

Hengitysvoiman mittaaminen maksimaalisena suupaineena ja fyysisen aktiivisuuden määrittäminen MET-menetelmällä obstruktiivista uniapneaa sairastavilla miespotilailla.

Tiina Kaistila

Fysioterapian pro gradu -tutkielma
Kevät 1998
Terveystieteen laitos
Jyväskylän yliopisto

Hengitysvoiman mittaaminen maksimaalisena suupaineena ja fyysisen aktiivisuuden määrittäminen MET-menetelmällä obstruktiivista uniapneaa sairastavilla miespotilailla.

Ohjaajat: apul. prof. Esko Mälkiä ja el Seppo Saarelainen (TAYS)

**Tiina Kaistila
Fysioterapian pro gradu-tutkielma
Terveystieteen laitos
Jyväskylän yliopisto
kevät 1998**

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko obstruktiivista uniapneaa sairastavien miespotilaiden staattinen maksimaalinen sisään- ja uloshengitysvoima erilainen kuin terveiden miesverrokkien. Osaongelmana oli, onko CPAP -hoidettujen uniapneapotilaiden hengitysvoima erilainen kuin vasta diagnostisoitujen uniapneapotilaiden. Toisena osaongelmana oli, onko kahdella uniapneapotilasryhmällä eroja jonkin muun mitatun parametrin suhteen. Lisäksi kartoitettiin obstruktiivista uniapneaa sairastavien potilaiden fyysistä aktiivisuutta työrasituksen ja vapaa-ajan liikunnan energiankulutuksen arvioinnin keinoin MET-menetelmällä.

Tutkimusta varten mitattiin 80:lta TAYS:n keuhkosairauksien klinikan unitutkimusyksikön potilaalta hengitysvoima MIP/MEP -mittarilla. Puolet mitatuista oli CPAP-hoitoisia potilaita, puolet juuri diagnostisoituja uniapneapotilaita. Fyysisen aktiivisuuden kartoittamiseksi potilailta kysyttiin MET-kyselylomakkeella työn fyysistä rasittavuutta, työtunteja, vapaa-ajan liikuntaharrastusta, sen kestoa ja intensiteettiä. Taustamuuttujiksi potilastiedoista kerättiin tiedot painoindeksistä, tupakointitottumuksista, keuhkofunktiomittauksista (FEV₁ ja FEV%), potilaan iästä sekä sairautta kuvaavat parametrit: tutkimusyon alin happisaturaatio (SaO₂) ja apneaindeksi (AI). Verrokkiaineistona on käytetty samalla mittaustavalla Karvonen ym. (1994) kerättyä 85 terveen miehen aineistoa. Tilastollinen merkitsevyys laskettiin SPSS-ohjelmistolla, tilastollisen merkitsevyyden rajana pidettiin arvoa $p < 0.05$ kaikissa analyysissä.

Uniapneapotilaat eivät eroa tilastollisesti merkitsevästi sisään- tai uloshengitysvoimaltaan terveistä miesverrokeista. Kahden uniapneapotilasryhmän välillä ei myöskään todeta tilastollisesti merkitseviä eroja millään mitatulla hengitysvoima- tai keuhkofunktioparametillä. Fyysisen aktiivisuuden osalta ei löydy keskiarvovertailussa merkitseviä eroja potilasryhmien välillä. Uniapneapotilaat tupakoivat terveitä verrokkeja huomattavasti enemmän.

Johtopäätöksenä totean, että obstruktiivista uniapneaa sairastavat miespotilaat eivät eroa verrokkimiehistä hengitysvoiman suhteen. Hengityslihasvoiman mittaustulos ei tässä otoksessa kerro sairauden vakavuudesta, sillä sairausparametrit eivät korreloi merkitsevästi hengitysvoiman mittauservojen kanssa. Hengitysvoiman mittausta on parhaimmillaan potilasryhmillä, joilla on selvästi alentuneet hengitysvoimat. MET-menetelmällä arvioiden fyysinen aktiivisuus ei korreloi merkitsevästi sairausparametrien kanssa. MET-menetelmä tuntuu hyvältä tavalla arvioida obstruktiivista uniapneaa sairastavan potilaan työn ja vapaa-ajan energiankulutusta. Tarvittaessa energiankulutustason määrittäminen helpottaa liikuntaohjelman laatimista.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	
2. HENGITYKSEN SÄÄTELY UNEN AIKANA.....	3
3. HENGITYKSEN MEKANIikka.....	5
3.1. Ilman kulkeutuminen keuhkoihin.....	5
3.2. Pleurapaine ja alveolaarinen paine.....	5
3.3. Transpulmonaarinen paine.....	6
3.4. Hengitysihasten voima - pituus -riippuvuus.....	8
4. YLÄHENGITYSTIET.....	10
5. OBSTRUktiivinen UNIAPNEAOIREYHTYMÄ.....	12
5.1. Etiologia.....	12
5.2. Uniapnean diagnostisointi.....	14
5.3. Obstruktivisen uniapnean hoito.....	18
5.4. Pitkälle kehittyneen uniapnean seuraamuksia.....	17
6. MAKSIMAALISET STAATTISET SISÄÄN- JA ULOSHENGITYSPAINHEET.....	18
6.1. Suomalaiset viitearvot.....	22
6.2. Staattisten suupaineiden mittaaminen.....	23
7. Fyysisen Aktiivisuuden Määrittäminen.....	26
7.1. Käsitteet.....	26
7.2. MET-menetelmä.....	26
8. MAKSIMAALINEN SISÄÄN- JA ULOSHENGITYSVOIMA MIESPUOLISILLA OBSTRUktiivista UNIAPNEAA SAIRASTAVILLA POTILAILLA MIESVER- ROKKEIHIN NÄHDEN JA NÄIDEN POTILAIDEN Fyysisen Aktiivisuu- DEN Määrittäminen METPRO-MENETELMÄLLÄ.	28
8.1. Tutkimuksen tarkoitus.....	28
8.2. Aineisto ja menetelmät.....	28
8.2.1. Koehenkilöt.....	28
8.2.2. Keuhkofunktio mittaukset.....	30
8.2.3. Painoindeksi, MET ja tupakointi.....	30
8.2.4. Mittalaite.....	31
8.3. Tilastolliset menetelmät.....	32
9. TULOKSET.....	34
10. POHDINTA.....	38
10.1. Tulokset.....	38
10.2. Menetelmät.....	41
10.3. Virhelähteet.....	43
10.4. Kiitokset.....	44
10.5. Johtopäätös.....	44
LÄHTEET.....	45
LIITTEET.....	49

1. JOHDANTO

Ensimmäiset uniapneapotilaat tulivat Piconlinnassa fysioterapeuttiseen ohjaukseen syksyllä 1995, itse unitutkimustoiminta on alkanut TAYS:ssa 1988. Lähinnä fysioterapia heidän kohdallaan tarkoittaa neuvontaa laihduttamisen ja liikunnan välisistä yhteyksistä, potilaalle sopivan laihdutusohjelman muotoilua, terveystieteistä tupakoinnin lopettamisesta ja terveellisen ravinnon merkityksestä. Ravintoterapeutin palveluiden saatavuus on ollut vähäistä viime vuosiin saakka. Vuoden 1996 tammikuusta fysioterapeutti on osallistunut uniapneapotilaiden ensitietokurssin järjestämiseen. Fysioterapeuttina minun on tarvinnut paneutua uniapneaan sairautena perusteita myöten voidakseni ohjata uniapneapotilaita ammatillista luottamusta herättäen.

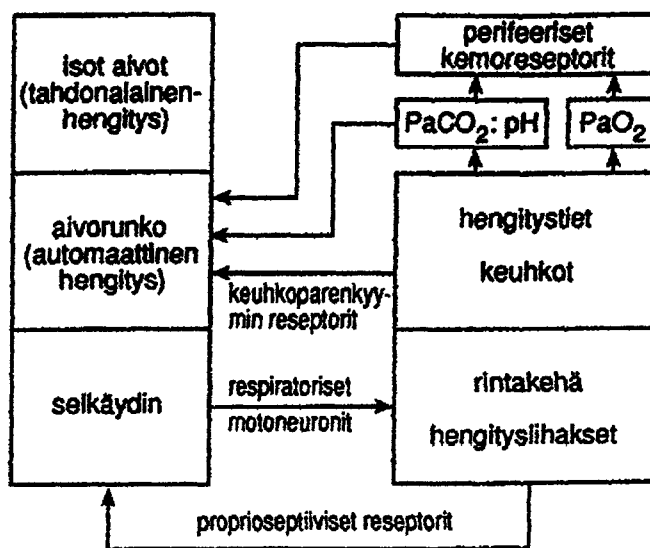
Obstruktiivisessa uniapneasyndroomassa hengitysilman virtaus alentuu tai katkeaa toistuvasti unen aikana. Ylähengitystien ahtautumista seuraa apnea. Tämä nostaa elimistön hiilidioksidipitoisuutta ja aiheuttaa hapen puutetta. Nämä reaktiot vaikuttavat sydämen sykkeeseen, verisuonien supistumiseen, punasolujen kypsymiseen ja aiheuttavat häiriöitä keskushermoston toiminnassa. (Krieger 1990, 266). Hapen puute ja kohonnut hiilidioksidipitoisuus aiheuttavat havahtumisen (arousal). Toistuvat havahtumiset rikkovat unen rakenteen. (Krieger 1990). Potilaat ovat usein tietämättömiä häiriintyneestä unestaan, mutta unen häiriöt ilmenevät muina terveyden häiriöinä kuten päivän aikaisena nukahteluna ja kohonneena riskinä kognitiivisten häiriöiden esiintymiseen (Douglas 1994). Potilaat tekevät apnean aikana hengitysliikkeitä, vaikka hengitystiet ovat sulkeutuneena. Obstruktiivista uniapneaa sairastavien potilaiden laajassa tutkimusaineistossa ei ole tutkittu tämän potilasryhmän hengitysvaimen eroja muuhun väestöön tai toisiin potilasryhmiin.

Uniapneapotilaat ovat normaaliväestöä ylipainoisempia ja tutkimuksissa on todettu painon alenemisen suotuisat vaikutukset obstruktiivisen uniapnean hoitoon (Krieger 1990,287). Ylipainoisesta potilaasta herää epäily, johtuuko laihtumattomuus osin potilaan vähäisestä fyysisestä rasitustasosta. Usein fysioterapeutina tunnen itseni aseettomaksi arvioimaan potilaan mahdollisuuksia muuttaa elintapojaan. MET-menetelmä tuntuu luontevalta tavalla arvioida potilaan nykyinen fyysinen aktiivisuustaso, joten menetelmän soveltaminen tähän työhön oli perusteltua.

Hengitysvaiman mittarina Spira MIP/MEP -mittari on ainoa kotimainen staattista maksimaalista hengitysvaimaa mittaava laite. Laitteen käyttö on melko yksinkertaista, mutta huonon tunnettavuuden takia sen käyttö fysioterapiassa on vähäistä. MIP/MEP-mittauksia on käytetty kansainvälisissä tutkimuksissa jo kolmenkymmenen vuoden ajan.

2. HENGITYKSEN SÄÄTELY UNEN AIKANA

Hengityksen edestakaista rytmikkaa säätelee pääasiassa aivorungon (truncus cerebri) ja siinä eritoten ydinjatkoksen (medulla oblongata) alue. Sääteilyjärjestelmä on pääosin esitetty kuviossa 4. (Sovijärvi ym. 1994, 20)



KUVIO 4. Hengityksen säätely. Kuvassa on merkitty keskushermostoon tulevat ärsykeradat sekä hengitysilihaksiin menevä käskyrata. (Sovijärvi ym.1994,20)

Monet unen aikaiset ongelmat liittyvät häiriöön hengityksen säätelyssä. Hengityksen säätelyn tehtävä unen aikana on homeostaasin ylläpitäminen, jotta elimistön aineenvaihdunta pysyy normaalina. Hengitysilihakset saavat käskynsä medullan alueelta hengityskeskuksesta. Hengityskeskus lähettää ja vastaanottaa pääosin kolmenlaisia signaaleja: 1) kemiallisia viestejä (esim- kemoreseptoreilta, jotka reagoivat PaO₂:n, PaCO₂:n ja pH:n muutoksiin), 2) mekaanisia viestejä (reseptoreilta keuhkoista ja rintakehän seinämiltä, verisuonten seinämistä) ja 3) viestejä isojen aivojen kuorikerroksesta. (Douglas 1994,204).

Miehillä, toisin kuin naisilla, hengityksen säätelyn vaste hapenpuutteeseen alenee NREM-unen aikana. REM-unen aikana vaste alenee sekä miehillä että naisilla. Hengityksen säätelyn vaste

hiilidioksidipitoisuuden kasvuun alenee NREM-unen aikana sukupuolesta riippumatta. Douglasin (1994) omien tutkimusten mukaan REM-unen aikana hengityksen säätelyn vaste on vieläkin heikompi kuin NREM-unen aikana.

Tarkalleen ei tiedetä, miten sisäänhengityksen vastuksen kasvaminen muuttaa unen aikaista hengityksen säätelyä. Sen sijaan unesta havahtumisien osalta tiedetään, että NREM-unen aikaan havahtuminen on hitaampaa kuin REM-unen aikainen havahtuminen sisäänhengityksen vastuksen kasvaessa tai hengitystien painuessa kokonaan kiinni. (Douglas 1994). Hapenpuute on huono havahtumisen ärsyke, SaO_2 70% ei vielä aiheuta välttämättä havahtumista. Hapenpuute nostaa havahtumisherkkyttä kohonneeseen CO_2 -pitoisuuteen. (Douglas 1994).

Perusaineenvaihdunta alenee kaikkien univaiheiden aikana saman verran. Tästä johtuen sekä hengitys että hengityksen säätelymekanismin vasteet hidastuvat unen aikana. Aivojen läpi kulkevan veren virtaus kasvaa huomattavasti, varsinkin REM-unen aikana verraten valvetilaan. Aivojen aineenvaihdunta ei muutu siirryttäessä valveilta uneen. Muutos aivojen läpi virtaavan verimäärän ja aineenvaihdunnan suhteessa alentaa sentraalisten kemoreseptoreiden aktiivisuutta REM-unessa. Tämä saattaa selittää alentunutta hengityksen vastetta REM-unen aikana. (Douglas 1994).

Isojen aivojen kuorikerroksen toiminta vaikuttaa voimakkaasti hengitykseen ja sen säätelyyn. Ehkä juuri tämän ärsykkeen puuttuminen unen aikana vaikuttaa mainittuihin muutoksiin NREM-unen aikana. REM-unen aikana on sekä pre- että postsynaptinen inhibitio afferenteista neuroneista ja lisäksi postsynaptinen inhibitio motoneuroneista. Tämä selittää mainitut alenemiset hengitysvasteissa REM-unen aikana. (Douglas 1994)

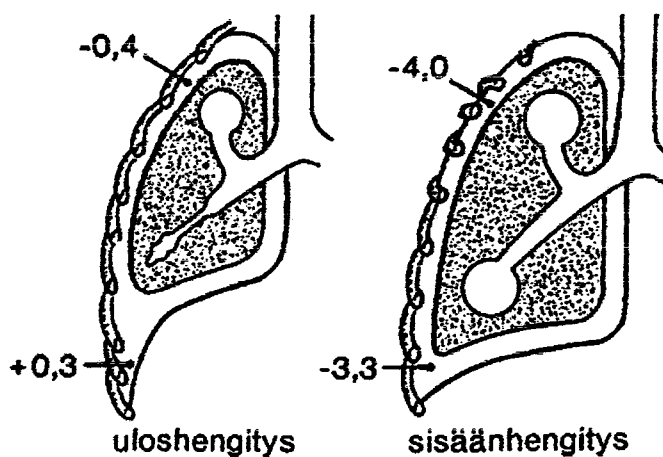
3. HENGITYKSEN MEKANIikka

3.1 Ilman kulkeutuminen keuhkoihin

Keuhkojen ja rintaontelon seinämän välillä ei ole kiinnitystä, paitsi missä bronchukset ovat hilumista kiinni mediastinumissa. Keuhkojen voidaan sanoa leijuvan rintaontelossa, niitä ympäröi ohut kerros pleuranestettä. Tämä tekee keuhkojen liikkeet rintaontelossa kitkattomiksi. Lisäksi pleuranesteen jatkuva pumppaaminen lymfajärjestelmään pitää yllä pienen imun keuhkopleuran sisäpinnan ja ulomman parietaalipleuran välillä. Näin ollen keuhkot ovat kuin liimatut rintaonteloon, samalla kun ne liukuvat vapaasti ja kitkattomasti rintakehän laajetessa ja supistuessa. (Guyton 1991, 403).

3.2. Pleurapaine ja alveolaarinen paine

Pleurapaine tarkoittaa painetta kapeassa tilassa keuhkopleuran ja parietaalipleuran välillä (KUVIO 1).



KUVIO 1. Rintaontelon intrapleuraalipaine hengityksen eri vaiheissa. Kuvassa on esitetty pleuratilan paine (kPa) syvän uloshengityksen (RV-taso) ja maksimaalisen sisäänhengityksen (TLC-taso) lopussa. (Sovijärvi ym. 1994, 14)

Voimakkaassa sisään- ja uloshengityksessä painenvaihtelut pleuratilassa riippuvat käytetystä lihasvoimasta. Ulkoilman ja pleuraontelon välisen paine-eron muuttuessa keuhkojen ja rintaontelon tilavuus muuttuu kullekin yksikölle tyypillisellä tavalla. Tilavuuden muutoksen ja vastaavan paine-eron suhdetta sanotaan komplianssiksi (C), suomenoksissa käytetty termi on mukautuvuus:

$$C = \Delta V / \Delta P$$

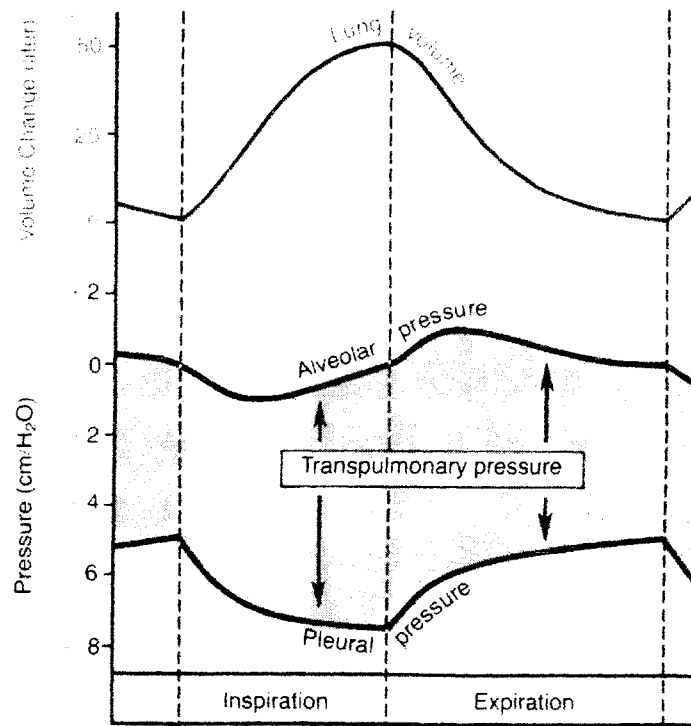
Kullakin keuhkon osalla on oma komplianssinsa. Osista muodostuu koko keuhkon komplianssi. Myös rintakehällä on oma komplianssinsa. Yhteisvaikutus määrää, miten ilma kulloinkin virtaa keuhkoihin tai keuhkoista pois. Terveen aikuisen pleuraontelon paine on noin -4 kPa (-40 cm H₂O), kun hän saavuttaa maksimaalisen sisäänhengitystilavuuden. Uloshengityksen lopussa keuhkoihin jää noin litran suuruinen jäännöstilavuus, mutta keskimääräinen pleurapaine on vain noin -0,2 kPa. (Sovijärvi ym. 1994,15)

Alveolaarinen paine tarkoittaa keuhkoalveolin painetta. Kun kurkunkansi (glottis) on avoinna eikä ilmaa virtaa kumpaankaan suuntaan, on paine kaikissa osissa keuhkoputkistoa samanlainen kuin ulkoilman paine. Se on lähellä 0 cm/H₂O. Jotta ilma virtaisi sisäänhengityksen aikana keuhkoihin, tarvitsee alveolipaineen hetkeksi alentua. (KUVIO 2.)

3.3. Transpulmonaarinen paine

Transpulmonaarinen paine on paine-ero alveolaaripaineen ja pleurapaineen välillä. Se on mittari keuhkojen elastisille voimille, jotka pyrkivät puristamaan keuhkot kokoon rintakehän laajenemisen aikana. Tätä kutsutaan myös kimmopaineeksi (recoil pressure). (Guyton 1991,403)

Transpulmonaaripainetta (KUVIO 2) pyritään mittaamaan invasiivisesti ruokatorven kautta katetrilla, tätä pyritään matkimaan mahdollisimman tarkasti myös noninvasiivisin menetelmin.



KUVIO 2. Keuhkovolymin ja -paineiden vaihtelu normaalissa hengityksessä. (Guyton 1991,403)

Rauhallisessa hengityksessä hengitysilhakset tekevät työtä sisäänhengityksen eteen, uloshengitys on passiivista. Sisäänhengitystyö voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen:

- 1) voima, joka vaaditaan keuhkojen laajenemiseen elastista vastusta vastaan
- 2) voima, joka vaaditaan voittamaan keuhkojen ja rintakehän rakenteiden viskositeetti
- 3) voima, joka vaaditaan voittamaan ilman virtauksen vastus kun ilma virtaa keuhkoihin

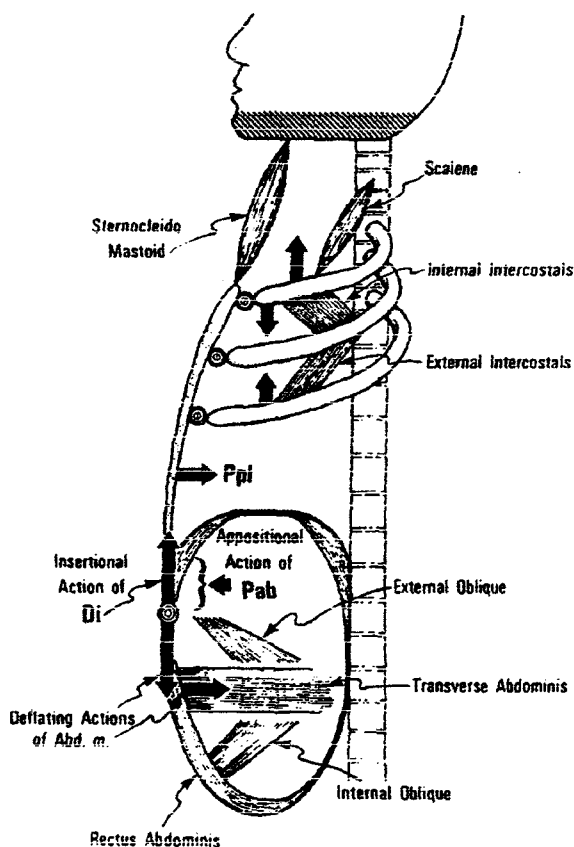
Keuhkosairauksissa kaikki työn osa-alueet voivat kasvaa. Komplianssin aiheuttama työ kasvaa varsinkin, jos fibroosi keuhkoissa lisääntyy. Ilmateiden vastuksen aiheuttama työ lisääntyy varsinkin obstruktiivisissa keuhkosairauksissa. (Guyton 1991, 404).

Keuhkokudoksen aiheuttaman vastuksen lisäksi hengitysilhakset joutuvat työskentelemään rintakehän vastusta vastaan. Åstrandin (1988,211) mukaan kokonaisvastuksesta 80% johtuu ilman kulkeutumisen vastuksesta ja 20% kudosten aiheuttamasta vastuksesta. Korkeissa virtausnopeuksissa ilman virtaus muuttuu turbulentiksi eli pyörteiseksi tracheassa ja isoissa bronchuksissa, mikä merkitsee korkeaa virtausvastusta.

Virtausvastus on pienimmillään, kun hengitystiet ovat laajimmillaan. Vastaavasti keuhkojen/hengitysteiden kaventuessa virtausvastus kasvaa. Hengitystyö muodostuu virtausvastuksen ja keuhkojen sekä rintakehän muodonmuutosten aiheuttamien paine-erojen voittamisesta. Nenän kautta hengitettäessä ilmanvastus on 2-3 kertaa korkeampi kuin suun kautta hengitellen. (Guyton 1991)

3.4. Hengityslihasten voima - pituus -riippuvuus

Lihaksen kehittämä aktiivinen maksimivoima on riippuvainen lihaksen pituudesta. Hengitystilavuuden (tidal volume) kasvaessa sisäänhengityslihakset lyhenevät ja uloshengityslihakset pitenevät. Täten hengitystilavuus on mittari hengityslihasten pituudesta (Åstrand & Rodahl 1988). Tärkeimpien hengityslihasten toimintaa on kuvattu kuviossa 3.



KUVIO 3. Kaavio sisään- ja uloshengityslihaksista sekä niiden toiminnosta (nuolilla osoitettuna). (Roussos 1985, 125S.)

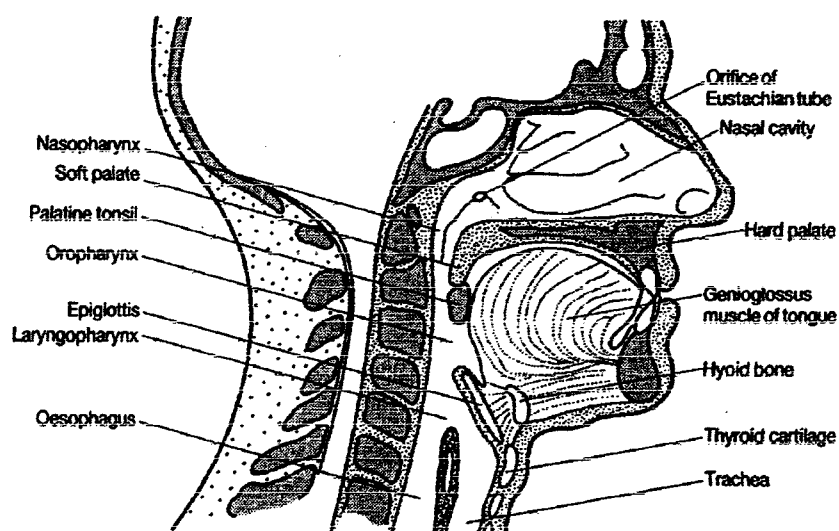
Paineen vaihtelut, jotka nämä lihakset kehittävät, ovat mittari hengityslihasten voimasta. Eri hengitystilavuudella kehitettävien maksimaalisten sisään- ja uloshengityspaineiden välinen yhteys on mittari hengityslihasten voima-pituus -ominaisuudesta. (Derinne ym. 1978,120)

Maksimaaliset paineenvaihtelut ovat epäsuoria voima-pituus -suhteen ilmaisimia. Voima-pituus -käyrä kertoo kaikkien hengityslihasten, ei yksittäisen lihaksen tuottaman voiman. Vain palleasta on saatavana voima-pituus -käyriä, esim. intrapleuraalisen paineen vaihtelua eri hengitystilavuuksilla on tutkittu phrenicus-hermon stimulaatiolla. Laplacen lain mukaan sisäänhengitystilavuus kasvaessa vatsaontelon paine laskee ja pallea joutuu työskentelemään epäedullisesti lyhyellä supistusalueella. (Macklem ym. 1983;Derinne ym. 1978,121).

Macklem (1983) on kehittänyt sisäänhengityslihasten toiminnasta mekaanisen mallin, jossa erotellaan voimia tuottavia komponentteja ja analysoidaan niiden välisiä yhteyksiä. Mallin mukaan keuhkojen ja rintakehän välillä pallean costaali-osa ja rintakehän lihakset ovat mekaanisesti ajatellen rinnankytketyt. Keuhkojen ja rintakehän välille kehittyvät paineet ovat pallean costaali-osan ja rintakehän lihasten tuottamien paineiden summa. Costaali- ja cruraaliosat palleasta tuottavat voimansa samansuuntaisesti ja toisiaan vahvistaen (kuin rinnankytketyt paristot), joten transdiaphragmaattisen paineen voidaan ajatella olevan molempien kehittämän paineen summa. Näin molemmilla alueilla on kaksi sarjaa lihaksia, joiden paineet ja voimat ovat toisiaan vahvistavia. (Macklem 1983,2273). Tällä tavoin järjestäytyneet lihakset voivat helpommin selviytyä suurista kuormista kuin peräkkäin (vrt sarjaankytkentä) järjestäytyneet lihakset. Pallea cruraali-osa on rintakehän lihaksiin nähden samansuuntaisesti peräkkäin (vrt sarjaankytkentä). Sisäänhengityslihasten supistuessa hengitystilavuus muuttuu, mutta aina on useampia samansuuntaisia rakennelmia vahvistamaan kokonaisvoimantuottoa. (Macklem 1983,1986).

4. YLÄHENGITYSTIET

Ylähengitysteihin kuuluvat nenän, suun, nielun (pharynx) ja kurkunpään (larynx) alueet. Kurkunpään alapuoliset rakenteet ovat alahengitysteitä. Ylähengitysteiden anatominen paikallistaminen näkyy kuviossa 5. Ylähengitysteiden pitää myös mukautua nielemiseen, puhumiseen sekä yskimiseen. Tämä alue on vahvasti verisuonitettu. (Downie ed. 1983). Ylähengitysteiden alueella (yleensä pharynx) on obstruktion syy. Nielun laajuus riippuu näiden kahden tekijän välisestä tasapainosta: nielun sisäpinnan imupaine ja nielua auki pitävien lihasten aktiivisuus. Kaikki anatomiset poikkeavuudet tällä alueella ja nielun lähialueilla saattavat altistaa obstruktiivisen uniapnean syntyyn. (Isono & Remmers, 1994,642).



KUVIO 5. Ylähengitysteiden kuvaus keskisagittaalisesti. (Widdicombe ja Davies 1991,42)

Nenän kuorikon (concha nasalis) ja kurkunkannen (epiglottis) alueella ei ole luista tukea. Tämän vuoksi juuri tämä alue on herkkä obstruktiolle. Alueen lihasten aktivaatiotasosta riippuu alueen auki pysyminen. Aktivaation aleneminen aiheuttaa ilmatien kaventumisen ja tämä voi johtaa täydelliseen ilmateden kollapsiin. Henkilöllä, jolla on anatomista laajuutta nielun (pharynx) alueella, on vähiten riippuvainen dilatoivien lihasten aktivaatiosta. Päinvastaisessa tapauksessa henkilö on jo pientenkin dilatoristen

lihasten aktivaatiolaskun armoilla. (White 1995). Tähän ilmäteiden erilaiseen laajuuteen pharynxin alueella on useita tunnettuja syitä. Ylipaino johtaa lisääntyneeseen ilmäteiden resistenssiin. (White 1995). Ei ole varmuutta siitä, johtuuko tämä juuri pharynxin alueelle kertyneen rasvan vaikutuksesta vai jostain muusta syystä, yhteys on kuitenkin kiistaton. Toisaalta ikääntyminen itse aiheuttaa ahtaumataipumusta tällä alueella, koska iän myötä tämä ilmatie kapenee ja on ehkä herkempi painumaan kasaan. Perinnölliset tekijät kuten nielurisojen koko, leukojen asento, kielen koko ym. vaikuttavat pharyngeaalisen ilmatien kokoon. (White 1995).

Täysin ei ole selvitetty, mitkä lihakset ovat osallisia nielun auki pysymiseen. Oletettavasti ne ovat a) lihakset, jotka vaikuttavat kielluun (os hyoideum) asentoon, b) kielen lihakset ja c) palataalilihakset. (White 1995). Nämä lihakset käyttäytyvät usealla eri tavalla. Useimmat niistä supistuvat voimakkaasti sisäänhengityksen aikana (kuten pallean) laajentaen ja tukien ylähengitysteitä. Näin ehkäistään normaali kollapseeraava (= kasaan painava) vaikutus, joka sisäänhengityksen negatiivisella paineella on nieluun.(White 1995).

Yksittäisten lihasten toiminnan selvittely on hankalaa, joten nielun alueen lihastoiminnan yhteisvaikutuksen selvittäminen on hyvin monimutkaista (Isono & Remmers 1994, 648). Jo pään asennon muutos aiheuttaa dilatoivien lihasten toiminnan muutoksen. Lihasaktivaation säätelyyn vaikuttaa keskushermoston kautta useatkin tekijät, joten valvetilassa lihasaktivaatio on parempi kuin unen aikana. (Isono & Remmers 1994) Monet lääkeaineet ja alkoholi alentavat lihasaktivaatiota juuri tällä alueella (Isono & Remmers 1994).

5. OBSTRUKTIIVINEN UNIAPNEAOIREYHTYMÄ

Uniapneaoireyhtymä eli katkohengitystauti on viimeisin ja ilmeisimmin eräs merkityksellisimpiä uusia sairauksia, jotka ovat tulleet kliiniseen työskentelyyn keuhkosairauksien klinikoissa. Sen yleisyys on yllättänyt niin tutkijat kuin kliinikotkin. Jopa 4% miehistä ja 2 % naisista keski-ikäisessä työtä tekevässä väestössä sairastaa jonkinasteista uniapneaa. (Young ym. 1993) Vanhemmissa ikäryhmissä prevalenssilukuja on raportoitu paljon suurempinakin, Partinen (1995) siteeraa artikkelissaan tutkimusta, jossa vanhojen miesten apneaindeksiksi 5 saadaan jopa 28% - 62%:lla tutkituista. Vanhoilla naisilla samalla kriteerillä sairauden prevalenssi voi olla 19,5% - 62%:lla tutkituista.

Suomessa diagnoseja uniapneasta alettiin tehdä laajemmassa mittakaavassa 1980-luvun puolivälin jälkeen. TAYS:ssa unitutkimukset aloitettiin 1989. Uniapnean tärkein hoitomuoto on ylipainehengityshoito eli CPAP, kyseisiä hoitoja TAYS:n alueella on aloitettu vuoden 1997 loppuun mennessä 944. (TAYS unitutkimusyksikkö, osastonhoitaja Sirkku Pullinen henkilökohtainen tiedonanto 30.4.1998)

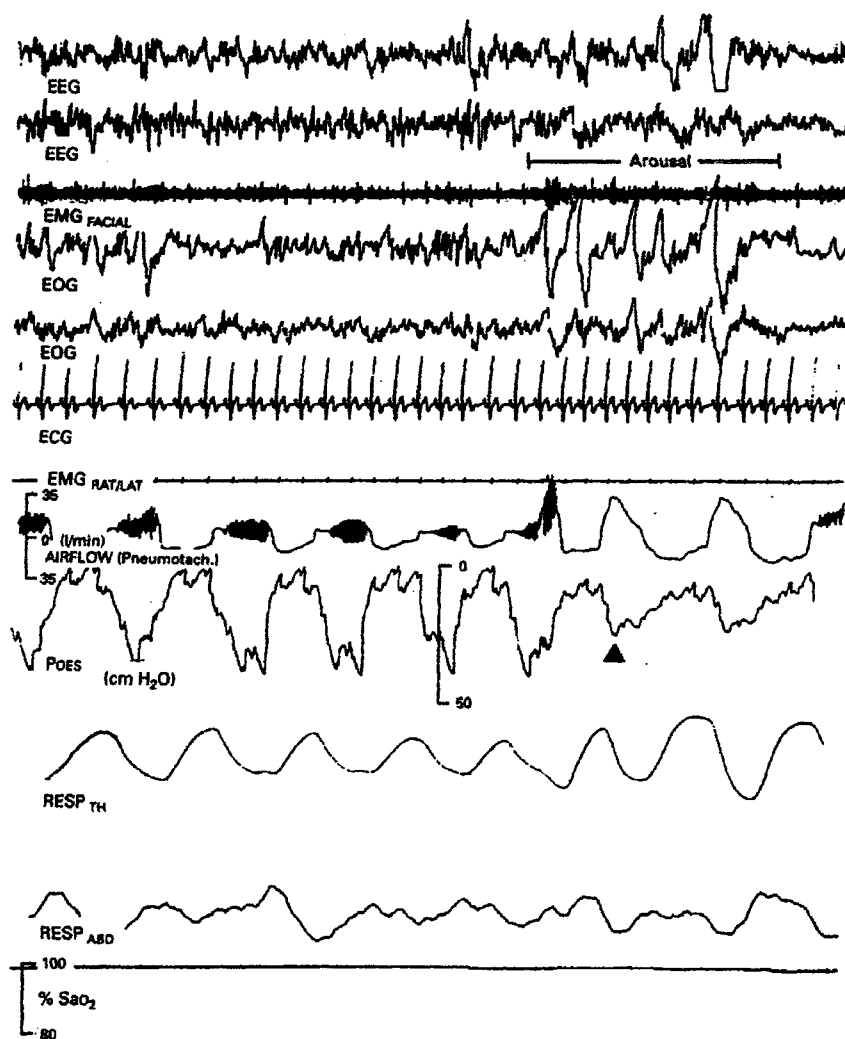
4.1. Etiologia

Kaikkien luurankolihasen tonus alenee unen alkaessa. Myös pharyngeaalisten lihaksien tonus alenee joten myös kuorsaamattomilla, terveillä ihmisillä hengitystie kapenee ja ilmanteiden vastus kasvaa. (Stradling 1995). Suratt (1988) on tutkinut EMG:llä ylähengitysteiden lihasaktiivisuutta unen aikana sekä obstruktiivista uniapneaa sairastavilla potilailla että terveillä verrokeilla. Potilailla on non-REM - unen aikaista faasista EMG-aktiivisuutta m. genioglossuksessa enemmän kuin verrokeilla. Apnean alkaessa EMG-aktiivisuus putoaa lähes nollatasolle.

Nielun ahtauma-aste vaihtelee, ja kun nielun seinämät lähenevät toisiaan tarpeeksi, alkaa kuorsaus. Lisäahtautuminen aiheuttaa täydellisen sulkeutumisen, kollapsin, josta termi uniapnea eli unen aikainen hengityskatkos saa nimensä. Vaikka ahtautuminen on jatkuva muuttuja, voidaan ahtautumisprosessissa todeta kaksi mitattavaa kohtaa eli kuorsauksen alkaminen ja hengityskatkos. Alkuperäiset määritelmät ottivat huomioon ainoastaan hengityskatkokset, jolloin patologisena pidettiin yli 5 hengityskatkosta/

tunnissa. Myöhemmin päädyttiin konsensuskokouksessa apnea/hypopneaindeksiin 10 (Krieger 1990, 260). Havaittiin unen fragmentoitumista ja havahtumisia (arousals, kuviossa 6) (Gould ym. 1988).

Tekijät, jotka pahentavat ylähengitysteiden ahtaumaa nukkumisen yhteydessä, ovat kahdenlaisia. Ne joko ahtaavat nielua tai ulkopuolelta lisäävät painetta nielun ahtaumiselle dynaamisesti, heikentäen nielua avoinna pitävien lihasten toimintaa. Esimerkkeinä ovat suuret nielurisat, retrognatia ja kaulan suuren ympärysmittan aiheuttama paine (Davies & Stradling 1992). Varsinkin, jos riskitekijöitä esiintyy useampia, voi kuorsaus ja uniapnean alku provosoitua (Stradling 1995).



KUVIO 6. Kuorsauksen aiheuttama arousal polysomnografiassa.

P_{OES} = oesophageal pressure, EMG_{RAT/LAT} = jalkaelektrodit (tibialis anterior), RESP_{TH} = rintakehän liikkeet, RESP_{ABD} = vatsan alueen liikkeet, EMG_{FACIAL} = EMG leuan alta, AIRFLOW = ilman virtaus mitattuna pneumotachometrillä, SaO₂ = happisaturaatio. (Guilleminault ym. 1991).

Nielu voi olla normaalia ahtaampi, jolloin pienikin nielua avoinna pitävien (dilatoivien) lihasten relaksaatio aiheuttaa suuren hengitystievastuksen. Kaulan lihavuus jo sinänsä rasittaa nielun lihaksia, joten ylimääräistä dilatoivien lihasten aktiviteettia vaaditaan jo hereilläkin (Suratt ym. 1988).

Yleensä potilas on kärsinyt lisääntyvästä poikkeavasta päiväaikaisesta väsymisestä vuosia tai kuorsauksesta yli 10 vuotta enne unitutkimuksiin saapumista. Sekä lisääntyvä ikä että painon kasvu ovat riskitekijöitä kuorsauksen ja uniapnean synnylle. Retrognatiaa ja mikrognatiaa pidetään riskitekijöinä uniapnean synnylle, ne saattavat ahtauttaa nielua unen aikana. (Herrala 1997, Stradling 1995) Myös matalaa kasvojen muotoa pidetään riskitekijänä periytyvän tai familiaalisen kuorsauksen tai uniapnean kehittymiselle (Douglas ym. 1993). Näiden geneettisten tekijöiden lisäksi muutkin tekijät voivat vaikuttaa alaleuan kehitykseen. Varsinkin suurentuneet kitarisat vaikuttavat alakasvojen ja alaleuan kasvuun, ilmeisesti lisääntyneen suuhengityksen takia. Suurentuneet nielurisat voivat myös muuttaa kasvojen muotoa. (Stradling, 1995).

5.2. Uniapnean diagnostisointi

Polysomnografiassa yleisimmin rekisteröidään seuraavia parametrejä:

I	Uni:	
	A.	EEG
	B.	EOG
	C.	EMG
II	Hapetus:	
	A.	SaO ₂ korva- tai sormianturi
III	Hengitysparametrit:	
	A.	Ilmanvirtaus:termistori, end tidal CO ₂ -mittaus
	B.	Thoracoabdominaaliset liikemittaukset: iniduktanssi pletysmografia, impedanssimittaus, venymä anturit
	C.	Kuorsaus
	D.	Esofaguspaineanturi
IV	Muut:	
	A.	Jalkojen liikkeet: EMG tai liiketunnistin
	B.	Asentoanturit
	C.	Video:analogi/digitaalitekniikat (multimedia)

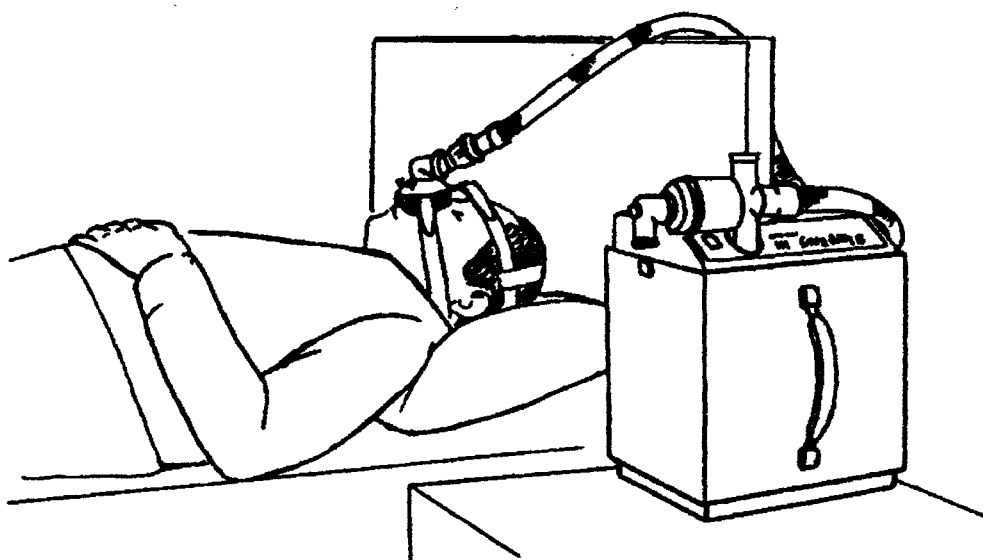
EEG-rekisteröinnissä yksi pääindikaatio on toistuvien havahtumisten rekisteröinti. Yleisesti hyväksytyä määritelmää ei ole arousalleille. Voi olla, että arousalit olisi helpompi todeta esimerkiksi verenpaineen tai hengityksen muutoksina. Oksimertiaa käytetään paljon, sen väitetään oikein tulkittuna pystyvän paljastamaan 2/3 polysomnografialla diagnostisoiduista apnea/hypopnea-potilaista. (Herrala, henkilökohtainen tiedonanto 4.3.1997)

Hypopneoiden (= ilmvirtaus jatkuu, thorakoabdominaaliset liikkeet vähenevät) seurauksena potilailla voi ilmetä myös havahtumisia ja uniapnean oireita. (Gould ym. 1988) Ilmvirtauksen mittaaminen perustuu lämpötilan mittaamiseen. Thorakoabdominaalialueen liikkeiden mittaamiseksi on kehitetty useita mittaustapoja. Näitä ovat induktanssiplotymografia, impedanssipneumografia, elohopeavenytysmittarit, pietsosähköiset anturit ja SCSB-patja (static charge sensitive bed). (Herrala 1997,25).

5.3. Obstruktiivisen uniapnean hoito

Useista lääkehoidoista ja ylähengitysteiden sähköisistä stimulaatioyrytyksistä käytetyimmät hoitomuodot ovat nenä-CPAP -hoito (kuvio 7) sekä kirurginen hoito.

Nenä-CPAP (nasal continuous positive airway pressure) aiheuttaa positiivisen ylipainehengityksen, joka pitää hengitystiet avoinna sisäänhengityksen aikana (Sullivan ym. 1981). Laite toimii kuin pölynimuri käännettynä puhaltamaan siten, että suodattimet takaavat puhtaan hengitysilman ja hoitopaineen säätäminen onnistuu laitteesta itsestään. Hoitopaine asetetaan potilaskohtaisesti, usein 5-15 cm H₂O (Sullivan ym. 1981). Hoidon vaikutusmekanismi perustuu siihen, että laitteen avulla nostetaan keinotekoisesti kaventuneiden ilmäteiden painetta. Paine on kuin ilmalasta, joka pitää ilmatiet auki. (American Thoracic Society 1994). CPAP:sta on edelleen kehitetty laite nimeltä Bi-PAP, jossa pystytään määräämään erisuuret paineet sisään- ja uloshengitykselle. Käytännössä laitetta pitäisi käyttää aina nukuttaessa, alkuunsa jopa päiväunilla. Laitteen käyttöaikojen minimissä ollaan tultu vuosien myötä alaspäin, mykyään melko hyväksyty on 5 h/yö, mikäli oireet helpottuvat. (Meurice ym. 1994). Aikuisten potilaiden CPAP -hoidolle ei ole absoluuttisia kontraindikaatiota (American Thoracic Society 1994).



KUVIO 7. CPAP-hoidon periaate.
(Lähde: SleepEasy III -laitteen käyttöohjekirja. Spira Oy Hämeenlinna. Sivu 25.)

Mikäli potilaalle ei sovi CPAP -laite hoitomuodoksi, jää vaihtoehtoina leikkaushoito, laihtuminen, tupakoinnin lopettaminen ja asentoriippuvaisessa uniapneassa selinmakuun välttäminen esim. ompelemalla tennispallo pyjaman selkään, tms. Jo 5-10%:n painonpudotuksella on todettu olevan sairauden oireita vähentävä vaikutus (Herrala 1997,50). Laihduttamista suositellaan CPAP-laitetta käyttävillekin potilaille, jos potilaalta löytyy resursseja laihduttamisen aloittamiseen. Laihduttamista ja asentohoitoa kutsutaankin uniapnean yhteydessä konservatiivisiksi hoitomuodoiksi. Tupakan nikotiinia on vuosien varrella käytetty hoitomuotonakin, mutta nykyään nikotiinin tiedetään rikkovan unen rakennetta (Phillips ym. 1998,143). Asentohoidon päämäärä on saada potilas nukkumaan muussa kuin selinmakuuasennossa, joka provosoi kuorsaamisen ja apnean herkästi esiin (Phillips ym. 1998, 144).

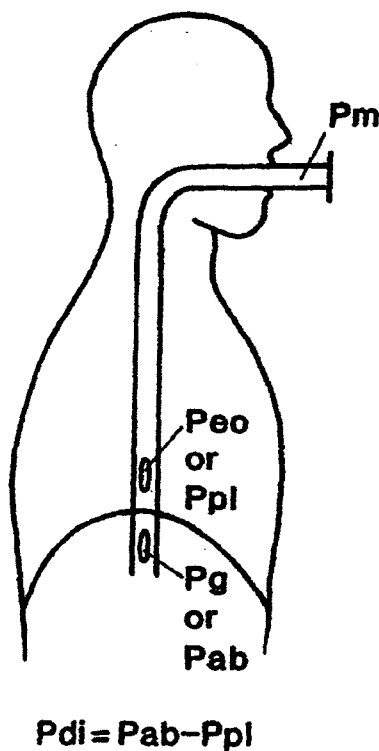
Kirurgisena hoitomuotona vanhin on trakeostomia (Stradling 1995, 134). 1980-luvulla hoitomuotona esiteltiin uvulopalatopharyngoplastia eli UPPP (Herrala 1997, Stradling 1995,136) . Alkuunsa hoitoindeksit olivat melko löysät, mutta ajan myötä leikkausindikaatioita on tiukennettu. Viimeisimmät käyttöön tulleet leikkaustavat suosivat alaleuan asennon korjausta, mikäli apnean syy on rakenteellinen ahtauma. (Herrala 1997,50)

5.4. Pitkälle kehittyneen uniapnean seuraamuksia

Useimmat seuraamukset aiheutuvat joko hengityspysähdyksistä tai toistuvista heräämisistä. Hengityskatkokset aiheuttavat hypoksemiajaksoja, joiden seuraamukset ovat laajalti raportoituja. Pulmonaalipaineen jaksottaiset kohoamiset, systeemisen verenpaineen nousut, rytmihäiriöt REM-unen aikana, lisääntynyt riski liikenneonnettomuuksiin ja elämän laadun huononeminen ovat tutkittuja muutoksia (Epstein & Weiss 1998). Unen aikaisen apnean aikana verenpaine vaihtelee faasisesti nopeasti ja syklistesti apneasta toiseen. Systeeminen verenpaine on maksimissaan apnean lopussa. Uniapneaan liittyy älyllisten toimintojen taantumista, persoonallisuuden ja käyttäytymisen muutoksia. Erityisesti muutoksia voi tulla ajattelutoimintaan, havaintokykyyn, muistamiseen ja oppimiskykyyn. (Herrala 1997,28-35).

6. MAKSIMAALISET STAATTISET SISÄÄN- JA ULOSHENGITYSPAINHEET

Uloshengityslihakset ovat pidempiä ja lähellä optimaalista lepopituuttaan korkeissa keuhkovolyymeissa. Sisäänhengityslihakset ovat voimakkaimmillaan matalilla keuhkovolyymeilla. Siksi uloshengityksen maksimivoima on parasta mitata lähellä keuhkojen kokonaiskapasiteettia (TLC). Sisäänhengityksen maksimivoima on toiminnallisen jäännöskapasiteetin (FRC) ja residuaalivolyymien (RV) välillä. (Rochester 1988, 249) Täten useimmissa tutkimuksissa maksimaalinen sisäänhengityspaine (MIP) mitataan residuaalivolyymissa ja maksimaalinen uloshengityspaine (MEP) toiminnallisessa jäännöskapasiteetissa. (Cook ym. 1964, 1020)



KUVIO 8. Suupaine (P_m) ja transdiaphragmaattinen paine (P_{di})
(Reid ja Dechman 1995,979.)

Suupaineen mittaus on non-invasiivinen tapa mitata hengityslihasten voimaa. Transdiaphragmaattinen paine (P_{di}) lasketaan erotuksena ruokatorven paineesta (P_{eo} , ruokatorvi=esophagus),

pleuraalipaineesta (Ppl) ja vatsalaukun paineesta (Pga). Pga:n tilalla voidaan käyttää abdominaalipainetta (Pab). (Reid ja Dechman 1995, 979)

Seuraavat yhtälöt ovat lähteestä Karvonen (1988), myös Derienne ym. (1978, 121). Kun sisään- ja uloshengitys paineanturia vasten puhallettaessa keskeytetään sulkijäläpällä hetkeksi, myös hengityslihakset relaxoituvat vähäksi aikaa. Tällöin suupaine (Pm) muodostuu keuhkojen tilavuutta vastaavasta keuhkojen staattisesta elastisesta paineesta (PelL) ja rintakehän staattisesta elastisesta paineesta (PelTh). Tämän hetkellisen keskeytyksen ajan Pm on sama kuin transpulmonaarinen paine (Ptp), koska hengitysteiden virtausvastus ei silloin vaikuta paineeseen,

$$\mathbf{Pm = PelL + PelTh = Ptp}$$

Keuhkojen ja rintakehän samanaikaiseen laajentamiseen ja supistamiseen tarvitaan lihasvoimaa, jonka lisäys aiheuttaa respiratoristen paineiden lisäyksen. Paineiden muutos on suoraan verrannollinen lihasvoiman muutoksiin. Maksimaalisen sisäänhengityksen lopussa paineanturilla mitattava MIP muodostuu transpulmonaalipaineesta ja hengityslihasten voiman aiheuttamasta paineesta (Pmus), eli

$$\begin{aligned} \mathbf{MIP / MEP = Pm = Ptp + Pmus} \\ \mathbf{= PelL + PelTh + Pmus} \end{aligned}$$

Maksimaalinen uloshengityspaine MEP muodostuu samoista komponenteista kuin MIP, tässä Pmus on peräisin uloshengityslihasten aiheuttamasta paineen lisäyksestä.

Maksimaalisessa staattisessa sisäänhengityksessä Pm samoin kuin pleurapaine Ppl ovat negatiivisia, mikä johtuu pleurapaineen ja ilmanpaineen (Pb) suhteesta.

$$\mathbf{Ppl (-Pb) = PelTh + Pmus}$$

Keuhkojen elastinen paine (PelL) koostuu suupaineen ja pleurapaineen erotuksesta.

$$\mathbf{PelL = Pm - Ppl \quad eli \quad Pm = Ppl + PelL}$$

Black & Hyatt (1969,700) ovat mitanneet ensimmäiset viitearvot tällä mittaustavalla. Heidän otoksessaan oli 120 koehenkilöä (taulukossa 1), puolet miehiä, puolet naisia. Heidät oli jaettu ikäryhmittäin viiteen ikäryhmään, joten yhteen ryhmään kuului kymmenkunta koehenkilöä.

TAULUKKO 1. Normaaliarvot Black & Hyatin mukaan (1969). Luvut ovat kPa-arvoja. Negatiiviset MIP-arvot on esitetty positiivisina lukuina helppolukuisuuden vuoksi.

	sukupuoli	20 - 54 v	55 - 59 v	60 - 64 v	65 - 69 v	70 - 74 v
MIP	miehet	3-10	3-10	3-10	3-10	4-12
MIP	naiset	3-8	3-7	3-7	3-6	3-9
MEP	miehet	7-12	7-12	7-20	7-18	8-23
MEP	naiset	4-14	4-14	4-14	4-13	5-15

COPD-potilaiden arvoja on tutkittu myös jo 60-luvulta lähtien. Byrd & Hyatt (1968,848) mittasivat (N=31) 40-74 -vuotiaita vähintään kaksi vuotta COPD:tä sairastanutta potilasta. Keskiarvoinen **MIP** oli -7.1 kPa (SD 2.4). **MEP** vastasi normaaliviitearvoja tai vähän yli.

Rochester & Braun (1985,) raportoivat alentuneita MIP-arvoja, minkä he katsovat johtuvan joko COPD:n hengitysmekaniikkaan aiheuttamista muutoksista tai yleisestä lihasten heikkenemisestä. Otokseen kuului 32 potilasta. Puolella tutkituista oli alentunut MEP, puolella normaali. Potilailla, joilla oli matala MEP oli myös ryhmän pienimmät MIP-arvot ($p < .001$). Koko ryhmän keskiarvot **MIP -5.6 kPa** (SD 2.5), **MEP 13.7 kPa** (SD 4.8).

Karvonen (1988) siteeraa artikkelissaan Braunin & Rochesterin 1977 julkaisemia arvoja. Otoskoko on sama, mutta potilaat on jaettu kahteen ryhmään sairauden vaikeuden mukaan.

kohtalainen COPD	N=18	MIP -7.3	SD 1.8	MEP 16.4	SD 4.2	
vaikea	"	N=14	MIP -3.3	SD 0.9	MEP 10.0	SD 2.9

Karvosen (1988) mukaan maksimaalisten hengitysvoiman mittaus pitäisi suorittaa varsinkin silloin, kun keuhkojen komplianssi ja hengitysteiden virtausolosuhteet ovat normaalit, mutta maksimiventilaatio on selvästi heikentynyt. Tällaisia sairauksia ovat myopatiat. COPD:ssä MIP on laskenut, koska sisäänhengitysilihasten supistumispituus on pienentynyt FRC:n ja RV:n lisääntymisen vuoksi.

Eräs merkittävä vertailu kahdella eri suukappaleella saaduista arvoista on Koulouris, ym. (1988) raportissa. Toinen suukappale oli saman tyyppinen kuin tässä käytetyssä mittarissa, eli sovitettava huulien sisäpuolelle. Vertailukappale oli aiemmin käytetty versio, jossa on 4 cm sisähalkaisijaltaan oleva kuminen tuubi, joka painetaan huulien päälle ulkopuolelle. Ringqvistin, Black & Hyatin (1969) ja Aroran mittaukset on suoritettu jälkimmäisellä suukappaleella. Heidän tulostensa keskiarvoluvut liikkuvat näin (em. järjestys säilyy) :

miehet	MEP	23.4, 22.8, 21.2 kPa
	MIP	-12.7, -12.1, -12.4 kPa
naiset	MEP	16.1, 14.9, 13.5 kPa
	MIP	-9.6, -8.5, -8.9 kPa

suun sisällä pidettävällä suukappaleella saadut arvot liikkuvat tasolla

miehet	MEP	15.1, 14.5, 13.7 kPa
	MIP	-11.1, -12.1, -12.4 kPa
naiset	MEP	9.2, 9.1, 8.7 kPa
	MIP	-7.0, -7.2, -6.9 kPa

Keskiarvojen erot ovat selkeät. Mittarin rakenne on siis mitä suurimmassa määrin suhteessa tuloksiin, vaikka lähes jokaisessa uudemmassa tutkimuksessa käytetään vertailuarvoina juuri Ringqvistin ja Black & Hyattin lukuja. Koulouriksen ym. (1988) omassa mittauksessa erilaisen suukappaleen aiheuttamat MIP-arvojen erot jäivät tilastollisesti lähes merkityksettömiksi normaaliväestössä, mutta MEP-arvot olivat merkittävästi pienempiä huulten sisäpuolelle puristettavalla suukappaleella mitattaessa. Potilailla, jotka sairastavat lihassurkastumaa aiheuttavaa sairautta ja joiden kasvojen alueen motoriikka on

alentunut, on mahdotonta saavuttaa mittauksissa todellisia maksimiarvoja suun sisäpuolelle laitettavalla suukappaleella.

Tutkittu on myös sitä, onko eroa sillä onko suukappaleessa yhden vai kahden millimetrin kokoinen reikä estämässä poskilihaksilla tulosten parantelun. Merkitystä sillä on tuloksiin, luonnollisesti ja syytä onkin raporteissa ilmoittaa, millaista reikää on tässä mittauksessa käytetty. (Mayos ym. 1991)

6.1. Suomalaiset viitearvot

Suomalaiset MIP ja MEP viitearvot ovat mitanneet Karvonen ym. (1994). Heidän aineistonsa koostuu 200:sta koehenkilöstä, joista 96 on miehiä ja 104 naisia. Mittaukset suoritettiin Juha Karvosen suunnittelemaalla hengitysvoimamittarilla, joita valmistaa Spira Oy Hämeenlinnassa. Laitte on ainoa suomalainen staattisen hengitysvoiman mittausväline. Tutkimuksessa huomattiin, etteivät ikäryhmien väliset erot olleet suuria.

TAULUKKO 2. Miesten ja naisten maksimaalisten sisäänhengityspaineiden (MIP) ja uloshengityspaineiden (MEP) keskiarvot ja keskihajonta ikäryhmittäin (kPa) suomalaisessa viiteaineistossa. Karvonen ym. 1994.

		<u>Ikäryhmät</u>		
		alle 25 v	25-50 v	yli 50 v
MIP	Miehet	10,6 (+/- 2,3)	10,3 (+/- 2,4)	8,1 (+/- 2,6)
	Naiset	7,3 (+/- 2,2)	6,6 (+/- 1,7)	5,8 (+/- 1,5)
MEP	Miehet	14,9 (+/- 3,8)	14,6 (+/- 3,3)	12,3 (+/- 2,5)
	Naiset	9,4 (+/- 2,5)	8,4 (+/- 2,5)	7,2 (+/- 2,1)

Viitearvojen rajoja määriteltessään he päätyivät jaottelemaan aineiston iän mukaan alle 50-vuotiaisiin sekä yli 50-vuotiaisiin, sekä miesten että naisten osalta. Kliinisesti merkittäviä ovat vain minimiarvot, sillä minimin ylityttyä ei normaaliarvoja haettaessa ole enää väliä kuinka hyvän arvon mitattava puhalttaa. Maksimivoimaan vaikuttavat monet yksilölliset tekijät rintakehän mittasuhteiden lisäksi.

Suomalaiset viitearvot on laskettu 95% persentiilimenetelmällä, käytetty yksikkö on kPa. MIP-arvot ovat kalvomanometrillä mitaten negatiivisia, tässäkin merkintöjen yksinkertaistamiseksi miinusmerkit on jätetty pois.

	Miehet		Naiset	
	MIP	MEP	MIP	MEP
alle 50 v	7 - 15	9 - 21	4 - 14	5 - 15
yli 50 v	5 - 14	9 - 17	3 - 9	5 - 13

Tutkijat toteavat, että ero (ka) nenäpuristimen kanssa mitatuissa arvoissa ja ilman nenäpuristinta on 0,6 kPa sisäänhengitysvoimassa ja 0,1 kPa uloshengitysvoimassa. Tupakointi ei kummankaan sukupuolelenn mittauksissa vaikuttanut mittaustuloksiin alentavasti. He raportoivat myös hyvän toistettavuuden, korrelaatiokertoimet luokkien sisällä ovat 0,95 MIP:lle ja 0,97 MEP:lle.

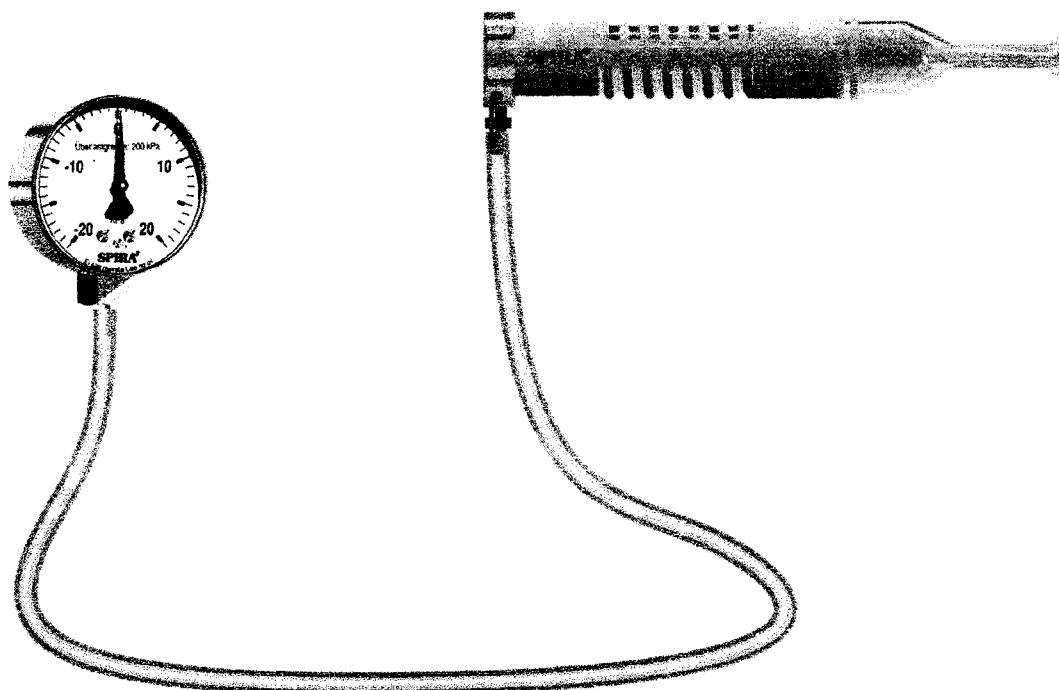
6.2. Staattisten suupaineiden mittaminen

Tarvittava välineistö koostuu noin 15 cm pitkästä putkesta, johon on liitetty paineen mittauslaite (esim. kalvomanometri) ja suukappale. Putkessa on pieni 1-2mm aukko, jonka tarkoitus on estää glottiksen sulkeutuminen ja poskilihasten käyttö. Suukappaleen koolla on myös merkitys poskilihasten käytössä. (Rochester 1988)

Koehenkilölle opetetaan testin vaatima tekniikka. MEP:in (=maksimaalisen staattisen uloshengityksen) suorittamiseksi koehenkilö vetää keuhkot täyteen (TLC) ja suorittaa uloshengityksen, jonka kesto on noin kolme sekuntia. MIP:n (maksimaalisen staattisen sisäänhengityksen) suorittamiseksi koehenkilö hengittää keuhkot tyhjiksi (RV) ja suorittaa lyhyen voimakkaan sisäänhengityksen. Testaajan sanallinen

ohjaus on merkittävä. Harjoituspuhalluksia ei suoriteta maksimiteholla. Kun koehenkilö pääsee sopivaan rytmiin, voi hän tehdä maksimisuorituksen. Koe on raskas ja tarvittava lepoaika on suotava puhalluksien välille. Hengitysvoiman mittaamisen vaatimat suoritukset eivät ole helppoja suorittaa ja jotkut koehenkilöt eivät omaksu tarvittavaa tekniikkaa lainkaan. (Rochester 1988)

Suupaineena mitatut hengitysvoimat sisältävät sekä hengityselinten aiheuttaman paineen että keuhkojen ja rintaontelon elastisuuden aiheuttaman paineen. Hengityselinten voimaksi MIP ja MEP antavat siis ylisuuret arvot. Täsmällisesti määriteltäessä kyse on hengitysvoiman mittaamisesta. (Cook ym. 1964. 1020.)



KUVIO 8. Maksimaalisen staattisen hengitysvoiman mittari, joka koostuu manometristä, silikonikumiletkusta ja suukappaleesta. (Spira Oy laitteen myyntiesite)

MIP ja MEP mitataan usein henkilöiltä, joiden keuhkovolyymi on epänormaali. Esim. COPD-potilaalla on huomattavasti kohonnut RV- ja FRC- volyymitaso, kun taas restriktiivistä keuhkosairautta sairastavalla on alentunut TLC-taso. Kun COPD-potilaalta todetaan matala MIP, se voi johtua syystä että potilas suoritti puhalluksen normaalia korkeammalla keuhkovolyymilla. Samoin löydös matalasta MEP-arvosta

restriktiivistä keuhkosairautta sairastavalta potilaalta voi johtua siitä, että hänen uloshengityslihakensa eivät ole optimaalisessa pituudessaan. Keuhkovolyymit olisi syytä suhteuttaa oletettuun %-arvoon TLC:stä ja hengityspaineet %-arvoon maksimiarvoista. (Rochester 1988)

7. FYYSISEN AKTIIVISUUDEN MÄÄRITTÄMINEN

7.1. Käsitteet

Terveystutkimuksessa ja sairauksien vaaratekijöiden tarkastelun yhteydessä fyysistä toimintaa kuvataan ilmaisulla fyysinen aktiivisuus tai liikunta. Kun fyysisen toiminnan tarkastelu liittyy työn vaikutuksen arviointiin, käytetään ilmaisua fyysinen kuormittuminen. Fyysiseksi aktiivisuudeksi kutsutaan myös liikuntaa silloin, kun asiaa tarkastellaan biologisesta näkökulmasta. MET-arvo kuvaa energiankulutuksen intensiteettiä, mutta tässä yhteydessä siitä käytetään synonyymina käsitteelle energiankulutus. (Mälkiä ym. 1988).

7.2. MET-menetelmä

MET-menetelmä fyysisen aktiivisuuden mittaamiseksi perustuu epäsuoraan energiankulutuksen mittaamiseen. Suorat menetelmät eivät yleensä sovellu joukkotutkimuksiin, mutta niillä voidaan luokitella eri työtehtäviä ja liikuntalajeja niiden energiankulutuksen mukaan. Suoriin mittauksiin perustuvien taulukkoarvojen katsotaan nykyisin riittävän, enää harvoin mitataan varsinaisesti energian kulutusta. (Mälkiä ym. 1988). Fyysistä aktiivisuutta on mitattu kyselyillä. Näin pyritään selvittämään sekä tutkittavien yleistä energiankulutusta että energiankulutushuippuja. Energiankulutushuippujen mittaamisen syynä on halu selvittää täten liikunnan intensiteettiä. Varsinaiset energiankulutusarvot saadaan kertomalla tiettyssä toiminnossa (työ tai vapaa-aika) kulunut aika tätä edustavalla energianluokituskertoimella. (Mälkiä ym. 1988,11) Kyselytilanteen helpottamiseksi fyysinen kuormitus mitataan luokittelujärjestelmällä (liitteet 4 ja 5).

Energiankulutusarvot voidaan ilmaista lepoaineenvaihdunnan kerrannaisina. Tämä tapa ilmaisee yksilön suhteellisen kuormittumisen tiettyssä tehtävässä. Oletetaan, että henkilön energiankulutus erilaisissa fyysisissä toiminoissa on suorassa suhteessa lepoaineenvaihduntaan (American College of Sports Medicine 1976). Tästä kerrannaisesta käytetään yksikkönä nimitystä MET = metabolic unit. MET on suhteellinen yksikkö. Yksi MET vastaa istuvan henkilön hapenkulutusta levossa, mikä on noin 3,5 ml x

$\text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1}$ (American College of Sports Medicine 1976). (liitteet 6 ja 7) Esimerkiksi 5 MET vastaa kohtuullisen kovaa liikuntasuoritusta. Säännöllistä liikuntaa harrastaville lasketaan siihen kuuluvan energian määrä (MET/kk) seuraavasti: liikuntalajin mukainen energiankulutusintensiteetti (MET) x kesto (min) x useus (krt/kk). Jos tutkittava harrastaa useita liikuntalajeja, käytetään kuormitusta ilmaisevana energiankulutusarvona näiden keskiarvoa. Tämä tasoittaa myös kesä- ja talviliikuntamuotojen mahdollisia eroja. (Mälkiä ym. 1988) Työ on luokiteltu energiankulutuksen perusteella seitsemään luokkaan (liite 8). Luokalle määrätty MET-arvo kerrotaan työtunneilla ja suhteutetaan koko kuukauden työenergiankulutukseen. Yksiköksi saadaan työenergia/kk METmin. (Mälkiä ym. 1988).

MET-yksiköiksi muunnetut energiankulutusarvot mahdollistavat sen, että eri työmuotoja ja liikuntatottumuksia sekä niiden kombinaatioita voidaan verrata toisiinsa. Tällä käsittelytavalla voidaan verrata keskenään myös eri vuodenaikoina tapatuvien liikuntasuoritusten energiankulutusta. (Mälkiä ym. 1994).

MET-yksiköillä tehdyissä energiankulutuksen mittauksissa suurin virhelähde on perus- ja lepoenergiankulutuksen vaihtelu yksilöiden välillä. Virhe voi olla jopa 10 % (McArdle ym. 1981) Esitettyjen arvojen perusteella laskettiin työn ja vapaa-ajan energiankulutusindeksi (MET), joka ilmaisee arvioidun energiankulutuksen aikayksikössä. Työhön liittyvät energiankulutusintensiteetit ovat esitetty liitteessä 8 (Mälkiä ym.1988). Vapaa-ajan liikunnan intensiteettiarvoksi otettiin eniten kuormittaneen liikuntalajin mukainen arvo (liite 9). Lisäksi laskettiin suurin energiankulutusintensiteetti ja työn sekä vapaa-ajan energiankulutusindeksien summaindeksi. (Mälkiä ym.1988)

8. HENGITYSVOIMAN MITTAAMINEN OSA-POTILAILLA MIP/MEP -MENETELMÄLLÄ JA OSA-POTILAIDEN FYYSISEN AKTIIVISUUDEN MÄÄRITTÄMINEN MET-MENETELMÄLLÄ

8.1. Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää, onko obstruktiivista uniapneaa sairastavien miespotilaiden staattinen maksimaalinen sisään- ja uloshengitysvaima erilainen kuin terveiden verrokkimiesten hengitysvaima.

Osaongelmina olivat 1) onko CPAP-hoidetuilla uniapneapotilailla ja vasta-diagnostisoiduilla uniapneapotilailla eroa hengitysvaiman suhteen ja 2) onko uniapneapotilasryhmillä eroja muiden mitattujen parametrien suhteen. Lisäksi pyritään kartoittamaan obstruktiivista uniapneaa sairastavien potilaiden liikunnallista aktiivisuutta MET-menetelmällä työraituksen ja vapaa-ajan liikunnan energiankulutuksen arvioinnin keinoin.

8.2. Aineisto ja menetelmät

8.2.1. Koehenkilöt

Koehenkilöinä oli Taysin unitutkimusyksikön obstruktiivista uniapneaa sairastavia miespotilaita (N=80) sekä verrokkeina suomalaisia viitearvoja määritelleen tutkimuksen (Karvonen J. 1994. Measurement of respiratory muscle forces based on maximal inspiratory and expiratory pressures) mieskoehenkilöt (N=94). Vertailuryhmästä pudotettiin pois ne koehenkilöt, jotka olivat suorittaneet mittaukset nenäpuristimen kanssa. Heitä oli kymmenen potilasta. Tämä vähennys tehtiin siksi, että uniapneetikoista kaikki suorittivat mittaukset ilman nenäpuristinta ja halusin verrokkien arvot samalla tavalla tehtyinä. Verrokkiryhmän kooksi jäi siis 85. Aineisto koostuu vain miehistä, koska uniapneapotilaista valtaosa on miehiä.

Uniapneapotilaat jaettiin kahteen ryhmään sen mukaan, onko heillä aloitettu CPAP-hoito vai onko sairaus vasta diagnostisoitu. Molempiin ryhmiin ryhmäkooksi muodostui N=40. CPAP-hoitoa potilaan täytyy toteuttaa minimissään viisi tuntia yössä joka yö, jotta hoito katsotaan jatkuvaksi. Mitattavilla potilailla oli mittauskerralla pääsääntöisesti puolen vuoden laitekäytön kontrollikäynti. Toinen ryhmä vastatodetuista uniapneapotilaista, jotka polikliinisesti tulivat kuulemaan lääkäriltä tutkimusyön tuloksia. Lääkärikäyntiin liittyvällä sairaanhoitajan tapaamisella potilaalta kysyttiin, suostuuko hän kyseiseen mittaukseen. Näin tavoitettiin 40 graavia uniapneaa sairastavaa miestä, jotka eivät vielä olleet saaneet mitään hoitoa sairauteensa. Mitatut arvot kirjattiin lomakkeeseen (kts liite 3.) CPAP-hoidon eräänä kriteerinä on graavi sairaus, joten uusien uniapneetikkojen valintakriteerinä oli korkea apneaindeksi (tässä aineistossa ka 23, vaihteluväli 0,5 - 66,50) tai/ja voimakkaat saturaatiolaskut yön aikana. SaO₂ merkitsee happisaturaatioarvoa, joka ilmaisee kapillaariveren happikylläisyysasteen. Mittalaite oksimetri ilmoittaa prosenttiosuuden happikylläisyydestä.

TAULUKKO 3. Koehenkilöiden BMI-arvot, keuhkofunktio-, hengityselinvoima-arvot.

	BMI		FEV1 (l)		FEV%		MIP (ka)		MEP (ka)	
	verrokki	OSA*	verrokki	OSA	verrokki	OSA	verrokki	OSA	verrokki	OSA
keski- arvo	25,0	32,1	4,12	3,53	84,33	75,87	9,2	9,1	13,8	13,9
keskiha- jonta	3,70	5,80	0,71	0,69	5,55	7,01	2,72	3,38	3,62	3,83
otos- koko	85	80	85	30	85	27	85	80	85	80

*OSA = uniapneapotilaat, lyhenne sanoista obstructive sleep apnea

8.2.2. Keuhkofunktio mittaukset

Koehenkilöiltä kerättiin myös FEV₁- sekä FEV%-arvot, mikäli koehenkilöt olivat käyneet vitalografiassa sairaalakäyntiensä yhteydessä. FEV₁ tarkoittaa yhden sekunnin aikana ulos puhalletun ilmamäärän (l) maksimaalisessa suorituksessa. FEV% on prosenttisarvo ikä-, sukupuoli- ja kokovakioidusta oletusarvosta. Näin haluttiin varmistaa, ettei koehenkilöillä ollut restriktiivistä tai obstruktiivista keuhkosairautta, joka olisi itsessään vähentänyt koehenkilöiden hengityselinvoimaa. Verrokeilta nämä arvot on mitattu hengityselinvoimamittauksen yhteydessä. Uniapneapotilailta piti löytyä samat tiedot potilaspapereista, mutta käytännössä keuhkofunktio mittausten tuloksia ei ollut saatavissa kuin osalta potilaista. Keuhkosairauksien erikoislääkärin lausunnosta oli puuttuvien keuhkofunktio mittausten osalta aina varmistettavissa, ettei potilaalla ollut todettu jotain keuhkojen rakennetta muuttanutta sairautta. Kaikkien uniapneapotilaiden hengityselinvoimamittaukset suoritettiin TAYS:in eettisen toimikunnan päätöksen (liitteet 1 ja 2) luvalla sekä potilaiden omalla suostumuksella.

8.2.3. Painoindeksi, MET ja tupakointi

Tämän aineiston osalta BMI eli body mass index haluttiin muuttujaksi laskemalla se potilaan ilmoittaman painon ja pituuden avulla kaavaalla $BMI = \text{paino} * (\text{pituus})^2$. Painon yksikkönä on kg ja pituuden m (eikä cm). Mikäli paino oli tarkistettavissa potilastiedoista, se tehtiin. Uniapneapotilaat punnitaan jokaisella poliklinikkakäynnillä. Tästä johtuen haluttiin myös kartoittaa kyselyllä potilaiden liikunnallista aktiivisuutta (liite 4) sekä ansiotyön tai vastaavien toimintojen fyysistä rasittavuutta (liite 5). Etsittäessä yhteyksiä ylipainon ja uniapnean välillä herää kysymys, ovatko potilaiden elintavat kuten liikunnan harrastamattomuus ja ruokailutottumukset syytä vai seurauksia. Sopivimpana tapana määrittää uniapneapotilaan fyysinen aktiivisuus oli käyttää Mini-Suomi -tutkimuksesta tuttua METPRO -menetelmää. Olen käyttänyt kyselylomakkeen osioita, joissa kysytään potilaan työn fyysistä rasittavuutta sekä vapaa-ajan liikuntaharrastuneisuutta. Verrokkimateriaalini hengityselinvoiman suhteen on mitattu jo aiemmin, joten tälle ryhmälle ei kyseistä kartoitusta ole voitu tehdä.

Käytetty tupakoinnin muuttuja on askivuosi. Jos tupakoija tupakoi joka päivä vuoden ajan yhden askillisen tupakkaa, on hän tupakoinut yhden askivuoden. Jos tupakoijalla on tupakointihistoriassaan 20

vuotta samalla intensiteetillä, saadaan arvoksi hänen osallaan 20 askivuotta. Tämä on siis eräänlainen kertymä tupakoinnista, vaikka henkilö ei enää tällä hetkellä tupakoiakaan. Tapa on yleinen kroonisten keuhkopotilaiden tupakointi-indeksinä, kun tupakka-historia voi olla useita kymmeniä vuosia hieman vaihtelevalla intensiteetillä. Samaa parametriä on käytetty myös verrokkiaineiston suhteen.

TAULUKKO 4 . Uniapneapotilaiden sairauden intensiteettiä sekä fyysistä aktiivisuutta kuvaavat muuttujat. N=80.

	keskiarvo ja SD	N
apneaindeksi (AI)	23,4 +/- 17,7	61
alin SaO ₂	78,8 +/- 10,4	60
aktiivijajan energia*	28 825 +/- 25 102	78
korkein intensiteetti (MET)	5,2 +/- 2,7	78
työpäivän intensiteetti (MET)	3,1 +/- 2,0	78
Taulukko 4 jatkuu		
työenergia (MET/kk)	24 240 +/- 25 497	78
säännöllinen liikunta #	4 305 +/- 6 593	78
vapaa-ajan korkein intensiteetti +	4,34 +/- 3,29	78

* yksikkö on METmin/kk, tässä sisältää sekä työ- että vapaa-ajan energian

yksikkö MET min/kk, vapaa-ajan säännölliseen liikuntamuotoon käytetty energia (AKenergi)

+ yksikkö MET, AKenergi+BKenergi eli sekä säännöllinen että epäsäännöllinen liikunta

8.2.4. Mittalaite

Mittari on teräskuorinen kalvomanometrimittari (Landis & Guhr, Saksa, tyyppi 611.10.63), jonka mittaväli on (-21kPa) - (+21 kPa). Mittarin tarkkuusluokka on +/- 1,6% päätearvoista. Mittari on yhdistetty suokappaleeseen silikonikumisella letkulla, jonka pituus on 80 cm. Suokappaleessa ennen letkua on muovinen sylinteri sisäläpimitaltaan 22 mm, pituudeltaan 100 mm. Sylinterin toinen pää on suljettu, mutta päähän on suunniteltu 1mm:n läpimittainen reikä. Reiän tarkoitus on estää poskilihaksilla painettu väärä lisäpiikki mittarilukemaan. (Karvonen ym. 1994). Maksimaalinen sisäänhengitysvoima (MIP)

mitataan normaalin uloshengityksen jälkeen toiminnallisen jännöskapasiteetin (FRC) tasolta siten, että koehenkilö sulkee suukappaleen tiiviisti huulien väliin ja hengittää sisään maksimaalisesti muutaman sekunnin ajan. Maksimaalinen uloshengityspaine (MEP) mitataan keuhkojen kokonaiskapasiteetin (TLC) tasolta siten, että koehenkilö puhalttaa täysiltä keuhkoilta maksimaalisesti muutaman sekunnin ajan. Mittarin osoittimen pitää pysyä maksimiarvossaan kahden sekunnin ajan. Molemmat mittaukset suoritetaan kolmesti.

Laitteen luotettavuudesta olen tehnyt pienimuotoisen tutkielman cum laude-työnä. Tässä työssä mitattiin 43 koehenkilöä kolmena peräkkäisenä päivänä samaan kellonaikaan ja samoissa olosuhteissa. Koehenkilöistä 20 oli terveitä, 15 COPD-potilaita ja kahdeksan OSA-potilaita. Mittauksia (sekä MIP että MEP) suoritettiin kolme kumpaakin kahden minuutin tauoin. Aineistoa testattiin tilastollisesti, ja todettiin ettei eri päivien maksimiarvojen välinen vaihtelu ollut tilastollisesti merkitsevä. Myöskään kunkin päivän maksimiarvot (MIP ja MEP) eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi kahden parhaan arvon keskiarvosta. Tässä työssä paine ilmoitetaan kahden parhaan arvon keskiarvona.

Aineisto kerättiin aikavälillä maaliskuu 1996- huhtikuu 1997. 80:n tutkimuskriteerit täyttävän potilaan mittaaminen vei aikaa, koska keräämistä rajoittivat työt, jotka fysioterapeutin virka keuhkoklinikassa minulta edellyttivät. Toisaalta on todettava, että ellen olisi kuulunut henkilökuntaan, aineiston kerääminen itse olisi ollut mahdotonta. Mittaustilanteet pyrittiin suorittamaan aina samassa tilassa ja samalla tavoin vakioituina. Mittaustapahtuma ei lisännyt potilaan poliklinikkakäynnin ajallista kestoa kuin maksimissaan 10 min. Potilaat (N=3), joilla ilmeni hengitysfunktioiden alentumaa sairauden tai akuutin infektion takia, karsiutuivat pois mittaustyhmästä. Mittauksen jälkeen potilas täytti tai minä haastatellen täytin kyselyn potilaan fyysisestä aktiivisuudesta työn sekä liikuntaharrastuksen osalta.

8.3. Tilastolliset menetelmät

Aineisto käsitellään SPSSPC+ -ohjelmistolla, versio 7,5. P:n arvoa $< 0,05$ pidetään tilastollisen merkitsevyyden rajana kaikissa analyyseissä. Kaikkien kolmen ryhmän keskiarvojen vertailuun MIP/MEP-arvojen sekä keuhkofunktioarvojen osalta käytetään yksisuuntaista ANOVAa. Selvittelyyn mitkä ryhmät mahdollisesti eroavat toisistaan, käytetään Bonferronin tarkastelua. Riippuvien muuttujien

normaalijakautuneisuus testataan Kolmogorov-Smirnovin testillä. Kahden uniapnearyhmän keskiarvojen eroja testataan kahden itsenäisen muuttujan t-testeillä. Valittujen muuttujien osuutta kovariaatteina uniapneapotilaiden MIP/MEP-keskiarvojen vertailuun tarkastellaan kovarianssianalyysillä. Uniapneapotilaiden liikunnallista aktiivisuutta ja sairauden parametrejä tarkastellaan korrelaatiomenetelmällä.

9. TULOKSET

Ongelmaan uniapneapotilaiden hengitysvuimasta verrattuna terveisiin verrokkeihin haetaain vastausta varianssianalyysin avulla. Aineisto jaetaan kolmeen ryhmän (taulukko 5).

Uniapneapotilaat eivät eroa hengitysvuimaltaan terveiden verrokkeiden hengitysvuimasta maksimaalisen sisäänhengityksen (ryhmien välinen vaihtelu: F-arvo 1.002 , p=0.370 eli ei merkitsevää) tai maksimaalisen uloshengityksen(F-arvo .245 , p=0.783 eli ei merkitsevää) suhteen. Anova antaa FEV_{1:n} ja FEV%:n suhteen ryhmien välisiä merkitsevyyseroja (p<0,001), mutta näiden parametrien osalta tulokset eivät kuitenkaan ole merkittäviä.

TAULUKKO 5. Sisään- ja uloshengitysvuimien keskiarvojen jakautuminen tutkimusryhmien välillä.

		N	keskiarvo ja SD
MEP ka	verrokkit	85	13,80 +/- 3,62
	CPAP-hoidetut	40	13,48 +/- 3,64
	vasta dg uniapneat	40	14,56 +/- 3,99
	yhteensä	165	13,89 +/- 3,72
MIP ka	verrokkit	85	9,23 +/- 2,72
	CPAP-hoidetut	40	8,86 +/- 3,39
	vasta dg uniapneat	40	9,28 +/- 3,41
	yhteensä	165	9,15 +/- 3,05

Kahden riippumattoman otoksen t-testillä testataan verokkiryhmän ja uniapnearyhmän keskiarvojen erojen merkitsevyyksiä. T-testissä ryhmien keskiarvojen eroja ei todeta merkitseviksi sisään- tai uloshengitysvuiman suhteen. Keuhkofunktiomittausten suhteen samat erot toistuvat, jotka tulevat esille jo varianssianalyysissä. Erittäin selkeä merkitsevyys löytyy tupakoinnissa. Kovarianssianalyysissä kovariaateiksi otetaan ikä sekä työn ja vapaa-ajan energiankulutuksen muuttujia. Ainoa yhteys löytyy iästä.

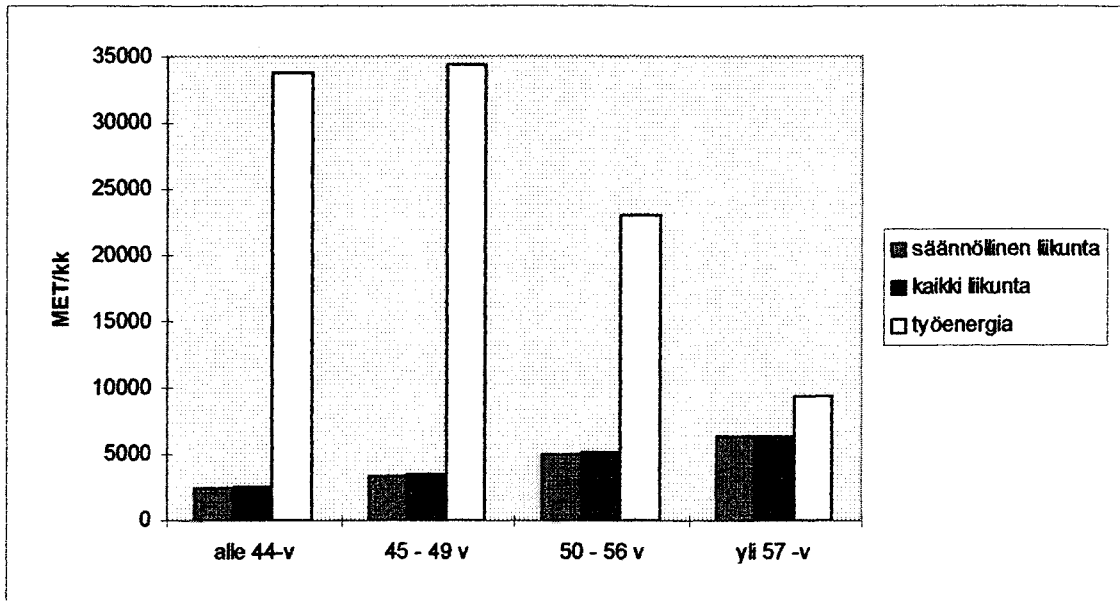
TAULUKKO 6. Vertailu verrokkien (N=85) ja uniapneapotilaiden (N=80) mitatuista parametreistä.
Kahden riippumattoman otoksen t-testi

		keskiarvo ja SD		merkitsevyys
MEP ka	verrokit	13,80	+/- 3,62	ns
	uniapneetikot	13,99	+/- 3,84	
MIP ka	verrokit	9,23	+/- 2,72	ns
	uniapneetikot	9,07	+/- 3,38	
FEV1	verrokit	4,13	+/- 0,705	***
	uniapneetikot	3,53	+/- 0,699	
FEV%	verrokit	84	+/- 5,55	***
	uniapneetikot	76	+/- 7,01	
BMI	verrokit	25	+/- 3,70	***
	uniapneetikot	32	+/- 5,80	
tupakointi	verrokit	2,89	+/- 6,23	***
	uniapneetikot	8,84	+/- 12,17	

*** p < 0,001 ns=ei merkitsevyyttä

Uniapneapotilasryhmien välillä ei todeta tilastollisesti merkitseviä eroja millään mitatulla hengitysvoimatai keuhkofunktioparametrillä. Myöskään fyysisen aktiivisuuden (työenergia, työpäivän intensiteetti, vapaa-ajan energia, aktiiviajan energia sekä korkein intensiteetti) suhteen ei t-testi ilmaise merkitseviä eroja keskiarvoissa uniapneapotilasryhmien välillä.

Uniapneopotilaat (N=78) jaetaan seuraavaa tarkastelua varten neljään ikäryhmään. Ikäryhmät näkyvät kuviossa 9. Ensimmäisen ryhmän N=21, toisen N=17, kolmannen N=19 ja neljännen N=21. Kuvion tarkoituksena on havainnollistaa työenergian määrän ylivoimaisuutta harrasteiden energiankulutukseen. Kuvioista puuttu lepoaineenvaihdunnan lukuarvot.



KUVIO 9. Keskiarvovertailu vapaa-ajan energian ja työenergian suhteista uniapneapotilailla.

Mitattujen parametrien osalta fyysistä aktiivisuutta tarkastellessa löytyy seuraavia yhteyksiä. Työtuntien raakadatasta näkee, että CPAP-hoidetuista potilaista 11 ei tee työtä mittaushetkellä. Vasta diagnostisoiduista uniapneapotilaista 15 ei ole mittaushetkellä töissä. Siitä, ovatko nämä potilaat työeläkkeellä vai sairauslomalla, ei ole tietoa. Vastaavasti vapaa-ajan energiaa (METmin/kk) mittaava parametri näyttää, että CPAP-hoidetuista potilaista yhdeksän ei harrasta sen kummemmin säännöllistä kuin epäsäännöllistä liikuntaa. Vastaava luku vasta diagnostisoiduista uniapneapotilaista on 11. Koko uniapnea-aineistosta siis kaikkiaan 33% on vailla työtä mittaushetkellä ja samoin 32% uniapneapotilaista ei harrasta mitään liikuntaa. Ne potilaat, jotka tekevät raskasta työtä tai pitkää työpäivää, eivät harrasta liikuntaa juuri lainkaan. Työstä poissaolo kasvattaa lukuja liikuntasarakkeissa.

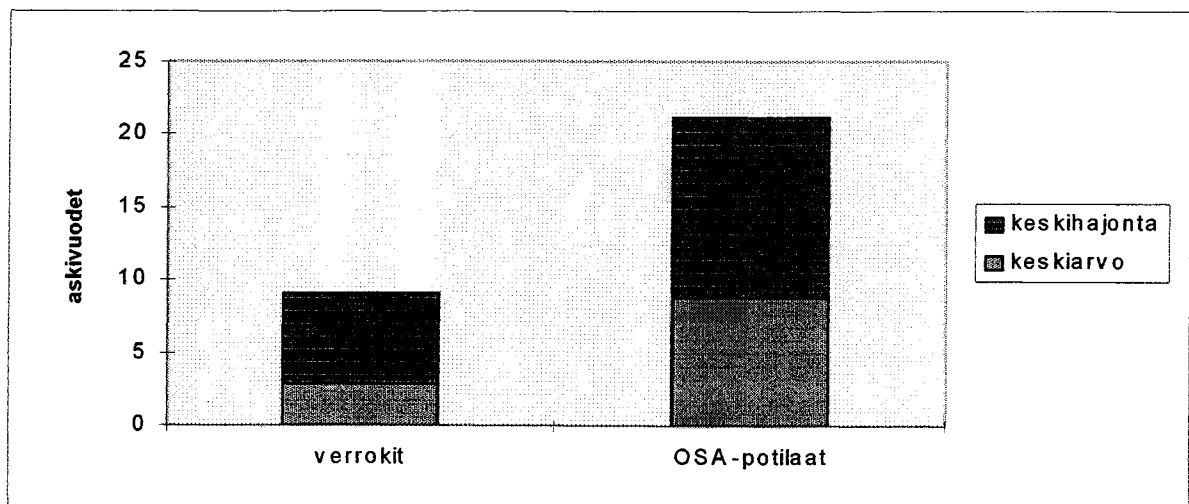
Säännöllistä liikuntaa, vaikkakin melko alhaisella intensiteetillä, harrastaa 51 potilasta (66%). Vapaa-ajan energiankulutuksen keskiarvo uniapneapotilailla oli 4,3 MET.

TAULUKKO 7. Sairautta kuvaavien ja fyysistä aktiivisuutta kuvaavien muuttujien interkorrelaatiot, 1-suuntainen tarkastelu, N=78

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. säännöllinen liikunta METmin/kk								
2. aktiivijajan energia METmin/kk	,070							
3. korkein intensiteetti MET	,360**	,429***						
4. työenergia MET/kk	-,168	,965***	,329**					
5. vapaa-ajan korkein intensiteetti	,450***	,132	,847***	,010				
6. tupakointi	,038	-,083	-,207*	-,076	-,159			
7. apneaindeksi	-,061	,064	-,123	,064	-,189	,168		
8. alin SaO2	-,134	-,019	-,020	,032	,021	-,231*	-,480***	
9. BMI	-,117	-,150	-,030	-,167	-,008	,249**	,232*	-,376**

*** $p < ,001$, ** $p < ,01$, * $p < ,05$

Fyysistä aktiivisuutta ilmaisevat parametrit korreloivat korkeasti keskenään, koska ne ilmaisevat lähes samaa asiaa. Painoindeksi näyttää korreloivan melko voimakkaasti tupakoinnin kanssa, samoin sairautta kuvaavan alhaisen happisaturaation kanssa. Sairautta kuvaavat parametrit korreloivat voimakkaasti keskenään.



KUVIO 10. Keskiarvovertailu tupakoinnista askivuosina.

Tupakoinnin suhteen t-testi näyttää, että uniapneapotilaat tupakoivat tai ovat tupakoineet terveitä verrokkeja enemmän.

10. POHDINTA

10.1. Tulokset

Mitatuilla uniapneapotilailla ei ole terveitä miehiä huonompi tai parempi hengitysvaivo. Minulla oli oletuksena ennen mittauksia, että CPAP-hoitaisilla uniapneapotilailla saattaisi olla terveitä verrokkeja tai tuoreita uniapneapotilaita huonompi sisäänhengitysvaivo. Oletukseni perustui ajatusketjuun, jonka mukaan yöllinen CPAP-hoito antaa paineista ilmaa keuhkoihin ilman suurempia ponnisteluja. Hoitamaton uniapnea päinvastoin voisi kasvattaa sisäänhengitysvaivoa, koska potilas tekee apnean aikana hengitysvaivoja, vaikka ilmatie pysyy apnean aikana suljettuna ylähengitysteissä. Keskiarvoissa hoitamattomien uniapneapotilaiden sisäänhengitysarvo onkin ryhmien keskiarvoista suurin. Erot ovat niin pieniä, ettei tällä otoksella tilastollisia eroja ilmene. Miksi toisaalta uniapneapotilailla pitäisi olla muuta väestöstä huonompi hengitysvaivo? Sisäänhengityksen minimiarvot ovat potilasryhmillä hieman verrokkeja pienempiä. Kun verrokeilla tässä aineistossa minimi MIP on 3,3 kPa, on vastaava luku CPAP-hoidetulla uniapneetikolla 2,7 kPa ja vasta diagnostisoidulla uniapneetikolla 2,3 kPa. Uloshengitys on terveissä ja melko terveissä aineistoissa sisäänhengitystä vähemmän merkityksellinen, koska kyllä sisäänhengitetty ilma yleensä tulee ulos. Uloshengitys on ongelma vaikeissa keuhkosairauksissa ja neurologisissa vaikeissa sairauksissa, jossa lima saattaa tukkia pienen puhallusvoiman vuoksi hengitystiet. Tässä aineistossa verrokkien MEP minimiarvo on 6 kPa, kun aiemmassa järjestyksessä vastaavat luvut ovat potilailla (7,3 kPa ja 7,0 kPa). CPAP-hoitaiset potilaat suorittavat hoidon aikaisen uloshengityksen koneen vastusta vastaan, koska CPAP-laite puhaltaa samalla paineella ilmaa riippumatta siitä, hengittääkö potilas sisäänpäin vai ulospäin.

CPAP-hoito parantaa sisäänhengitysvaivoa sentraalista uniapneaa sairastavilla potilailla, joilla on lisäksi congestiivinen sydänsairaus. Näin ovat tutkineet John T. Granton ym. (1996) Ontariossa Kanadassa. Heidän tutkimuksensa koostui satunnaistetuista koe-kontrolli ryhmistä, joista koeryhmän yhdeksän potilasta käytti CPAP-laitetta kolmen kuukauden ajan ja kontrolliryhmän kahdeksan potilasta ei käyttänyt CPAP-hoitoa. Minimi aika CPAP-hoitoa oli kuusi tuntia yössä laitehoitoryhmässä. Koeryhmän MIP-arvot nousivat 79,3 cmH₂O:sta 90,7 cmH₂O:een, hengenahdistuksen ja väsymisen tunteet hävisivät.

MEP ei muuttunut. Sentraalisen uniapnean ja obstruktiivisen uniapnean etiologiat ovat aivan erilaiset, mutta tutkimustulos on silti kiinnostava. (Vesisenttimetrit kilopascaliksi muutettuna arvot ovat 10,5 kPa:sta 12,1 kPa:een eli noin puolentoista kilopascalin muutos.)

CPAP-hoito alentaa liiallista lihasten sympaattista aktivaatiota (Waravdekar ym. 1996) Uniapneaa sairastava potilas, joka ilman hoitoa taistelee öisin saadakseen happea elimistöön, kärsii yöaikaan kohonneen sympaattisen hermoston aktivoitumisen aiheuttamista oireista. Hengitysteiden laajeneminen ja ventilaation kasvaminen ovat todella tarkoituksenmukaisiakin reaktioita. Normaalisti parasympaattisen ja sympaattisen hermoston säätelyjärjestelmien välillä vallitsee mielekäs tasapaino. Se vaihtelee vuorokauden aikana, yöllä vallalla on parasympaattisen hermoston toiminta. Waravdekarin ym. (1996) tutkimuksen mukaan CPAP-hoidon keston täytyy olla vähintään 4,5 tuntia/yö, jotta tämä hoito alentaa sympaattista tonusta lihaksistossa. CPAP-hoitoa saavat potilaat oletettavasti siis lepäävät yönsä rauhallisemmin ja ovat aamuisin virkeämpiä kuin hoitamattomat uniapneapotilaat. Sympaattisen hermoston vaikutusten vaihtelusta hengityselinvoimaan olisi mielenkiintoista saada lisäselvitystä.

Verrokkiaineistosta ei valitettavasti ollut käytävissä työn ja vapaa-ajan energiankulutustietoja. Uniapneapotilaat tekevät yllättävänkin raskaita töitä tai vastaavasti pitkiä työtehtäviä sairauteensa nähden. Kun työ kuluttaa energiaa paljon, on ymmärrettävää ettei voimia riitä kuntoilemiseen. Tämä on hyvä huomata juuri fysioterapeuttina. Monesti työ on vielä fyysisesti kuluttavaa, ja kuntouttajan mieleen voi tulla suositella liikuntaa palauttavana ja rentouttavana vastapainona. Jossain vaiheessa vaatimukset potilaan suorituskyvylle tulevat ylittymään. MET-menetelmästä on tulossa kaupallinen versio, joka olisi arvokas arvioitaessa potilaan resursseja ja mahdollisuuksia suorittaa kunto-ohjelmaa vaikkapa laihduttamisen motivaatiolla. Perustiedot keräten potilaan työenergiankulutuksesta, työmatka- ja vapaa-ajan liikkumisesta olisi nopeasti hahmotettavissa potilaan todelliset fyysiset voimavarat. Muistettava on myös ylipainoisten liikuntaa suunniteltaessa, milloin liikunta on mahdollista liittää laihduttamiseen. Liikunnan merkitys laihtumiseen on varmasti toissijainen oikeiden ravintotottumusten rinnalla. Kuitenkin hengityselinsairalla on todennäköisesti tarvetta harjoituttaa hengästyksen kautta hengityselinliikuntaa ja hengitystekniikkaa.

Työ on monin kerroin energiankulutukseltaan raskaampaa kuin vapaa-ajan liikunta. Puolella uniapneapotilaista työpäivän intensiteetti jäi 2 MET tai sen alle. Maksimiarvo oli 10 MET, kahdella potilaalla. 19 potilasta työskentelee 5-10 MET työssä. Mini-Suomi -tutkimuksessa mitatut keskimääräiset työenergiankulutukset länsi-suomalaisilla miehillä oli 4,3 MET (Mälkiä ym. 1988,37). Potilasaineiston keskiarvo oli 3 MET. Eli se osa potilaista, jotka ovat työelämässä, tekevät keskimääräistä raskaampia töitä. Raskaissa töissä tai erittäin raskaissa töissä on merkitsevästi enemmän työ- ja toimintakykyä heikentäviä sairauksia sairastavia, kuten astma, sydänsairaudet, tulesairaudet tai mielenterveyshäiriöt. (Mälkiä ym. 1988). Työelämässä vaikuttavat uniapneapotilaat tekevät myös raskaita työpäiviä.

Säännöllistä liikuntaa, vaikkakin melko alhaisella intensiteetillä, harrastaa 51 potilasta (66%). Vapaa-ajan energiankulutuksen keskiarvo uniapneopotilailla oli 4,3 MET. Arvioidaan että 3 MET vastaa rauhallista kävelyä. 5 MET tai yli sen on kohtalaisen reipasta liikuntaa. Mini-Suomi -tutkimuksessa raportoidut vapaa-ajan ikävakioidut MET-arvot länsi-suomalaisilla miehillä olivat keskiarvona 3,9 MET (Mälkiä ym. 1988,37). Tässä aineistossa päästiin hieman korkeampaan keskiarvoon, vaikka kyseessä on potilasryhmän keskiarvosta. Uniapneapotilaat suosivat aikaa viepää kävelyä, joka on intensiteetiltään alhaista.

Tupakointi on aiemmin yhdistetty vahvasti habituelliin kuorsaamiseen. (Wetter 1994.) Tässä aineistossa keskihajonta on suuri, koska uniapneopotilaidenkin kohdalla vaihtelu on välillä: ei-tupakoiva - 50 askivuotta tupakointia. Uniapnean taustoja on selvitelty hyvinkin tarkasti, mutta tupakoinnin osalta tutkimuksia on niukalti. Tanskassa on tehty 3 323:n koehenkilön tutkimus, jossa kartoitettiin sydän- ja verisuonisairauksista varoittavia riskitekijöitä (Jennum ym. 1992). Tässä yhteydessä huomattiin kuorsaaminen selvästi riskitekijäksi ja kartoitettiin laajasti kuorsaamisen taustatekijöitä. Kuorsaaminen korreloi voimakkaasti tupakoinnin, alkoholin käytön, korkean BMI:n, seerumin korkean triglyseridipitoisuuden ja korkean systolisen verenpaineen kanssa. Yli 15 savukkeen tupakointi päivittäin kasvattaa kuorsaamisen riskiä merkitsevästi verraten tupakoimattomiin tai vähemmän tupakoiviin. (Jennum ym. 1992) Tupakoinnin määrästä riippumatta tupakoijat kuorsaavat nukkuessaan selvästi ei-tupakoijia herkemmin. Pelkkä aiempi tupakoiminen ei yksin ole todettu kuorsaamisen riskiksi.

10.2. Menetit

Ylipainoisuus itsessään lisää hengitystyön kuormaa mekaanisesti, vaikka ei varsinaisesti aiheuta hengityslihasten heikkenemistä (Rochester 1993). Näin ollen ylipainoisuus on verrastettavissa kyfoskolioosin ja COPD:n aiheuttamiin mekaanisiin hengityshäiriöihin. Rochesterin (1993) mukaan uniapnea ilman ylipainoa tai ilmanteiden kaventumaa harvoin on syynä hengityshäiriöön. Ylipainoisuuden etiologisina tekijöinä ovat sekä geneettiset tekijät että elämäntavat, mutta kummankaan tekijän suhteellista osuutta ei tunneta hyvin. Jo pitkään ylävartalolihavuutta on pidetty terveydelle vaarallisempina kuin gynoidaalista lihavuutta (McArdle 1991,660). Painoindeksi (BMI) on hyvä ylipainon mittari verrattessa eri henkilöitä. Heikkoitena sillä on, ettei se kykene erottamaan eri lihavuustyyppisiä. Sydän- ja verisuonisairauksien kannalta olisi parempi mitata vyötärö/lantio -suhde. (McArdle 1991).

Ylipainon vaikutuksia keuhkofunktioiden mittaamisessa on tutkittu varsinkin USA:ssa. Collins ym. (1995) ovat verranneet lihavuustyyppien vaikutusta keuhkofunktiomittausten tuloksiin 42:lla normaalipainoisella tai lievästi ylipainoisella miehellä. Koehenkilöt, jotka olivat vyötärö/lantio -suhdemitalla luokiteltavissa ylävartalolihaviksi, saivat tilastollisesti merkitsevästi huonompia arvoja parametreilla FVC, FEV₁ ja TLC kuin gynoidaalisesti lihavat koehenkilöt. TLC:n suhteen vahvin käännteinen yhteys löytyi yllättäen bicepsin ihopöimun paksuuden lukuarvosta. (Collins ym. 1995)

Tarkastelen vielä muita hengityspaineiden mittaustapoja. Hengityslihaspaineita voidaan mitata myös pleura- ja vatsaontelon kautta. Tämän saavuttamiseksi koehenkilöön saatetaan ilmapallokateetri, joka asetetaan esofagukseen pleurapaineen (Ppl) mittaamiseksi ja/tai mahalaukkuun vatsaontelon paineen (Pga) mittaamiseksi. Potilaaseen täytyy ujuttaa ilmapallokateetrit erikseen esofagusn alakolmannekseen sekä vatsalaukkuun. Tämä onnistuu vain paikallispuudutuksessa. Mittaustapaa käytetään lähinnä vain tieteellisissä tutkimuksissa, ei kliinisessä käytössä. (Rochester 1988) Transdiaphragmaattinen paine mitataan yleensä, kun koehenkilö suorittaa maksimaalista sisäänhengitystä suljettua vastusta vastaan. Tarkoituksena on saada selville pallean tuottama voima. Tätä toimintoa kutsutaan Mullerin manööveriksi. Tämän toiminnon aikana on suuri negatiivinen Pes ja pieni positiivinen Pga, joten Pdi Muller on noin 10% suurempi kuin Pes. Eritysolosuhteilla voidaan saada aikaan korkeampia Pdi Muller -arvoja. (Rochester 1988)

Pletysmographia on laboratorio-olosuhteissa suoritettava koe, jossa koehenkilö suljetaan pieneen tilaan tietyksi aikaa. Tilan ilman lämpötila vakioidaan, jonka jälkeen koehenkilöä pyydetään hengittämään normaalisti, jotta virtaus ja plethysmographinen paine saadaan mitattua ja korreloitua. Koehenkilö hengittelee suukappaleen kautta, jonka läppä pysäyttää ilman virtauksen. Tällöin suupaine mitataan ja suhteutetaan alveolaariseen paineeseen erinäisten matemaattisten ohjelmien kautta. Menetelmä on maailmalla paljon käytetty, sen käyttöä sairaalatutkimuksissa ei lisää COPD-potilaiden haluttomuus kokeeseen. (Gizdulich 1992)

Hengitysilihasten voimaa voidaan mitata aiempia tekniikoita luonnollisemmalla menetelmällä, kuten vapaa maksimaalinen sisäänhengitys, lyhyt terävä niiskaus (sniff) tai yskäisy. Näyttää todennäköiseltä, että voimakas sisäänhengitys TLC-tasolle tai voimakas niiskaus saisi aikaan hermostollisen ärsytyksen lähes maksimaaliseen pallean ja muiden sisäänhengitysilihasten supistumiseen. Voimakas yskäisy aiheuttaisi saman uloshengitysilihaksille. Tätä ei ole täysin pystytty osoittamaan. Yskäisy ja niiskauksen mittaamiseen tarvitaan pallokatetri, eikä katetrin käyttö täysin varmaa (katetrin paikasta nenäontelossa tai keuhkoputkessa pitää olla varma, samoin katetrin paikallaan pysymisestä). (Rochester 1988).

Sähköisesti voidaan antaa pallealle impulssi palleahermon kautta, käyttäen transcutaanista bilateraalista phrenic-stimulaatiota. Tämä pallean sykäys voidaan mitata suupaineena, koska $P_m = P_{di}$ millä tahansa keuhkovolyymilla, jos vain pallea supistuu. Ongelmana on sopivan stimulaatioamplitudin löytäminen, se riippuu pallean impedanssista (näennäisvastuksesta) senhetkisessä supistuneisuudessaan. (Clanton & Diaz 1995, 988)

Uutena arviointitapana pallean toiminnasta on palleahermon juuritason magneettinen stimulaatio. Magneettisella stimulaatiolla saadaan sähköistä stimulaatiota vastaava nykäys, ainoastaan voimakkaammin esiin. Oletetaan täten ärsyttämällä, että rintakehän lihakset stabiloivat rintakehää ja estävät palleaa lyhenemästä. Näin voidaan tuottaa suurempi tetaaninen voima. Tutkijat (Clanton & Diaz 1995) ovat varmoja siitä, että tästä testaustavasta tulee rutiinitutkimus muutamassa vuodessa. On kehitelty myös ultraäänilaitteistoja, joilla arvioidaan pallean paksuutta. Pallean paksuuden muutos lihaksen supistuessa antaisi tietoa supistuksen voimasta.

10.3. Virhelähteet

MIP/MEP-mittarin käyttö ja koehenkilön ohjaus on helppo vakioida silloin, kuin mittaajana toimii aina yksi ja sama henkilö. Koska maksimaaliseen suoritukseen tähtäävä manööveri vaatii voimakasta sanallista ohjausta ja kannustusta, on eri mittaajien tapa antaa ohjausta jo erilainen. Myös tulkinta mittarin maksimiarvosta saattaa vaihdella mittaajan mukaan. Mieleeni on tullut tämän projektin aikana muutamia parannusehdotuksia, joilla kyseistä mittaria voisi parantaa. Ei liene edes kovin kallis ratkaisu liittää mittariin vaikkapa yksinkertainen mikropiiri, joka rekisteröi maksimiarvon ja tämän maksimiarvon keston sekunteina heti suorituksen alkuvaiheessa. Mittari antaisi numeraalisen arvon, eikä mittaajan tarvitse itse arvioida arvoa. Nykyään on markkinoilla pc-pohjaisia mittalaitteistoja vitalografian suorittamiseen. MIP/MEP- mittauksen voisi kytkeä osaksi tällaista ohjelmistoa, jolloin mittauskerralla potilaan keuhkofunktioarvot ovat saatavissa varmasti. Aikasarjoina potilaan kunnon seurannassa tai jonkin fysioterapeuttisen harjoitusohjelman vaikuttavuuden seurannassa kyseinen ohjelma olisi todella kätevä ja potilasta motivoiva. Kansainvälisesti on markkinoilla tähän mittautapaan perustuvia mittareita, jotka antavat digitaalisesti numeraalisen mittausarvon.

Voidaan asettaa kyseenalaiseksi, onko MIP/MEP -mittaus paras mahdollinen mitattaessa ylipainoisia henkilöitä. Mikään muukaan mittautapa ei ole osoittautunut tällä potilasryhmällä toisia paremmaksi tai yleisemmin käytetyksi.

Työni valmistuminen kesti aiheenvalinnan ja henkilökohtaisten elämäntilanteiden vuoksi kolme vuotta. Se on ollut sen arvoinen oppimiskokemuksena. Jatkotutkimussuunnitelmia löytyy jo, kun miettii miten tutkimusasetelmaa voisi parantaa ja mitattavia parametrejä lisätä. MET-kartoitus tuli mukaan siinä vaiheessa, kun tutkimuslupaa oltiin jo hakemassa. Verrokkiaineistolta olisi silti ollut mahdotonta kerätä kyseiset tiedot, koska heidät oli säilytetty vain numeraalisena datana. Toivoisin hengitysvoiman mittaamisen tutkimisen laajentuvan eri koehenkilöryhmiin, kuten neurologisiin potilaisiin ja vaikeaa keuhkosairautta sairastaviin potilaisiin. Tämä mittari on mielestäni hyvä juuri fysioterapeutin käteen, koska mittaus on suoritettavissa vaikka potilashuoneessa eikä vaadi suurta laitteistoa. Mittausten toistettavuus on hyvä, kun mittaaja merkitsee muistiin mittauskertansa mahdollisimman

yksityiskohtaisesti. Myös on syytä sopia, otetaanko käytännöksi merkitä arvoksi maksimiarvo vai kuten tässä; kahden parhaan arvon keskiarvo.

Itse en voinut valita muuta potilasryhmää kuin uniapneapotilaat, koska se oli ainoa riittävän homogeeninen tutkittava potilasryhmä. Keskussairaalassa hoidossa olevat COPD- tai astmapotilaat ovat niin huonokuntoisia hoitoon tullessaan, että hengitysvoiman vaihtelulle on monia muita tekijöitä kuin potilaan suoritus. Yleensä heti aloitetaan voimakas korjaava lääkitys, joka vääristää puhallusarvot liian suuriksi.

10.4. Kiitokset

Tämä työ olisi ollut mahdoton suorittaa ilman TAYS:n keuhkoklinikan unitutkimusyksikön henkilökunnan ja keuhkosairauksien erikoislääkäri Seppo Saarelaisen apua. Kiitokset myös TAYS:n Pikonlinnan fysiatrian osaston osastonhoitajalle ja johtoryhmälle työjärjestelyjen joustavuudesta.

10.5. Johtopäätös

Johtopäätöksenä totean, että obstruktiivista uniapneaa sairastavat miespotilaat eivät eroa verrokkimiehistä hengitysvoiman suhteen. Hengityслиhasvoiman mittaustulos ei tässä otoksessa kerro sairauden vakavuudesta, sillä sairausparametrit eivät korreloi merkittävästi hengitysvoiman mittauservojen kanssa. Hengitysvoiman mittaus on parhaimmillaan potilasryhmillä, joilla on selvästi alentuneet hengitysvoimat. MET-menetelmällä arvioiden fyysinen aktiivisuus ei korreloi merkittävästi sairausparametrien kanssa. MET-menetelmä tuntuu hyvältä tavalta arvioida obstruktiivista uniapneaa sairastavan potilaan työn ja vapaa-ajan energiankulutusta. Tarvittaessa energiankulutustason määrittäminen helpottaa liikuntaohjelman laatimista.

LÄHTEET

- American College of Sports Medicine. 1976. Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription. Lea & Febiger: Philadelphia
- American Thoracic Society. 1994. Indications and standards for use of nasal continuous positive airway pressure (CPAP) in sleep apnea syndromes. *Am. Journ. Respir. Critical Care Medicine* 150, 1738-1745.
- Black L. F. & Hyatt R. E. 1969. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am. Rev. of Respiratory Disease* 99, 696-702.
- Byrd R. B. & Hyatt R. E. 1968. Maximal respiratory pressures in chronic obstructive lung disease. *Am. Rev. Of Respiratory Disease* 98, 848-856.
- Clanton T. L. & Diaz P. T. 1995. Clinical assessment of the respiratory muscles. *Physical therapy*, 75 (11), 983-993.
- Collins L. C., Hoberty P. D., Walker J. F., Fletcher E. C. & Peiris A. N. 1995. The effect of body fat distribution on pulmonary function tests. *Chest* 107, 1298-1302.
- Derienne J-Ph., Macklem P. T. & Roussos Ch. 1978. The respiratory muscles: mechanics, control and pathophysiology, part 1. *Am. Rev. Respiratory Disease* 118, 119-131.
- Douglas N. J. 1994. Control of ventilation during sleep. Teoksessa Kryger M. H., Roth T. & Dement W. C. (toim.) *Principles and practice of sleep medicine*. 2. painos. Philadelphia: W. B. Saunders Company.
- Douglas N. J., Luke M. & Mathur R. 1993. Is the sleep apnoea/hypopnoea syndrome inherited? *Thorax* 48, 719-721.
- Epstein L. J. & Weiss J. W. 1998. Clinical consequences of obstructive sleep apnea. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine* 19 (2), 123-132.
- Gizdulich P. 1992. Approach to the estimation of alveolar pressure from noninvasive measurement of upper airway resistance. *Med. & Biol. Eng & Comput.* 30, 351-356.
- Gould G. A., Whyte K. F., Rhind G. B., Airlie M. A. A., Catterall J. R., Shapiro C. M. & Douglas N. J. 1988. The sleep hypopnea syndrome. *Am. Rev. Respir. Dis.* 137, 895-898.
- Granton J. T., Naughton M. T., Benard D. C., Liu P. P., Goldstein R. S. & Bradley T. D. 1996. CPAP improves inspiratory muscle strength in patients with heart failure and central sleep apnea. *Am. Respir. Crit. Care Med.* 153, 277-282.
- Guilleminault C., Stoohs R. & Duncan S. 1991. Daytime sleepiness in regular heavy snorers. *Chest* 99, 40-48.

- Guyton A. C. 1991. Textbook of medical physiology. 8. Painos. Philadelphia:W. B. Saunders company.
- Herrala J. 1997. Obstrukttiivinen uniapnea oireyhtymä. Hengitys ja Terveys ry. Vuosikirja vol 23. Helsinki:Multiprint.
- Isono S. & Remmers J. E. 1994. Anatomy and physiology of upper airway obstruction. Teoksessa Kryger M. H., Roth T. & Dement W. C. (toim.) Principles and practice of sleep medicine. 2. painos. Philadelphia:W. B. Saunders Company.
- Jennum P., Hein H. O., Suadicani P. & Gyntelberg F. 1992. Cardiovascular risk factors in snorers. A cross-sectional study of 3.323 men aged 54 to 74 years: The Copenhagen male study. Chest, 102 (5), 1371-1376.
- Karvonen J. 1988. Hengityslihasten voiman mittaaminen. Suomen lääkärilehti 36 (43), 3639-3641.
- Karvonen J., Saarelainen S. & Nieminen M. M. 1994. Measurement of respiratory muscle forces based on maximal inspiratory and expiratory pressures. Respiration 61, 28-31.
- Koulouris N., Mulvey D. A., Laroche C. M., Green M. & Moxham J. 1988. Comparison of two different mouthpieces for the measurement of P_Imax and P_{em}ax in normal and weak subjects. Eur. Respir. Journ. 1, 863-867.
- Krieger J. 1990. Obstructive sleep apnea: clinical manifestations and pathophysiology. Teoksessa Thorpy M. J. (toim.) 1990. Handbook of sleep disorders. Toinen painos. New York:Marcel Dekker Inc.
- Macklem P. T., Macklem D.M. & DeTroyer A. 1983. A model of inspiratory muscle mechanics. Journ. Appl. Physiology 55 (2), 547-557.
- Mayos M., Giner J., Casan P. & Sanchis J. 1991. Measurement of maximal static respiratory pressures at the mouth with different air leaks. Chest 100, 364-366.
- McArdle W. D., Katch F. I. & Katch V. L. 1991. Exercise physiology. Energy, nutrition and human performance. 3. Painos. Philadelphia:Lea & Febiger
- Meurice J-C., Dore P., Paquereau J., Neau J-P., Ingrand P., Chavagnat J-J. & Patte F. 1994. Predictive factors of long-term compliance with nasal continuous positive airway pressure treatment in sleep apnea syndrome. Chest 105, 429-433.
- Mälkiä E., Impivaara O., Heliövaara M. & Maatela J. 1994. The physical activity of healthy and chronically ill adults in Finland at work, at leisure and during commuting. Scand. Journ. Med. Sci. Sports 4, 82-87.

- Mälkiä E., Impivaara O., Maatela J., Aromaa A., Heliövaara M. & Knekt P. 1988. Suomalaisten aikuisten fyysinen aktiivisuus. Kansaneläkelaitoksen julkaisu ML:80. Turku: Kansaneläkelaitoksen kuntoutustutkimuskeskus.
- Partinen M. 1995. Epidemiology of obstructive sleep apnea syndrome. *Current Opinion in Pulmonary Medicine* 1, 482-487.
- Phillips B. A., Anstead M. I. & Pinto S. J. 1998. Behavioral management of obstructive sleep apnea. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine* 19 (2), 139-146.
- Rochester D. F. & Braun N. M. 1985. Determinants of maximal inspiratory pressure in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. Rev. Respir. Dis.* 132, 42-47.
- Rochester D. F. 1988. Tests of respiratory muscle function. *Clinics in Chest Medicine* 9 (2), 249-261.
- Roussos C. 1985. Function and fatigue of respiratory muscles. *Chest*, supplement 88 (2), 124S-132S.
- Sovijärvi A., Uusitalo, Länsimies & Vuori I. (toim.) 1994. Hengityksen säätelyjärjestelmien tutkiminen. Teoksessa *Kliininen fysiologia*. Helsinki: Duodecim, 12-21; 94-106.
- Stradling J. R. 1995. Obstructive sleep apnoea: definitions, epidemiology, and natural history. *Thorax* 50, 683-689.
- Sullivan C. E., Issa F. G., Berthon-Jones M. & Eves L. 1981. Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *The Lancet* 18, 862-865.
- Suratt P. M., McTier R. F. & Wilhoit S. C. 1988. Upper airway muscle activation is augmented in patients with obstructive sleep apnea compared with that in normal subjects. *Am. Rev. Respir. Dis.* 137, 889-894.
- Waddington P. J. 1983. Basic anatomy. Teoksessa Downie P. A. (toim.) *Cash's Textbook of chest, heart and vascular disorders for physiotherapists*. 3. Painos. London: Faber and Faber Ltd, 16-29.
- Waravdekar N. V., Sinoway L. I., Zwillich C. W & Leuenberger U. A. 1996. Influence of treatment on muscle sympathetic nerve activity in sleep apnea. *Am. Journ. Respir. Crit. Care Med.* 153, 1333-1338.
- Wetter 1994. Teoksessa Kryger M. H., Roth T. & Dement W. C. (toim.) *Principles and practice of sleep medicine*. 2. painos. Philadelphia: W. B. Saunders Company.
- White D. P. 1995. Pathophysiology of obstructive sleep apnoea. *Thorax* 50, 797-804
- Widdicombe J. & Davies A. 1991. *Respiratory physiology*. 2. Painos. London: Edward Arnold, a division of Hodder & Stoughton, 41-43.

- Young T., Palta M., Dempsey J., Skatrud J., Weber S. & Bard S. 1993. The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults. *The New England Journal of Medicine*. 328 (17), 1230-1235.
- Åstrand P-O. & Rodahl K. 1988. Textbook of work physiology. Physiological bases of exercise. 3. painos. McGraw-Hill International Editions, 210-221.



Eettinen toimikunta/AU/mr

1.3.1996

EETTISEN TOIMIKUNNAN KOKOUS 2/1996

Aika maanantaina 20.2.1996, klo 11.00 - 13.00
Paikka hallintorakennuksen kokoushuone 2.15 LIITE 1

Osallistujat va johtajayliääkäri Arto Uusitalo puheenjohtaja
yliääkäri, johtavan lääkärin varamies Ossi Auvinen - 12.50
yliääkäri Timo Koivula
ylihoitaja Reetta Levänen
yliääkäri Reijo Punnonen
professori Pauli Ylitalo
toimistos sihteeri Marita Rantanen sihteeri
dos. Tapani Keränen kutsuttuna

Ulkopuoliset jäsenet

toim.joht. Pentti Nieminen

Poissa yliääkäri Harry Frey
rovasti Reijo Nystedt
professori Marita Paunonen

61. Tutkimus 96041

Tutkijat T Kaistila, S Saarelainen
Tulosyksikkö Keuhkosairauksien klinikka, unitutkimusyksikkö
Tutkimus Maksimaalisen sisään- ja uloshengitysvoinnin mittaaminen MIP/MEP mittarilla CPAP-hoitoisilla obstr.uniapneaa sairastavilla potilailla, CPAP-hoitamattomilla obstr. uniapneaa sairastavilla potilailla sekä terveillä verrokeilla
Potilaiden lkm 40+40 potilasta

Ensimmäiset uniapneapotilaat tulivat Pikkolinnassa fysioterapian piiriin syksyllä 1995. Yksikkö toivoo fysioterapeuteilta yksilö- ja ryhmäohjausta unihäiriöistä kärsiville potilaille, lähinnä uniapneapotilaille. Koska sairausryhmä on uusi, tuntuu sairauden taustan ja hoidon selvittely perustellulta fysioterapeuttisen ohjauksen pohjaksi. Hengitysvoinnin mittarina Spira MIP/MEP-mittari on ainoa kotimainen markkinoilla oleva staattisen maksimaalisen hengitysvoinnin mittari. Laite tuntuu mielekkäältä fysioterapeuttiseenkin käyttöön, mutta kotimaisista tutkimuksista lienee ainoa Karvonen & al. suomalaisten viitearvojen määrittäminen. Käyttökokemuksia laitteesta suomalaisessa keuhkofysioterapiassa ei ole raportoitu. Aiemmistä tutkimuksista tiedetään, että uniapnea alentaa potilaan hengityksen virtausnopeutta ja -voimaa. Nyt tehtävällä tutkimuksella halutaan saada selville, löytyykö yhteyksiä maksimaalisen staattisen sisään- ja uloshengitysvoinnin sekä obstruktiivisen uniapnean väliltä. Verrokkiryhmänä käytetään Karvonen & al. -tutkimuksen aineistoa. Potilaat (40+40) ovat normaalisti unitutkimusyksikössä hoidettavia potilaita.

Tutkimus hyväksyttiin suoritettavaksi.

Otteen oikeaksi todistaa 4.3.1996


Marita Rantanen
sihteeri

Hengityslihasvoima obstruktiivisessa uniapneassa

LIITE 2

MITÄ TUTKITAAN?

Aiemmista tutkimuksista tiedetään, että uniapnea alentaa potilaan hengityksen virtausnopeutta ja -voimaa. Nyt halutaan saada selville, löytyykö yhteyksiä maksimaalisen staattisen sisään- ja uloshengitysvoinan sekä obstruktiivisen uniapnean väliltä.

MITEN TUTKITAAN?

Mittaamme 40 CPAP- hoitoista obstruktiivista uniapneaa sairastavaa potilasta ja 40 CPAP- hoitamattomaa obstruktiivista uniapneaa sairastavaa potilasta Spira MIP/MEP hengitysvuimamittarilla. Mitataan kolme maksimaalista uloshengitystä ja kolme maksimaalista sisäänhengitystä, joista paras tulos kummastakin kirjataan ylös tutkimukseen.

Mittaustuloksia verrataan jo aiemmin mitattuihin 96:en terveen miesverrokin hengityslihasvoimatuloksiin.

MITEN TUTKIMUKSEEN OSALLISTUTAAN?

Suorittamalla kolme maksimaalista uloshengitystä ja kolme maksimaalista sisäänhengitystä hengitysvuimamittariin. Samalla potilasta pyydetään vastaamaan muutamia taustatiedoiksi luokiteltaviin kysymyksiin. Mittauksiin pyydetään potilaalta kirjallinen lupa, mutta itse kerättyä tietoa käsitellään numeraalisena ja täysin nimettömänä.

TUTKIMUKSEEN OSALLISTUMINEN ON VAPAAEHTOISTA,

eikä siitä kieltäytyminen mitenkään vaikuta saamaanne hoitoon. Tutkimussuunnitelma on hyväksytty sairaalan eettisessä toimikunnassa.

KIITOKSET VAIVANNÄÖSTÄNNE!

ft Tiina Kaistila
TAYS, fysiatrian osasto
36280 Pikonlinna
puhelin 247 3160

Tiina Kaistila
 terveydenhuollon yo
 Terveystieteenlaitos
 Jyväskylän yliopisto

LIITE 3

KOEHENKILÖKOODI CPAP-käyttäjä _____ EI-CPAP _____

Mittaus pvm _____

MEP _____

MIP _____

huomioitavaa: _____

FEV₁ _____ FEV% _____

polygrafian alin SaO₂ _____ AI _____

ikä _____

pituus _____

paino _____

tupakointi _____ askivuosi muuttuna _____

CPAP-käyttöaika _____

Näitä antamianne tietoja käsitellään ainoastaan numeraalisesti eikä nimenne ilmene missään vaiheessa. Jotta tietojen käyttämiselle tähän tarkoitukseen on lupanne, pyydän Teiltä omakätistä allekirjoitusta tähän paperiin.

_____ päiväys

_____ allekirjoitus

TYÖN TAI VASTAAVIEN TOIMINTOJEN KUVAUS

- A** Seuraavassa pyrimme saamaan kuvan siitä, kuinka paljon liikutte työssänne tai vastaavana aikana ja kuinka ruumiillisesti rasittavaa työnne tai vastaavat toimenne ovat. Verratkaa omaa tavanomaista päätyötänne tai toimintojanne alla esitettyihin kuvauksiin ja merkitkää rasti ruutuun sen ryhmän kohdalle, mikä parhaiten vastaa Teidän viimeisen kuuden kuukauden aikana tekemää työtä. Lukekaa koko kuvaus ennen vastaamista! Ympäröikää vain yksi kohta.

Kotona työskentelevät tai muuten kotona olevat arvioivat työnsä/toimensa kuormittavuuden jäljempänä olevien kuvausten perusteella

- 1 En ole tehnyt työtä, koska olen ollut eläkkeellä tai muusta syystä tekemättä työtä ja päiväsaikaan en tee mitään aktiivista tai rasittavaa.
- 2 Kevyt istumatyö tai toiminnot. Työ ja toimet ovat pääasiassa istumista pöydän, koneen, ohjauslaitteiden tms. ääressä, missä tehdään vain kevyttä työtä käsillä (esim. ns. henkinen työ, opiskelu, istuen tehtävä toimistotyö, keveiden esineitten käsittely).
- 3 Muu istumatyö tai rasittavampia toimintoja istuallaan. Työ tai toimet on pääasiassa istumista, mutta tässä joudutaan käsittelemään kohtalaisen raskaita esineitä (esim. teollisuustyö liukuhihnan ääressä).
- 4 Ruumiillisesti kevyt seisomatyö tai kevyet liikkuvat toimet. Työ ja toimet on pääasiassa seisomista ilman raskaita työliikkeitä tai työn liikkumista paikasta toiseen ilman raskaita kantamuksia (esim. kauppa-apulaisen työ, nosturinkuljettajan työ, laboratoriotyö, liikkuva toimistotyö, liikkumista edellyttävä opetustyö).
- 5 Ruumiillisesti kevyehkö tai keskiraskas liikkuva työ. Työ on pääasiassa liikkuvaa työtä, missä joudutaan kumartelemaan ja kantamaan suhteellisen paljon, mutta ei raskaita esineitä. Tähän ryhmään kuuluu myös työ, missä joudutaan kävelemään paljon portaita tai liikkumaan kohtalaisen nopeasti melko pitkiä matkoja (esim. kevyehkö teollisuustyö, metsän mittausta, lähetin työ).
- 6 Raskas ruumiillinen työ. Työ on pääasiassa seisomatyötä, mihin kuuluu jatkuvaa keveiden esineiden nostamista, kampien tms. kääntämistä tai työssä nostetaan ja kannatetaan raskaita esineitä, kairataan, kaivetaan, moukaroidaan tms., mutta välillä myös istutaan tai seisotaan (esim. raskaat metalliteollisuustyöt, rakennustyöt, raskaitten työkalujen, tavaroiden tai osien käsittely tai kokoaminen, konein tehtävä maataloustyö).
- 7 Erittäin raskas ruumiillinen työ. Työ on pääasiassa jatkuvaa tai melko jatkuvaa raskaiden työliikkeiden suorittamista, mitä tehdään usein pitkään yhteen menoon (esim. huonekalujen kantaminen, metsänhakuu, raskas maataloustyö ilman koneita, kalastus raskain välinein, raskas rakennustyö, kaivamistyö ilman koneita).

- B** Kuinka pitkä on työpäivänne tai edellä kuvaamanne ajanjakso yleensä? _____

OLETKO HARRASTANUT LIIKUNTAA VIIMEISEN KUUKAUDEN AIKANA?

EN _____ KYLLÄ _____ (jos vastasit kyllä, vastaa myös seuraaviin kysymyksiin)

A) MITÄ LIIKUNTALAJEJA OLET HARRASTANUT SÄÄNNÖLLISESTI VIIMEISEN KUUKAUDEN AIKANA? (vähintään 1x/vko)

OLEN HARRASTANUT NÄITÄ LIIKUNTAMUOTOJA NIIN, ETTÄ

	kr/vko	aika	a) en hengästy hengästyn	b) en hikoile hikoilen jnkv	hikoilen runsaasti
1.	_____	_____	_____	_____	_____
2.	_____	_____	_____	_____	_____
3.	_____	_____	_____	_____	_____
4.	_____	_____	_____	_____	_____
5.	_____	_____	_____	_____	_____

B) MITÄ LIIKUNTALAJEJA OLET HARRASTANUT EPÄSÄÄNNÖLLISESTI VIIMEISEN KUUKAUDEN AIKANA? (harvemmin kuin 1x/vko)

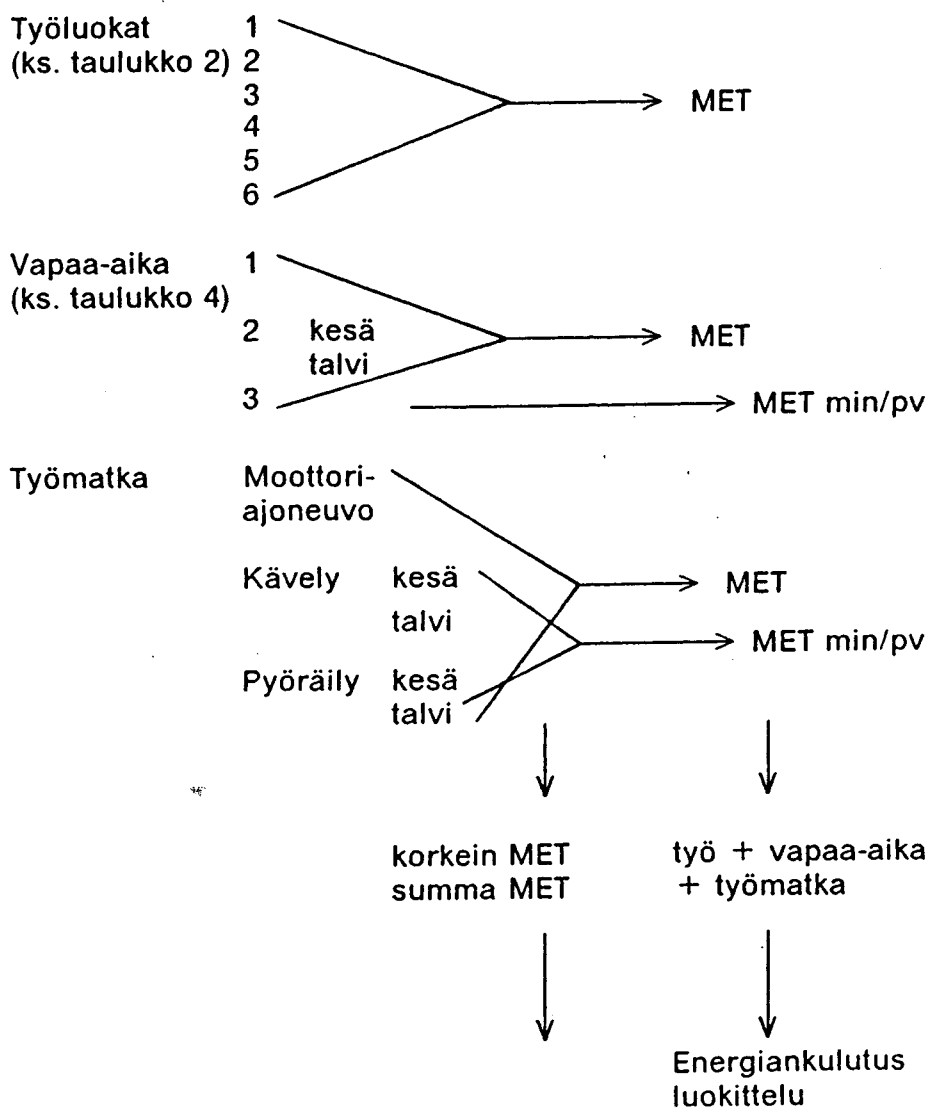
	kr/kk	aika	a) en hengästy hengästyn	b) en hikoile hikoilen jnkv	hikoilen runsaasti
1.	_____	_____	_____	_____	_____
2.	_____	_____	_____	_____	_____
3.	_____	_____	_____	_____	_____
4.	_____	_____	_____	_____	_____
5.	_____	_____	_____	_____	_____

LIITE 5

LIITE 6.
Energiankulutusarvojen laskenta.

YLEISRAKENNE

Laskenta perustuu toimintojen MET arvojen tuntemiseen.



lähde: Mälkiä E., Impivaara O., Maatela J., Aromaa A., Heliövaara M. & Knekt P. 1988. Suomalaisten aikuisten fyysinen aktiivisuus. Kansaneläkelaitoksen julkaisuja ML80. Turku: Kansaneläkelaitoksen kuntoutustutkimuslaitos.

LIITE 7. MET-laskenta

LASKENTA

1. PINTA-ALA m^2 (Diem ja Lentner 1970) $S = \text{PAINO kg } 0,425 \times \text{PITUUS cm}^{0,725} \times 71,84$
2. PERUSAINVEENVAIHDUNTA (Diem ja Lentner 1970) kcal/min

miehet	30 - 34 v.	36,8	} x kehon pinta-ala/60
	35 - 39	36,5	
	40 - 44	36,3	
	45 - 49	36,2	
	50 - 54	35,8	
	55 - 59	35,4	
	60 - 64	34,9	
	65 - 69	34,4	
	70 - 74	33,8	
	>75	33,2	

naiset	30 - 34 v.	35,1	} x kehon pinta-ala/60
	35 - 39	35,0	
	40 - 44	34,9	
	45 - 49	34,5	
	50 - 54	33,9	
	55 - 59	33,3	
	60 - 64	32,7	
	65 - 69	32,2	
	70 - 74	31,7	
	>75	31,3	

tai 50 kcal x kehon pinta-ala/60 (Morehouse 1972)

3. PAV kJ/min
4,187 x PAV kcal/min

Perusaineenvaihdunnalla on kerrottu MET luku haluttaessa arvioida toiminnon energiankulutusta tai intensiteettiä kcal:na tai kJ:na. Tässä on käytetty perusaineenvaihdunnan arviota, vaikka MET on lepoenergiankulutuksen kerrannainen. Perusaineenvaihduntaa käytettäessä arvioitu energiankulutus on tällöin todellista pienempi.

4. TYÖN INTENSITEETTI JA ENERGIANKULUTUS

ks. Taulukko 4

0	→	1,50	MET
1	→	1,75	
2	→	2,50	
3	→	3,50	
4	→	5,00	
5	→	7,25	
6	→	10,00	

lähde: Mälkiä E., Impivaara O., Maatela J., Aromaa A., Heliövaara M. & Knekt P. 1988. Suomalaisten aikuisten fyysinen aktiivisuus. Kansaneläkelaitoksen julkaisuja ML80. Turku: Kansaneläkelaitoksen kuntoutustutkimuslaitos

LIITE 8. Työn luokitus MET

liite 7

Taulukko 2. Työssä tapahtuvan fyysisen kuormittumisen luokitus työliikkeiden ja ammatin perusteella sekä luokkia vastaavat arvioitujen energiankulutusravot (kcal ja kJ nettoarvoina).

Kuormitus- luokka	Pääasialliset liikkeet ja toiminnot	Pääasialliset ammatit	Arvioitu työenergiankulutus		
			kcal/min	kJ/min	MET
Ei työssä 0	Päivittäiset toiminnot, makaamista, istumista, vähän kävelyä.	Ei työssä, kevyet kotityöt.	0,3 - 1,2	1,25 - 5,0	< 1,5 (1,5)
Kevyt istumatyö 1	Istumista, työ tapah- tuu käsillä tai käsi- varsia käyttäen. Liik- keltävät esineet ke- veitä, kävelyä vähän.	Autolla ajo, konekir- joitus, toimistotyö, laskukoneen käyttö.	1,2 - 2,0	5,0 - 8,5	1,5 - 2 (1,75)
Muu istumatyö 2	Istumista, koko kehon liikkeitä, käsiteltä- vät esineet raskaita, työtä tehdään usein molemmilla käsillä, vähän kävelyä ja seisomista.	Radio- ja tv-korjaaja, baaritarjoilija, teolli- suustyö liukuhinnan ääressä, perheen- emäntä.	2,0 - 3,0	8,5 - 12,5	2 - 3 (2,5)
Ruumiillisesti kevyt seisoma- työ tai kevyt liikkuva työ 3	Seisomista, kävelyä työpisteeseen, seis- essa kädet, käsivarret tai koko keho liikkuu ilman suuria kanta- muksia.	Kauppa-apulaisen työ, hitsaus, huoltoasema- työ, laboratoriotyö, liikkuva toimistotyö liikkumista edellyttävä opetustyö.	3,0 - 4,0	12,5 - 17	3 - 4 (3,5)
Ruumiillisesti kevyehkö tai keskiraskas työ 4	Seisomatyössä kädet, käsivarret ja koko keho liikkuvat, taakat eivät kovin raskaita, kävelyä portaissa tai melko pitkiä matkoja ilman taakkaa.	Teollisuustyö, kevyt rakennustyö, maalaus- työ, kevyt muuraus, pehmeän maan kaivaminen, tarjoilijan työ.	4 - 6	17 - 25	4 - 6 (5,0)
Raskas ruumiillinen työ 5	Seisomatyötä koko kehon liikkuessa, raskaiden (20 - 40 kg) esineiden nostamista ja kantamista, kaivamis- ta, kairaamista, mou- karointia, käytettävät työkalut ovat raskaita.	Raskas metalliteolli- suuden työ, rakennus- työt, muuraus, betoni- raudoitus, lapiointi (< 30 kg), ojankaivu, raskaiden karryjen työntäminen, maata- loustyö.	6 - 8,5	25 - 35	6 - 8,5 (7,25)
Erittäin raskas ruumiillinen työ 6	Jatkuvasti raskasta kantamista ja esinei- den nostelua, kävelyä erittäin vaikeissa olo- suhteissa raskaiden työkalujen kanssa, käytettävät työkalut ovat raskaita.	Metsätyö (hakkuu), raskaimmat rakennus- työt, maataloustyöt ilman koneita, käsin tehtävä ahtaustyö, kantaminen > 40 kg, lapiointi > 30 kg.	> 8,5	> 35	> 8,5 (10,0)

* Suluisissa laskelmissa käytetyt arvot.

Energiankulutusravot perustuvat seuraaviin lähteisiin: Reiff ym. 1967, Spitzer ja Hettinger 1969, Grandjean 1971, van der Sluijs 1972, Battigelli 1975, Kraut ja Körbel 1976, American College of... 1980.

lähde: Mälkiä E., Impivaara O., Maatela J., Aromaa A.,
Heliövaara M. & Knekt P. 1988. Suomalaisten aikuisten
fyysinen aktiivisuus. Kansaneläkelaitoksen julkaisu
ML80. Turku: Kansaneläkelaitoksen kuntoutustutkimuslaitos

LIITE 9. Vapaa-ajan liikunnan kuormituksen laskenta

5. VAPAA-AJAN LIIKUNTA
- 5.1 Vastausvaihtoehto 1
Vähän liikuntaa → 2 MET
- 5.2 Liikuntaa muiden harrastusten yhteydessä ja ajoittainen liikunta
- Liikunnan tai toiminnon MET-arvo liitteen mukaisesta taulukosta intensiteetti luokka 0 tai vastaavalta kohdalta. Tällöin katsotaan toiminnon edustavan intensiteettiään keskimäärin rauhallista liikuntaa.
- Liikunta muiden harrastusten yhteydessä kesällä = 1 - 4 eri toiminnon MET keskiarvo kesällä.
- Liikunta muiden harrastusten yhteydessä talvella = 1 - 4 eri toiminnon MET keskiarvo talvella
- Liikunta muiden harrastusten yhteydessä MET: kesäliikunnan MET keskiarvo + talviliikunnan MET keskiarvo/2
- 5.3 Säännöllinen liikunta
- Liikunnan intensiteetin (ks. taulukko 3) ja liikuntamuodon perusteella valitaan taulukosta (liite 2) vastaava MET-luku.
- Säännöllinen liikunta MET = 1 - 8 eri liikuntalajin keskiarvo
- 5.4 Säännöllisen liikunnan energiankulutus kuukaudessa MET min/kk
- | useus/kk x kesto(min) x säännöllisen liikuntalajin keskiarvo MET | 1 - 3 krt/kk | = | 2 krt/kk |
|--|-------------------|-------------|-----------|
| vastausvaihtoehto | 1 - 3 krt/kk | = | 2 krt/kk |
| vastausvaihtoehto | 1 - 2 krt/viikko | = | 6 krt/kk |
| vastausvaihtoehto | 3 krt/viikko | = | 12 krt/kk |
| kesto: | vastausvaihtoehto | < 15 min | = 15 min |
| | vastausvaihtoehto | 15 - 29 min | = 22 min |
| | vastausvaihtoehto | 30 - 59 min | = 45 min |
| | vastausvaihtoehto | > 60 min | = 60 min |
- 5.5 Vapaa-ajan liikunnan intensiteettikeskiarvo MET
- Vähän liikuntaa MET + liikuntaa muiden harrasteiden yhteydessä MET + säännöllinen liikunta MET/vastausvaihtoehtojen määrä
- 5.6 Vapaa-ajan liikunnan huippuintensiteetti MET
- Vähän liikuntaa MET tai liikuntaa muiden harrastusten yhteydessä tai säännöllinen liikunta - valitaan korkein MET arvo.
6. TYÖMATKALIIKUNTA
- Ajoneuvon käyttö kesällä/talvella 1,5 MET (linja-auto, raitiovaunu, yksityisauto, taksi tai muu moottoriajoneuvo).
- Kävely kesällä/talvella 3,5 MET
- Pyöräily kesällä/talvella 5 MET
- Kesällä työmatka = MET keskiarvo käytetyistä työmatkaliikuntamuodoista kesällä
- Talvella työmatka = MET keskiarvo käytetyistä työmatkaliikuntamuodoista talvella
- Työmatkan energiankulutusintensiteetti kesä MET + talvi MET/2
7. YHDISTELMÄLASKELMAT
- Vapaa-ajan intensiteetti MET → korkein vapaa-aikana esiintynyt liikunnan intensiteetti
- Korkein energiankulutusintensiteetti MET → valitaan työstä, työmatkasta tai vapaa-ajan vietosta korkein energiankulutusintensiteetti
- Energiankulutusintensiteettisumma MET → työ + työmatka + vapaa-aika huippuintensiteettien summa.

lähde: Mälkiä E., Impivaara O., Maatela J., Aromaa A., Heliövaara M. & Knekt P. 1988. Suomalaisten aikuisten