JYX JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.

Author(s): Finni Juutinen, Taija; Pesola, Arto

Title: Liikunta ja liikkumattomuus vaikuttavat terveyteesi - yhdessä ja erikseen

Year: 2017

Version: Published version

Copyright: © Kirjoittajat & Liikuntatieteellinen Seura ry, 2017.

Rights: In Copyright

Rights url: http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en

Please cite the original version:

Finni Juutinen, T., & Pesola, A. (2017). Liikunta ja liikkumattomuus vaikuttavat terveyteesi - yhdessä ja erikseen. Liikunta ja tiede, 54(5), 32-37. https://www.lts.fi/media/liikunta-tiede-lehden-artikkelit/5_2017/lt-5-17_32-37_lowres.pdf

Teksti: TAIJA JUUTINEN FINNI, ARTO PESOLA

Liikunta ja liikkumattomuus vaikuttavat terveyteesi – yhdessä ja erikseen

Liikunnan (fyysinen aktiivisuus) ja liikkumattomuuden (paikallaanolo) ajatellaan usein olevan toistensa vastakohtia ja vaihtoehtoja, vaikka normaalissa elämässä ne esiintyvät vuorotellen pitkin päivää jopa hyvinkin lyhyinä jaksoina. Osa liikunnan ja liikkumattomuuden terveysvasteista tulee niiden itsenäisistä vaikutuksista, osa niiden yhteisvaikutuksista.

Kuva: ANTERO AALTONEN

Istumisen vähentämisen on ajateltu tuovan terveyshyötyjä varsinkin silloin, kun liikuntasuositukset eivät täyty. Liikuntasuosituksia täydentämään julkaistiinkin vastikään istumissuositukset (STM 2015). Nykyiset suositukset eivät kuitenkaan vielä ota kantaa siihen ovatko liikunnan terveysvaikutukset erilaisia riippuen istumisen määrästä.

Liikunta ei vähennä istumisaikaa

Liikkumattomuuden voi ajatella vaikuttavan liikuntavasteeseen sen kautta, että liikkumattomuus vähentäisi liikunnan määrää. Useiden epidemiologisten tutkimusten mukaan näyttää kuitenkin siltä että liikkumattomuuden määrä ei ole yhteydessä liikunnan määrään (Craft ym. 2012). Paitsi terveillä henkilöillä, myös 2-tyypin diabeetikoilla tehdyssä tutkimuksessa havaittiin vain heikko negatiivinen korrelaatio istumisen ja päivittäisten askelten määrän välillä (Brazeau ym. 2015).

Omissa tutkimuksissamme olemme vastaavasti havainneet, että liikunnan sisällyttäminen päivään ei näytä vähentävän lihasten passiivista aikaa, vaikka päivän keskimääräistä lihasaktiivisuuden intensiteettiä ja energiankulutusta se lisääkin (Finni ym. 2014 ja 2016). Syynä sille, että istuminen ja liikunta ovat itsenäisiä käyttäytymismalleja saattaa olla se, että istuminen kattaa suurimman osan päivästä, mutta liikunta vain pienen osan. Tuolle pienelle liikuntasessiolle voi siis löytyä aikaa suuresta istumismäärästä huolimatta. Lisäksi istuminen ja liikunta tapahtuvat usein hyvin eri ympäristöissä; toimistossa istutaan sosiaalisten normien, rakennetun ympäristön ja työvelvoitteiden alaisina, jolloin istumisen vähentäminen on vaikeampaa. Sen sijaan vapaa-ajan liikunnalle tarjoutuu mahdollisuuksia joihin tarttuminen voi olla helpompaa (Pesola ym. 2017).

Objektiivisesti mitattu liikkumattomuus ei siis näytä vaikuttavan liikunnan kestoon. Psykologisesta näkökulmasta katsoen on kuitenkin mahdollista, että vahvasti istumista suosivien toimintojen motiivit – kuten TV:n katseluun, lukemiseen ja tietokonepelien pelaamiseen liittyvät motiivit – estävät liikunnan harrastamista riippumatta henkilön motivaatiosta harrastaa liikuntaa (Rollo ym. 2016). Toisin sanoen, liikkumattomuutta suosiva käyttäytymismalli voi vaikuttaa liikunnan harrastamattomuuteen.

Parantaako liikkumattomuus liikuntavastetta?

Kun tutkittiin yli miljoonan ihmisen istumisajan ja fyysisen aktiivisuuden yhteyttä ennenaikaiseen kuolleisuuteen, havaittiin, että mitä enemmän istut, sen suuremman suhteellisen lisähyödyn saat liikunnasta (Ekelund ym. 2016). Yli kahdeksan tuntia päivässä istuvilla kohtuukuormitteisen liikunnan lisääminen viidestä minuutista 60 minuuttiin päivittäin pienentäisi riskiä noin 20 prosenttia enemmän kuin vastaavan liikuntamäärän lisääminen niillä, jotka istuivat alle neljä tuntia päivässä.

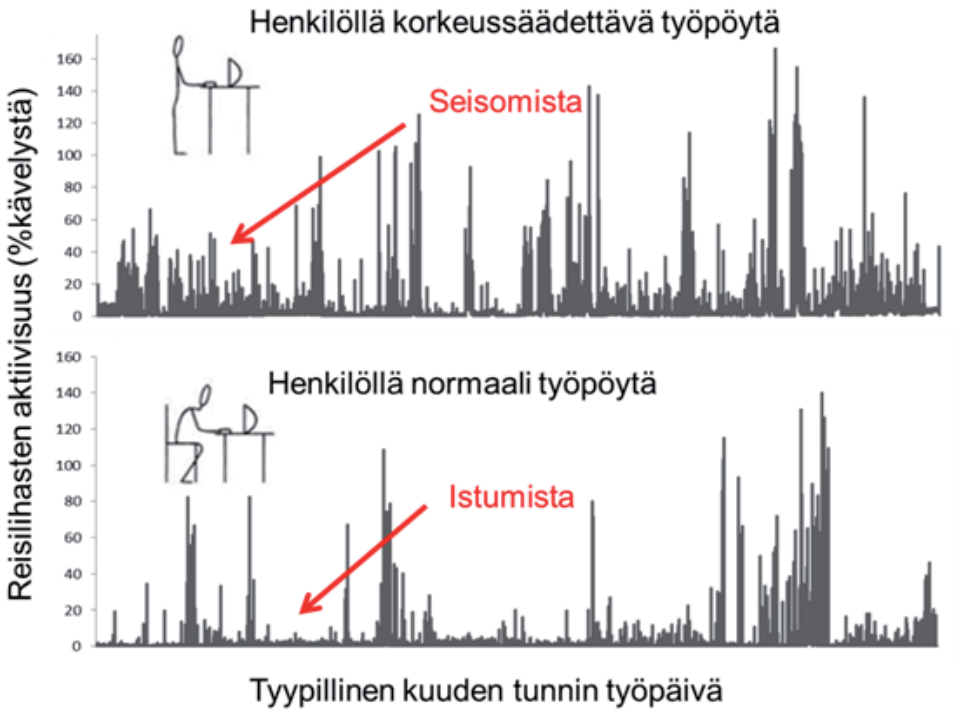
Toisessa meta-analyysissä selvitettiin istumisen annos-vaste-suhdetta ennenaikaiseen kuolemanriskiin (Chau ym. 2013). Kun tuloksia tarkasteltiin vakioimalla liikunnan harrastamisen vaikutus, pienentyi ennenaikaisen kuoleman riski kaksi prosenttia jokaista vähennettyä istumistuntia kohti niillä, jotka istuivat 3–7 tuntia päivässä. Sen sijaan yli seitsemän tuntia istuvilla riski pieneni viisi prosenttia jokaista vähennettyä istumistuntia kohti. Jos liikunnan määrää ei vakioitu, niillä, jotka istuivat 4–8 tuntia päivässä, jokainen tunti vähemmän istumista pienensi riskiä edelleen samat kaksi prosenttia. Sen sijaan yli kahdeksan tuntia istuvilla jokainen tunti vähemmän istumista oli yhteydessä kahdeksan prosenttia pienenpään riskiin. Pienillä istumismäärillä liikunnan vakioiminen ei siis vaikuttanut riskin suuruuteen. Sen sijaan paljon istuvilla liikunnan harrastaminen vähensi riskiä kolmella prosenttiyksiköllä.

Paljon istuvat hyötyvät siis enemmän liikunnan harrastamisesta. Täytyy silti muistaa että absoluuttinen riski on pienempi alle neljä tuntia istuvilla kuin kahdeksan tuntia istuvilla, eli suhteellisesti suuremman liikuntahyödyn selitti heikompi lähtötaso. Lisäksi tulkinnassa on hyvä muistaa, että havainnointitutkimuksista ei voi suoraan päätellä kausaalisuutta.

Liikunta ei aina kompensoi liikkumattomuuden haittoja

Liikunnalla ei pystytä vaikuttamaan edullisesti kaikkiin niihin fysiologisiin prosesseihin, joihin istuminen vaikuttaa negatiivisesti. Tätä on tutkittu kokeellisilla asetelmilla kuten vuodelevolla, joka on ääriesimerkki passiivisesta elämäntyylistä. Yhdeksän päivän vuodelepo muutti raajalihaksessa useita insuliiniresistenssin ja 2-tyypin diabeteksen kehittymiseen liittyvien geenien ilmenemistä. Heikentävä vaikutus kohdistui vahvimmin oksidatiiviseen fosforylaatioon, verisuonten toimintaan ja glukoosimetaboliaan liittyviin geeneihin. Vuodelevon jälkeen tehty neljän viikon liikuntaharjoittelu vaikutti edullisesti 83 prosenttiin niistä geeneistä, joiden toimintaa vuodelepo muutti. Sen sijaan 17 prosenttia vuodelepojakson muokkaamista geeneistä ei reagoinut liikuntaharjoitteluun vaan pysyi vuodelevon aikaisella tasolla (Alibegovic et al. 2010). Liikunnalla ei siis aina pysty vaikuttamaan äärimmäisen passiivisuuden aiheuttamaan vasteeseen, vaan tarvitaan tietty arkiaktiivisuuden taso, joka ylläpitää passiivisuudelle alttiiden geenien toimintaa.

Toisessa kaksi kuukautta kestäneessä interventiotutkimuksessa aiemmin liikuntaa harrastamattomilla miehillä liikuntaharjoittelun lisääminen ei laskenut paasto- tai aterian jälkeistä insuliinipitoisuutta. Tutkimuksessa oli myös toinen ryhmä, joka aiemmin harrasti liikuntaa, mutta tutkimuksen aikana vähensi liikuntaa vastaavan määrän, kuin toinen ryhmä lisäsi. Liikuntaa vähentäneellä ryhmällä paasto- ja aterian jälkeinen insuliinipitoisuus nousi vaikka energiansaantia vähennettiin vastaamaan kulutusta. Lisäksi liikunnan väheneminen lisäsi ravinnosta peräisin olevien rasvahappojen määrää verenkierrossa. Rasvojen hapettaminen laski liikunnan vähentä-



KUVA 1. Korkeussäädettävä työpöytä tuo mahdollisuuden säännölliseen asennon vaihtamiseen työpäivän aikana. Korkeussäädön säännöllinen käyttö lisää reisilihasten aktiivisuutta ja energiankulutusta vaikuttaen positiivisesti aineenvaihduntaan. Kuva muokattu Ying Gaon väitöskirjasta, data artikkelista (Gao ym. 2016).

misen myötä, mikä oli yhteydessä lisääntyneeseen insuliinin tuotantoon (Bergouignan ym. 2013). Liikunnan vähentämisen ja lisäämisen vasteet eivät siis olleet symmetrisiä.

Miksi istuminen (ei vain liikunnan puute) on vaarallista?

Istuessa lihaksemme ovat levossa, ja niiden energian tarve on pieni. Pitkäkestoinen istuminen ja siitä johtuva vähäinen energiankulutus voivat aiheuttaa positiivisen energiatasapainon, joka voi olla yksi, mutta ei kuitenkaan ainoa mekanismi istumisen haitallisuudessa. Istumisen haittoja ei voi torjua pelkästään syömistä vähentämällä.

Istumisen terveysriskien onkin ehdotettu liittyvän paitsi alhaiseen energiankulutukseen ja ruuanjälkeiseen ravintoainekuormaan myös lihasten aktiivisuuden puutteeseen, mitkä yhdessä johtavat positiiviseen energiatasapainoon ja insuliiniresistenssiin. Istumisen itsenäinen rooli näissä mekanismeissa liittyy lihassupistusvälitteisen insuliinisignaloinnin heikentymiseen, rasvan aineenvaihduntatuotteiden kertymiseen lihassoluun, endoteelin toiminnan heikentymiseen, ja sitä kautta lihaksen insuliiniresistenssin kasvuun (Hamilton 2017, Pesola ym. 2016).

Istumisen vähentämisen hyödyllisyydestä päivittäisen glukoosinsäätelyn parantumiselle on näyttöä useista lyhytaikaisista laboratoriokokeista. Istumisen tauottamisella on saatu parannettua ruuanjälkeistä glukoosinsäätelyä sekä lihavilla että normaalipainoisilla ihmisillä (Benatti & Ried-Larsen 2015).

Taukojen jakaminen pitkin päivää on tarpeellista. Hollantilaistutkimuksessa havaittiin että saman energiamäärän kuluttaminen pitkin päivää seisoskellen ja kävellen oli tehokkaampaa insuliiniherkkyyden parantamisessa kuin yhdessä harjoituksessa tehty liikunta, jos loppupäivä istuttiin (Duvivier et al. 2013). Vastaavassa asetelmassa arkiaktiivisuus paransi jatkuvalla glukoosimonitoroinnilla mitattua 24 tunnin glukoositasoa ja insuliiniherkkyyttä 2-tyypin diabeetikoilla (Duvivier ym. 2017).

Istumisen tauottaminen kevyelläkin fyysisellä aktiivisuudella aktivoi lihassupistuvälitteiseen glukoosinottoon liittyviä signalointireittejä (Bergouignan ym. 2016). Istumisen tauottaminen kevyellä aktiivisuudella kolmen päivän ajan johti insuliinisignaloinnin parantumiseen, mistä osa saattaa selittyä rasvojen hapettamisen parantumisesta (Bergouignan ym. 2016). Laboratoriossa tehdyssä tutkimuksessamme yön yli kestäneen paaston ja glukoosin nauttimisen jälkeinen seisomatyö, joka lisäsi jalkalihasten aktiivisuutta yli 170 prosenttia istumiseen verrattuna, lisäsi rasvojen käyttöä energiana istumatyöhön verrattuna (Gao et al. 2017). Rasvojen polttoa voi siis tehostaa kevyelläkin aktiivisuudella.

Aktivoi lihaksia pitkin päivää

Pitkäkestoisella lihasten passiivisuudella on vaikutusta myös syvien laskimotukosten vaaraan, joita voidaan ehkäistä säännöllisellä lihasten aktivoinnilla, kuten esimerkiksi mannertenvälisillä lennoilla suositellaan. Säännöllisen, pitkin päivää tapahtuvan lihasten aktivoinnin puolesta kertovat myös tutkimukset LPP1-geenin (lipid phosphate phosphatase 1) toiminnasta, jolla on mahdollinen rooli muun muassa verenvuodon tyrehtymisessä, syövässä ja tulehduksissa. Ihmisillä ja rotilla LPP1-geenin ilmenemisen havaittiin pienenevän nopeasti (tunneissa) heti passiivisuuden alettua ja pysyvän matalana, vaikka koko päivän passiivisuutta rikottiin yhden tunnin liikuntaharjoituksella (Zderdic & Hamilton 2012).

Omissa tutkimuksissamme olemme pyrkineet selvittämään pientenkin lihasaktiivisuuksien terveydellistä merkitystä elektromyografian (EMG) avulla (kts. Juutinen Finni 2010, 2012; Pesola 2017). EMG kertoo milloin ja kuinka suurella intensiteetillä lihakset aktivoituvat. On tärkeä huomata, että nimenomaan lihasten aktiivisuus saa aikaan kohonneen aineenvaihdunnan ja energiankulutuksen (Caspersen ym. 1985). Jo pienetkin lihasaktiivisuudet jotka toistuvat päivän mittaan useita kertoja, kuten seisomannousut ja käveleskely, tuottavat tärkeitä signaaleja ylläpitämään aineenvaihduntaa ja terveyttä, eli ehkäisemään lihasten passiivisuuden negatiivisia vaikutuksia.

Onkin ehdotettu, että lihasten passiivisuuden tuomia haittoja pystytään parhaiten ehkäisemään ylläpitämällä lihasten aineenvaihduntaa lihasaktiivisuuden avulla pitkin päivää (Hamilton 2017). Yhtenä keinona ovat suosiotaan lisänneet sähköisesti säädettävät työpöydät, jotka mahdollistavat toimistotyön tekemisen useassa asennossa. Erityisesti asennon vaihtaminen säännöllisesti pitkin päivää mahdollistaa ja aktivoi lihaksia, mutta myös seisominen ylläpitää lihasaktiivisuutta, kuten kuvasta 1 käy ilmi.

Istumisen vähentäminen – vähän liikkuvien pelastus?

Vaikka vähän liikkuviin on kohdistettu monenlaisia toimenpiteitä ja hankkeita (kts. liikuntahankkeet.fi), vaikuttaa monen matka sohvaperunasta terveysliikuntasuositukset täyttäväksi ideaaliliikkujaksi olevan liian pitkä. Vähän liikkuvat voivat kuitenkin huokaista helpotuksesta. Jos liikunnan lisääminen ei ole mahdollista, voi hyötyjä siis saada jo istumisen vähentämisestä.

Jo aiemmin mainitun, yli miljoona ihmistä kattaneen meta-analyysin mukaan 25 prosenttia väestöstä kertyy viikossa vain 2,5 MET-tuntia kohtuukuormitteista liikuntaa (1 MET [metabolic equivalent] vastaa energiankulutusta hiljaisessa istumisessa). Tähän ryhmään kuuluvat henkilöt käyttävät kohtuukuormitteiseen liikuntaan keskimäärin viisi minuuttia päivittäin, tai 35 minuuttia yhtenä päivänä viikossa. Jos tämä vähiten liikkuva neljännes vähentäisi istumista kahdeksasta tunnista neljään tuntiin päivässä, pienenisi heidän ennenaikaisen kuoleman riskinsä 27 prosenttia vaikka liikunnan määrässä ei tapahtuisi muutosta. Jos vähän liikkuva vähentää istumista 6–8 tunnista tai 4–6 tunnista neljään tuntiin päivässä, pienenee hänen ennenaikainen kuoleman riskinsä yhdeksän prosenttia tai kahdeksan prosent-

tia vastaavasti. Olettaen, että tästä havainnointitutkimuksesta voi päätellä kausaalisuutta, istumisella näyttäisi olevan annosvastesuhde ennenaikaisen kuoleman riskiin.

Istumista vähentämällä voi saavuttaa terveyshyötyjä, vaikka liikunnan määrässä ei tapahtuisi muutosta. Oman interventiotutkimuksemme (Finni ym. 2011) tarkoituksena oli selvittää voiko toimistotyötä tekeville pienten lasten vanhemmille annetulle istumisen vähentämiseen tähtäävällä neuvonnalla vähentää istumista ja edistää terveyttä vuoden aikana. Havaitsimme, että paikallaanolon määrä laski vapaa-ajalla noin 21 minuuttia päivässä kolmen kuukauden kohdalla. Vuoden seurannan aikana interventioryhmän paikallaanolon määrä nousi lähtötasolle. Sen sijaan kontrolliryhmällä vapaa-ajan paikallaanolon määrässä oli kasvava trendi vuoden aikana. Neuvonta siis ennaltaehkäisi vapaa-ajan paikallaanolon lisääntymistä (Pesola ym. 2017).

Huolimatta vain pienestä paikallaanolon vähentämisestä, sai interventioryhmä joitakin terveyshyötyjä vuoden aikana. Kolmen kuukauden kohdalla interventioryhmän paastoglukoosi parani kontrolliryhmää enemmän. Vuoden seurannan jälkeen interventioryhmän jalkojen lihasmassa ja paino pysyivät muuttumattomina, kun kontrolliryhmän jalkojen lihasmassa laski ja paino nousi hieman. Objektiivisesti mitatun keski-kovatehoisen aktiivisuuden määrässä ei havaittu systemaattisia muutoksia, eikä energiansaannin muutoksissa ollut eroja ryhmien kesken. Tämä interventio on yksi pisimmistä nimenomaan istumisen vähentämiseen tähdänneistä interventioista. Näyttää siltä, että jo pieni istumisen vähentäminen, tai istumisajan lisääntymisen ennaltaehkäisy, riittää ennaltaehkäisemään negatiivisia terveysvaikutuksia jo vuoden sisällä (Pesola ym. 2017).

On huomattavaa, että mikä tahansa istuminen ei välttämättä ole pahasta. Koska työajalla istumista voi olla vaikea vähentää (Pesola ym. 2017) onkin helpotus, että suurimman hyödyn saa, kun jättää istumisen television ääressä vähemmälle. Erityisen suuri hyppäys riskissä nähdään henkilöillä, jotka katselevat TV:tä yli viisi tuntia päivässä. Jos he vähentäisivät katseluaan 3–4 tuntiin päivässä ennenaikaisen kuolleisuuden riski pienenisi 20–30 prosenttia riippuen heidän fyysisen aktiivisuuden tasostaan (Ekelund ym. 2016).

Lisääkö istuminen aktiiviliikkujan riskiä?

Ekelund ym. (2016) meta-analyysissä eniten liikkuvalla neljänneksellä, lisääntyvä istuminen ei lisännyt ennenaikaisen kuoleman riskiä. Tämän havainnointitutkimuksen mukaan riittävän suurella liikunnan määrällä liikkumattomuus ei siis enää vaikuta liikuntavasteeseen. Sen sijaan lopuilla 75 prosentilla tutkimusjoukosta, joilla liikuntamäärä jäi alle 35,5 MET-tuntiin viikossa, istumisen vähentämisestä oli hyötyä.

Paljon liikkuvista ihmisistä kuitenkin ne, jotka katselevat televisiota yli viisi tuntia päivässä omaavat kohonneen riskin. TV:n katseluun liittyvän istumisen erityistä haitallisuutta selitetään muun muassa napostelulla. Toisaalta ruuan jälkeisellä istumisella on havaittu olevan haitallisia vaikutuksia glukoosi- ja rasva-aineenvaihduntaan useissa tutkimuksissa (Benatti & Ried-Larsen 2015). Huomattavaa on, että myös fyysisesti aktiiviset henkilöt hyötyvät pitkien istumajaksojen tauotuksesta, kunhan tauko on riittävän pitkä ja fyysisesti hieman kuormittava (Benatti & Ried-Larsen 2015).

Yli 35,5 MET-tuntia liikuntaa viikossa poistaa siis työperäisen päivittäisen istumisen vaikutukset ennenaikaiseen kuolleisuuteen. Tämä tarkoittaa 60–75 minuuttia kohtuukuormitteista liikuntaa päivittäin. Jos harrastat vähemmän, istumisen vähentämisestä on sinulle hyötyä.

Tutkimukset tukevat tauottamista

Paljon istuvat saavat eniten terveyshyötyjä liikunnan lisäämisestä, mutta suurella liikunnan määrällä liikkumattomuus ei enää vaikuta liikuntavasteeseen. Koska väestötasolla liikuntaa harrastetaan vähän, on istumisen vähentämisellä mahdollista vaikuttaa väestön terveyteen. Vaikka tässä artikkelissa olemme esitelleet tuloksia erityisesti ennenaikaiseen kuolemanriskiin liittyen, pienikin liikunnan lisäys alentaa myös muun muassa syöpäriskiä ja sydän- ja verisuonitautien riskiä. Esitellyt tutkimukset tukevat suositusta istumisen tauottamisesta pitkin päivää. Tauottamisessa on olennaista suurten luurankolihasten aktivointi, ja onkin hyvä huomata että lihaksilla tärkeä aineenvaihdunnallinen, endo- ja parakriininen vaikutus pelkän voimantuoton lisäksi. Vaikka lihasten aktivoiminen pitkin päivää matalammallakin tasolla on tärkeää, saadaan parhaat terveyshyödyt yhdessä kohtuukuormitteisen liikunnan säännöllisen harrastamisen kanssa.

TÄLLÄ VÄLTÄT ISTUMISEN HAITAT

Esimerkkejä mitä 35,5 METh/viikko voisi olla:

Esimerkki 1:
- ➔ Aerobic tunti, 2h viikossa (á 6 MET) = 12 METh
- ➔ Juoksua 10 km/h, 2 h viikossa (á 10 MET) = 20 METh
- ➔ Kuntounintia 1 tunti (á 4 MET) = 4 MET
- ➔ Yhteensä viikossa 36 METh

Esimerkki 2:
- ➔ Työmatkapyöräily viitenä päivänä viikossa, 30+30min (á 4 MET) = 20 METh
- ➔ Molempina viikonloppupäivinä hiihtolenkki 7km/h, 1 h kerrallaan (á 8MET) = 16 METh
- ➔ Yhteensä viikossa 36 METh

Nämä esimerkit ovat keskimääräisiä, mutta niitä voi korjata iän, painon, pituuden ja sukupuolen mukaan tarkemmiksi käyttäen Harris Benedict-yhtälöitä Compendium of Physical Activity sivuston taulukosta.

TAIJA JUUTINEN FINNI, LitT
Professori
Liikuntatieteellinen tiedekunta
Jyväskylän yliopisto
Sähköposti:taija.finni@jyu.fi

ARTO PESOLA, LitT
Tutkimuspäällikkö
XAMK Active Life Lab
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Mikkeli
Sähköposti: arto.pesola@xamk.fi

LÄHTEET:

Alibegovic AC, Sonne MP, Højbjerre L, Bork-Jensen J, Jacobsen S, Nilsson E, Faerch K, Hiscock N, Mortensen B, Friedrichsen M, Stallknecht B, Dela F, Vaag A. 2010. Insulin resistance induced by physical inactivity is associated with multiple transcriptional changes in skeletal muscle in young men. Am J Physiol Endocrinol Metab 299:E752–63.

Benatti FB, Ried-Larsen M. 2015. The Effects of Breaking up Prolonged Sitting Time: A Review of Experimental Studies. Med Sci Sports Exerc 47(10):2053–61.

Bergouignan A, Momken I, Lefai E, Antoun E, Schoeller DA, Platat C, Chery I, Zahariev A, Vidal H, Gabert L, Normand S, Freyssenet D, Laville M, Simon C, Blanc S. 2013 Activity energy expenditure is a major determinant of dietary fat oxidation and trafficking, but the deleterious effect of detraining is more marked than the beneficial effect of training at current recommendations. Am J Clin Nutr 98(3):648–58.

Bergouignan A, Latouche C, Heywood S, Grace MS, Reddy-Luthmoodoo M, Natoli AK, Owen N, Dunstan DW, Kingwell BA. 2016. Frequent interruptions of sedentary time modulates contraction- and insulin-stimulated glucose uptake pathways in muscle: Ancillary analysis from randomized clinical trials. Sci Rep 24;6:32044.

Brazeau AS, Hajna S, Joseph L, Dasgupta K. 2015. Correlates of sitting time in adults with type 2 diabetes. BMC Public Health 19;15:793.

Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. 1985. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. Public Health Rep 100(2):126–31.

Chau JY, Grunseit AC, Chey T, Stamatakis E, Brown WJ, Matthews CE, Bauman AE, van der Ploeg HP. 2013. Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. PLoS One 13;8(11):e80000. Compendium of Physical Activities https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/home

Craft LL, Zderic TW, Gapstur SM, Vaniterson EH, Thomas DM, Siddique J, Hamilton MT. 2012. Evidence that women meeting physical activity guidelines do not sit less: an observational inclinometry study. Int J Behav Nutr Phys Act 4:9:122.

Duvivier BM, Schaper NC, Bremers MA, van Crombrugge G, Menheere PP, Kars M, Savelberg HH. 2013. Minimal intensity physical activity (standing and walking) of longer duration improves insulin action and plasma lipids more than shorter periods of moderate to vigorous exercise (cycling) in sedentary subjects when energy expenditure is comparable. PLoS One 8(2):e55542.

Duvivier BM, Schaper NC, Hesselink MK, van Kan L, Stienen N, Winkens B, Koster A, Savelberg HH. 2017. Breaking sitting with light activities vs structured exercise: a randomised crossover study demonstrating benefits for glycaemic control and insulin sensitivity in type 2 diabetes. Diabetologia 60(3):490–498.

Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ, Fagerland MW, Owen N, Powell KE, Bauman A, Lee IM; Lancet Physical Activity Series 2 Executive Committe; Lancet Sedentary Behaviour Working Group. 2016. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. Lancet 24;388(10051):1302–10.

Finni T, Sääkslahti A, Laukkanen A, Pesola A, Sipilä S. 2011. A family based tailored counselling to increase non-exercise physical activity in adults with a sedentary job and physical activity in their young children: Design and methods of a year-long randomized controlled trial. BMC Public Health 11:944.

Finni T, Haakana P, Pesola AJ, Pullinen T. 2014. Exercise for fitness does not decrease the muscular inactivity time during normal daily life. Scand J Med Sci Sport 24(1):211–9.

Finni T, Uusi-Vähälä M, Pesola AJ, Taipale RS. 2016. Do running and strength exercises reduce daily muscle inactivity time? AIMS Public Health 3, 4: 702-721.

Gao Y, Cronin NJ, Pesola AJ, Finni T. 2016. Muscle activity patterns and spinal shrinkage in office workers using a sit-stand workstation versus a sit workstation. Ergonomics 59(10):1267–74.

Gao Y, Silvennoinen M, Pesola A, Kainulainen H, Cronin NJ, Finni T. 2017. Acute metabolic response, energy expenditure and EMG activity in sitting and standing. Med Sci Sport Exerc 49(9):1927–1934.

Hamilton MT. 2017 The role of skeletal muscle contractile duration throughout the whole day: reducing sedentary time and promoting universal physical activity in all people. J Physiol Jun 28. Epub ahead of print.

Juutinen Finni T. 2010. Lihas lepää pääosan päivää – liikkuvallakin. Liikunta ja Tiede 47, 4(10):26–29.

Juutinen Finni T. 2012. Ne pienet päivittäiset lihasaktiivisuusteot. Liikunta ja Tiede 49, 5(12):41–23.

Pesola A. 2017. Onko istumisen vähentäminen hyödyllistä - tai edes mahdollista? Liikunta ja Tiede 54, 1(17):36–41.

Pesola AJ, Laukkanen A, Heikkinen R, Sipilä S, Sääkslahti A, Finni T. 2017. Accelerometer-assessed sedentary work, leisure time and cardio-metabolic biomarkers during one year: effectiveness of a cluster randomized controlled trial in parents with a sedentary occupation and young children. PloS ONE 12(8):e0183299.

Pesola AJ, Pekkonen M, Finni T. 2016. Liiallinen istuminen on vaarallista – mutta miksi? Duodecim 136(21): 1964–71.

Rollo S, Gaston A, Prapavessis H. 2016. Cognitive and motivational factors associated with sedentary behavior: A systematic review. AIMS Public Health 3, 956–984.

STM 2015. Istu vähemmän - voi paremmin! Kansalliset suosituksen istumisen vähentämiseen. Sosiaali- ja terveysministeriön esitteitä.

Zderic TW, Hamilton MT. 2012. Identification of hemostatic genes expressed in human and rat leg muscles and a novel gene (LPP1/PAP2A) suppressed during prolonged physical inactivity (sitting). Lipids Health Dis 12;11:137.