin riskitekijöihin, jotka yhdessä myötävaikuttavat sydän- ja verisuonitautien syntyyn. Tämän opinnäytetyön päätavoitteena oli kuvata kestävyyskunnan yhteyttä sydän- ja verisuonitautien kehittymiseen, ilmenemiseen ja niistä aiheutuvaan kuolleisuuteen. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kirjallisuushakua.

Kirjallisuuskatsauksen artikkelit haettiin PudMed-tietokannasta. Artikkeleiden valinnan kriteerinä oli, että työssä on tutkittu kestävyyskunnan yhteyttä sydän- ja verisuonisairauksiin. Lisäksi kriteerinä artikkelien valinnassa oli, että ne on julkaistu viimeisen 10 vuoden aikana.

Opinnäytetyöhöni kuuluu kirjallisuuskatsauksen lisäksi avustaminen STRIP-tutkimuksen 26-vuotisseurannan kestävyyskunnan testauksessa sekä kirjallisen palautteen tekeminen testaukseen osallistuneille. Kestävyyskunnan testauksessa arvoitiin maksimaalinen hapenottokyky (polkupyöräergometria) ja tutkittavat suorittivat neljä lihaskuntoa mittaavaa testiä. Tutkittavat olivat osallistuneet vastaavaan hapenottokyvyn testiin 17-vuotiaina. Nyt tässä seurantatutkimuksessa tutkittavat ovat 26-vuotiaita. Naisilla keskimääräinen hapenottokyky oli pysynyt samana 9 vuoden aikana ja miehillä keskimääräinen hapenottokyky oli heikentynyt. Lihaskunnan testauksessa sekä naiset että miehet saavuttivat ylimmän kuntotason kaikissa testiosioissa kun tuloksia verrattiin 30-39 -vuotiaiden viitearvoihin.

Vaikka perimällä on vaikutusta sydän- ja verisuonitautien syntyyn ja kehittymiseen, kestävyyskunnan parantamisella ja sen ylläpidolla on tärkeä merkitys näiden tautien ehkäisyssä ja hoidossa. Kestävyyskunnan arviointi olisi tärkeää ottaa lääkärin työssä osaksi sydän- ja verisuonitautien riskitekijöiden arviointia esimerkiksi painoindexin ja tupakoinnin huomioon ohella.

Avainsanat: kestävyyskunto, sydän- ja verisuonitaudit, kuntotestaus, STRIP-tutkimus

Sisällys

Johdanto	2
<i>Fyysisen suorituskyvyn määritelmä</i>	<i>2</i>
<i>Kestävyyskunnan tutkimusmenetelmät.....</i>	<i>2</i>
Maksimaalisen hapenottokyvyn mittaaminen (suora menetelmä).....	2
Maksimaalisen hapenottokyvyn arvoiminen (epäsuora menetelmä).....	3
Epäsuora submaksimaalinen testi.....	3
<i>Perimän vaikutus suorituskykyyn.....</i>	<i>4</i>
Kestävyyskunnan vaikutus sydän- ja verisuonisairauksiin	5
<i>Eteisvärinä.....</i>	<i>6</i>
<i>Verenpainetauti</i>	<i>7</i>
<i>Ateroskleroottiset sydän- ja verisuonisairaudet</i>	<i>9</i>
Dyslipidemia	10
Sepelvaltimotauti	10
Aivohalvaus	12
Kestävyyskunto ja sydän- ja verisuonitauteihin liittyvä kuolleisuus	14
Oma tutkimus	15
<i>STRIP-tutkimus</i>	<i>15</i>
<i>Kestävyyskunnan testaus STRIP-tutkimuksen 26-vuotiskohortissa</i>	<i>16</i>
<i>Tutkimusmenetelmät.....</i>	<i>16</i>
Kestävyyskunnan mittaus	16
Lihaskunnan testaus.....	17
<i>Tulokset.....</i>	<i>19</i>
Kestävyyskunnan mittaus	19
Lihaskunto	20
Päätelmät	22
Lähteet.....	23

Johdanto

Fyysisen suorituskyvyn määritelmä

Fyysinen suorituskyky on joukko ominaisuuksia, jotka ihmisellä on tai jotka hän on saavuttanut. Fyysiseen suorituskykyyn kuuluu monia eri osa-alueita, kuten kestävyyskunto, lihasvoima, lihaskestävyys, liikkuvuus ja kehonkoostumus. Tässä työssä fyysisellä suorituskyvyllä tarkoitetaan kestävyyskuntoa, jossa jatkuvan liikunnan aikana verenkiertojärjestelmä, hengityselimistö ja lihaksisto pystyvät käyttämään happea. Kestävyyskunto on fyysisen aktiivisuuden mittausväline, mutta myös hyödyllinen diagnostinen (taudin määrittämisen) ja prognostinen (ennusteellinen) terveyden mittari lääkärin kliinisessä työssä (Lee ym. 2010). Tutkimuksilla on saatu näyttöä siitä, että kestävyyskunto voisi olla paitsi yksittäinen sydän- ja verisuonitautikuolleisuuden mutta myös yleisesti kuoleman ennustaja. Se jää kuitenkin usein huomioimatta kliinisessä työssä muiden riskitekijöiden, kuten verenpainetaudin, tyypin 2 diabeteksen, tupakoinnin ja liikalihavuuden, takia, koska näitä mainittuja riskitekijöitä painotetaan enemmän käytännön työssä nykyään.

Kestävyyskunnan tutkimusmenetelmät

Yksi yleisimpiä keinoja määrittää kestävyysominaisuuksia on mitata maksimaalinen hapenottokyky suoralla menetelmällä tai arvioida se epäsuoralla menetelmällä (Keskinen 2011). Hapenottokyvyn määrittämisen lisäksi erilaisten liikunta- ja urheilulajeihin perustuvia suorituskykytestejä voidaan käyttää arvioitaessa maksimaalista suorituskykyä. Maksimaalisen kestävyys tai submaksimaalisen kestävyys arvioimiseen käytetään mittauksia, jotka perustuvat hengityskaasujen mittaamiseen, sydämen sykkeen tai veren laktaattipitoisuuden mittaamiseen. Näiden arvojen muutoksien avulla voidaan määrittää myös ns. anaerobinen kynnyksen. Energiaa muodostuu kestävyys suorituksissa lähes ainoastaan aerobisesti, eli happea kulkeutuu lihaksiin, joissa reaktiot tapahtuvat hapen avulla. Maksimaalinen hapenkulutus kertoo suurimman tehon, jolla elimistö tuottaa aerobista energiaa noin 10 minuutin ajan.

Maksimaalisen hapenottokyvyn mittaaminen (suora menetelmä)

Hapenkulutus voidaan mitata automaattisilla hengityskatalysaattoreilla laskemalla erotus sisään ja ulos hengitetyn ilman happi- ja hiilidioksidipitoisuuksissa sekä hengitetty ilmamäärä tietyssä ajassa (Keskinen 2011). Maksimaalitaso hapenkulutuksessa voidaan määrittää siten, että lisätään asteittain energiantuotannon vaatimustasoa liikuntasuorituksessa siihen asti,

kunnes tutkittava uupuu. Kuormitusta voidaan lisätä lyhyinä (kesto 30—60 sekuntia) tai pitkinä (kesto 2—3 min) sykleinä. Pitkässä testauksessa voidaan määrittää myös laktaattitasot jokaisen kuormitustason jälkeen sekä submaksimaalisen kestävyuden tehoa kuvaavat kynnystekhot. Aloituskorma tulisi pitkässä testauksessa valita siten, että kokonaistestiajaksi tulisi noin 24—36 minuuttia. Lyhyttä testausta käytetään ainoastaan maksimaalisen hapenottokyvyn testaamiseen. Lyhyen testauksen kokonaisajan tulisi olla 8—12 min, kun kuormitusta nostetaan yhdellä kerralla juoksumatolla 1 km/h ja polkupyöräergometrilla 25 W.

Maksimaalisen hapenottokyvyn arvoiminen (epäsuora menetelmä)

Testi suoritetaan siihen asti, kunnes tutkittava uupuu. Maksimaalinen hapenottokyky arvoidaan oletusarvona tiedetyn tai arvioidun sydämen maksimisykkeen sekä kuormien perusteella, kuten submaksimaalisessa epäsuorassa testissä. Tämän lisäksi oletetaan, että hapenkulutuksen ja työtehon välinen suhde säilyy samana koko testin ajan. Näihin oletuksiin liittyy epätarkkuutta, koska ihmisten välillä on eroja. Tutkimusmenetelmänä käytetyin on polkupyöräergometria, mutta sykkeen mittaamisessa käytetään EKG-seuranta ja sykemittareita.

Epäsuora submaksimaalinen testi

Suoraan menetelmään verrattuna epäsuorat submaksimaalisen testaamisen menetelmät ovat kustannuksiltaan edullisempia ja kestoaltaan lyhyempiä kuin suorat testit. Niistä saadut tulokset sopivat riittävän moniin eri tarkoituksiin ja ovat toistettavia ja luotettavia. Lääkärin valvontaa ei tarvita silloin kun testataan terveitä ihmisiä. Lisäksi testit ovat turvallisempia myös riskiryhmille, koska tutkittavaa ei rasiteta maksimaalisesti. Epäsuorissa menetelmissä käytetään maksimaalisen aerobisen tehon arvioimiseksi muuttujana sydämen syketaajuutta. Submaksimaalisilla kuormitustasoilla (syketaso 120—170/min) hapenkulutuksen ja sykkeen välinen yhteys on lähes lineaarinen (Keskinen 2011). Hyvin pienillä kuormitustasoilla sykkeen suuri vaihtelu johtuu erilaisista tekijöistä, joita ohjaavat parasympaattinen ja sympaattinen hermosto. Kun syke on 65 % maksimisykkeestä, sykevaihTELUN parasympaattisen hermoston ohjaava vaikutus vähenee. Kun syketaso kohoaa tästä, syketaajuuden muutoksia ohjaa lähes ainoastaan sympaattinen hermosto. Submaksimaalisen testin toistettavuus ja luotettavuus paranevat, kun kuormitustasot ovat

sympaattisen hermoston säätelytasolla (Keskinen 2011). Käytetyimmät tutkimusmenetelmät ovat polkupyöraergometria ja juoksumatto.

Perimän vaikutus suorituskykyyn

Kun nykyihmisen geeniperimä on aikanaan valikoitunut, ihminen joutui rasittamaan itseään fyysisesti, esimerkiksi liikkumaan paljon jaloin. Näin geeniperinnöstämme muodostui sellainen, että fyysinen aktiivisuus on hyväksi terveydelle. Viimeisien satojen vuosien aikana kuitenkin koneellistuminen ja muut muutokset yhteiskunnassa ovat johtaneet siihen, että fyysinen aktiivisuus on vähentynyt merkittävästi. Geeniperimä ei kuitenkaan ole ehtinyt muuttua yhtä nopeasti, mistä syystä perimän ja luontaisen aktiivisuuden välillä on nykyään epäsuhde. Fyysisessä suorituskyvyssä on osoitettu olevan periytyvyyttä (Kujala 2011). Kaksostutkimuksissa maksimaalisen hapenottokyvyn periytyvyyden on arvioitu olevan 60—70 % suoran tai arvioidun menetelmän mukaan. Perhetutkimusten perusteella periytyvyyden on arvioitu olevan noin 40—50 %. Yksittäisiä suorituskykyyn vaikuttavia geenejä ei tunneta.

Kestävyyskunnan vaikutus sydän- ja verisuonisairauksiin

Heikko kestävyyskunto on kiistaton itsenäinen riskitekijä sydän- ja verisuonitautien sairastavuuteen sekä näihin sairauksiin liittyvään kuolleisuuteen. Joistakin sydän- ja verisuonitautien sairauksista ensimmäisiä merkkejä on todettavissa jo nuoruusiässä, vaikka nämä sairaudet, kuten esimerkiksi ateroskleroosi, esiintyvätkin useimmiten vasta keski-iässä.

Fyysisen rasituksen määrällä on vaikutusta siihen sydän- ja verisuonitautien riskitekijöiden kehittymiseen (mm. hypertensio, tyypin 2 diabetes, metabolinen oireyhtymä, hyperkolesterolemia). Tämä korostuu erityisesti lihavilla ihmisillä. Niillä nuorilla aikuisilla, jotka harrastavat vähän tai kohtalaisesti kestävyyskuntoa parantavaa liikuntaa, on merkittävä taipumus kehittää itselleen keski-iässä verenpainetauti, tyypin 2 diabetes, metabolinen oireyhtymä ja hyperkolesterolemia (Carnethon ym 2003). Huonon fyysisen kestävyyskunnan ja sydän- ja verisuonitautien ilmaantumisen välillä oli tutkimuksessa lineaarinen yhteys. Niitä nuoria aikuisia, jotka olivat olleet lihavia jo nuoresta iästä lähtien, kestävyyskunto ei suojannut tyypin 2 diabeteksen eikä metabolisen oireyhtymän syntymiseltä (Carnethon ym 2003).

Sui ja työkuompanit (2007) tutkivat kestävyyskunnan vaikutusta kuolemaan johtamattomien sydän- ja verisuonitautien syntymiseen terveillä miehillä ja naisilla. Miehillä oli korkeassa kestävyyskunnossa 39 % ja kohtalaisessa kestävyyskunnossa 18 % pienempi sydän- ja verisuonitautien syntymisen riski verrattuna miehiin, joiden kestävyyskunto oli huono. Kun tähän otettiin huomioon myös BMI (body mass index), kohonnut verenpaine, tyypin 2 diabetes sekä dyslipidemia, tulos oli samanlainen. Naisilla hyvä kestävyyskunto vähensi sydän- ja verisuonitautien syntymistä 37 % ja kohtalainen 26 % verrattuna naisiin, joiden kestävyyskunto oli heikko (Sui ym. 2007). Kun naisilla tähän otettiin lisäksi huomioon samat riskitekijät, kuin miehillä, kestävyyskunto vähensi sydän- ja verisuonitautien syntymistä, mutta tämä ei ollut tilastollisesti merkitsevä löydös. Tämän lisäksi tutkimuksessa tutkittiin, miten ennustavat riskitekijät (tupakointi, suvun sydän- ja verisuonitaudit, BMI, kohonnut verenpaine, tyypin 2 diabetes sekä veren kokonaiskolesteroli) vaikuttivat kestävyyskunnan ja sydän- ja verisuonitautien syntymisen väliseen yhteyteen. Miehillä maksimaalisessa kuntotestissä jokainen yhden minuutin lisäys pienensi sairastumisriskiä jokaisen edellä mainitun ennustetekijän kohdalla, mutta naisilla tämä tulos oli heikko sydän- ja verisuonitautitapauksien vähäisen määrän vuoksi (Sui ym. 2007). Ihmisellä olevien

riskitekijöiden lukumäärällä on myös vaikutusta. Miehillä, joilla oli yksi tai useampi riskitekijä, oli korkeampi sairastumisriski sydän- ja verisuonitauteihin verrattuna niihin miehiin, joilla ei ollut yhtäkään riskitekijää. Naisilla oli samanlainen yhteys riskitekijöiden ja sairastumisriskin välillä, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Sui ym. 2007).

Seuraavaksi tarkastellaan sitä, miten kestävyyskunto vaikuttaa yksittäisten sydän- ja verisuonitautien kohdalla niiden esiintyvyyteen ja ilmaantumiseen.

Eteisvärinä

Eteisvärinä on yleisin pitkäkestoinen sydämen rytmihäiriö. Se kuormittaa suuresti avoterveydenhuoltoa, ja rytmihäiriöihin liittyvistä sairaalahoitajaksoista yli kolmannes johtuu eteisvärinästä. Tärkeimmät altistavat tekijät ovat ikä, kohonnut verenpaine, sydänsairaudet, diabetes sekä ylipaino. Hoitamattomana eteisvärinään liittyy paljon sairastamista, esimerkiksi aivohalvauksia ja muita tromboembolisia komplikaatioita, ja eteisvärinään liittyy lisääntynyttä kuolleisuutta (Eteisvärinä. Käypä hoito –suositus, 2015).

Mitä parempi kestävyyskunnan taso ihmisellä on, sitä pienempi riski hänellä on sairastua eteisvärinään, ja tämä koskee erityisesti obeeseja henkilöitä (Qureshi ym 2015). Jokainen yhden MET:n parannus juoksumattotestissä alensi eteisvärinän riskiä 7%. MET on lyhennys sanoista metabolinen ekvivalentti ja se kuvaa fyysisen aktiivisuuden energiankulutusta verrattuna lepotasoon (MET - energiankulutuksen ja fyysisen aktiivisuuden mittari. Lääkärikirja Duodecim, 2015). Erityisesti hyvä kestävyyskunnan taso oli tutkimuksessa yhteydessä vähentyneeseen eteisvärinän riskiin. Tämä yhteys on voimakkaampi liikalihavilla kuin normaalipainoisilla ja ylipainoisilla potilailla. Tutkimuksessa todettiin myös, että lisääntynyt kestävyyskunto on itsenäinen eteisvärinän ilmaantumiseen vaikuttava tekijä huolimatta ihmisen sukupuolesta, iästä, rodusta tai muista perinteisistä sydän- ja verisuonisairauksien riskitekijöistä (Qureshi ym 2015).

Kestävyyskunnan ja eteisvärinän yhteyttä tutkivat myös Khan ja työtoverit (2015). Kohtalaisen ja korkean kestävyyskunnan tasoilla on yhteys pienempään eteisvärinän esiintyvyyteen keski-ikäisillä miehillä. Tutkimuksessa kestävyyskunnolla ei todettu olevan merkitsevää eroa vaikutuksessa eri ikäryhmien välillä eikä niillä, joilla oli diagnosoitu tyyppin 2 diabetes, verenpainetauti tai sepelvaltimotauti.

Verenpainetauti

Kohonnut verenpaine on sekä Suomessa että muualla maailmassa merkittävin riskitekijä, joka vähentää terveitä elinvuosia. Vuosittain tämän takia aiheutuu noin 9,4 miljoonaa ennenaikaista kuolemaa (Kohonnut verenpaine: Käypä hoito –suositus, 2014). Kohonnut verenpaine on aikuisilla yksi merkittävimmistä sydän- ja verisuonitautien riskitekijöistä.

Sui ja työtoverit (2007) tutkivat sitä, onko kestävyyskunnan määrän lisäämisellä sydäntä suojaavaa vaikutusta aikuisilla naisilla ja miehillä, joista osalla oli diagnosoitu verenpainetauti ja osalla oli verenpainetautiin viittaavia löydöksiä, kuten mitattu lepoverenpaine $\geq 140/90$ mmHg. Tutkimuksessa mitattiin maksimaalista hapenottoa maksimaalisella juoksumattotestillä. Tutkittavilla ei ollut muita sydän- ja verisuonisairauksia, kuten esimerkiksi sydäninfarkteja tai aivohalvauksia. Tulokseksi saatiin, että miehillä hyvä kestävyyskunnan taso vähensi sydän- ja verisuonisairauksien puhkeamisen riskiä 14 % ja kohtalaisen fyysisen suorituskyvyn määrä 34 % verrattuna miehiin, joilla kestävyyskunnan taso oli vähäistä. Kun tähän otettiin huomioon lisäksi tutkittavan BMI, lepoverenpaine, tyyppin 2 diabetes sekä dyslipidemia, kestävyyskunto laski sydän- ja verisuonitautien riskien määrää merkittävästi. Samanlainen yhteys oli kestävyyskunnan ja sepelvaltimotaudin välillä. Myös naisilla kestävyyskunnan määrällä oli vaikutusta sydän- ja verisuonitautien määrään, niin että hyvä kestävyyskunnan taso laski sairastumisriskiä 6 % ja kohtalainen määrä pienensi 51 % verrattuna vähäiseen kestävyyskuntoon. Tutkimuksessa haluttiin myös selvittää, onko verenpainetaudin vaikeusasteella vaikutusta tutkimuksessa löydetyyn kestävyyskunnan ja sydän- ja verisuonitautien väliseen yhteyteen, mutta verenpainetaudin vaikeusasteella ei ollut vaikutusta kestävyyskunnan vaikutukseen. Kliinisessä työssään lääkärin kannattaa suositella verenpainetautiin sairastaville potilaille kestävyyskunnan tason parantamista tai sen tason ylläpitämistä, mikä hänellä on, koska näin voidaan vaikuttaa heidän riskiinsä sairastua sydän- ja verisuonitauteihin.

Naisilla, jotka olivat terveitä ja joiden verenpaine ei ollut kohonnut, hyvä kestävyyskunnan taso vähensi 81 % ja kohtalainen kestävyyskunnan taso vähensi riskiä 61 % sairastua verenpainetautiin verrattuna niihin, joiden kestävyyskunto oli matala (Barlow ym. 2006). Tutkimuksessa jokainen 1 MET:n parannus juoksumattotestissä laski sairastumisriskiä 19 % sekä normaalipainoisilla että ylipainoisilla naisilla. Parhaiten tämä vaikutus näkyi tutkimuksessa alle 55-vuotiailla naisilla. Yli 55-vuotiailla naisilla myös oli havaittavissa samanlaista yhteyttä, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkittävä. Verenpainetaudin ja

edelleen myös sydän- ja verisuonitautien ensilinjan ehkäisyssä kestävyyskunnolla on suuri vaikutus.

Verenpainetaudin ilmaantumisen riskiin vaikuttaa se, onko suvussa verenpainetautia. Shook ja työtoverit (2012) tutkivat sitä, miten kestävyyskunto vaikuttaa ns. suuren riskin perheissä verenpainetaudin ilmenemiseen keski-ikäisillä naisilla ja miehillä. Jo sinänsä se, että suvussa ilmeni verenpainetautia, nosti riskiä sairastua verenpainetautiin ja kun vielä tähän otettiin huomioon potilaisiin ja heidän elämäntapoihinsa liittyviä asioita, kuten ikä, sukupuoli, BMI, tupakointi, alkoholin käyttö sekä mahdollinen hyperkolesterolemia, sairastumisriski nousee. Ihmisillä, joilla oli suvussa verenpainetautia ja joiden kestävyyskunnan taso on alhainen, oli 70 % korkeampi riski sairastua verenpainetautiin kuin heillä, joiden suvussa ei ollut verenpainetautia ja joiden kestävyyskunnan taso on suuri. Ihmisillä, joiden kestävyyskunnan taso on suurta, mutta joiden on suvussa verenpainetautia, on 16 % suurempi riski sairastua verenpainetautiin kuin niillä, joilla ei ollut suvussa verenpainetautia ja joiden kestävyyskunto on suuri. Potilaalla, jolla kohtalainen kestävyyskunnan taso, riski sairastua suvussa kulkevaan verenpainetautiin laski 21 % ja potilaalla, jonka kestävyyskunnan taso on suuri, laski sairastumisriski 34 % verrattuna vähäisen kestävyyskunnan henkilöihin. Verenpainetaudin ensilinjan ehkäisyssä on tärkeitä kannustaa kestävyyskunnan parantamiseen ja sen ylläpitämiseen erityisesti niitä, joilla on suvussa verenpainetautia, koska heillä on normaalia kohonneempi riski sairastua itse.

Ikääntymisen myötä systolinen verenpaine nousee, mutta 60 ikävuoden jälkeen diastolinen verenpaine alkaa laskea. Vanhuksen verenpaineen nousu on usein ainoastaan systolista (Strandberg 2017).

Ihmisillä, joiden kestävyyskunnan taso on matala, systolinen verenpaine nousee yli 120 mmHg:n keskimäärin noin 46-vuotiaana, kun taas korkean kestävyyskunnan omaavilla ihmisillä systolinen verenpaine nousee vasta keskimäärin 54 vuoden iässä.

Kestävyyskunnolla on näin vaikutusta ikääntymiseen liittyvään verenpaineen nousuun, eli sen avulla voidaan viivästyttää ikään liittyvää systolisen verenpaineen nousua (Liu ym. 2014). Ihmisillä, joiden kestävyyskunnan taso on korkea, oli matalampi verenpaine kuin niillä, joilla kestävyyskunnan taso on matala. Kestävyyskunnan ja ikääntymisen välinen yhteys systoliseen verenpaineeseen on merkitsevä, mutta diastoliseen verenpaineeseen ei (Liu ym. 2014). Tuloksissa huomattiin, että kehon rasvaprosentilla oli sekoittava vaikutus, mutta kun

se otettiin huomioon, rasvaprosentilla ei ollut merkitsevää vaikutusta systolisen ja diastolisen verenpaineen muutokseen (Liu ym. 2014).

Ateroskleroottiset sydän- ja verisuonisairaudet

Ateroskleroosi eli valtimon kovettumatauti tarkoittaa verta kuljettavien suonten ahtautumista, minkä vuoksi veren virtaus häiriintyy. Valtimoiden sisäpinnan sisäkalvon alle alkaa kerääntyä LDL-kolesterolia. Kertyminen on kuitenkin hidasta. Vuosien kuluessa kolesterolikertymä kasvaa ja alkaa pullistua sisäänpäin kohti verisuonen sisäonteloa. Tämän takia valtimon sisätila pienenee, eikä veri pääse virtaamaan enää samalla tavalla kuin aiemmin. Jos verisuonen sisäpinta syystä tai toisesta repeää, paikalle syntyy hyytymä verihitaleista. Tällöin verisuonen ahtauma pahenee edelleen. Pahimmassa tapauksessa hyytymä voi tukkia suonen, jolloin verenvirtaus pysähtyy kokonaan (Ateroskleroosi. Terveyskirjasto, 2016).

Verisuonten intima-media paksuuntuminen ja seinämän joustavuuden heikkeneminen ovat ateroskleroottisten sydän- ja verisuonisairauksien ennustemerkkejä. Yhdessä STRIP-tutkimuksen osatutkimuksessa tutkittiin kestävyyskunnan vaikutusta aortan ja kaulavaltimon intima-media paksuuteen (IMT) sekä näiden verisuonten joustavuuteen 17-vuotiailla nuorilla. 11-17 vuoden ikäisillä nuorilla, joiden kestävyyskunnan taso oli korkea, aortan ja kaulavaltimon paksuuntuminen oli vähäisempää kuin niillä, joiden kestävyyskunto oli vähäistä (Pahkala ym 2013). Näin voidaan todeta, että mitä parempi kestävyyskunto nuorella on, sitä ohuempi aortan intima-media paksuus on ja aortan toiminta on parempaa, minkä ansiosta suonen kovettumisriski on pienempi. Kestävyyskunnolla ei kuitenkaan ollut tutkimuksen mukaan vaikutusta kaulavaltimon intima-media paksuuteen (Pahkala ym 2013). Kestävyyskunnolla oli suotuisa vaikutus aortan joustavuuteen eli hyvän kestävyyskunnan omaavan nuoren aortan joustavuus ei ollut huonontunut toisin kuin niillä, joiden kestävyyskunto oli vähäistä tai sitä ollut ollenkaan. Kestävyyskunnolla ei ollut vaikutusta kaulavaltimon joustavuuteen (Pahkala ym 2013). Maksimaalista hapenottokykyä testattiin pyöräergometrian avulla ja aortan ja kaulavaltimon intima-media paksuus ja elastisuus määritettiin ultraäänitutkimuksella.

Dyslipidemia

Dyslipidemia on tärkeässä roolissa sydän- ja verisuonitautien, erityisesti sepelvaltimotaudin, kehittymisessä. Tällöin seerumin kokonaiskolesterolipitoisuus, LDL-kolesterolipitoisuus tai triglyseridipitoisuus on suurentunut tai voi olla näiden yhdistelmiä (Dyslipidemiat. Käypä hoito –suositus, 2013). Ikääntymisen mukana tulevat eri lipidien pitoisuusvaihtelut ovat epäsuotuisia ihmiselle.

Kestävyyskunnan vaikutusta ikääntymiseen liittyvään lipidien ja lipoproteiinien vaihteluun on tutkittu vähän. Parky ja kumppanien (2015) tutkimuksessa todettiin, että kestävyyskunnolla on kokonaiskolesterolipitoisuutta, LDL-kolesterolipitoisuutta, triglyseridipitoisuutta sekä ei-HDL-kolesterolipitoisuutta alentava vaikutus. Tutkimuksessa käytettiin maksimaalisen hapenottokyvyn mittaamista juoksumattotestillä. Tutkimuksessa miehillä suuri kestävyyskunto oli yhteydessä suotuisampiin seerumin lipidipitoisuuksiin kun verrattiin miehiin, joiden kestävyyskunto oli vähäistä (Park ym. 2015). Miehillä, joiden kestävyyskunto on huono, LDL-kolesterolin huomattiin olevan koholla jo 15 vuotta aikaisemmin, kuin niillä, joiden kestävyyskunto oli parempi. Erot olivat todettavissa laajassa ikähaarukassa, jopa 20-vuotiaista lähtien ja aina 60-70-vuoden ikään asti (Park ym. 2015). Tärkein yhteys iän ja kestävyyskunnan välillä oli se, että kestävyyskunto vaikutti lipoproteiinien ja lipidien iänmukaiseen vaihteluihin erityisesti jo nuorilla miehillä ja vaikutus jatkui aina keski-ikäisiin miehiin asti. Lisäksi kestävyyskunnolla oli vaikutusta myös hieman vanhempienkin ihmisten lipidi- ja lipoproteiinipitoisuuksiin, mutta vaikutus oli heikompi. Niillä, joiden kestävyyskunto oli vähäinen, lipidiarvot todettiin olevan poikkeavat jo ennen 40-vuoden ikää, eli huomattavan paljon aikaisemmin verrattuna heihin, joilla kestävyyskunnan taso oli korkeampi. Näin voidaan todeta, että hyvä kestävyyskunto on hyvä dyslipidemian, ateroskleroosin ja näin yleisesti sydän- ja verisuonisairauksien ehkäisykeino.

Sepelvaltimotauti

Sepelvaltimotauti johtuu aortan tyvestä lähtevien ja sydämen pinnalla sijaitsevien sepelvaltimoiden ahtautumisesta. Ahtautumisen aiheuttaa ateroskleroosi, valtimon kovettumatauti, jonka takia sepelvaltimot vauroituvat. Sepelvaltimotauti on yksi tärkeimmistä kansantaudeista Suomessa ja se kuormittaa muiden sydän- ja verisuonitautien ohella eniten terveydenhuoltoa. Sepelvaltimotauti on iäkkäillä henkilöillä yleisempää. Sekä

naisia että miehiä kuolee yhtä paljon sepelvaltimotauteihin (Sepelvaltimotauti: Terveyskirjasto, Duodecim, 2016).

Gander ja kumppanit (2015) tutkivat kestävyyskunnan vaikutusta sepelvaltimotaudin ilmaantumisen riskiin seuraavien 10 vuoden aikana miehillä, joilla huomioitiin FRS (Framingham Risk Score) -riskitekijöitä, kuten korkea verenpaine, korkeat kolesteroliarvot, diagnosoitu tyyppin 2 diabetes sekä tupakointi. Miehillä, joiden verenpaine oli optimaalinen (verenpaine < 120/80 mmHg), sepelvaltimotaudin sairastumisriski oli 33% pienempi kuin niillä miehillä, joiden verenpaine oli normaali (verenpaine < 130/85 mmHg). Näihin ryhmiin verrattuna 1. asteen verenpainetauti sairastavilla (verenpaine 160/100 mmHg) miehillä oli merkittävästi korkeampi sepelvaltimotaudin sairastumisriski. Lisäksi, jos veren HDL-kolesterolipitoisuus oli ≥ 60 mg/dL, sairastumisriski sepelvaltimotautiin oli merkittävästi korkeampi verrattuna niihin, joiden HDL-kolesterolipitoisuus oli tasolla 45-49 mg/dL. Tupakointi ja diagnosoitu tyyppin 2 diabetes nostivat myös sairastumisriskiä merkittävästi. Sama tutkimusryhmä tutki myös sitä, miten seuraavien 10 vuoden sepelvaltimotaudin sairastumisriski erosi ns. korkean riskin ja kohtalaisen riskin miehillä FRS-riskitekijäluokituksen mukaan. Tutkimuksen mukaan kohtalaisen tai korkean sairastumisriskin miehillä sairastumisriski oli jopa 6-kertainen verrattuna matalan riskin miehiin (Gander ym. 2015). Hyvä kestävyyskunto laski sepelvaltimotaudin sairastumisriskiä 33 % verrattuna niihin henkilöihin, joilla kestävyyskunto oli heikompi. Hyvä kestävyyskunto laski sepelvaltimotautiin sairastumisen 10-vuotisariskin 26% niillä miehillä, joilla sairastumisriski oli arvioitu kohtalaiseksi tai korkeaksi. Tutkimuksen mukaan kestävyyskunnan ylläpito ei lisännyt FRS-riskitekijöiden ennustusvoimaa sepelvaltimotaudin sairastumisriskiin 10 vuoden aikana. Lääkärin tulee näin kannustaa potilaitaan parantamaan tai ylläpitämään hyvää kestävyyskunnan tasoa, jotta voidaan ennaltaehkäistä sepelvaltimotautiin sairastumista.

Vähäisen kestävyyskunnan lisäksi yksi sepelvaltimotautikuolleisuuden riskitekijöistä on EKG-rekisteröinnissä todettava, rasituksen aiheuttama ST-segmentin lasku. Rasituksen yhteydessä esiintyvä EKG:ssä näkyvä ST-segmentin lasku on merkki myokardiaalisesta iskemiasta. Hagnäs ja työtoverit (2015) tutkivat sitä, miten kestävyyskunto ja ST-segmentin ilmaantuminen liikunnan yhteydessä vaikutti sepelvaltimokuolleisuuteen. Tutkimuksessa yhden MET:n nousu pyöräergometrissa vähensi ennen aikaista sepelvaltimotautikuolleisuutta 22 %, kun otettiin huomioon myös riskitekijät, esim ST-segmentin lasku. Henkilöllä, jonka

kestävyyskunto on vähäistä ja jolle liikunnan yhteydessä ilmestyy ST-lasku, on 1,8-kertainen sepelvaltimotautikuolleisuusriski verrattuna niihin, joiden kestävyyskunnan taso on korkea. EKG:ssä ST-laskun ilmestyminen liikunnan aikana nosti riskin 2,5-kertaiseksi. Miehillä, joiden kestävyyskunto on vähäistä sekä joilla tuli ST-lasku liikkeessa, oli mistä tahansa syystä johtuva kuolleisuus 2,7-kertainen sekä sepelvaltimokuolleisuusriski 4.8-kertainen verrattuna niihin, joiden kestävyyskunnan taso on suuri ja joilla ei tullut ST-laskua. Jos tähän lisättiin vielä toinen riskitekijä, kuolleisuus nousi entisestään verrattuna siihen, ettei riskitekijöitä ole ollenkaan. Tämän takia on tärkeää tunnistaa ne henkilöt, joilla on riskitekijöitä, koska hengenvaarallisia sepelvaltimotapahtumia voidaan ennaltaehkäistä kestävyyskunnan parantamisen ja riittävän kestävyyskunnan ylläpidon avulla.

DeFina ja työtoverit (2014) tutkivat kestävyyskunnan vaikutusta sepelvaltimoiden kalkkeutumiseen terveillä, kaukaasialaisilla naisilla. Tutkimuksessa kestävyyskuntoa mitattiin maksimaalisen hapenottokyvyn avulla juoksumattotestillä ja sepelvaltimot kuvattiin tietokonetomografia -tutkimuksella. Tulokseksi saatiin, ettei hyvänkään kestävyyskunnan avulla voida vaikuttaa sepelvaltimoiden kalkkeutumiseen. Kestävyyskunnan vaikutus on sepelvaltimotaudin ehkäisyssä paras silloin, kun ei potilaalla ei ole vielä kehittynyt kalkkeutumia sepelvaltimoihin.

Tyyppin 2 diabeetikoilla ateroskleroosi saattaa ilmaantua aikaisemmin sekä edetä nopeammin sepelvaltimotaudiksi ja aivohalvaukseksi kuin ei-diabeetikoilla, ja näin ateroskleroosi voi johtaa aikaisemmin kuolemaan. Tyyppin 2 diabetesta sairastavilla sepelvaltimosuonet kalkkeutuvat helpommin verrattuna niihin, jotka eivät sairasta tyyppin 2 diabetesta. Tutkimuksessa, jossa tutkittiin vähäisen kestävyyskunnan ja sepelvaltimon kalkkeutumisen yhteyttä sydän- ja verisuonitautien ennustetekijänä oireettomilla tyyppin 2 diabeetikoilla, todettiin, että pieni kestävyyskunnan taso oireettomilla tyyppin 2 diabeetikoilla altistaa merkittävästi suuremmalla riskillä yleisesti kuolemaan, sydäninfarktiin sekä aivohalvaukseen verrattuna tyyppin 2 diabeetikoihin, joiden kestävyyskunnan taso on korkea (Zafir ym 2015).

Aivohalvaus

Yleisimpiin sydän- ja verisuonitauteihin sepelvaltimotaudin ja sydämen vajaatoiminnan lisäksi kuuluvat aivoverenkiertohäiriöt. Aivoverenkiertohäiriöillä tarkoitetaan sekä aivovaltimoverenkierron tilapäistä tai pysyvää heikkenemistä että aivoverenvuotoa. Näistä seuraa aivotominnan häiriöitä, kuten aivohalvaus ja tajunnan heikkeneminen. Aivohalvaus

(stroke) tarkoittaa aivotoimintojen häiriötä, joka johtuu aivoinfaktista, aivojensisäisestä verenvuodosta (ICH), lukinkalvonalaisen verenvuodosta (SAV) tai aivolaskimoiden verisuonitukoksesta (sinustromboosi) (Aivohalvaus: Lääkärikirja Duodecim, 2017).

Aivohalvauksen biologisista tekijöistä (esimerkiksi eteisvärinä ja kohonnut verenpaine) on tutkittua näyttöä, mutta siitä, miten elämäntyyli, esimerkiksi fyysinen inaktiivisuus, vaikuttaa aivohalvauksien syntyyn, on tehty vain vähän tutkimuksia. Hooker ja työtoverit (2008) tutkivat kestävyyskunnan ja kuolemaan johtavan ja ei-kuolemaan johtavan aivohalvauksen yhteyttä oireettomilla naisilla ja miehillä. Tutkimuksen mukaan hyvä kestävyyskunto pienentää oireettomilla naisilla ja miehillä aivohalvauksien kokonaismäärää ja niitä aivohalvauksia, jotka eivät aiheuta kuolemaa. Kestävyyskunto vähentää miehillä myös kuolemaan johtavien aivohalvauksien määrää. Miehillä jokainen 1 MET:n parannus maksimaalisessa juoksumattotestissä pienensi 5—24 % aivohalvausriskiä huolimatta siitä, oliko tutkittavalla riskitekijöitä vai ei. Naisilla jokainen 1 MET:n parannus maksimaalisessa juoksumattotestissä laski aivohalvausriskiä 10—19 % huolimatta siitä, oliko riskitekijöitä vai ei.

Kestävyyskunto ja sydän- ja verisuonitauteihin liittyvä kuolleisuus

Kestävyyskunto on yhteydessä sydän- ja verisuonitautisairastavuuden lisäksi näistä taudeista johtuvaan kuolleisuuteen niin miehillä kuin naisillä. Jos elämän aikana kestävyyskunnossa tapahtuu kohentumista, kuolleisuusriski alenee miehillä (Lee ym. 2010). Tutkimuksessa tutkittiin ainoastaan kestävyyskunnan kohentumista miehillä, mukana ei ollut naisia tutkittavina. Henkilön kestävyyskunnolla on vaikutusta hänen yleiseen kuoleman riskiinsä; kestävyyskunnan parantaminen laski noin 9 % yleistä kuolemanriskiä (Laukkanen ym. 2016).

Kestävyyskunnan parantaminen 1 MET:llä laski terveillä aikuisilla CHD/CVD -riskiä 15 % (Kodama ym. 2009). Tutkimuksessa CHD/CVD tarkoittaa sepelvaltimotaudin sekä muiden sydän- ja verisuonitautien kokonaisuutta, joka sisältää sydän- ja verisuonitaudit ja niihin liittyvät kuolemat. Niillä henkilöillä, joiden kestävyyskunto oli huono, oli korkeampi kuoleman riski ja riski saada joku CHD/CVD-tapahtuma verrattuna heihin, joiden kestävyyskunto oli vähintään kohtalainen ($> 7,9$ MET). Tutkimuksen perusteella vähintään 7,9 MET:n tason saavuttaminen kestävyyskunnossa saattaisi olla merkittävä ehkäisevä tekijä sydän- ja verisuonitautisairastavuudelle ja -kuolleisuudelle. 50-vuotiaille miehille vähintään noin 8 MET:n ja naisille vähintään noin 6 MET:n tasoinen kestävyyskunto olisi riittäviä kuolleisuuden riskin ja CHD/CVD-tapahtumien riskin vähentämiseksi ja niiden ilmenemisen ehkäisyssä (Kodama ym. 2009).

Sydän- ja verisuonitautien riskitekijöillä, kuten tupakoinnilla, levossa koholla olevalla systolisella verenpaineella sekä kohonneella veren kolesterolipitoisuudella, ei ollut suoraa vaikutusta sydän- ja verisuonitautikuolleisuuteen (Farrell ym. 1998). Vaikka yksilöllä olisi sydän- ja verisuonitautien riskitekijöitä, hänen kohtalainen tai hyvä kestävyyskunto suojaa sydän- ja verisuonitautikuolleisuudelta ja näin alentaa näistä taudeista johtuvaa kuolleisuutta (Farrell ym. 1998).

Oma tutkimus

STRIP-tutkimus

Väestön sydän- ja verisuoniterveys on kehittynyt myönteisesti viime vuosikymmenten aikana. Tästä huolimatta sepelvaltimotauti on edelleen yksi yleisimmistä sairastavuuden ja kuolleisuuden syistä. Syyt sepelvaltimotaudille, kuten myös muille sydän- ja verisuonisairauksille, saavat alkunsa jo lapsuudessa. Nykytiedon mukaan parhaiten näitä sairauksia voitaisiin ehkäistä estämällä riskitekijöiden syntymistä jo lapsuudesta lähtien (primordiaalipreventio). Tärkeimmässä roolissa ovat ne elämäntavat, jotka vaikuttavat erityisesti sydän- ja verisuoniterveyteen (Simell ym. 2009).

STRIP-tutkimus (Sepelvaltimotaudin Riskitekijöiden Interventioprojekti) on maailmanlaajuisesti ainutlaatuinen varhaislapsuudesta lähtien sydänterveyden edistämiseen tähtäävä tutkimus. Tutkimus aloitettiin vuonna 1990 Turussa. Tällöin tutkimukseen tuli mukaan runsas tuhat seitsemän kuukauden ikäistä lasta perheineen (n=1062). Lapset ovat syntyneet vuosina 1989-1991. Perheistä puolet satunnaistettiin neuvontaryhmään ja puolet seurantaryhmään. Interventiovaihe, joka alkoi vauvaiässä, jatkui kunnes tutkittavat lapset olivat 20-vuotiaita. Tutkittavat ovat tällä hetkellä 26-28 -vuotiaita.

Koko tutkimusajan neuvontaryhmään kuuluvat perheet saivat yksilöllistä, lapseen kohdistuvaa ravitsemusneuvontaa sekä muuta elämäntapaohjausta vähintään puolen vuoden välein. Lasten kasvaessa neuvontaa annettiin yhä enemmän suoraan heille itselleen. Annettu ravitsemusohjaus pohjautui pohjoismaisiin ravitsemussuosituksiin. Yksilöllisen ravitsemusohjauksen tavoite oli ennenkaikkea se, että lapsen ravinnossa suositaan tyydyttymätöntä rasvaa tyydyttyneen sijaan. Lisäksi ohjauksessa kannustettiin kasvisten käytön lisäämiseen sekä vähäsuolaisuuteen. Tutkimuskäyntejä neuvontaryhmän lapsilla oli vähintään puolen vuoden välein, seurantaryhmän lapset tutkittiin vähintään vuoden välein. Tutkimuskäynneillä mitattiin pituus, paino sekä verenpaine ja otettiin verinäyte. Neuvontaryhmään kuuluvat tutkittavat olivat pitäneet ennen tutkimuskäyntiä ruokapäiväkirjaa, jota hyödynnettiin ohjauksessa. Myös seurantaryhmään kuuluvat lapset pitivät ruokapäiväkirjaa, joka palautettiin tutkimuskäynnillä. Liikuntaa ja tupakointia selvitettiin kyselyiden avulla. 11-vuotiaasta lähtien tutkittavilta tutkittiin valtimoiden rakennetta ja joustavuutta ultraäänitutkimuksella. STRIP-tutkimuksesta on tehty lukuisia

tieteellisiä julkaisuja sekä 20 väitöskirjaa. Tutkimuksesta saadut tulokset ovat vaikuttaneet niin kotimaisiin kuin kansainvälisiin ravitsemus- ja sydänterveydenedistämssuosituksiin.

Kestävyyskunnan testaus STRIP-tutkimuksen 26-vuotiskohortissa

Keväällä 2015 alkoi 20 vuotta kestäneen interventiovaiheen jälkeen tutkimuksen seuraava vaihe, jossa jatketaan pitkittäisaineiston keräämistä ja sitä täydennetään uusilla sydän- ja verisuoniterveyden tutkimusmenetelmillä. Tämä ensimmäinen seurantatutkimus toteutetaan tutkittavien ollessa 26-vuotiaita. Seurantatutkimus päättyy vuoden 2017 lopussa, jolloin nuorimmat kohorttiin kuuluvat tutkittavat ovat täyttäneet 26 vuotta. Noin kolme tuntia kestävä tutkimuskäynti sisältää mm. antropometriset mittaukset, verinäytteen antamisen, kaulavaltimoiden, sydämen ja maksan ultraäänitutkimuksen sekä kognition testauksen.

STRIP-tutkimuksessa kestävyyskuntoa on tutkittu kaksi kertaa, tutkittavien ollessa 17-vuotiaita sekä nyt seurantatutkimuksessa 26-vuotiaana. Molemmissa kestävyyskunnan mittauksissa käytettiin maksimaalista epäsuoraa hapenottokyvyn mittausta pyöräergometrialla. Uutena tutkimuksena seurantatutkimusvaiheeseen lisättiin lihaskunnan testaus.

Osallistuin osana syventäviä opintojani STRIP-tutkimuksen seurantatutkimuksen fyysistä suorituskykyä mittaaviin testauksiin avustamalla niiden suorittamisessa viitenä eri testauskertana sekä kirjoittamalla testauspalautteita osallistujille.

Tutkimusmenetelmät

Kestävyyskunnan testaus tehtiin seurantatutkimuksessa ennen lihaskuntotestauksia, koska tällöin tilanne vastaa edellisen, 17-vuotiaana tehdyn fyysisen suorituskyvyn mittaustilannetta (Pahkala ym. 2013).

Kestävyyskunnan mittaus

Hapenottokyvyn testaukset suoritettiin polkupyöräergometrilla (Ergoline Ergoselect 100 K Reha) varsinaisen tutkimuspäivän jälkeen erillisellä käynnillä. Testaus toteutettiin Paavo Nurmi -keskuksessa, mittauksen suorittajina olivat liikuntafysiologi Jukka Kapanen tai fysioterapeutti Miikka Pesola. Tutkimuksessa mitattiin maksimaalinen hapenottokyky. Tutkimus on tehty samalla protokollalla aiemmin STRIP-tutkimuksessa tutkittavien ollessa

17-vuotiaita ja nyt seurantatutkimuksessa (Protokolla/STRIP-seurantatutkimus 2015-2017, hapenottokyvyn testaus).

Mittauksessa asetaan lähtökuormaksi 50 W ja kuormaa nostetaan 2 minuutin välein. Miehillä kuormaa nostetaan kerralla 30 W ja naisilla 25 W. Tutkittavat polkevat pyörää uupumukseen saakka. Testauksessa saadaan tuloksena maksimaalinen työ (W), jonka perusteella lasketaan hapenkulutus ACSM:n kaavan mukaisesti. Kaavaa muokattiin siten, että siihen voidaan sijoittaa työteho W:na. Käytetty kaava: $1,8 * 6,12 \text{ kgm/min} = 11,02 * \text{työteho (W)}$. Hapenottokyvyn laskennassa on käytetty testin neljän viimeisen minuutin työtä. Hapenottokyvyn testaukseen voi osallistua useampi testattava yhtä aikaa (Kuntoa terveydeksi: Aikuisten ALPHA-FIT terveystutkimuskeskus 18-69-vuotiaille, testaajan opas).



Työn 1. kuva. Fyysisen suorituskyvyn testauspaikka Paavo Nurmi -keskus (Turku). © PNK luvalla

Lihaskunnan testaus

Lihaskunnan testaus suoritettiin Paavo Nurmi -keskuksessa samalla tutkimuskerralla kuin hapenottokyvyn testaus eli varsinaisen tutkimuskäynnin jälkeen erillisellä käynnillä.

Lihaskunnan mittareina olivat ponnistushyppytesti, staattinen tasapaino, muunneltu etunojapunnerrus sekä vatsalihastesti (Kuntoa terveydeksi: Aikuisten ALPHA-FIT terveystutkimuskeskus 18-69-vuotiaille, testaajan opas).

Ponnistushyppytestissä tarkoituksena on mitata alaraajojen ojentajalihasten maksimaalista tehoa. Tutkimuksessa testattava nostaa dominoivan käden käden ylös ja asettaa saman puolen kyljen kohti hyppytaulua niin, että suorana oleva käsi on myös kohti hyppytaulua.



Dominoivan käden keskisormi on kastettu magnesiumjauheeseen ja tällä painetaan alkuasennossa tauluun merkki, jolloin saadaan vertailukorkeus. Tämän jälkeen tutkittava hyppää mahdollisimman korkealle ja samalla koskettaa magnesiumiin kastetun sormen merkiksi hyppyykorkeudesta. Kantapääät tai jalkaterät eivät saa irrota alustalta kevennykseltä. Tutkittavalla on kaksi hyppy-yritystä, joista tulokseksi merkitään se, jossa on pidempi väli vertailukorkeuden ja hyppyykorkeuden välillä.

Kuva 2. Ponnistushyppytesti. Kuva: UKK-instituutti/Aikuisten ALPHA-FIT terveystutestistö 18-69-vuotiaille.

© UKK-instituutin luvalla



Staattisessa tasapainotestissä testattava seisoo yhdellä jalalla silmät suljettuina ja kädet vapaasti vartalon sivuilla. Testissä nostetaan kantapää vastakkaisen jalan polvitaiteen korkeudelle ja tutkittava seisoo mahdollisimman liikkumatta. Yläraajoja voi käyttää tasapainon säilyttämisen avuksi vain tarvittaessa. Testausaika on 60 sekuntia, jonka jälkeen testin voi lopettaa. Yrityskertoja on

kaksi, mutta jos tutkittava saa jo ensimmäisellä yrityskerralla ajaksi vähintään 60 sekuntia, yksi suorituskerta riittää.

Kuva 3. Staattinen tasapaino. Kuva: UKK-instituutti/Aikuisten ALPHA-FIT terveystutestistö 18-69-vuotiaille.

© UKK-instituutin luvalla

Muunnellussa punnerrustestissä testattava menee matolle vatsalleen ja laittaa kämmenät lähelle vartaloa hartiatasoon. Jalat ovat lantionleveyden mittaisessa haara-asennossa ja varpaat ovat tukevasti matossa. Tämän jälkeen testattavalla on 40 sekuntia aikaa tehdä niin

monta oikein suoritettua punnerrusliikettä kuin hän pystyy. Punnerrusliikkeessä tutkittava ensimmäiseksi lyö kämmenet yhteen selän takana, jonka jälkeen hän tuo kämmenet lattiaan lähtöasentoon. Tästä asennosta punneretaan ylös niin, että käsivarret ojentuvat. Lantio on pidettävä mahdollisimman suorana, jolloin polvet ja lantio nousevat ja irtoavat matosta yhtä



aikaa. Yläasennossa ollessa testattava koskettaa jommalla kummalla kädellä toista kämmenselkää, palaa tämän jälkeen takaisin punnerrusasentoon ja laskeutuu matolle. Tämän jälkeen aloitetaan uusi puunerrus lyömällä selän takana kämmenet yhteen. Jos tutkittava ei pysty nostamaan itseään suorien käsien varaan kertaakaan, tulos testistä on nolla.

Kuva 4. Muunneltu etunojapunnerrus. Kuva: UKK-instituutti/Aikuisten ALPHA-FIT terveystestitistö 18-69-vuotiaille © UKK-instituutin luvalla.

Vatsalihastestissä testattava on selinmakuulla, polvet 90 asteen kulmassa sekä jalkapohjat alustassa kiinni (testattavan jalkoja tuetaan). Suorituksessa testattava nousee selinmakuuasennosta kurkottaen käsillä kohti polviaan ja nousee istumaan niin pitkälle, että yläraajojen ranteiden seutu tulee polvilumpion yläreunan tasolle. Noustessa selkää pyöristetään rauhallisesti. Toistoja tehdään niin kauan kuin testattava jaksaa tai maksimissaan 50 kertaa. Suoritus keskeytetään, jos testattava ottaa vauhtia tai liike muuttuu nykiväksi. Saatujen toistojen määrä kirjataan ylös.

Tulokset

Kestävyyskunnan mittaus

Työssä verrataan niiden hapenottokyvyn testiin osallistuneiden 26-vuotiaiden henkilöiden maksimaalista hapenottokykyä, jotka olivat osallistuneet myös 17-vuotiaana hapenottokyvyn

testaukseen. Lisäksi työssä raportoidaan kaikkien 26-vuotiaana testattujen laskennallinen maksimaalinen hapenottokyky.

Naisten maksimaalisen hapenottokyvyn keskiarvo oli 26-vuotiaana 37,1 ml/kg/min (n = 77), mikä vastaa keskimääräistä kuntotasoa (Shvartz E ym. 1990). Tällä samalla testiryhmällä oli 17-vuotiaana maksimaalisen hapenottokyvyn keskiarvo 37,8 ml/kg/min (n = 77), joka myös vastaa keskimääräistä kuntotasoa (Shvartz E ym. 1990). Naisilla maksimaalisen hapenottokyvyn keskiarvo on pysynyt samana 9 vuoden aikana.

Miehillä maksimaalisen hapenottokyvyn keskiarvo oli 41,4 ml/kg/min 26 vuoden iässä (n = 74), joka vastaa välttävää kuntotasoa (Shvartz E ym. 1990). 17-vuotiaana tämän saman tutkimusryhmän maksimaalisen hapenottokyvyn keskiarvo oli 44,9 ml/kg/min (n = 74), joka vastaa keskimääräistä kuntotasoa (Shvartz E ym. 1990). Miehillä maksimaalisen hapenottokyvyn keskiarvo on laskenut 9 vuoden aikana 3,5 ml/kg /min

Kaikkien STRIP-tutkimuksen seuranta tutkimukseen osallistuneiden 26-vuotiaiden naisten maksimaalisen hapenottokyvyn keskiarvo oli 36,3 ml/kg/min (n = 155), joka vastaa keskimääräistä kuntotasoa (Shvartz E ym. 1990). Kaikilla STRIP-seuranta tutkimuksen 26-vuotiailla miehillä maksimaalisen hapenottokyvyn keskiarvo oli 41,0 ml/kg/min (n = 130), joka vastaa välttävää kuntotasoa (Shvartz E ym. 1990).

Lihaskunto

STRIP-tutkimuksessa ei ole ennen 26-vuotisseurantaa tutkittu lihaskuntoa. Tämän vuoksi tutkimuksessa saatuja tuloksia verrataan UKK-instituutin julkaisemiin viitearvoihin, jotka perustuvat kahteen väestötutkimukseen (Kuntoa terveydeksi: Aikuisten ALPHA-FIT terveystutkimus 18-69-vuotiaille, testaajan opas).

Ponnistushyppytestissä kahden mittauksen keskiarvo oli naisilla 33,3 cm (n = 154) sekä miehillä 46,0 cm (n = 129). Kun käytettiin vain paremman ponnistushypyn tulosta, naisten keskiarvo oli 33,9 cm ja miesten 47,0 cm. Kun tuloksia verrataan hieman vanhempien, 30-39-vuotiaiden viitearvoihin naisten keskiarvotulos vastaa kuntotasoa ylin neljännes (≥ 31 cm). Miesten keskiarvotulos ponnistushyppytestissä vastaa myös kuulumista kuntotasoltaan ylimpään neljännekseen (≥ 45 cm) (Kuntoa terveydeksi: Aikuisten ALPHA-FIT terveystutkimus 18-69-vuotiaille, testaajan opas).

Staattisessa tasapainotestissä naisista 98,0 %, 150 tutkittavaa 154:stä, saavutti testissä tavoitellun tuloksen ensimmäisellä tai toisella suorituskerralla. Vastaavasti miehistä 93,80 % (n/N = 121/129) saavutti tavoitellun tuloksen ensimmäisellä tai toisella yrityskerralla. 30-39 -vuotiaiden viitearvoihin verrattaessa naisten keskiarvotulos vastaa keskimääräistä parempaa tulosta (väestön prosentuaalinen osuus keskimääräistä paremmassa tuloksessa on 83 %) ja myös miehillä keskiarvotulos vastaa keskimääräistä parempaa tulosta (väestön prosentuaalinen osuus keskimääräistä paremmassa tuloksessa on 80 %) (Kuntoa terveydeksi: Aikuisten ALPHA-FIT terveystestit 18-69-vuotiaille, testaajan opas).

Muunnellussa etunojapunnerrustestissä naisten keskiarvo oli 14,6 punnerrusta (n = 154). Miehillä punnerrusten keskiarvo oli 17,3 (n = 128). Kun tuloksia verrataan 30-39 -vuotiaiden viitearvoihin, naisten keskiarvotulos vastaa ylittä neljättä kuntotasoa (≥ 14 punnerrusta). Miehillä muunnellun punnerruksen keskiarvotulos vastaa myös kuulumista kuntotasosoltaan ylimpään neljännekseen (≥ 17 punnerrusta) (Kuntoa terveydeksi: Aikuisten ALPHA-FIT terveystestit 18-69-vuotiaille, testaajan opas).

Vatsalihastestissä naisten vatsalihasarutistusten keskiarvo oli 53,1 (n = 155). Miehillä vastaava keskiarvo oli 52,8 rutistusta (n = 129). 30-39 -vuotiaiden viitearvoihin verrattuna sekä naisten että miesten keskiarvotulos vastaa ylittä kuntoluokkaa (Kuntoa terveydeksi: Aikuisten ALPHA-FIT terveystestit 18-69-vuotiaille, testaajan opas).

Päätelmät

STRIP-tutkimuksen 25-vuotisseurannassa alustavien tulosten mukaan maksimaalisen hapenottokyvyn keskiarvo on laskenut 9 vuoden aikana miehillä, mutta naisilla maksimaalisen hapenottokyvyn keskiarvo pysyi samana. Miehillä tällöin kuntoluokka oli heikentynyt. Jokaisessa lihaskuntotestissä naisilla ja miehillä saadut tulokset olivat vertailussa ylimmässä neljännessä kuntoluokassa (viitteenä Kuntoa terveydeksi: Aikuisten ALPHA-FIT terveystestistö 18-69-vuotiaille, testaajan opas).

Parantamalla kestävyyskuntoa on mahdollista ehkäistä sydän- ja verisuonitauteja ja niihin liittyvää ennenaikaista kuolleisuutta. Mainitut sairaudet ovat merkityksellisiä kansanterveyden näkökulmasta, joten panostamalla kestävyyskunnan säilymiseen on mahdollista säästää sekä terveydenhuollon kuluissa että vähentää oireilua yksilötasolla. Tutkimuksissa ei oltu huomioitu tutkittavien painonnousua, millä voi olla merkitystä esimerkiksi miesten maksimaalisen hapenottokyvyn heikkemiseen.

Lähteet

Aivohalvaus. Lääkärikirja Duodecim 6.3.2017. Neurologian erikoislääkäri Sari Atula.
http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00001. Luettu 2.1.2017
klo 20:39.

Ateroskleroosi. Terveyskirjasto 11.4.2016. Sisätautien erikoislääkäri Pertti Mustajoki.
http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00095. Luettu
26.9.2017 klo 19:05.

Barlow C.E., LaMonte M.J., FitzGerald S.J., Kampert J.B., Perrin J.L., Blair S.N.:
Cardiorespiratory Fitness Is an Independent Predictor of Hypertension Incidence among
Initially Normotensive Healthy Women. Am J Epidemiol. 2006; 163:142-150.

Carnethon M.R., Gidding S.S., Nehgme R., Sidney S., Jacobs D.R., Liuy K.: Cardiorespiratory
Fitness in Young Adulthood and the Development of Cardiovascular Disease Risk Factors.
JAMA. 2003; 290:3092-3100.

DeFina Laura, Radford Nina, Leonard David, Gibbons Larry, Khera Amit: Cardiorespiratory
Fitness and Coronary Artery Calcification in Women. Atherosclerosis. 2014;233:648-653.

Dyslipidemat. Käypä hoito –suositus 08.04.2013. Suomen Sisätautilääkäreiden yhdistys ry:n
asettama työryhmä. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50025>.
Luettu 8.1.2017 klo 13:30

Eteisvärinä. Käypä hoito –suositus 24.04.2015. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja
Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä.
<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50036>. Luettu 5.2.2017 klo
20:34

Farrell S.W., Kampert J.B., Kohl H.W., Barlow C.E., Macera C.A., Paffenbarger R.S., Gibbons
L.W., Blair S.N. Influences of Cardiorespiratory Fitness Levels and Other Predictors on
Cardiovascular Disease Mortality in Men. Med Sci Sports Exerc. 1998;30(6):899.905.

Gander J.C, Sui X., Hébert J.R, Hazlett L.J., Cai B., Lavie C.J, Blair S.N. Assosiation of
Casrdiorespiratory Fitness With Coronary Heart Disease in Asymptomatic Men. Mayo Clin
Proc. 2015; 90(10):1372-1379.

Hagnäs M., Kurl S., Rauramaa R., Lakka T., Mäkikallio T., Savonen K., Laukkanen J.: The Value
of Cardiorespiratory Fitness and Exercise.induced ST Segment Depression in Predicting
Death from Coronary Heart Disease. International journal of cardiology 196. 2015: 31-33.

Hooker S.P., Sui X., Colabianchi N., Vena J., Laditka J., LaMonte M.J., Blair S.N.
Cardiorespiratory Fitness as a Predictor of Fatal and Nonfatal Stroke in Asymptomatic
Women and Men. Stroke. 2008;39:2950-2957.

Keskinen K. Fyysinen kuntoja sen testaaminen. Kirjassa Vuori I, Taimela S, Kujala U, toim. Liikuntalääketiede. 3.-5. painos. Duodecim, Helsinki, 2011. s. 102-119.

Khan H., Kella D., Rauramaa R, Savonen K, Lloyd M.S., Laukkanen J.A. Cardiorespiratory Fitness and atrial fibrillation: A population-based follow-up study. *Hearth Rhythm*. 2015;12(7):1424-1430.

Kodama S., Saito K., Tanaka S., Maki M., Yachi Y., Asumi M., Sugawara A., Totsuka K., Shimano H., Ohashi Y., Yamada N., Sone H. Cardiorespiratory Fitness as a Quantitative Predictor of All-Cause Mortality and Cardiovascular Events in Healthy Men and Women. A Meta-Analysis. *JAMA*: 2009;301:2024-2035.

Kohonnut verenpaine. Käypä hoito –suositus 22.09.2014. Suomen Verenpaineyhdistys ry. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi04010>. Luettu 8.1.2017 klo 13:23.

Kujala U. Perintötekijät ja liikunta. Kirjassa Vuori I, Taimela S, Kujala U, toim. Liikuntalääketiede. 3.-5. painos. Duodecim, Helsinki, 2011. ss. 55-59.

Kuntoa terveydeksi: Aikuisten ALPHA-FIT terveystestit 18-69-vuotiaille Testaajan opas. UKK-instituutti. 31.5.2010. http://www.ukkinstituutti.fi/filebank/495-Alpha_testaajan_opas.pdf. Luettu 27.11.2017 klo 20:21

Laukkanen J.A., Zaccardi F., Khan H., Kurl S., Jae S.Y., Rauramaa R. Long-term Change in Cardiorespiratory Fitness and All-Cause Mortality: A Population-Based Follow-up Study. *Mayo Clin Proc*. 2016;91(9):1183-1188.

Lee D.C., Artero E.G., Sui X., Blair S.N. Mortality trends in the general population: the importance of cardiorespiratory fitness. *Journal of Psychopharmacology*. 2010;24(11):27-35.

Liu J., Sui X., Lavie C.J., Zhou H., Park Y-M.M., Cai B., Liu J. Blair S.N. Effects of Cardiorespiratory Fitness on Blood Pressure Trajectory With Aging in a Cohort of Healthy Men. *J Am Coll Cardiol* 2014;64:1245-1253.

MET- energiankulutuksen ja fyysisen aktiivisuuden mittari. Lääkärikirja Duodecim 2015. Eija Kutinlahti. https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01039. Luettu 30.12.2017 klo 17:12.

Pahkala K., Laitinen T.T., Heinonen O.J., Viikari J.S.A., Rönnemaa T., Niinikoski H., Helajärvi H., Juonala M., Simell O., Raitakari O.T.: Association of Fitness With Vascular Intima-Media Thickness and Elasticity in Adolescence. *Pediatrics*. 2013;132:e77-e84.

Pahkala K., Hernelahti M., Heinonen O.J., Raitinen P., Hakanen M., Lagström H., Viikari J.S.A., Rönnemaa T., Raitakari O.T., Simell O.: Body Mass Index and Physical Activity From Childhood Through Adolescence. *Br J Sport Med*. 2013;47:71-77.

- Parky Y-M.M., Sui X., Liu J., Zhou H., Kokkinos P.F., Lavie C.J., Hardin J.W., Blair S.N. The Effect of Cardiorespiratory Fitness on Age-Related Lipids and Lipoproteins. *J Am Coll Cardiol.* 2015; 65:2091-100.
- Qureshi W.T, Alirhayim Z., Blaha M.J. Jurascheck S.P., Keteyian S.J., Brawner C.A., Al-Mallah M.H. Cardiorespiratory Fitness and Risk of Incident Atrial Fibrillation. Results From the Henry Ford Exercise Testing (FIT) Project. *Circulation.* 2015;131:1827-1834.
- Sepelvaltimotauti. Terveyskirjasto, Duodecim. 19.12.2016. Kardiologian erikoislääkäri Raimo Kettunen. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00077. Luettu 5.2.2017 klo 20:17.
- Shook R.P, Lee D.C, Sui X., Prasad V., Hooker S.P., Church T.S., Blair S.N.: Cardiorespiratory Fitness Reduces the Risk of Incident Hypertension Associated With a Parental History of Hypertension. *Hypertension.* 2012; 59:1220-1224.
- Shvartz E, Reibold RC: Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years: a review. *Aviat Space Environ Med* 1990; 61:3-11.
- Simell O., Niinikoski H., Rönnemaa T., Raitakari O.T., Lagström H., Laurinen M., Aromaa M., Hakala P., Jula A., Jokinen E., Välimäki I., Viikari J.: Cohort Profile: The STRIP Study (Special Turku Coronary Risk Factor Intervention Project), an Infancy-onset Dietary and Life-style Intervention Trial. *International Journal of Epidemiology* 2009; 38:650-655.
- Strandberg T. Vanhuksen verenpaine. Kirjassa Jousimaa J., Alenius H., Atula S., Berghem N., Kattainen A., Kunnamo I., Pelttari H., Teikari M. (toim.) Lääkäriin käsikirja. 12.painos. Duodecim, Helsinki, 2017. s. 929.
- Sui X., LaMonte M.J., Blair S.N.: Cardiorespiratory Fitness and Risk of Nonfatal Cardiovascular Disease in Women and Men With Hypertension. *Am J Hypertens.* 2007; 20:608-615.
- Sui X., LaMonte M.J., Blair S.N. Cardiorespiratory Fitness as a Predictor of Nonfatal Cardiovascular Events in Asymptomatic Women and Men. *Am J Epidemiol.* 2007; 165:1413-1423.
- Zafir B., Azaiza M., Gaspar T., Dobrecky-Mery I., Azenot M., Lewis B.S., Rubinstein R., Halon D.A. Low Cardiorespiratory Fitness and Coronary Artery Calcification: Complementary Cardiovascular Risk Predictors in Asymptomatic Type 2 Diabetics. *Atherosclerosis.* 2015;241:634-640.