

# Kehon koostumus

## Kehon koostumus: mielipide ja tulkinta

Kehon koostumuksella on suuri käytännön ja toiminnan merkitys useimmille meistä, niin tiedemiehille, klinikoille sekä suurelle yleisölle. Se voi olla erityisen kiehtovaa sukeltajille, koska meidän on arvioitava painosysteemimme joka kerta kun sukellamme mukautuaksemme kehomme koostumuksen muutoksiin kuten sukeltaessamme makeassa tai suolaisessa vedessä.

Kehon sisällön epätasapaino saattaa aiheuttaa, että henkilö ei kykene suoriutumaan päivittäisestä työstään tai virkistysvaatimuksista. Liiallinen kehon rasva yhdistetään lisääntyneeseen mahdollisuuteen saada sydän- ja verisuonitauti, korkea verenpaine, aivohalvaus, diabetes, ortopedisiä komplikaatioita sekä monia muita terveyteen liittyviä ongelmia.

On olemassa monia erilaisia keinoja arvioida kehon koostumusta. Ne voivat vaihdella tarkkuudeltaan sekä kustannuksiltaan. Tämä artikkeli antaa jotain näkemystä useiden vakiintuneiden arviointitekniikoiden hyödyistä ja puutteista. Sen jälkeen annetaan suositukset tehdä johtopäätökset arvoista.

## Painoindeksi (Body Mass Index)

Painoindeksi (Body Mass Index (BMI)), harvemmin tunnettu Quetelet Indexinä, on yksinkertaisin mittari jota käytetään ennustamaan kehon koostumusta. Sanaa "ennustaa" on käytetty tarkoituksella, koska BMI ei mittaa lainkaan kehon koostumusta. Se on yksinkertaisesti arvio, joka perustuu kokoon (pituus) ja massaan (paino) jota käytetään määrittelemään henkilöiden kehon rasvapitoisuuden luokka.

BMI-ennusteita käytetään laajoissa tutkimuksissa, kun sivistyneempiä mittareita ei ole käytettävissä, mutta ennusteet ovat usein heikkoja yksilötasolla.

Oletus, että BMI-arvojen lisääminen tarkoittaa lisääntyntä rasvaa, on usein väärä. BMI-arvot lisääntyvät, on massa sitten rasvasta tai lihaksesta.

Henkilöitä joilla on hyvin kehittyntä lihasmassaa rankaistaan tämän metodin avulla. BMI-arvot voidaan laskea helposti taskulaskimella. BMI ilmoitetaan kiloina per painon neliö ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ). Se lasketaan jakamalla kehon paino kiloina pituuden (metreinä) neliönä:

$$\text{BMI } \{(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2})\} = \text{paino } \{\text{kiloina kg}\} \div (\text{pituus})^{-2} \{\text{metreinä}\}$$

Huomioi, että painoindeksiä laskettaessa käytetään metriyksikköjä. Seuraavat imperiaalisesta metriyksikköön tarvittavat muunnokset vaaditaan:

$$\text{paino paunoina} \div 2.2 = \text{paino kiloina (kg)} \quad (\text{pituus tuumina} \cdot 2.54) \div 100 = \text{pituus metreinä}$$

Muut tässä esitetyt keinot on kehitetty arvioimaan kehon koostumusta, erityisimmin kehon rasvaprosenttia

Caliper Anthropometry Ihopoimun paksuutta on pitkään käytetty indikaattorina tunnistaa koko kehon rasvasisältö. Taitetun ihon ja sen alla olevan rasvakerros mitataan yksinkertaisesti käsikäyttöisellä harpilla (katso mukana olevia kuvia). Useiden alueiden mitat lisätään regressioyhtälöön, jolla lasketaan arvio kehon rasvasta. Tieteellisessä kirjallisuudessa on epämääräinen määrä vaadittuja mittauskohtia kahdesta kahteentoista mittauskohdan välillä. Arviot ovat tarkempia, mikäli

henkilön kehon tyyppi ja rasvan poistuminen on samankaltainen kuin ryhmällä, jota käytettiin

kehiteltäessä taantumayhtälöä. Ennusteen tarkkuus saattaa vaihdella paljon eri henkilöiden välillä. Vaikka yksinkertaisesti käytettäisiin useampia mittauskohtia ei se takaisi tarkempaa mittaustulosta.

Aiemmat, yleiset yhtälöt pysyvät yleisessä käytössä. Ne kehitettiin suurissa esimerkkiryhmissä ja ovat hyviä ennustettaessa ryhmäarvioita (muista, ei välttämättä tarkkoja yksilötarkkuudella). Laajimmin levinneet yhtälöt ennustavat kehon tiheyden erityisesti molemmille sukupuolille (Jackson ja Pollock, 1978; Jackson et al., 1980). Laskettuja tiheyksiä käytetään laskettaessa kaksi-osastoista kehon sisältöä - rasvatonta massaa sekä rasvamassaa (vaikka kaksiosastoinen malli ei ole anatomisesti tarkka, on se yksinkertainen käyttää ja antaa kohtuullisen tarkat tulokset).

Mittaus, joka tunnetaan Siri-yhtälönä, on yleisesti käytetty Kaukasian alueilla (Siri, 1956). Koska aikuisten värillisten rasvaton massa on dokumentoitu olevan oleellisesti tiheämpää kuin kaukasialaisen vertausryhmän ( $1.113 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  vs.  $1.100 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ), käytetään näihin henkilöihin toisinaan korjattua kaava - the Schutte equation (Schutte et al., 1984).

### **Hydrodensitometry**

Kehon tiheyden arviointi veden nosteen ja kehon koostumuksen suhteella kehitettiin käytännön kokemuksella U.S. Navyn henkilökunnalla toisen maailmansodan aikana (Behnke et al., 1942) ja jalostettiin sitten helpoksi käyttää (Katch et al., 1967). Sukeltajat saattavat arvostaa sitä, että tri. Dr. Albert Behnke on tunnustettu yhdeksi nykyisen sukellusfysiologian ja -lääketieteen isäksi.

Hänen huhuttiin kehittäneen hydrostaattisen painotustekniikan turhauduttuaan siihen, että hänen erittäin hyväkuntoiset sukeltajat luokiteltiin ylipainoisiksi sen aikaisten vakioarviointien mukaan.

Myös hydrodensitometry luottaa kahden kudoksen (esim. rasvattoman ja rasvamassan) malliin. Edelleen molempien prosenttiosuus arvioidaan kehon keskitiheyden mukaan. Tislattua vettä käytetään vakiona tiheydelle (kuvataan erityisvetovoimana, paino per massayksikkö) arvolla  $1.000 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .

Rasvalla on tietty painovoima, suurin piirtein  $0.9 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  ja lihaksella suurin piirtein  $1.1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . Suurin vaikeus arvioitaessa makeaan veteen upotetun kudoksen keskitiheyttä on hengitys- ja ruuansulatuselimissä olevan kaasun aiheuttama sulautuminen. Tämä virhelähdettä on tyypillisesti pienennetty antamalla henkilöiden hengittää ulospäin niin pitkään kuin mahdollista ennen rentoutumista vedenalaiselle vaa´alle. Keuhkojen jäännöstilavuus voidaan laskea erillisellä testillä, jotta voidaan korjata kaasun aiheuttama nosteen vaikutus (Wilmore et al., 1980).

Ruuansulatuskanaviin jääneen kaasun on oletettu olevan pieni ja korjataan umpimähkäisesti. Veden tiheyden muutos lämpötilaan korjataan myös.

Lukuisten rajoitustensa sekä tarpeellisesta arvioinnistaan huolimatta hydrodensitometry on yleisesti hyväksytty vakioreferenssiksi kehon koostumuksen arvioimiseksi, ennen kaikkea käyttökelpoiseksi arvioitaessa uusia toimintatapoja.

Tämän tekniikan suurin rajoitus on, että kohteen on oltava riittävän mukavasti pysyäkseen rentoutuneena keuhkot tyhjinä samalla kun pää on kokonaan veden alla. Vaikka vaihtoehtoisia tekniikoita on kehitetty jotta pystytään eliminoimaan uloshengityksen tarve, käytetään niitä harvemmin.

### **Air Displacement Plethysmography**

Hydrodensitometry tekniikoita matkiva kuiva testi on saavuttanut suosiota viime vuosina. Air displacement plethysmography (ADP) käytetään laitteessa jota kutsutaan nimellä Bod Pod (Life Measurements

Instruments, Concord, Calif.) eliminoimaan immersion ja keuhkojen tyhjentämisen tarve määriteltäessä kehon tiheyttä.

Näin se toimii: kohde istuu pienessä, tietokoneistetussa kuivakammiossa joka mittaa hänen massansa ja tilavuutensa tarkasti. Koko kehon tiheys arvioidaan ja rasvattoman massan sekä rasvan määrä arvioidaan heyrostaattisilla mittauksilla. Hydrostaattisen ja ADP-mittausten väliset erot vaihtelevat eri ryhmien välillä ja yksittäiset tulokset voivat olla hyvinkin erilaiset (Collins et al., 2004), mutta ADP:n etu on testin helppous. Tämä on erityisen tärkeää kohteille, joiden on vaikea rentoutua veden alla hengitettynään keuhkonsa tyhjiksi. Klaustrofobiset henkilöt saattavat kuitenkin vielä tuntea haastetta mittauksessa.

### **Bioelectric Impedance**

Bioelectric impedance analyysi (BIA) on epäilemättä käytännöllisin keino arvioimaan kehon koostumusta. Mittauslaite muistuttaa henkilövakaa tai pientä laatikkoa jossa on kädensijat. Toimintaperiaate on konseptiltaan yksinkertainen. Ihmiskeho johtaa sähkövirtaa. BIA olettaa, että sähkö johtumisen lisääntyminen hoikassa henkilössä ja vähenee rasvakudoksessa. Tämä laite vaatii kehossa kaksi kontaktikohtaa jonkun matkan päässä toisistaan (yleensä kaksi jalkaa tai kättä).

Erittäin pienienerginen, korkea taajuuksinen sähkösignaali (jota henkilö ei tunne) lähetetään näiden kahden pisteen välille. Nopeutta, jolla virta menee kehon läpi käytetään arvioimaan suhteellista rasvattoman massan ja rasvan osuutta.

Vaikka nämä laitteet voivat antaa kohtuullisen hyvän arvion kontrolloiduissa olosuhteissa, voi tulokseen vaikuttaa olennaisesti kehon nestemäärä, elektrolyyttien siirtyminen tai jopa äskettäin syöty ruoka. Elektrolyyttien vaikutus voi olla selkeä mikäli mittaus on tehty välittömästi ennen 30 minuutin juoksua tai heti sellaisen jälkeen. Jotkut tutkijat ovat terävästi kritisoineet BIA-testien kelpoisuutta (Gelbrich et al., 2005). Vaikka laitteilla onkin mahdollisuus epätarkkuuteen, ovat ne edullisia ja helppoja käyttää ja niillä saattaa olla paikkansa. Valmiina kotikäyttöön, säännölliset heti heräämisen jälkeen tehdyt mittaukset saattavat osoittautua kohtuullisen trendikkääksi informaatioksi.

### **Ultraääni**

Ultraääntä voidaan käyttää mittaamaan kehon koostumusta näytekohdissa. Vaikka tämä tekniikka on vaativampi ja vähemmän kattavasti testattu kuin muut tässä kuvatut tekniikat, saattaa tämä mittaus olla käyttökelpoisin ylipainoisilla kohteilla, jolloin muut keinot eivät ole käytännöllisiä. Tätä tekniikkaa voidaan käyttää arvioimaan sisäelinten rasvapitoisuutta mittaamaan sydän- ja verisuonitautien riskiä (Kim et al., 2004).

### **Dual-Energy X-Ray Absorptiometry**

Kaksoisenergia röntgenkuva imeytysmittarit (DEXA) käyttävää kahta röntgenenergiaa mittaamaan rasvaa, lihasta ja luun sisältöä kuvattaessa koko kehoa tai sen osia. DEXAlla on etuja perinteisiin menetelmiin ihonpaksuuden ja hydrodensitometriin nähden; se voi ottaa luun paksuuden huomioon arvioitaessa rasvatonta massaa sekä rasvaa (pienentäen kaksikudosmallin virhettä). Vaikka tekniikka voikin antaa tarkan arvion kehon tiheydestä (Prior et al., 1997), on suuri kustannus estänyt siitä tulemasta uutta standardia tutkimuksien ulkopuolella.

### **Magneettikuvaus**

Magneettikuvausta (MRI) käytetään synnyttämään magneettikenttä valitulle kehon ytimelle tuottamaan korkearesoluutioista kuvaa kehon kudoksista ilman altistusta ionisoidulle säteilylle.

Rasvan määrä ja leviäminen voidaan määrittellä tarkasti (Ross et al., 2000). Tämä tekniikka on turvallinen,

mutta sen käyttö on rajoitettua koska varusteet ja tietokoneanalyysit ovat kalliita.

Interpreting Body Composition arvioinnin tulokset BMI informaatiota noudatettaessa on käytettävä paljon tervettä järkeä. Paras tapa käyttää mittausta yksilötasolla on yksinkertaisesti toistaa se useaan kertaan. Henkilöt, joiden BMI-arvot ovat halutun alueen ulkopuolella tai joiden arvot matelevat mukana koko aikuisiän (ilman oleellista lihasmassan lisäystä) saattavat hyötyä ruokailu-, tai kuntoilutottumusten uudelleenarvioinnista.

BMI:n luokitus on työlästä ja lääketieteellisten evoluution herkkyydenaihe. U.S. National Heart, Lung and Blood Institut (NHLB) ja the World Health Organization (WHO) tunnustama luokitus vuodelta 1998 on nykyisin yleisimmin käytetty kansainvälinen standardi (katso taulukko 1).

NHLB/WHO-luokitus ei ole välttämättä ainoa voimassaoleva tulkinta. Määritelmä "normaali" on kiistanalainen. Jotkut suosittelevat, että "ylipainokategorian" alempi pää voisi olla asianmukaisempi suuremmilla BMI-arvoilla. On vaikea vakiinnuttaa yksi ainoa voimassaoleva luokitusysteemi, joka sopisi koko väestölle niin yksinkertaisena ja mahdollisesti harhaanjohtavana mittarina kuin BMI.

Kehon rasvatulosten täytyy myös tulkita johdonmukaisesti. Jokaisen tekniikan virhemahdollisuus on otettava huomioon. Ihon puristamis- tai BIA-menetelmät ovat luultavimmin virheelliset. Hydrotensimetrin tai muiden korkean tekniikan keinojen kanssa tehdyt arvoinnit ovat todennäköisemmin tarkempia.

Huolimatta siitä, mitä työkaluja käytetään on tärkeää säilyttää terveellinen perspektiivi. Ihmisluontomme on sellainen, että koostamme huolimatta, melkein kaikki haluavat olla pienempiä. Muista, että keho tarvitsee tietyn määrän rasvaa ollakseen terve. Kehon rasvaprosenttiin perustuvia luokitusysteemejä on laaja valikoima. American Council on Exercisen markkinoima asteikko antaa kohtuulliset viitelaaajuudet (katso taulukko 2). Muut antavat lisääntyvän iän mukanaan tuoman liikkumavaran.

Rasvan vähentämisen suosituksia Mikäli tarpeen, on paras tapa pienentää kehon ylimääräistä rasvaa yhdistämällä liikunta ja ruokavalio. Ruokavalio yksistään aiheuttaa sekä rasvan, että lihasmassan menetystä. Lihasmassan pienenemisestä johtuva aineenvaihdunnan muutos saa menetetyt massan tulemaan nopeammin takaisin. Painon pudotus itsessään ei tulisi olla ensisijainen päämäärä, vaan päämääränä tulisi olla parempi puhtaan kudoksen suhde rasvaan verrattuna.

Henkilöiden, jotka osallistuvat suuriin painonpudotusohjelmiin, tulisi arvioida uudelleen kehonsa koostumus säännöllisin väliajoin tarkkaillakseen edistymistä. Absoluuttiset numerot ovat vähemmän tärkeitä kuin ajan tuoma muutos. Vaikka absoluuttiset numerot eivät ole tarkkoja, voivat toistuvat mittaukset olla tehokkaita verrattaessa muutoksia pitkällä ajalla, kunhan käytetään samoja toimintatapoja ja laskentakaavioita.

Kaikki ohjelmat tulisi suunnitella pitkäaikaiseksi: vaatimattomat kehityskohteet joita tukevat useat säännölliset lyhytaikaiset tavoitteet terveillä pitkäaikaisilla päämäärillä. Takaiskut eivät saisi suistaa pitkäaikaistavoitetta.

## **Taulukko 1: Painoindeksin mukaiset ylipainon ja liikalihavuuden luokitukset**

<b>Classification</b>	<b>Luokitus BMI (kg•m-2)</b>
Alipainoinen	<18.5
Normaali paino	18.5 - <25.0
Ylipainoinen	25.0 - <30.0
1. asteen liikalihavuus	30.0 - <35.0
2. asteen liikalihavuus	35.0 - 40.0
Vakava liikalihavuus	>40.0

(US NHLB, 1998; WHO, 1998)

### **Taulukko 2: Kehon rasvaprosentin mukainen ylipainon ja liikalihavuuden määrittäminen**

<b>Luokitus</b>	<b>Naiset (% rasvaa)</b>	<b>Miehet (% rasvaa)</b>
Välttämätön rasva	10-12	2-4
Urheilijat	14-20	6-13
Kuntoilijat	21-24	14-17
Hyväksyttävä	25-31	18-25
Ylipaino	32+	25+