



VO₂max ja kehon koostumus: tutkimusnäyttöä, harhakäsityksiä ja myyttejä

Eero Haapala, FT, dosentti

Liikuntatieteellinen tiedekunta (JYU) / biolääketieteen yksikkö (UEF)



VO2max ja kehon koostumus: harhaista tutkimusnäyttöä ja jääräpäistä vanhoissa "totuuksissa" pitäytymistä

Eero Haapala, FT, dosentti

Liikuntatieteellinen tiedekunta (JYU) / biolääketieteen yksikkö (UEF)



AHA SCIENTIFIC STATEMENT

Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign

A Scientific Statement From the American Heart Association



Children's fitness and health: an epic scandal of poor methodology, inappropriate statistics, questionable editorial practices and a generation of misinformation

Jo Welsman , Neil Armstrong 



- **Problem 1:** the 20mSRT is not a valid measure of children's aerobic fitness
- **Problem 2:** the expression of aerobic fitness in simple ratio with body mass (i.e., as VO_2 in mL/kg/min) is not a valid method for controlling for body size differences

Everything has been said
before, but since nobody
listens, we have to keep going
back and beginning all over
again.

Andre Gide



Ongelmat on tiedetty kauan



- Jo vuonna **1897** Karl Pearson selitti suhteuttamiseen liittyviä ongelmia
- **Ja 76 vuotta sitten James M. Tanner...**
 - Kuvasi, että käytetty tapa jakaa erilaiset fysiologiset muuttujat, kuten hapenkulutus ja sydämen minuuttitilavuus, absoluuttisella kehon painolla tai pinta-alalla on teoriatasolla virheellinen ja käytännön tasolla harhaanjohtava.

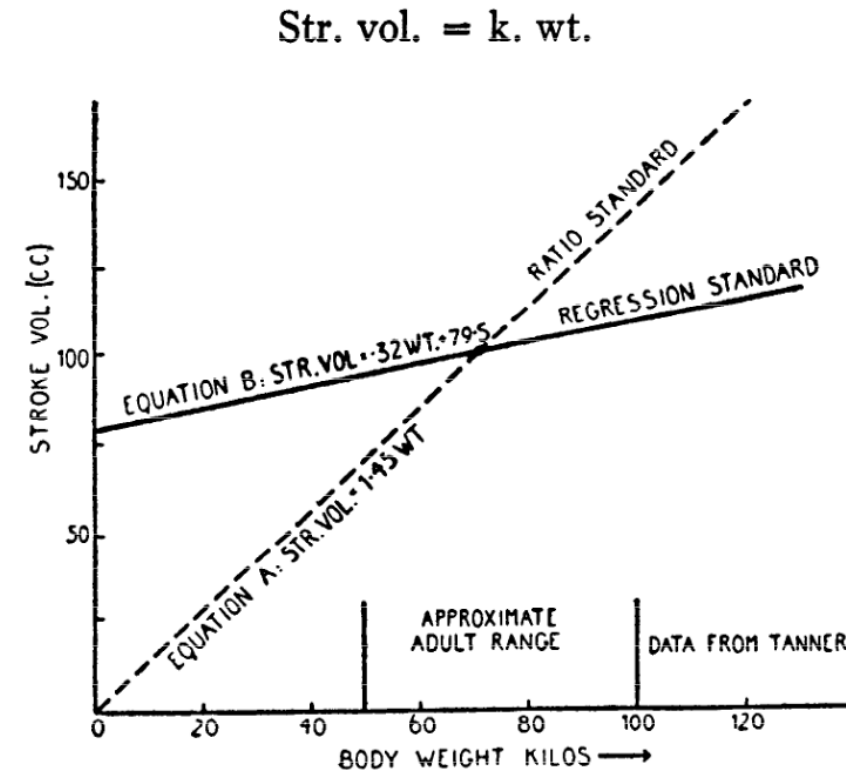


Fig. 1. RELATION of stroke volume of the heart and body weight.

Mitä sitten tapahtui?



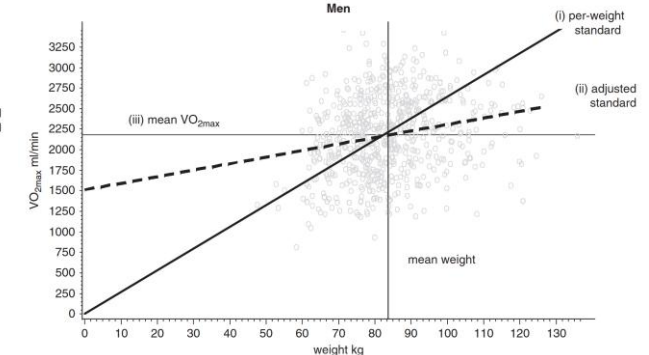
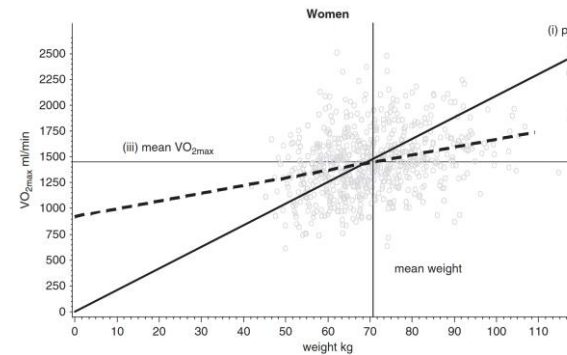
- Hill & Lupton (1923), Henderson ym. (1925) ja Robinson (1937) kuvasivat VO₂max:n absoluuttisina arvoina.
- Robinson (1938) vertasi omaa aineistoaan aikaisempiin aineistoihin ja ilman teoreettista tai tilastollista syytä esitti vertailun VO₂max suhteessa kehon kokonaispainoon.
- Morse ym. (1949) esitti VO₂max arvot vain suhteutettuna kehon kokonaispainoon.
- Åstrand (1952) kuvasi sekä absoluuttiset arvot sekä kehon kokonaispainoon suhteutetut arvot, mutta korosti, että kehon painoon suhteutettu VO₂max on kaukana järkevästä ja että aktiivista lihasmassaa tulisi käyttää VO₂max:in suhteuttamiseen.
- von Döbeln (1956) korosti, että kehon kokonaispaino ei poista kehon koon vaikutusta VO₂max:n (kuten Tanner oli kuvannut seitsemän vuotta aikaisemmin).
- ...mutta vuosien ja vuosikymmenien aikana ajatus ehkä säilyi, mutta sitä ei huomioitu: "Ratio scaling is not the ideal way to compare the maximal aerobic power of people who differ in body size, **but it the most convenient and traditionally accepted way**... a majority of studies still express VO₂max per kilogram body mass (esim. Bar-Or & Rowland 2004)

Miksi suhteuttaa kehon kokoon?

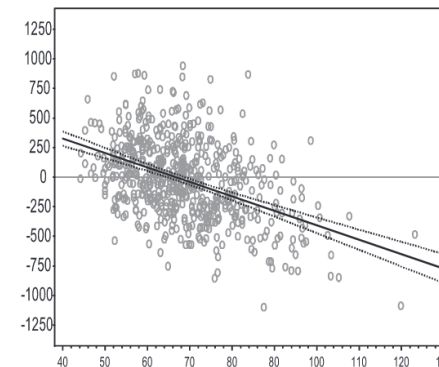


- Absoluuttinen VO₂max riippuu kehon koosta.
- Kehon koko pitää kontrolloida yksilöiden välisen vertailun mahdollistamiseksi.
- VO₂max jaetaan kehon kokoa tai koostumusta kuvaavalla muuttujalla.

- $\frac{VO_2}{\text{Kehon koko tai koostumus}} = \text{suhteellinen VO}_2\text{max}$
- Milloin suhteuttaminen poistaa kehon koon vaikutuksen VO₂max:iin?
 - VO₂ ja kehon koon / koostumuksen välinen $r = 1,0$
 - **Suhteellinen VO₂max ei saa olla yhteydessä nimittäjänä käytettyyn suureeseen.**

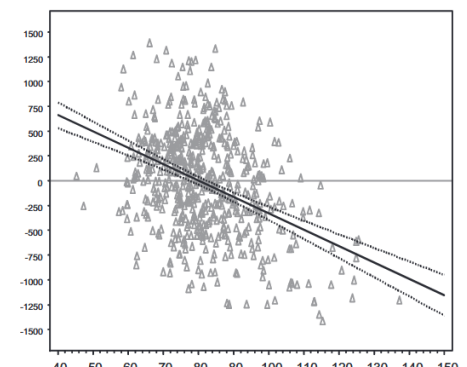


Suhteellinen VO₂max
ml/min/kg



Kehon kokonaispaino, kg

Suhteellinen VO₂max
ml/min/kg

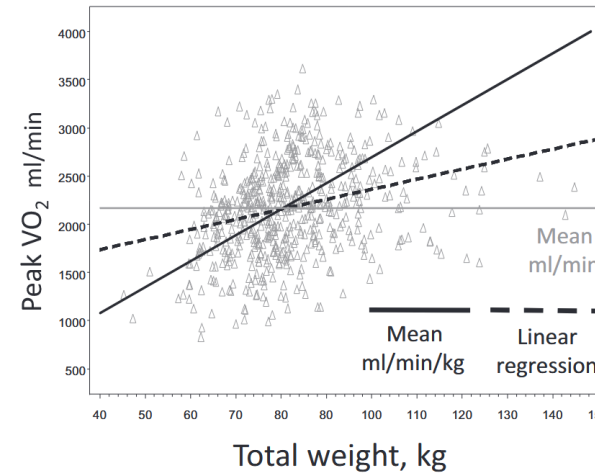


Kehon kokonaispaino, kg

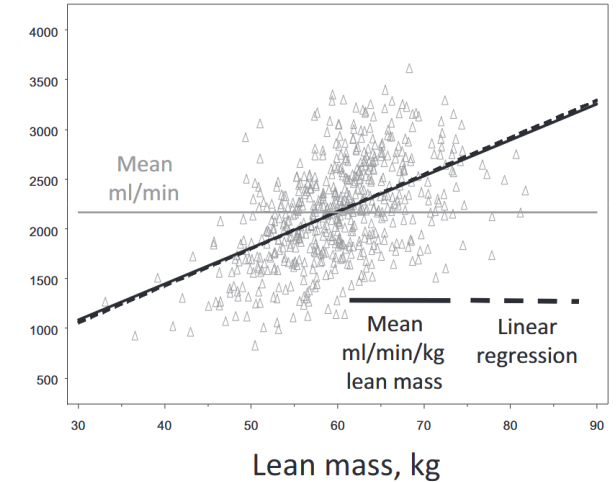
Mitä pitäisi tehdä?

- VO₂max riippuu lihasmassasta, ei kehon kokonaispainosta.
 - Eli rasvamassa ei vaikuta VO₂max:n
- Entä jos lihasmassaa (tai rasvatonta pehmytkudosmassaa) ei ole käytettävissä?
 - Pituuteen suhteuttaminen (kts seuraava)
 - Allometrinen mallintaminen
 - Suhteuttaminen kehon kokonaispainoon tunnistuen siihen liittyvät virhelähteet ja tulkinnan ongelmat.

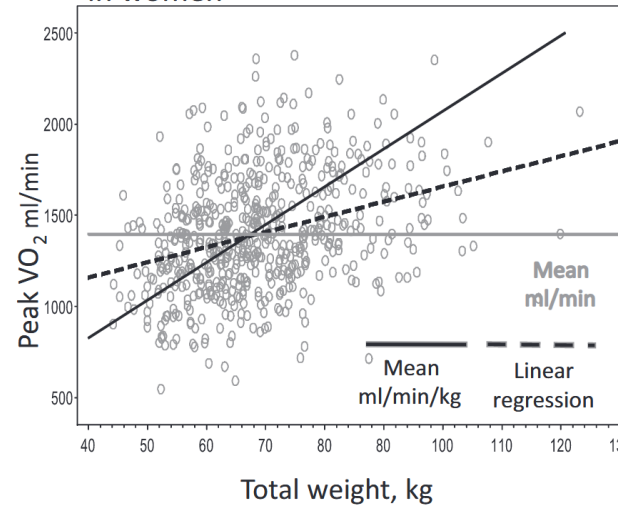
(a) Expected Peak VO₂ vs. weight in men



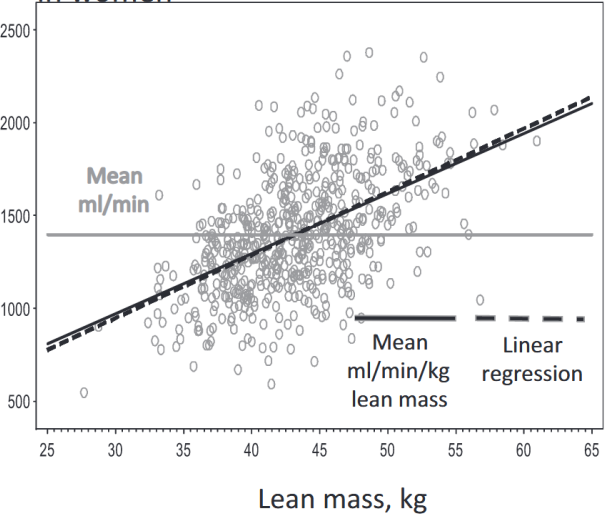
(b) Expected Peak VO₂ vs. Lean mass in men

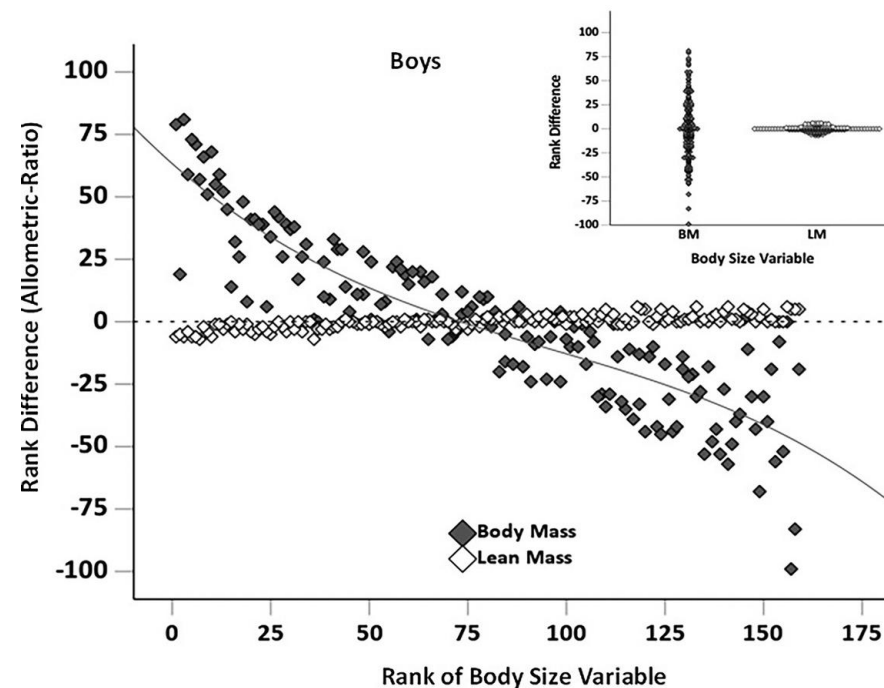
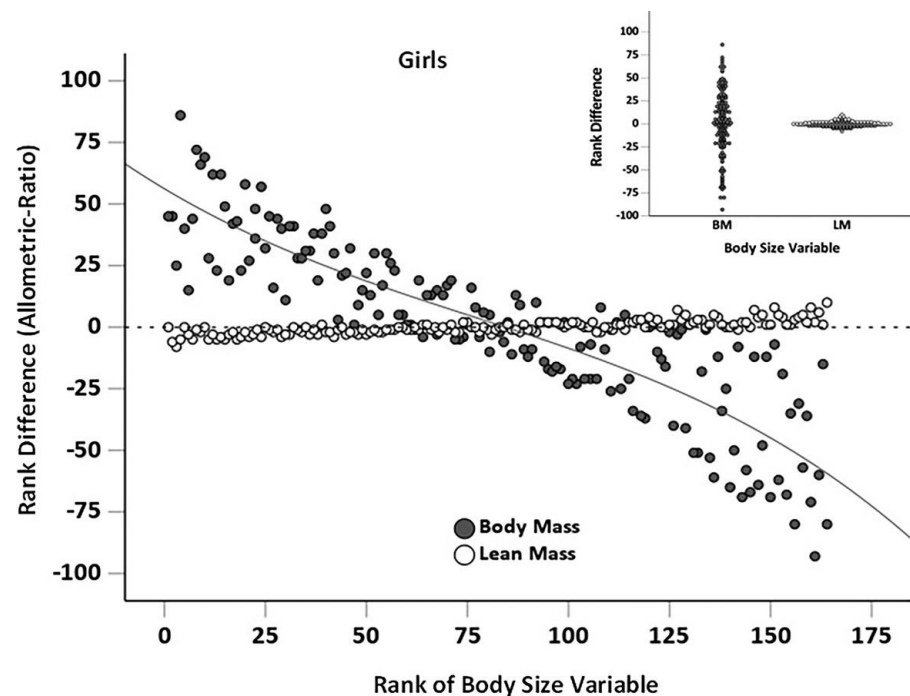


(a) Expected Peak VO₂ vs. Weight in women



(b) Expected Peak VO₂ vs. Lean Mass in women





- Kehon kokonaispainolla jaettu VO₂max yliarvioi kevyempien yksilöiden kestävyyskuntoa ja aliarvioi painavampien yksilöiden kestävyyskuntoa
- Rasvattomalla pehmytkudosmassalla jaettu VO₂max tasapäistää kestävyyskunnon vertailua

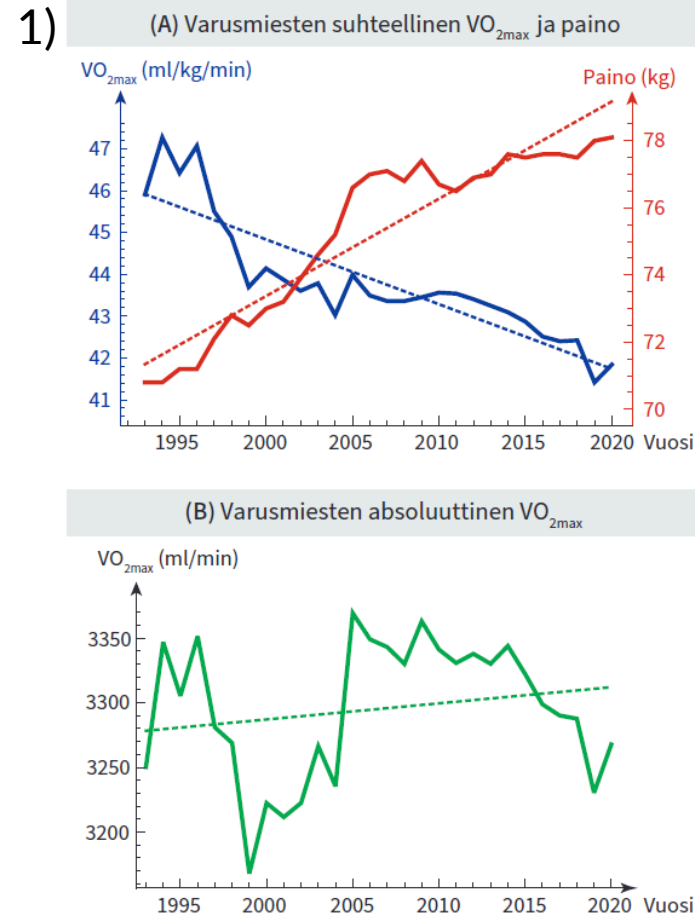


Mitä väliä sillä sitten on?

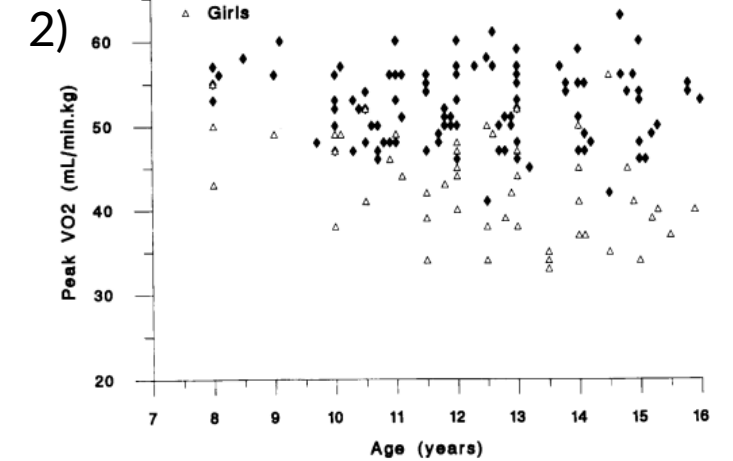
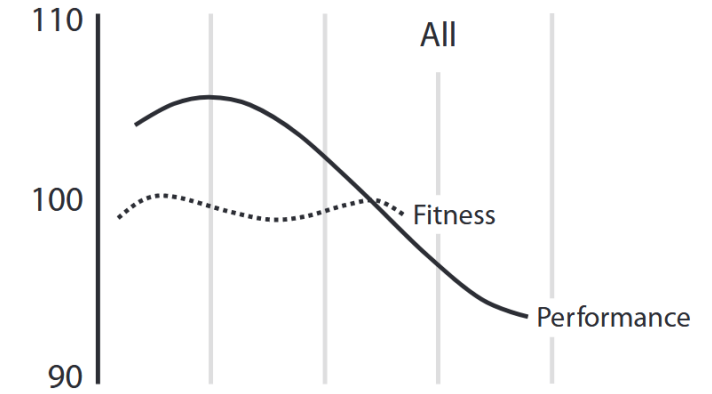




- VO₂max:n paraneminen tai heikkeneminen riippuu muutoksista hengitys- ja verenkiertoelimistön kyvyssä kuljettaa happea työskenteleville lihaksille ja lihasten kyvyssä käyttää happea energiantuottamisessa.
- 1) Vaikeuttaa aikatrendien tulkintaa ja niihin liittyvien tekijöiden tunnistamista.
- 2) Vääristää VO₂max:n ikään ja sukupuoleen liittyvien muutosten arviointia
- 3) Terveysten näkökulmasta antaa liian silotellun kuvan VO₂max:n merkityksestä.



1) Percent (1990 = 100%)

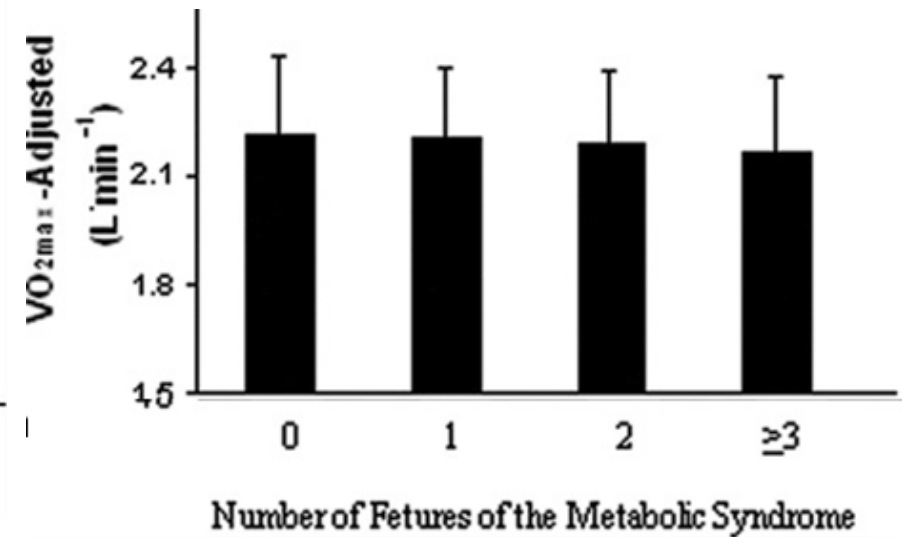
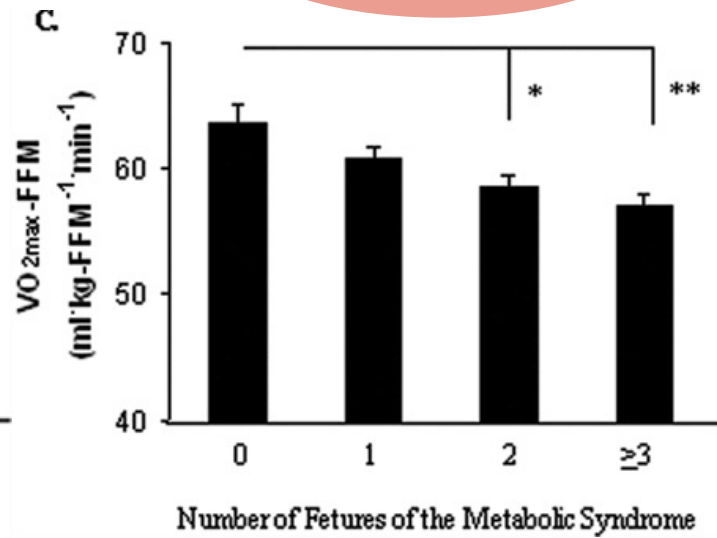
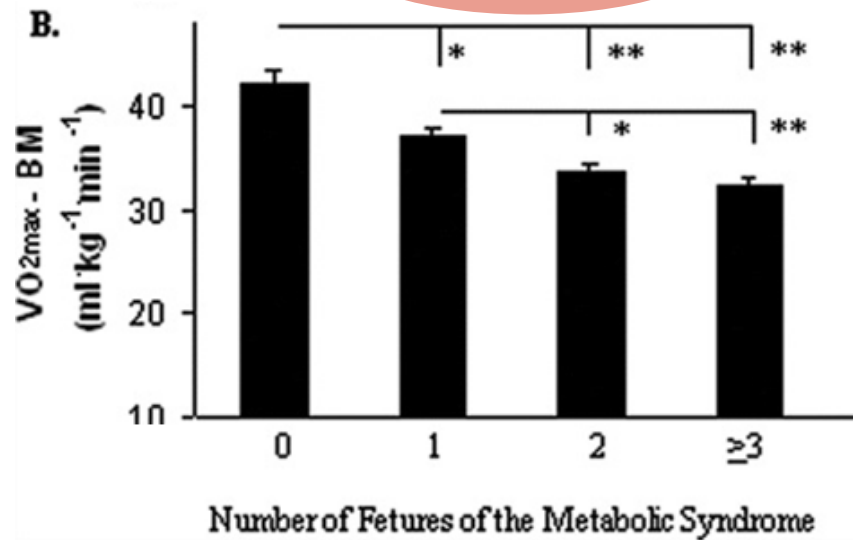


VO₂max / kehon kokonaispaino paisuttaa kunnon merkitystä metabolisessa terveydessä

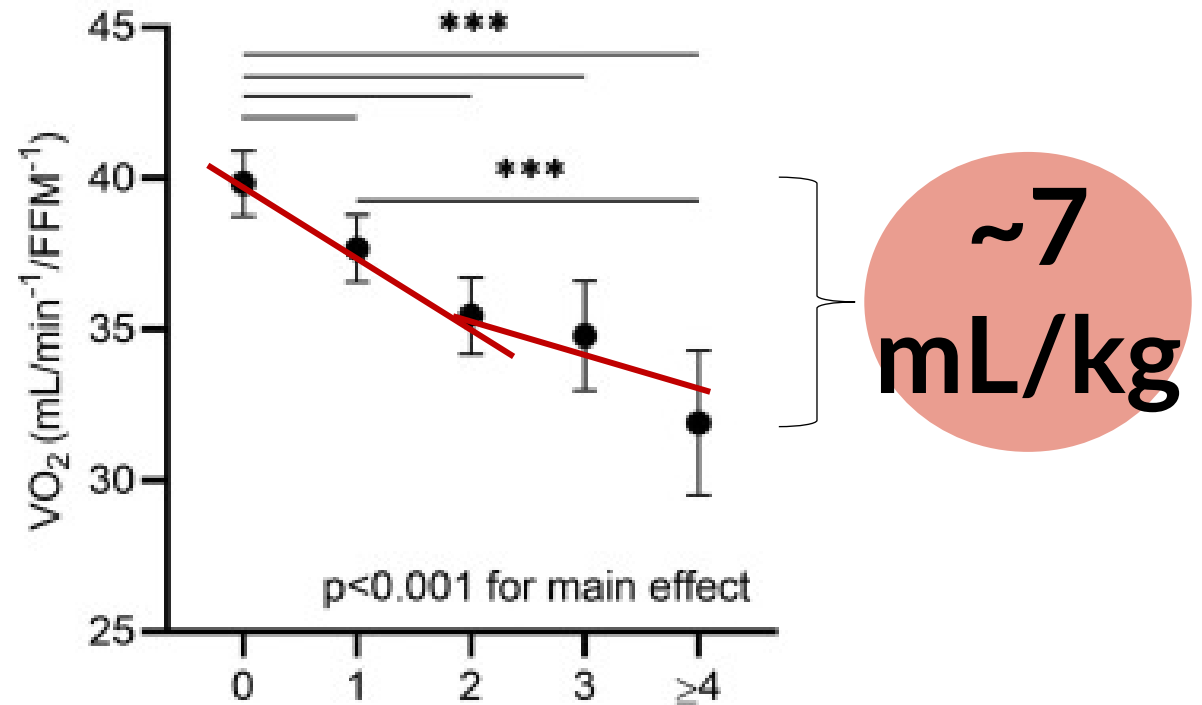
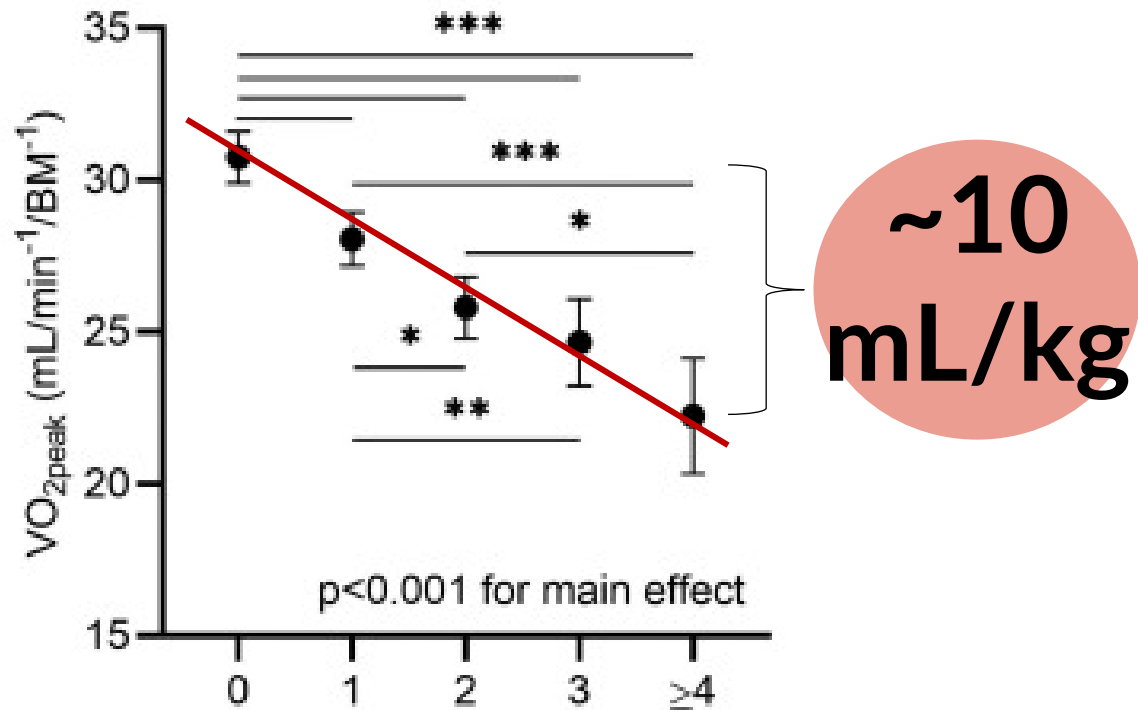


~10 mL/kg

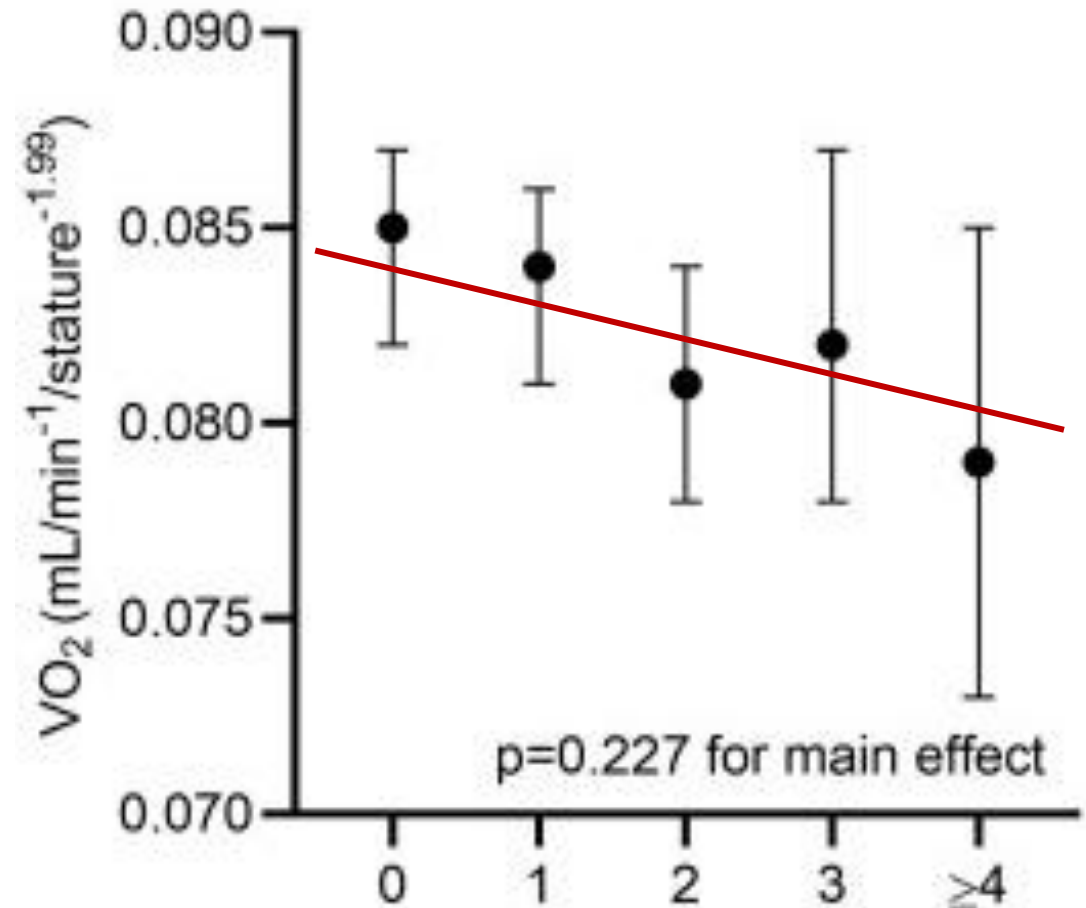
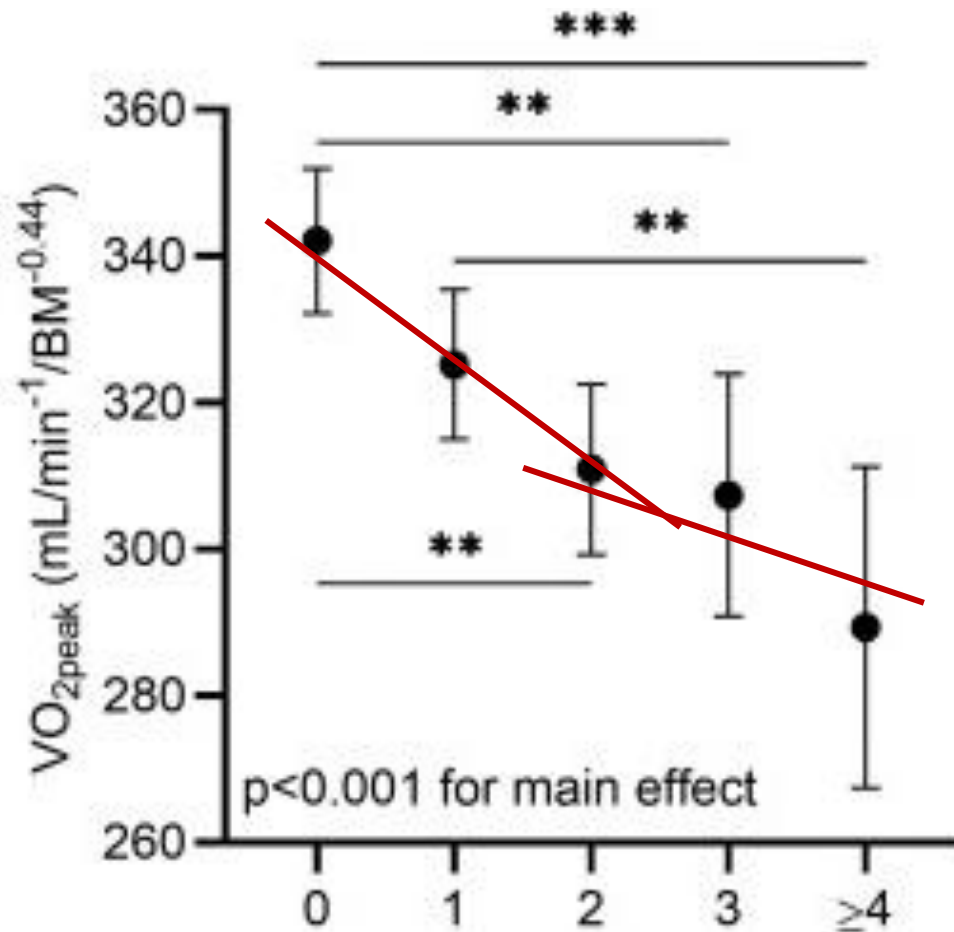
~5-6 mL/kg

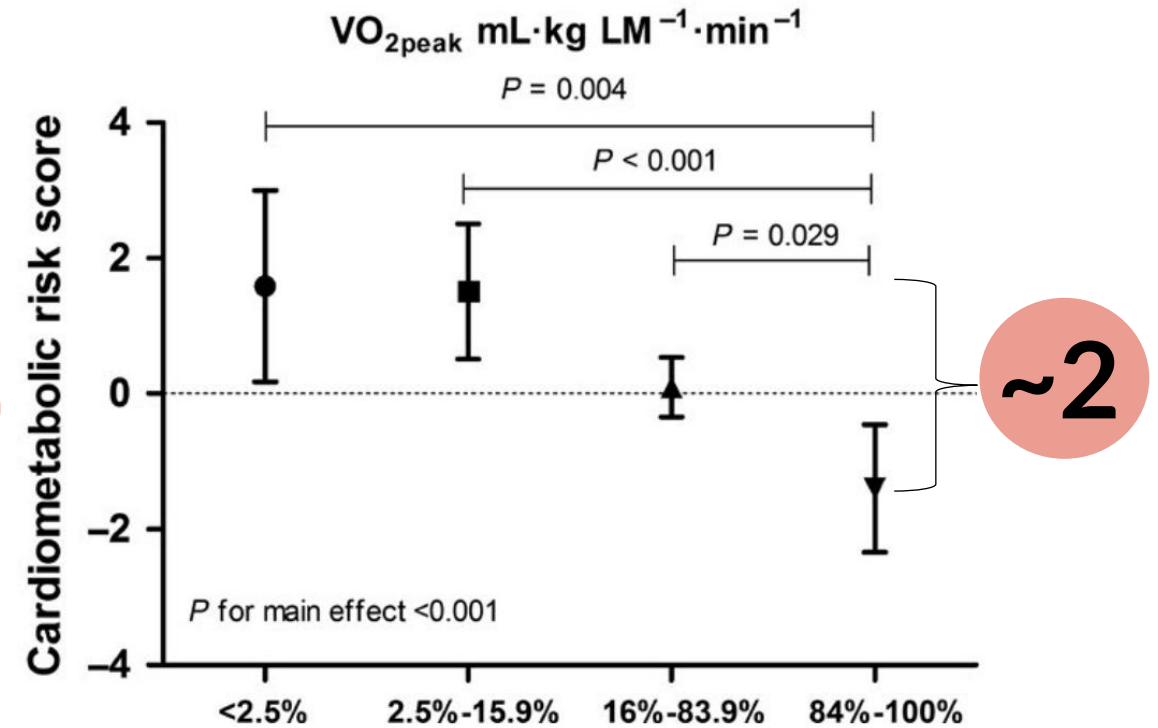
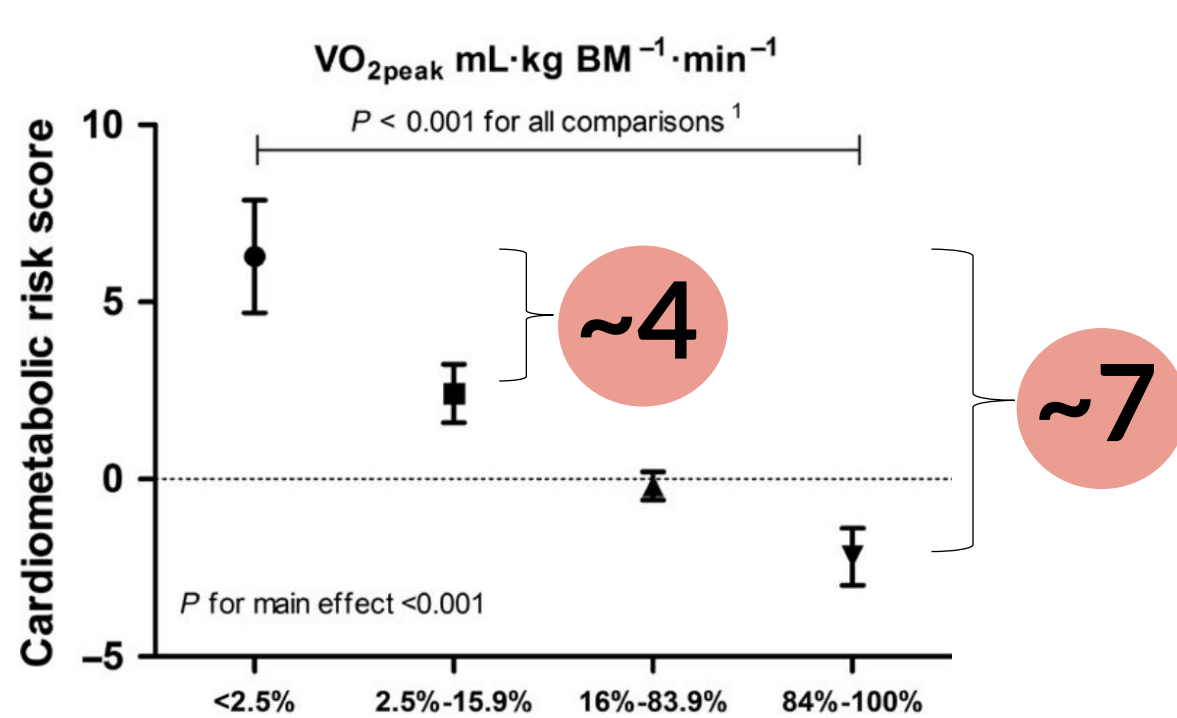


VO₂max / kehon kokonaispaino paisuttaa kunnon merkitystä metabolisessa terveydessä

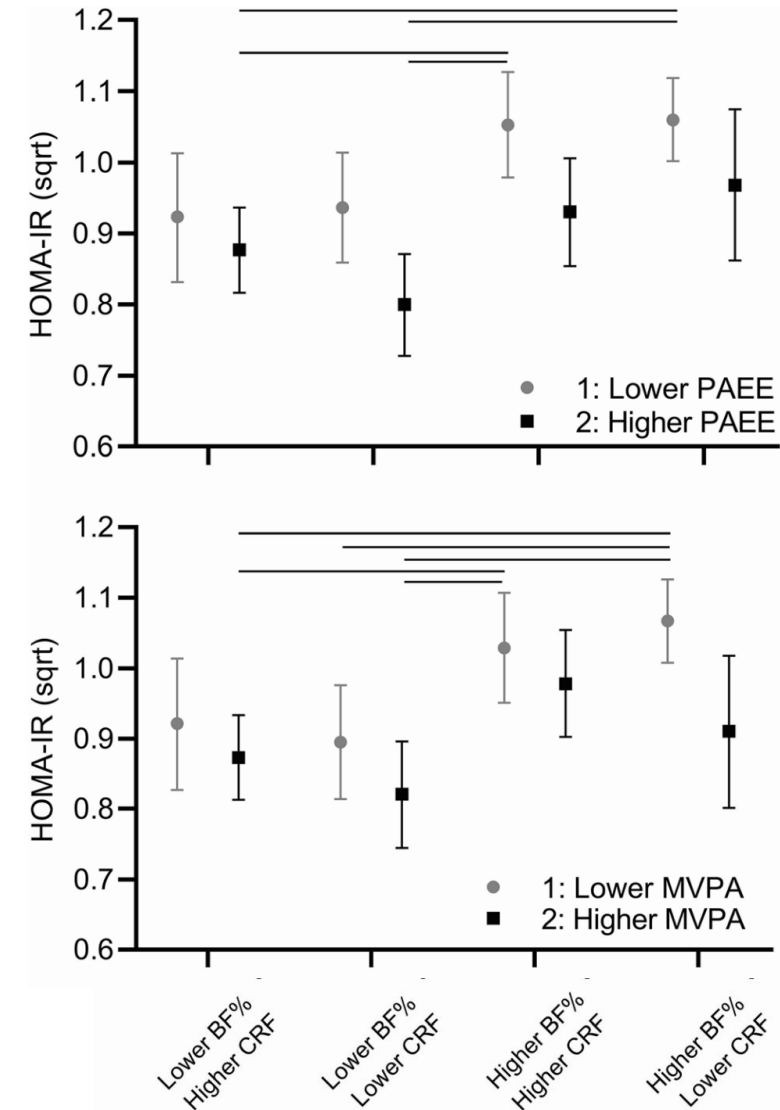
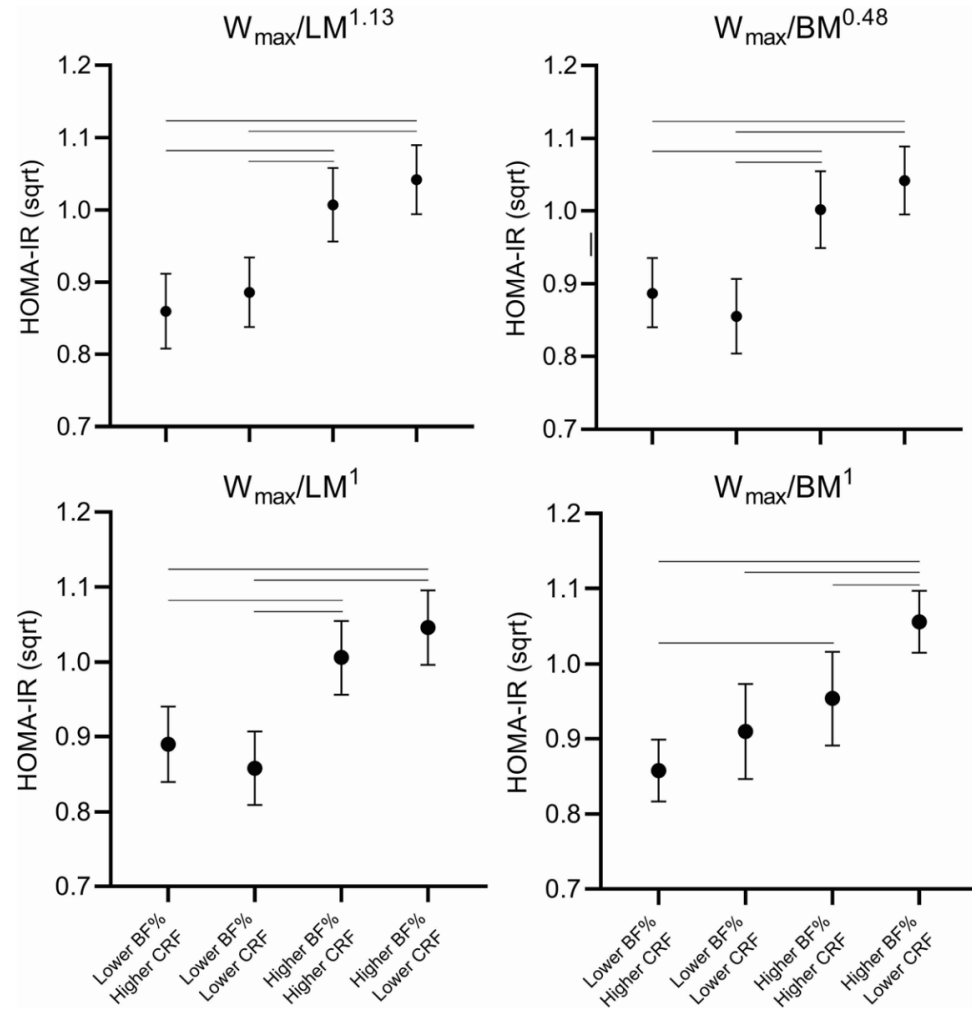


VO₂max / kehon kokonaispaino paisuttaa kunnon merkitystä metabolisessa terveydessä





Fit but Fat kuitenkin on hyvä asia – onhan?



Lopuksi muiden tekemiä johtopäätöksiä



- **We know of no other scientific discipline where an assumed relationship albeit “convenient and traditional” has become the acceptable alternative to rigorous scientific justification.**
- Our results indicate that categories of fitness based on the per-weight standard are confounded by body mass. Use of the per-weight standard markedly inflates the associations between poor fitness and comorbidities of obesity.
- If, however, fitness is measured to assess an individuals' health status, ignoring body composition by dividing peak VO₂ with total body weight results in a mixture of obesity and fitness that precludes valid conclusions about the role of either
- VO₂peak appropriately scaled for body size and composition may have limited ability to distinguish cardiometabolic risk in children, with diminished associations with cardiometabolic risk factors. Screening for cardiometabolic risk in children using VO₂peak ratio scaled by BM may reflect body size rather than fitness.

