



# HAPENKULUTUKSEN JA NOPEUDEN YHTEYS KILPAKÄVELYSSÄ

Esa Hynynen ja Ari Nummela  
KIHU – Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus



## TUTKIMUKSEN TAUSTAA

Juoksuun soveltuvia teoreettisia malleja hapenkulutuksen ja etenemisnopeuden yhteydestä on käytettävissä ja siten myös taloudellisuuden arviointi sekä vertailu ovat mahdollisia. Kävelyn taloudellisuus heikkenee selvästi juoksuun verrattuna, kun n. 2,3 – 2,5 m/s (7 min / km) nopeus ylitetään (Menier ja Pugh 1968). Kilpakävelijöillä jo perusharjoituksessa kävellään yli 2,5 m/s. Tässä tutkimuksessa selvitettiin hapenkulutuksen ja nopeuden yhteyttä kilpakävelyssä harjoitus- ja kilpailunopeuksilla.

## MENETELMÄT

Yhdeksäntoista kilpakävelijää ( $19 \pm 3$  v) suoritti  $2 \times 2$  km testin 200 metrin sisäradalla, jossa ensimmäisen 2 km nopeus sovitettiin yksilöllisesti vastaamaan normaalia reipasta harjoitusta (ns. vauhtikestävyysalueella) ja toinen 2 km käveltiin aikakokeena. Suorituksen ajalta mitattiin hengityskaasut sekä syke jatkuvana ja veren laktaattipitoisuus kummankin kuorman jälkeen. Submaksimaalisen 2 km:n hengityskaasuista ja sykekeräyksestä poimittiin viimeisen minuutin keskiarvo ja aikakokeesta korkein yhtäjaksoinen minuutti edustamaan ko. nopeuden fysiologisia vasteita. Hapenkulutuksen ja nopeuden yhteyttä verrattiin aiemmin juoksusta julkaistuihin kaavoihin:

$$\text{Londeree (1986): } VO_2 \text{ (ml/kg/min)} = 0,205 \times v \text{ (m/min)} + 0,109 \times (v/60)^2 - 2 - 6,1$$

$$\text{ACSM (1995): } VO_2 \text{ (ml/kg/min)} = 0,2 \times v \text{ (m/min)} + 0,9 \times v \text{ (m/min)} \times g \text{ (frac)}$$

$$v = \text{nopeus (m/min)}$$

$$g = \text{kulman tangentti}$$

Nopeudesta riippumattomana taloudellisuuden yksikkönä käytettiin hapenkulutusta suhteutettuna kuljettuun matkaan.



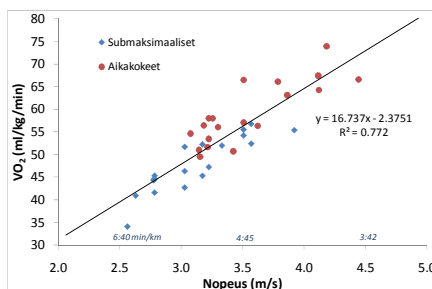
Kuva 1. Laktaattinäyte submaksimaalisen kuorman jälkeen.



Kuva 2. Kilpakävelijä vauhdissa.

## TULOKSET

Submaksimaalinen nopeus oli laktaattipitoisuuden perusteella tavoitellun mukainen ( $3,1 \pm 1,8$  mM). Aikakokeen jälkeinen veren laktaattipitoisuus oli  $10,1 \pm 2,4$  mM. Hapenkulutuksen ja etenemisnopeuden välillä havaittiin lineaarinen yhteys (Kuva 3), joka kuitenkin poikkesi huomattavasti juoksusta julkaistuista kaavoista (Taulukko I).

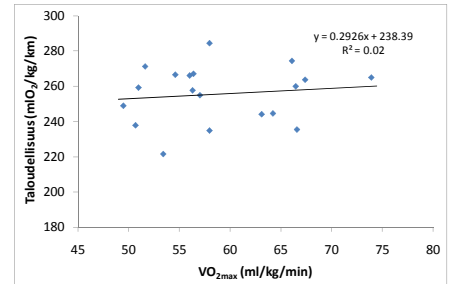


Kuva 3. Hapenkulutuksen ja nopeuden yhteys.

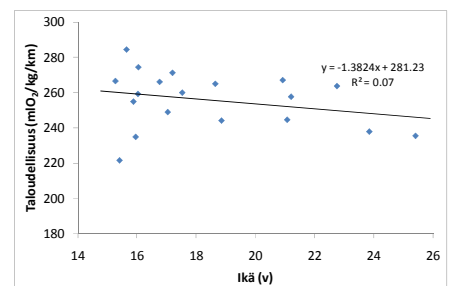
Taulukko I. Kilpakävelystä mitattu ja juoksun kaavoilla laskettu hapenkulutus (ml/kg/min).

	Nopeus (m/s)	VO <sub>2</sub>	Londeree	ACSM
Submax	3,1 ± 0,4	48 ± 6	31 ± 5	41 ± 5
Aikakoe	3,5 ± 0,4	59 ± 7	37 ± 6	46 ± 5

Taloudellisuuden ei havaittu olevan yhteydessä maksimaaliseen hapenottookykyyn tai urheilijan ikään (Kuvat 4-5).



Kuva 4. Taloudellisuuden yhteys maksimaaliseen hapenottookykyyn (VO<sub>2max</sub>).



Kuva 5. Taloudellisuuden yhteys urheilijan ikään.

## JOHTOPÄÄTÖKSET

Juoksun teoreettiset hapenkulutuskennat aliarvioivat odotetusti mitattua hapenkulutusta kilpakävelyn harjoitus- ja kilpailunopeuksilla. Kokeneilla kestävyysurheilijoilla on usein parempi suorituksen taloudellisuus kuin aloittelevilla, mutta tässä tutkimuksessa ei havaittu ainakaan iällä olevan yhteyttä mitattuun taloudellisuuteen. Tämän aineiston perusteella parhaiden kävelijöiden taloudellisuus on n. 230 ml/kg/km. Haluttaessa laskea teoreettinen hapenkulutus kilpakävellyn eri nopeuksille, niin yhtälöä:

$$VO_2 \text{ (ml/kg/min)} = 16,737 \times v \text{ (m/s)} - 9$$

voidaan käyttää kilpakävelyn taloudellisuutta arvioitaessa.

## LÄHTEET

ACSM (1995) ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (5th edition). Philadelphia: Lea and Febiger.

Londeree BR (1986) The use of laboratory test results with long distance runners. Sports Med 3(3): 201-213.  
Menier DR, Pugh LG (1968) The relation of oxygen intake and velocity of walking and running, in competition walkers. J Physiol. 197(3): 717-721.

E-mail: esa.hynynen@kihu.fi