



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

OLYMPIALUOKKIEN SOUDUN FYSIOLOGISET VAATIMUKSET JA NIIDEN TESTAAMINEN

Valmennus- ja testausopin asiantuntijuustehtävät

Ilona Hiltunen
Liikuntatieteellinen tiedekunta
Jyväskylän yliopisto
28.1.2023



SISÄLLYS

1. JOHDANTO

2. OLYMPIALUOKKIEN SOUDUN FYSIOLOGISET

VAATIMUKSET

- 2.1 Energiantuotto soutukilpailun aikana
- 2.2 Maksimaalinen hapenottokyky
- 2.3 Maksimaalinen aerobinen teho ja nousujohtaisen testin maksimiteho
- 2.4 Suhteellinen aerobinen teho ja anaerobinen kynnys
- 2.5 Anaerobinen kapasiteetti ja teho
- 2.6 Soutusuorituskyky

3. FYSIOLOGISTEN OMINAISUUKSIEN TESTAAMINEN SOUDUSSA

- 3.1 Suorituskykytestit
- 3.2 Suora maksimaalisen hapenottokyvyn testi

4. SOUTUTESTIEN VIITEARVOT SUOMESSA

- 4.1 Suorituskykytestien viitearvot
- 4.2 Suoran maksimaalisen hapenottokyvyn testin ja kynnystestin viitearvot suomalaisilla soutajilla
- 4.3 Kuntotestitulosten viitearvojen käytännön sovellukset

LÄHTEET

Liite 1: Paavo Nurmi -keskuksen testidatasta muodostetut viitearvot olympialuokkien soudussa



1. JOHDANTO

- Olympialuokkien soudun kilpailusuorituskykyyn vaikuttaa aerobisen ja anaerobisen energiantuoton kapasiteetti, voimaominaisuudet, soutajan koko, soututekniikka, suorituksen taloudellisuus, välineet, ulkoisten olosuhteiden hallinta sekä psyykkiset tekijät (Mäestu ym. 2005; Secher 1993; Treff ym. 2021; Volianitis ym. 2020).
- Tässä työssä keskitytään olympialuokkien soudun fysiologisiin vaatimuksiin sekä fysiologisten ominaisuuksien testaamiseen.

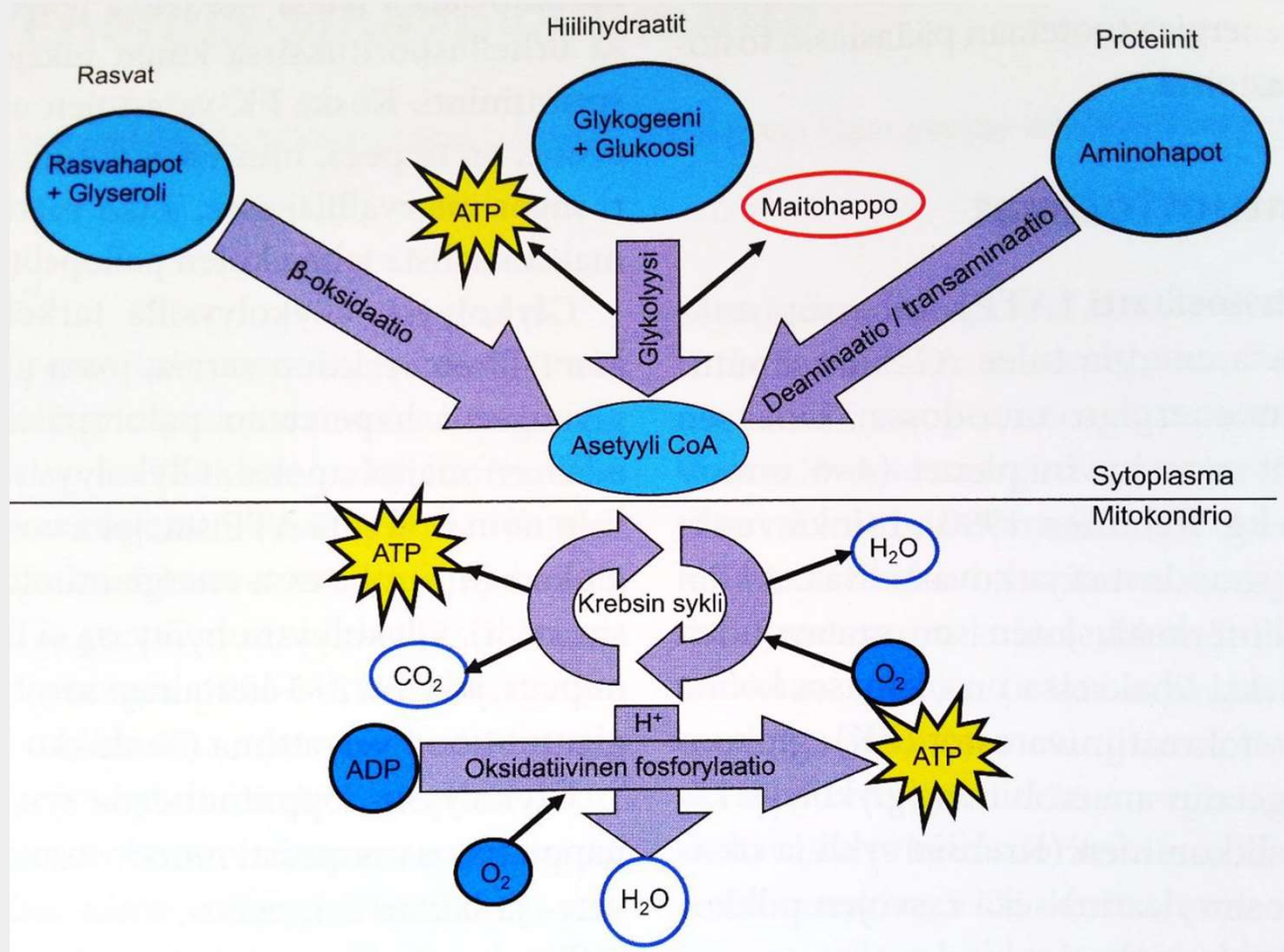


2. OLYMPIALUOKKIEN SOUDUN FYSIOLOGISET VAATIMUKSET

- Olympialuokkien soutu on korkeaintensiteettinen voimakestävyyslaji (Treff ym. 2021).
- Virallisen kilpailumatkan (2000 m) maailman parhaat ajat vaihtelevat 5 min 18 s ja 7 min 23 s välillä veneluokasta, sukupuolesta ja painoluokasta riippuen (World Rowing 2022).
- Kilpailuajat vaativat keskimäärin 285–528 W tehontuoton soutu kilpailun aikana (Kleshnev 2007).
- Kilpailusuorituksen vaatiman kokonaistehon kattamiseksi tarvitaan sekä korkea aerobinen kapasiteetti ja lisäksi kyky ylläpitää kohtalaisen isoa anaerobisen energiantuoton tasoa usean minuutin ajan (Treff ym. 2021).



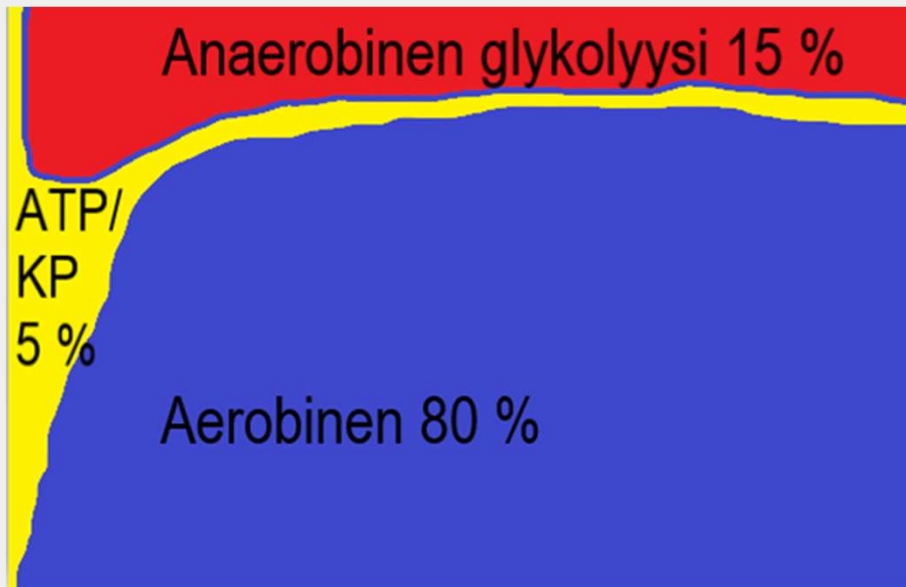
2.1 ENERGIANTUOTTO SOUTUKILPAILUN AIKANA



KUVA. Solun Energia-aineenvaihdunta (Nummela 2016).



2.1 ENERGIANTUOTTO SOUTUKILPAILUN AIKANA



- Aerobisen energiantuoton osuus 2000 metrin soutukilpailussa on 67–88 % (de Campos Mello ym. 2009; Mäestu ym. 2005; Treff ym. 2021).
- Anaerobisen energiantuoton osuuden 2000 metrin soutukilpailussa on arvioitu olevan 12–33 % (Mäestu ym. 2005; Treff ym. 2021).

KUVA. Energiantuoton arvioidut suhteelliset osuudet soutukilpailun aikana. (Mukaeltu Hartmann & Mader 2005).



2.2 MAKSIMAALINEN HAPENOTTOKYKY, VO₂MAX

- VO₂max on suurin määrä happea, jonka elimistö pystyy käyttämään lihasten energiantuottoon.
- VO₂max on tärkeimpiä kestävyysuorituskyvyn selittäviä tekijöitä. (Bassett & Howley 2000; Ferretti 2014)
- 2000 metrin soudun aikana tuotetut parhaimmat keskimääräiset tehot asettavat suuret vaatimukset elimistön energiantuotolle. Soutajilla onkin mitattu korkeita maksimaalisen hapenoton arvoja
 - **6–7 l/min miehillä** (Bourgois ym. 2014; Godfrey ym. 2005; Klusiewicz ym. 2014; Lacour ym. 2009; Mikulic & Bralic 2018; Nielsen & Christensen 2020; Tran ym. 2015; Treff ym. 2013; Winkert ym. 2022)
 - **4–4,8 l/min naisilla** (Bourdin ym. 2017; Klusiewicz ym. 2014; Nevill ym. 2011; Tran ym. 2015)
- VO₂max korreloi positiivisesti 2000 metrin
 - soutuergometrisuorituskyvyn kanssa (Blervaque ym. 2022; Bourdin ym. 2017; Bourdin ym. 2004; Cerasola ym. 2020; Ingham ym. 2002; Jensen 2021)
 - soutuuorituskyvyn vesillä kanssa (Jürimäe ym. 2000; Secher ym. 2007; Treff ym. 2021).



2.2 MAKSIMAALINEN HAPENOTTOKYKY, VO₂MAX

TAULUKKO. Huippusoutajien VO₂max-arvoja.

Jos tutkimuksessa
on useampi
tutkittava, luku on
keskiarvo.

Tutkimuksen kohdejoukko	Tutkittavien taso	VO ₂ max, l/min (keskiarvoistus- aika)	Lähde
21 avoimen luokan miestä	maajoukkue (sis. 2 olympiavoittajaa)	5,7 (30 s)	Blervaque ym. (2022)
1 avoimen luokan mies	olympiafinalisti	6,0 (30 s)	Bourgois ym. (2014)
1 avoimen luokan mies	olympiavoittaja	6,7 (30 s)	Godfrey ym. (2005)
8 avoimen luokan miestä	olympiavoittajia	5,9 (30 s)	Ingham ym. (2007)
4 avoimen luokan miestä	olympiavoittajia	6,1 (1 min)	Klusiewicz ym. (2014)
1 avoimen luokan mies	olympiavoittaja	6,3 (30 s)	Lacour ym. (2009)
7 avoimen luokan miestä	olympiamitalisteja ja maailmanmestareita	5,7 (30 s)	Lacour ym. (2009)
12 avoimen luokan miestä	olympia- tai MM-finalisteja	5,6 (1 min)	Mikulic (2008)
4 avoimen luokan miestä	maailmanmestareita	6,6 (1 min)	Mikulic (2011)
2 avoimen luokan miestä	olympiavoittajia	7,0 (1 min)	Mikulic & Bralic (2018)
33 avoimen luokan miestä	MM-finalisteja	5,8 (30 s)	Nevill ym. (2011)
1 avoimen luokan mies	MM-mitalisti	6,9 (30 s)	Nielsen & Christensen (2020)
14 avoimen luokan miestä	maajoukkue	6,3 (1 min)	Tran ym. (2015)
12 avoimen luokan miestä	maajoukkuesoutajia	6,0	Treff ym. (2013)
14 avoimen luokan miestä	MM- ja olympiamitalisteja	6,6 (30 s)	Winkert ym. (2022)
18 avoimen luokan alle 19-vuotiasta miestä	alle 19-vuotiaiden MM-finalisteja	5,3 (1 min)	Mikulic (2008)
4 kevyen luokan miestä	olympiamitalisteja	5,2 (1 min)	Klusiewicz ym. (2014)
15 kevyen luokan miestä	MM-finalisteja	5,0 (30 s)	Nevill ym. (2011)
1 kevyen luokan mies	olympiavoittaja	5,9 (15 s)	Nybo ym. (2014)
3 kevyen luokan miestä	maajoukkuesoutajia	5,4	Treff ym. (2013)
2 avoimen luokan naista	olympiamitalisteja	4,4 (1 min)	Klusiewicz ym. (2014)
21 avoimen luokan naista	MM-finalisteja	4,1 (30 s)	Nevill ym. (2011)
avoimen luokan naisia	maajoukkue	4,5 (1 min)	Tran ym. (2015)
7 kevyen luokan naista	MM-finalisteja	3,7 (30 s)	Nevill ym. (2011)
kevyen luokan naisia	maajoukkue	3,8 (1 min)	Tran ym. (2015)



2.2 MAKSIMAALINEN HAPENOTTOKYKY, VO₂MAX

TAULUKKO. Australian ja Saksan maajoukkuesoutajien VO₂max-tavoitearvoja (l/min). (Rowing Australia 2019; Steinacker 2008).

U19, alle 19-vuotiaat; U21, alle 21-vuotiaat; U23, alle 23-vuotiaat.

	miehet					naiset				
	U19	U21	U23	avoin	kevyt	U19	U21	U23	avoin	kevyt
Australia		5,9–6,2	6,2–6,5	6,5–6,8	6,0–6,2		4,1–4,3	4,3–4,5	4,5–4,8	4,0–4,2
Saksa	5,8		6,0	6,5	5,8	4,0		4,0–4,2	4,2–4,5	4,0

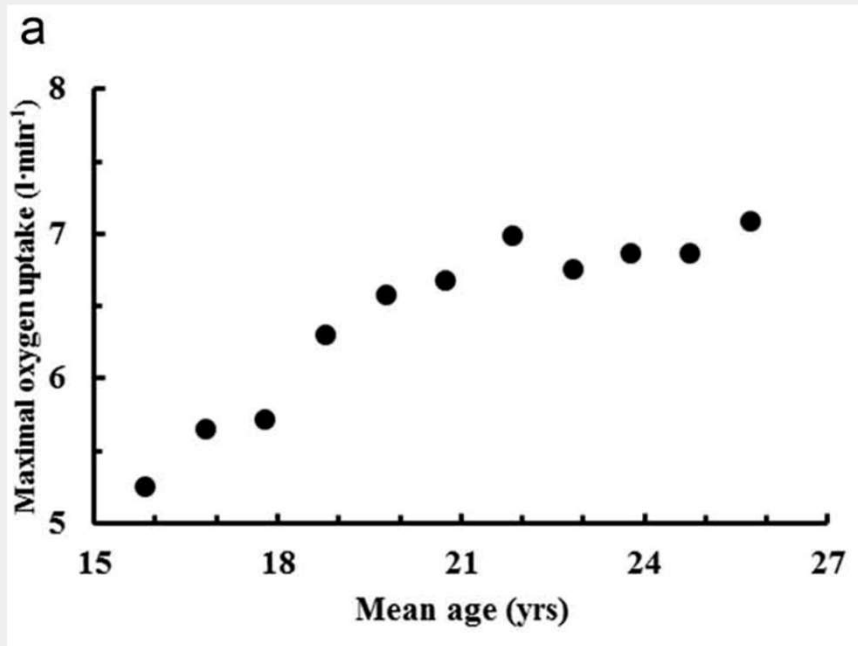


2.2 MAKSIMAALINEN HAPENOTTOKYKY, VO₂MAX

- VO₂max:ä rajoittava tekijä koko kehon maksimaalisessa kuormituksessa on yleensä hengitys- ja verenkiertoelimistön toiminta eli hapen kuljetukseen liittyvät mekanismit (Bassett & Howley 2000; Ferretti 2014; Levine 2008).
 - Soutajilta on mitattu hapenkuljetukseen vaikuttavia korkeita veren hemoglobiinimassoja ja plasmatilavuuksia, jotka korreloivat soutusuorituskyvyn kanssa (Secher 1993; Volianitis ym. 2020).
 - Soutajilla on mitattu erityisen korkeita ventilaatioarvoja, mikä kertoo keuhkojen toiminnan tärkeydestä maksimaaliselle hapenotolle koko kehon kuormituksessa. Soutu vaatiikin kestäviä hengityslihaksia, jotta korkea ventilaatiota jaksetaan ylläpitää kilpailun ajan. (Volianitis ym. 2020)



2.2 MAKSIMAALINEN HAPENOTTOKYKY, VO₂MAX



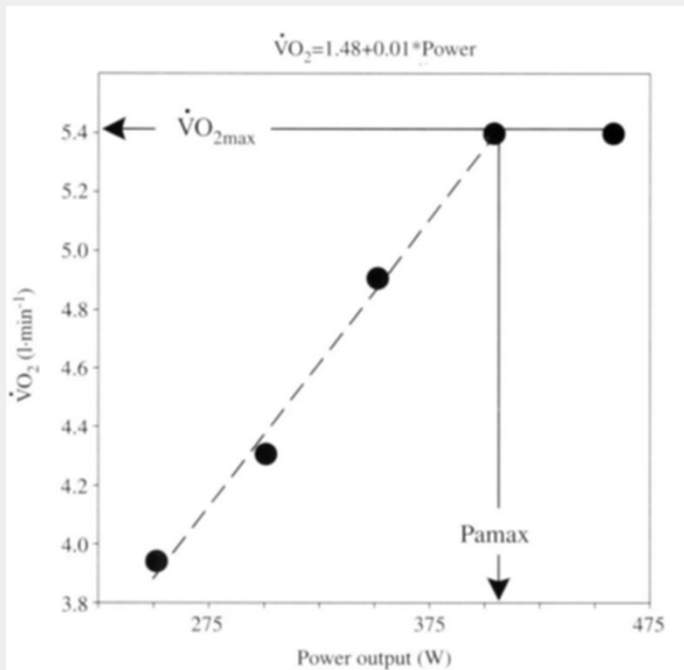
KUVA. Kahden avoimen luokan miesolympiavoittajan VO₂max:n kehitys 16–26-vuotiaana. VO₂max kehittyi vuosittain 22-vuotiaaksi asti, jonka jälkeen kehitys tasaantui. (Mikulic & Bralic 2018).



KUVA. Kevyen luokan miessoutajan (5 olympiamitalia ja 6 maailmanmestaruutta) VO₂max:n kehitys 19–40-vuotiaana. Kehitys on tasaantunut 24-vuotiaana, jonka jälkeen havaittu vaihtelu johtuu harjoittelutaukojen vaikutuksesta. (Nybo ym. 2014)



2.3 MAKSIMAALINEN AEROBINEN TEHO JA NOUSUJOHTEISEN TESTIN MAKSIMITEHO



KUVA. Tehon ja hapenkulutuksen suhde nousujohteisessa testissä. (Bourdin ym. 2004a)

- Huippusoutajilla suorituskyykyä 2000 metrin ergometrisoudussa yksi parhaiten selittävistä tekijöistä on nousevatehoisesta $\dot{V}O_{2\text{max}}$ -testistä lineaarisen regression avulla määritetty maksimaalista hapenkulutusta vastaava suoritusteho (MAP) (Blervaque ym. 2022; Ingham ym. 2002; Jürimäe ym. 2000; Nevill ym. 2011).
- Ergometrillä mitatun MAP:n on todettu olevan paras selittävä tekijä myös suorituskyykyille yksiköllä vesillä 2000 metrillä (Jürimäe ym. 2000).



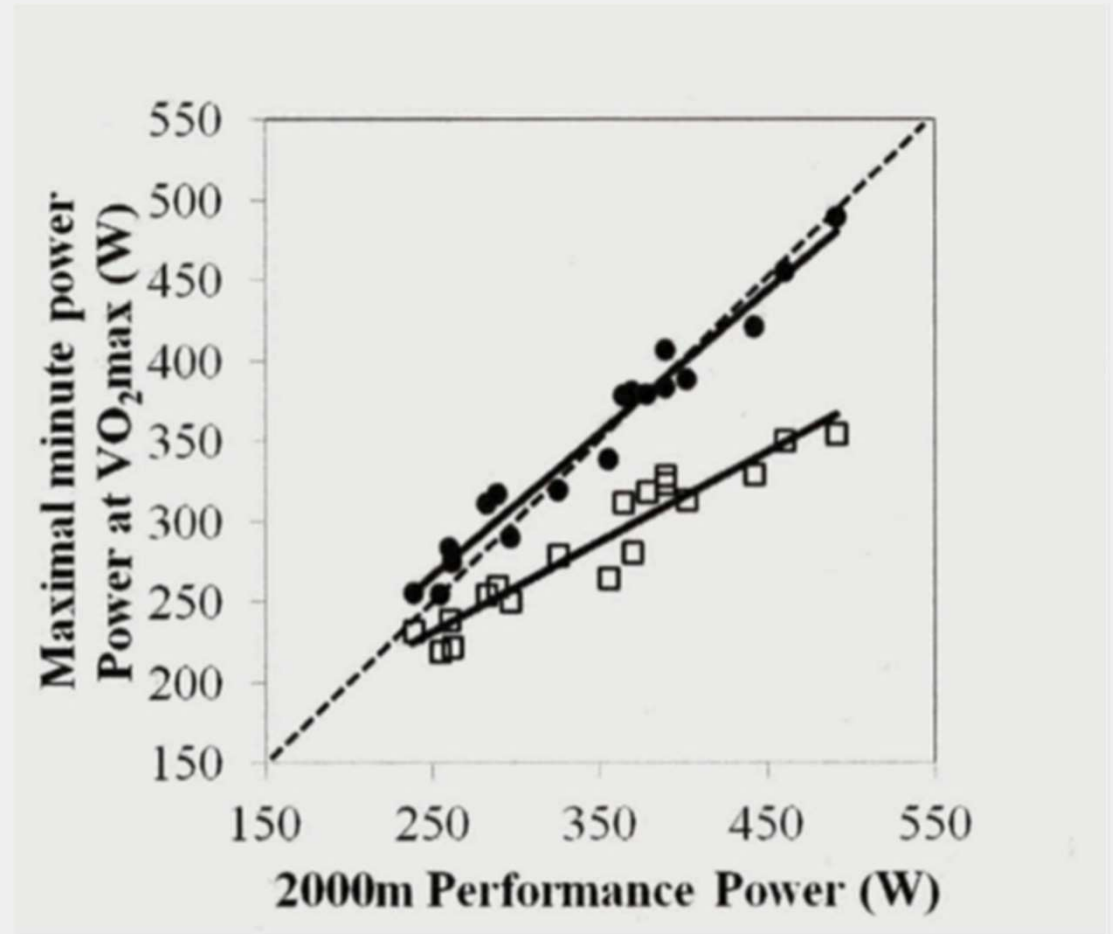
2.3 MAKSIMAALINEN AEROBINEN TEHO JA NOUSUJOHTEISEN TESTIN MAKSIMITEHO

- Nousevatehoisen VO_2 max-testin maksimiteho on joissain tutkimuksissa selittänyt parhaiten 2000 metrin ergometrisuorituskykyä sekä naisilla että miehillä.
- Miehillä 2000 metrin tehon on havaittu olevan keskimäärin 104 % tai 13 W korkeampi VO_2 max-testin korkeimmasta tehosta, kun taas naisilla 2000 metrin keskiteho oli lähes sama kuin VO_2 max-testin korkein teho. Tämä ero miesten ja naisten välillä saattaa johtua miesten korkeammasta voimatasosta. (Bourdin ym. 2017; Bourdin ym. 2004b)



2.3 MAKSIMAALINEN AEROBINEN TEHO JA NOUSUJOHTEISEN TESTIN MAKSIMITEHO

MMW:n (mustat ympyrät) ja maksimaalisen aerobisen tehon (neliöt) yhteys 2000 metrin ergometritestitulokseen (Ingham ym. 2013).





2.3 MAKSIMAALINEN AEROBINEN TEHO JA NOUSUJOHTEISEN TESTIN MAKSIMITEHO

TAULUKKO. Nousevatehoisesta testistä määritettyjä huippusoutajien maksimaalisia aerobisia tehoja (MAP) ja viimeisen kuorman maksimitehoja. Arvot ovat keskiarvoja.

Tran ym. (2015) tutkimuksessa käytettiin dynaamista soutuergometria (Concept2 Slides).

Tutkimuksen kohdejoukko	Tutkittavien taso	MAP (W)	Maksimi (W)	Lähde
avoimen luokan mies	olympiavoittaja	546		Godfrey ym. (2005)
8 avoimen luokan miestä	olympiavoittajia	415,3		Ingham ym. (2007)
avoimen luokan miehiä	MM-finalisteja	382,6		Nevill ym. (2011)
avoimen luokan mies	olympiavoittaja ja MM-mitalisti	461	527 (3min ka)	Lacour ym. (2009)
avoimen luokan miehiä	maajoukkue	422	511 (4 min ka)	Tran ym. (2015)
2 avoimen luokan miestä	olympiavoittajia		531 (1 min ka)	Mikulic & Bralic (2018)
12 avoimen luokan miestä	Olympia- tai MM-finalisteja		441,6 (1 min ka)	Mikulic (2008)
kevyen luokan miehiä	MM-finalisteja	339,4		Nevill ym. (2011)
18 avoimen luokan alle 19-vuotiasta miestä	alle 19-vuotiaiden MM-finalisteja		391,3 (1 min ka)	Mikulic (2008)
avoimen luokan naisia	MM-finalisteja	262,7		Nevill ym. (2011)
avoimen luokan naisia	maajoukkue	305	371 (4 min ka)	Tran ym. (2015)
kevyen luokan naisia	MM-finalisteja	236,9		Nevill ym. (2011)
kevyen luokan naisia	maajoukkue	264	291 (4 min ka)	Tran ym. (2015)



2.3 MAKSIMAALINEN AEROBINEN TEHO JA NOUSUJOHTEISEN TESTIN MAKSIMITEHO

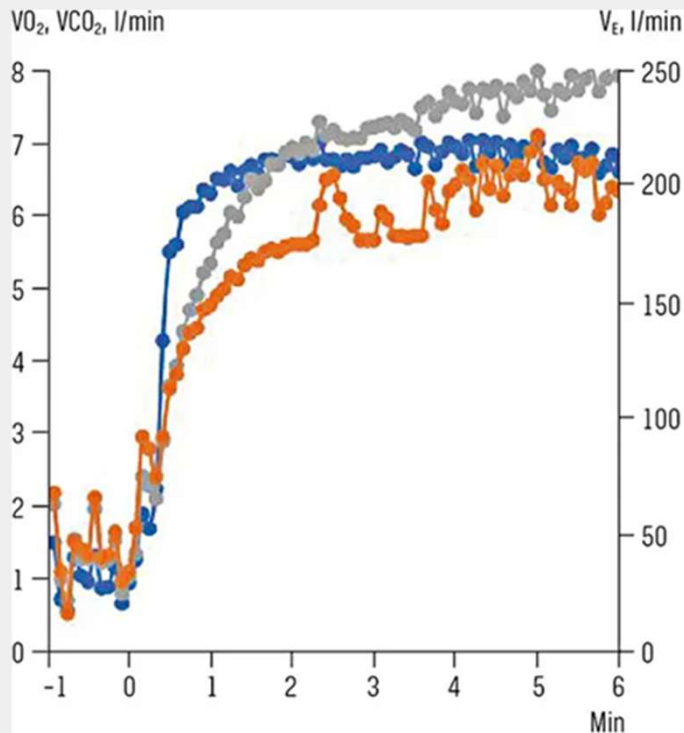
TAULUKKO. Australian maajoukkuesoutajien VO_2 max-testin viimeisen kuorman (4 min) tavoitetehot (W).
(Rowing Australia 2019).

U19, alle 19-vuotiaat; U23, alle 23-vuotiaat.

	miehet				naiset			
	U19	U23	avoin	kevyt	U19	U23	avoin	kevyt
Australia	404–445	483–512	512–544	417–452	260–279	299–321	321–359	280–300



2.4 SUHTEELLINEN AEROBINEN TEHO JA ANAEROBINEN KYNNYS

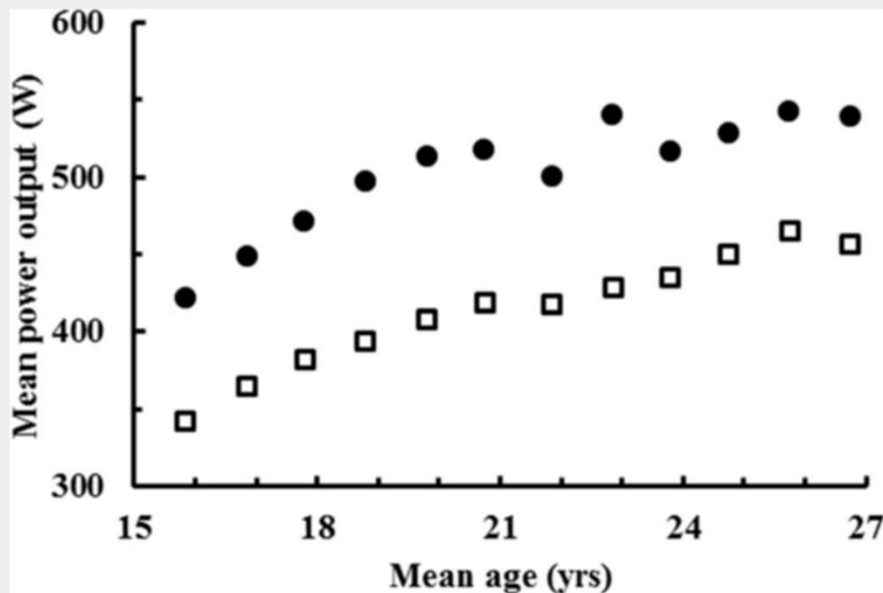


KUVA. Hapenkulutus (sininen), hiilidioksidin tuotto (punainen) ja ventilaatio (harmaa) kuuden minuutin soutuergometritestin aikana huippusoutajalla. (Nielsen & Christensen 2020)

- VO_2 max ja kyky työskennellä kilpailusuorituksen ajan mahdollisimman korkealla osuudella VO_2 max:sta (% VO_2 max) määrittelevät henkilön aerobisen energiantuoton kapasiteetin suorituksen aikana (Secher ym. 2007).
- % VO_2 max on yhteydessä AnK-teholla mitattuun VO_2 :een (Bassett & Howley 2000).
- VO_2 AnK:lla on tärkeä selittävä tekijä
 - 2000 metrin ergometrisoutusuorituskyvyssä (Nevill ym. 2011; Secher ym. 2007)
 - 2000 metrin yksikkösoutusuorituksessa (Jürimae ym. 2000).
- Kestävyysharjoitelleilla sekä VO_2 että % VO_2 max on suurempi AnK:lla verrattuna harjoittelemattomiin (Beneke 2003; Greco ym. 2011; Svedahl & MacIntosh 2003).



2.4 SUHTEELLINEN AEROBINEN TEHO JA ANAEROBINEN KYNNYS

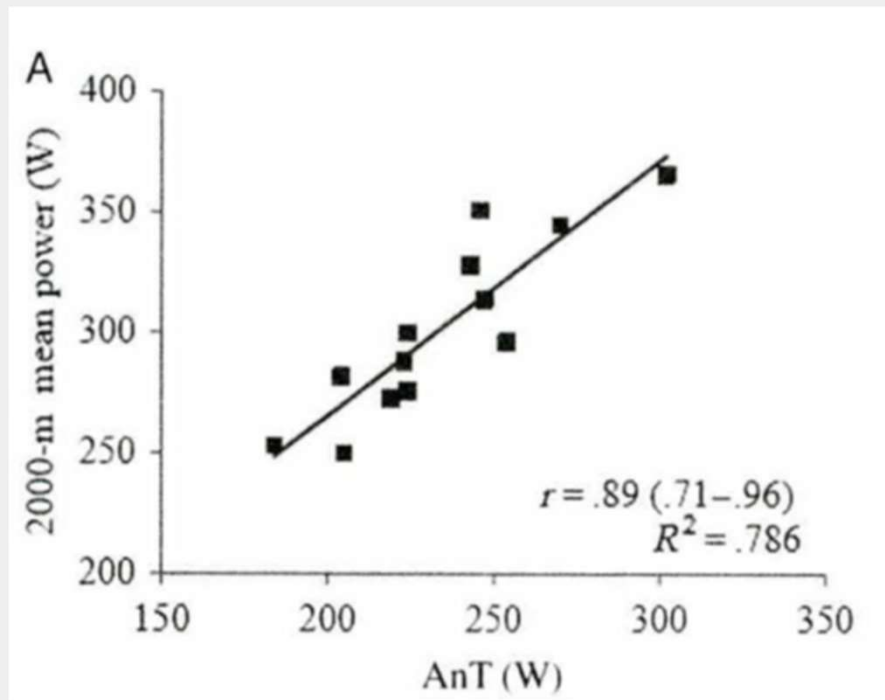


KUVA. Kahden olympiavoittajan 2000 m (mustat ympyrät) ja 6000 m (valkoiset neliöt) keskitehon kehitys iän myötä. Kyseisten soutajien $VO_2\max$ ei kehittynyt 22 ikävuoden jälkeen, mutta kuten kuvasta näkyy, niin keskiteho suorituskykytesteissä kehittyi tästä huolimatta edelleen. (Mikulic & Bralic 2018)

- Kestävyysurheilijoilla on todettu, että suorituskyky voi nousta, vaikka $VO_2\max$ pysyisi samana. Yksi suorituskyvyn kehittymistä selittävä tekijä voi tällöin olla AnK:n ja $\%VO_2\max$:n paraneminen (Beneke 2003; Greco ym. 2011; Svedahl & MacIntosh 2003).



2.4 SUHTEELLINEN AEROBINEN TEHO JA ANAEROBINEN KYNNYS



AnK:n on todettu korreloivan vahvasti 2000 metrin soutuergometrisuorituskyvyn kanssa (Bourdin ym. 2017; Ingham ym. 2013; Ingham ym. 2002; Nevill ym. 2011; Treff ym. 2021; Turnes ym. 2019).



2.4 SUHTEELLINEN AEROBINEN TEHO JA ANAEROBINEN KYNNYS

TAULUKKO. Huippusoutajien AnK-tehoja (W). Arvo on keskiarvo, jos tutkimuksessa on ollut useampi soutaja. AnK-tehon perässä on suluissa menetelmä, jolla AnK on määritetty.

Tutkittava/t	Taso	AnK (W)	Lähde
21 avoimen luokan miestä	maajoukkue (sis. 2 olympiavoittajaa)	328 (2 mmol/l) 389 (4 mmol/l)	Blervaque ym. (2022)
1 avoimen luokan mies	16-vuotiaana olympiafinalistina	200 (4 mmol/l) 404 (4 mmol/l)	Bourgeois ym. (2014)
1 avoimen luokan mies	olympiavoittaja	385–399 (2 mmol/l) 441–452 (4 mmol/l)	Godfrey ym. (2005)
8 avoimen luokan miestä	olympiavoittajia	391 (4 mmol/l)	Ingham ym. (2007)
14 avoimen luokan miestä	maajoukkue	360 (modDmax, ka 3,0 mmol/l)	Tran ym. (2015)
14 avointa miestä	MM- ja olympiamitalistit	360 (perustaso + 1,5 mmol/l, ka 2,4 mmol/l)	Winkert ym. (2022)
avoimen luokan naisia	maajoukkue	261 (modDmax, ka 3,2 mmol/l)	Tran ym. (2015)
kevyen luokan naisia	maajoukkue	209 (mod Dmax, ka 3,2 mmol/l)	Tran ym. (2015)



2.4 SUHTEELLINEN AEROBINEN TEHO JA ANAEROBINEN KYNNYS

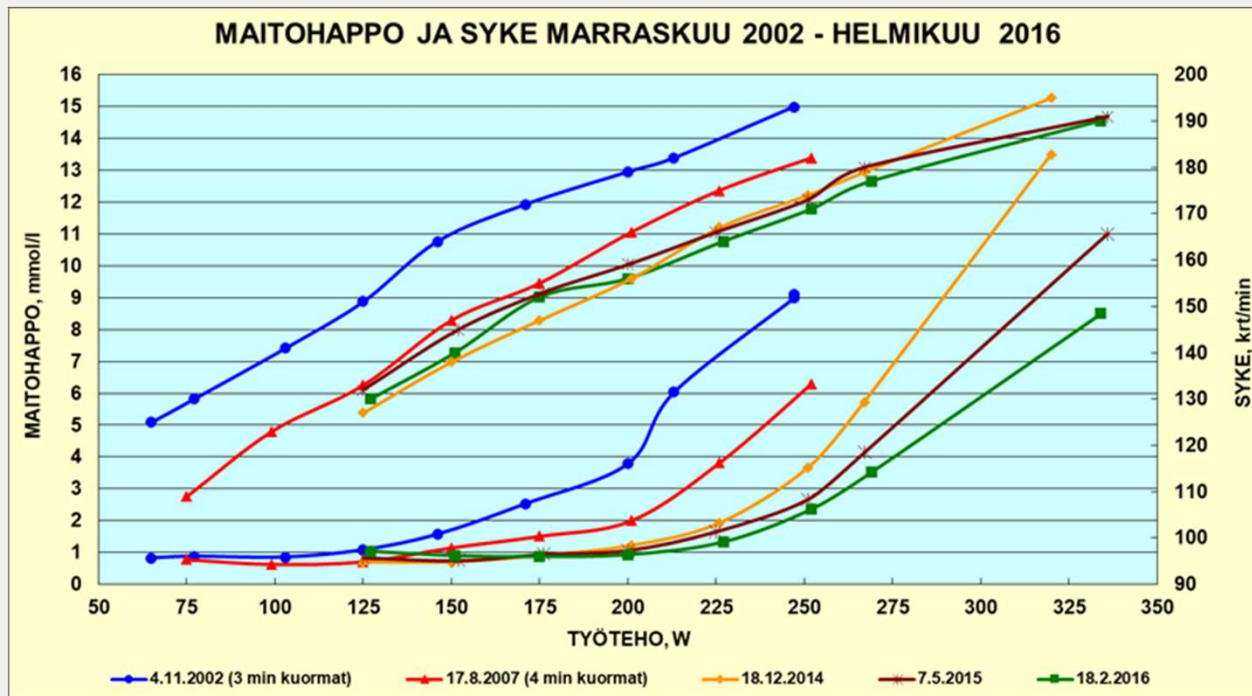
TAULUKKO. Australian ja Saksan maajoukkuesoutajien nousevatehoisen testin tavoitetehtot (W) 2 mmol/l ja 4 mmol/l laktaattipitoisuuksille. (Rowing Australia 2019; Steinacker 2008).

U19, alle 19-vuotiaat; U23, alle 23-vuotiaat.

	miehet				naiset			
	U19	U23	avoin	kevyt	U19	U23	avoin	kevyt
Australia 2 mmol/l			330	300			235	215
Australia 4 mmol/l			390	370			275	255
Saksa 4 mmol/l	355	370	390	350	280	295	310	270



2.4 SUHTEELLINEN AEROBINEN TEHO JA ANAEROBINEN KYNNYS



KUVA. Esimerkki kestävyyskapasiteetin kehityksestä suomalaisella naisoutajalla 15–28-vuotiaana (Paavo Nurmi -keskus).

Nousevatehoisen testin laktaattikäyrän siirtyminen oikealle ja alaspäin kertoo yleisesti aerobisen energiantuoton ja kestävyyskapasiteetin paranemisesta. (Beneke ym. 2000; Billat ym. 2003; Faude ym. 2009)



2.5 ANAEROBINEN KAPASITEETTI JA TEHO

- Soutukilpailussa 12–33 % energiasta tuotetaan anaerobisesti (Treff ym. 2021).
- Anaerobinen suorituskyky korreloi 2000 metrin soutuergometrisuorituskyvyn kanssa
 - 5 vedon maksimiteho ja maksimivoima ovat tärkeimpien tekijöiden joukossa ennustettaessa huippusoutajien suorituskykyä 2000 metrin ergometrisoudussa (Inghamin ym. 2002; Nevill ym. 2011).
 - 20, 30, 40 ja 60 sekunnin testien keskitehot ennustavat 2000 metrin ergometritulosta (Cerasola ym. 2020; Cerasola ym. 2022; Jürimäe ym. 2000; Riechman ym. 2002).
- Maksimilaktaatti
 - ei kerro juurikaan anaerobisen aineenvaihdunnan määrästä, koska siihen vaikuttaa laktaatin tuoton lisäksi laktaatin käyttö uudelleen energiaksi. (Maciejewski 2013; Secher ym. 2007)
 - ei ole yhteydessä 2000 metrin suorituskykyyn (Bourdin ym. 2017; Riechman ym. 2002).
 - vaihtelee huippusoutajilla 7–26 mmol/l (Blervaque ym. 2022; Bourgois ym. 2014; Ingham ym. 2007; Nielsen & Christensen 2020; Secher ym. 2007; Treff ym. 2021).



2.6 SOUTUSUORITUSKYKY

- Yleisin suorituskykytesti soutajilla on 2000 metrin soutuergometritesti (Smith & Hopkins 2012).
 - MM-kilpailujen tuloksen ja 2000 metrin ergometriaajan välillä on positiivinen korrelaatio etenkin pienissä veneluokissa (Mikulić ym. 2009a).
 - 2000 metrin testi yksiköllä vesillä korreloi vahvasti 2000 metrin soutuergometrituloksen kanssa (Jürimäe ym. 2000).
- Olympialuokkien soudun kilpailusuorituskykyyn vaikuttaa usea ominaisuus ja tekijä.
- Ingham ym. (2002): VO_2 max-teho, VO_2 AnK:llä (laktaatin käännekohta), teho AnK:llä (4mmol/l) ja 5 vedon maksimiteho selitti 98,3 % 2000 metrin ergometrituloksen vaihtelusta.

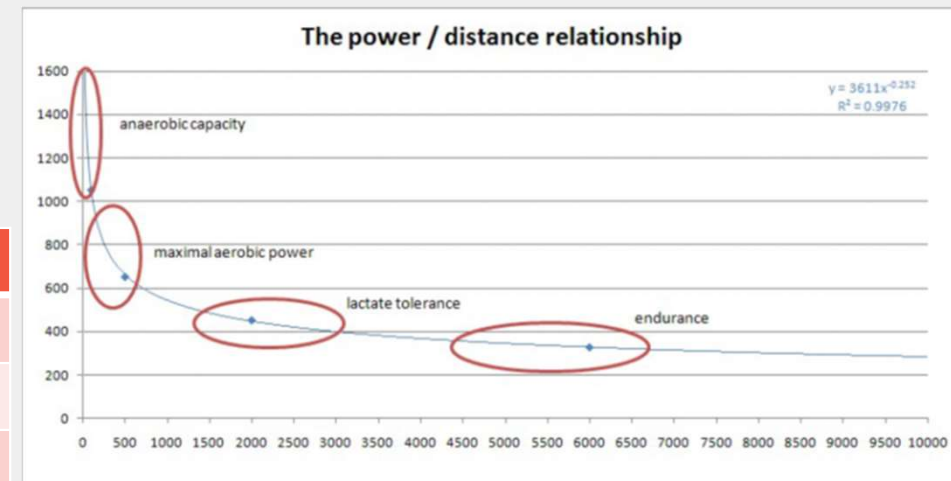


2.6 SOUTUSUORITUSKYKY

- Suorituskyvyn tehoprofiili, jossa testataan suorituskykyä eripituisilla matkoilla, joiden tarkoitus on arvioida eri energiantuottotapojen toimintaa.
 - 100 metrin ja 60 sekunnin testin tulokset vastaavat pääasiassa anaerobista suorituskykyä
 - 2000 metrin, 6000 metrin ja 60 minuutin testit vastaavat pääasiassa aerobista suorituskykyä (Jensen 2007).

TAULUKKO. Australian maajoukkuesoutajien suorituskykyprofiilitestien tulokset dynaamisella soutuergometrilla (ka, vaihteluväli) (Tran ym. 2015).

	Avoimet miehet	Avoimet naiset	Kevyet naiset
100 m	14,6 (13,7-15,1)	16,5 (16,0-17,0)	18,4 (18,2-18,7)
500 m	1:17,8 (1:13,2-1:20,0)	1:28,8(1:25,9-1:31,5)	1:36,1 (1:34,6-1:37,3)
2000 m	5:49,6 (5:40,8-5:58,7)	6:39,2 (6:29,3-6:48,3)	7:00,0 (6:59,0-7:02,0)
6000 m	18:56,7 (18:35,9-19:53,6)	21:19,1 (20:48,8-21:57,3)	22:32,5 (22:18,5-22:55,1)





2.6 SOUTUSUORITUSKYKY

TAULUKKO. Australian maajoukkuesoutajien tavoitearvot 2000 m ja 5000 m ergometritesteille (Rowing Australia 2019).

	U19 miehet	Avoimet miehet	Kevyet miehet	U19 naiset	Avoimet naiset	Kevyet naiset
2000 m	6:08-6:20	5:48-5:55	6:10-6:20	7:05-7:15	6:40-6:55	7:05-7:15
5000 m	16:24-16:56	15:30-15:49	16:25-16:52	18:40-19:06	17:41-18:21	18:40-19:06



3. FYSIOLOGISTEN OMINAISUUKSIEN TESTAAMINEN SOUDUSSA

3.1 SUORITUSKYKYTESTIT

- Anaerobinen suorituskyky: 10 s, 100 m, 20 s, 30 s, 40 s, 60s
- VO_2 max ja happamuuden sieto: 500 m, 2000 m
- Kestävyys: 6000 m, 60 min
- Lajinomainen voima ja anaerobinen teho: 5-7 vetoa max
- Huomioitava usean eri ominaisuuden yhteisvaikutus testitulokseen





3.1 SUORA MAKSIMAALISEN HAPENOTTOKYVYN TESTI

- Mitataan hengityskaasuja useimmiten nousevatehoisessa kuormituksessa
- Sisältää yleensä myös laktaattimittauksen
- Saadaan esim. maksimiteho, $VO_2\max$, AerK, AnK
- Huomioitava testiprotokollan vaikutus
- Kuormaportaat yleensä 3-4min/30-60s
- Aloitus kevyellä teholla > nostetaan tehoa 15-50 W/kuormaporras
- Testi uupumukseen asti tai maksimikuorma AnK jälkeen
- Kynnysmäärityksiin useita erilaisia menetelmiä
- Tuloksiin vaikuttavat tekijät (testattava ja olosuhteet) vakioitava





4. SOUTUTESTIEN VIITEARVOT SUOMESSA

4.1 SUORITUSKYKYTESTIEN VIITEARVOT

- Suomessa soutajien suorituskykytesteinä käytetään 2000 metriä ja 5000 metriä soutuergometrilla.
 - 2000 metriä on ollut sisäsoutukilpailujen virallisena matkana vuodesta 1996 lähtien.
 - 5000 metriä on soudettu testinä ainakin vuodesta 2001 lähtien.
 - Suorituskykytestien tulokset löytyvät SMSL:n internetsivuilta kaudesta 2008–2009 lähtien <https://melontajasoutuliitto.fi/huippu-urheilu/maajoukkueet/olympiasoudun-maajoukkueet/olympiasoudun-valmennusryhmien-testit/>
- 5000 metrin matkaa soudetaan ergometrilla maajoukkueen testinä Suomen lisäksi muun muassa Australiassa, Isossa-Britanniassa, Norjassa, Ranskassa, Ruotsissa, Saksassa ja Uudessa-Seelannissa (British Rowing 2022; Deutscher Ruderverband 2022; Fédération Française d'Aviron 2022; Norges Roforbund 2022; Rowing Australia 2022; Rowing New Zealand 2022; Svenska Roddförbundet 2022).



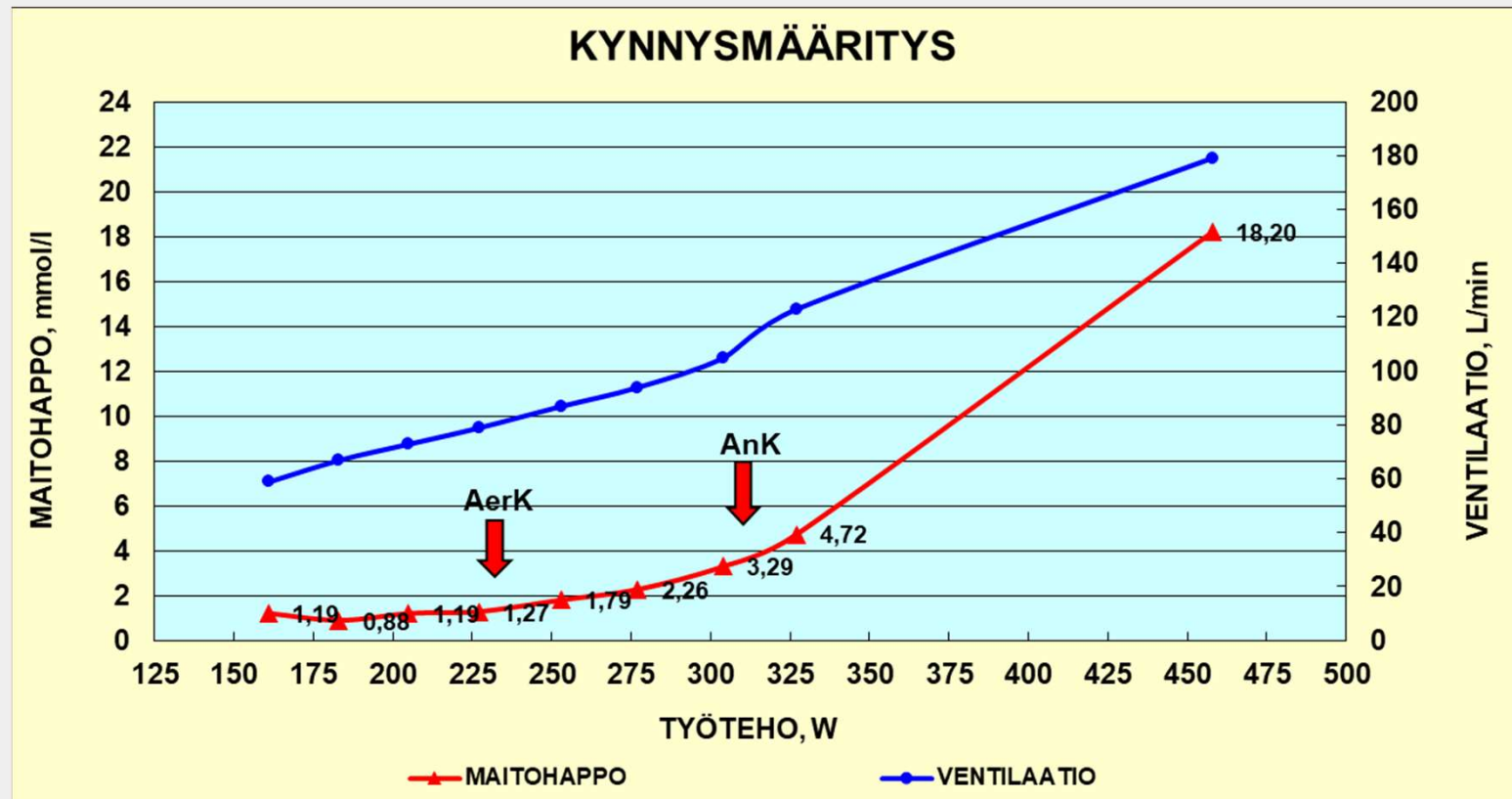
4.2 SUORAN MAKSIMAALISEN HAPENOTTOTESTIN JA KYNNYSTESTIN VIITEARVOT SUOMALAISILLA SOUTAJILLA

Opintojakson asiantuntijuustyönä rakennetut viitearvot suomalaisesta soututestidatasta

- Paavo Nurmi -keskuksen kuntotestilaboratorion soututestidata
- 1990-luvun alusta lähtien
- 17-45 -vuotiaat olympialuokkien soutajat
- Testiprotokolla hieman vaihdellut, mutta arvion mukaan vaikutus ei kovin suuri
- Kynnysmääritykset saman testaajan liikuntafysiologi Jukka Kapasen tekemiä
- Viitearvojen jakaumien teossa apua väitöskirjatutkija Pekka Matomäeltä



4.2 SUORAN MAKSIMAALISEN HAPENOTTOTESTIN JA KYNNYSTESTIN VIITEARVOT SUOMALAISILLA SOUTAJILLA



KUVA. Esimerkki kynnysten määrittämisestä (Paavo Nurmi -keskus).



4.2 SUORAN MAKSIMAALISEN HAPENOTTOTESTIN JA KYNNYSTESTIN VIITEARVOT SUOMALAISILLA SOUTAJILLA

Paavo Nurmi-keskuksessa soutuksissa käyneiden naisten jakaumat
maksimin, anaerobisen ja aerobisen kynnyksen osalta (Kaikki: n = 26, Mitattu VO₂: n = 22)

Aerobinen kynnyks								Anaerobinen kynnyks								Maksimi				
	Työteho	Työteho	% maksimi- tehosta	VO ₂	(%VO _{2max})	% maksimi- sykkeestä	laktaatti		Työteho	Työteho	% maksimi- tehosta	VO ₂	(%VO _{2max})	% maksimi- sykkeestä	laktaatti		Työteho	Työteho	VO ₂	laktaatti
	(W)	(W/kg)	(%)	(l/min)	(%)	(%)	(mmol/l)		(W)	(W/kg)	(%)	(l/min)	(%)	(%)	(mmol/l)		(W)	(W/kg)	(l/min)	(mmol/l)
korkein	200	3,1		3,00	74			korkein	261	3,9		3,64	90			korkein	336	5,5	4,25	
10 %	166	2,4	61	2,72	72	88	1,39	10 %	213	3,1	78	3,36	88	94	3,45	10 %	289	4,3	3,91	14,41
20 %	152	2,3	58	2,55	70	85	1,29	20 %	198	2,9	76	3,16	86	93	3,18	20 %	271	4,0	3,71	13,23
30 %	143	2,1	57	2,43	69	83	1,22	30 %	188	2,7	74	3,02	85	93	2,98	30 %	258	3,8	3,57	12,38
40 %	135	2,0	55	2,33	68	82	1,16	40 %	179	2,6	73	2,89	84	92	2,82	40 %	248	3,7	3,45	11,66
50 %	127	1,9	53	2,23	67	80	1,10	50 %	170	2,5	72	2,78	83	91	2,66	50 %	237	3,5	3,33	10,98
60 %	120	1,8	52	2,13	66	79	1,05	60 %	162	2,4	70	2,66	82	91	2,50	60 %	227	3,4	3,21	10,30
70 %	112	1,7	50	2,03	64	77	0,99	70 %	152	2,3	69	2,54	81	90	2,34	70 %	216	3,2	3,09	9,57
80 %	102	1,6	48	1,91	63	75	0,92	80 %	142	2,2	67	2,40	80	90	2,14	80 %	203	3,1	2,95	8,72
90 %	89	1,4	46	1,74	61	73	0,82	90 %	127	2,0	65	2,20	78	88	1,87	90 %	185	2,8	2,75	7,54



4.2 SUORAN MAKSIMAALISEN HAPENOTTOTESTIN JA KYNNYSTESTIN VIITEARVOT SUOMALAISILLA SOUTAJILLA

Paavo Nurmi-keskuksessa soututesteissä käyneiden miesten jakaumat maksimin, anaerobisen ja aerobisen kynnyksen osalta (Kaikki: n = 70, Mitattu VO₂: n = 68)

Aerobinen kynnyks								Anaerobinen kynnyks								Maksimi				
	Työteho	Työteho	% maksimi-tehosta	VO ₂	(%VO _{2max})	% maksimi-sykkeestä	laktaatti		Työteho	Työteho	% maksimi-tehosta	VO ₂	(%VO _{2max})	% maksimi-sykkeestä	laktaatti		Työteho	Työteho	VO ₂	laktaatti
	(W)	(W/kg)	(%)	(l/min)	(%)	(%)	(mmol/l)		(W)	(W/kg)	(%)	(l/min)	(%)	(%)	(mmol/l)		(W)	(W/kg)	(l/min)	(mmol/l)
korkein	288	3,3		4,35	82			korkein	338	4,0		5,25	97			korkein	524	5,6	6,25	
10 %	244	2,9	59	3,85	73	84	1,73	10 %	314	3,7	75	4,74	88	94	3,92	10 %	451	5,3	5,65	17,56
20 %	227	2,7	56	3,62	70	82	1,58	20 %	296	3,5	73	4,49	86	93	3,61	20 %	429	5,1	5,39	16,11
30 %	215	2,6	54	3,46	68	81	1,48	30 %	284	3,4	71	4,32	84	92	3,39	30 %	413	5,0	5,21	15,06
40 %	205	2,5	52	3,32	66	80	1,38	40 %	273	3,3	70	4,16	83	91	3,20	40 %	399	4,8	5,06	14,16
50 %	195	2,4	51	3,19	64	79	1,30	50 %	264	3,2	68	4,02	82	90	3,02	50 %	386	4,7	4,91	13,33
60 %	186	2,3	49	3,05	63	78	1,22	60 %	254	3,1	67	3,88	80	90	2,84	60 %	373	4,6	4,77	12,49
70 %	175	2,2	47	2,91	61	76	1,13	70 %	243	3,0	66	3,73	79	89	2,65	70 %	359	4,5	4,61	11,59
80 %	163	2,0	45	2,75	59	75	1,02	80 %	231	2,9	64	3,55	78	88	2,42	80 %	343	4,3	4,43	10,55
90 %	147	1,9	42	2,52	56	73	0,87	90 %	213	2,7	61	3,31	75	87	2,11	90 %	320	4,1	4,18	9,09



4.3 KUNTOTESTITULOSTEN VIITEARVOJEN KÄYTÄNNÖN SOVELLUKSET

- Viitearvot auttavat hahmottamaan, miten fysiologiset ominaisuudet jakautuvat suomalaisten testattujen soutajien kesken.
- Viitearvojen perusteella voi vertailla omien ominaisuuksien painotuksia suhteessa muihin testattuihin.
- Viitearvot eivät ole tavoitearvoja!
 - Mukana myös korkeimmat arvot, jotka ovat kansainvälisen tason soutajien
- Viitearvotaulukkoa voi käyttää myös kenttätesteissä arvioimaan kynnystasoja silloin, kun testeihin ei ole käytettävissä hengityskaasumittausta tai laktaattimittausta (esimerkki!).
- Viitearvot antavat arvokasta tietoa soututestaajille soutajille tyypillisistä arvoista, jotka ovat lajispesifeja, eikä muiden lajien arvoja voi suoraan soveltaa soutajiin (esimerkki!).
- Viitearvojen heikkoutena kohtalaisen pieni testattujen määrä sekä hieman toisistaan eroavat testiprotokollat. Kynnysmääritykset on kuitenkin tehty samoilla periaatteilla ja saman testaajan toimesta.



- Alföldi, Z., Borystawski, K., Ihasz, F., Soós, I. & Podstawski, R. (2021). Differences in the Anthropometric and Physiological Profiles of Hungarian Male Rowers of Various Age Categories, Rankings and Career Lengths: Selection Problems. *Frontiers in physiology*, 12, 747781. [doi:10.3389/fphys.2021.747781](https://doi.org/10.3389/fphys.2021.747781)
- Bassett, D. R., Jr, & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise* 32 (1), 70–84. [doi:10.1097/00005768-200001000-00012](https://doi.org/10.1097/00005768-200001000-00012)
- Beneke, R. (1995). Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady-state in rowing. *Medicine and science in sports and exercise* 27 (6), 863-867. [doi:10.1249/00005768-199506000-00010](https://doi.org/10.1249/00005768-199506000-00010)
- Beneke, R., Hütler, M. & Leithäuser, R. M. (2000). Maximal lactate-steady-state independent of performance. *Medicine and science in sports and exercise* 32 (6), 1135-1139. [doi:10.1097/00005768-200006000-00016](https://doi.org/10.1097/00005768-200006000-00016)
- Billat, V. L., Sirvent, P., Py, G., Koralsztein, J. & Mercier, J. (2003). The Concept of Maximal Lactate Steady State: A Bridge Between Biochemistry, Physiology and Sport Science. *Sports Medicine* 33 (6), 407-426. [doi:10.2165/00007256-200333060-00003](https://doi.org/10.2165/00007256-200333060-00003)
- Blervaque, L., Bowen, M., Chatel, B., Corbex, E., Dalmais, E. & Messonnier, L.A. (2022) Is the Energy Cost of Rowing a Determinant Factor of Performance in Elite Oarsmen? *Front. Physiol.* 13:827932. [doi:10.3389/fphys.2022.827932](https://doi.org/10.3389/fphys.2022.827932)
- Bourdin, M., Lacour, J., Imbert, C. & Messonnier, L. A. (2017). Factors of Rowing Ergometer Performance in High-Level Female Rowers. *International journal of sports medicine*, 38 (13), 1023-1028. [doi:10.1055/s-0043-118849](https://doi.org/10.1055/s-0043-118849)
- Bourdin, M., Messonnier, L., Hager, J. & Lacour, J. (2004a). Peak Power Output Predicts Rowing Ergometer Performance in Elite Male Rowers. *International journal of sports medicine*, 25(5), 368-373. [doi:10.1055/s-2004-815844](https://doi.org/10.1055/s-2004-815844)
- Bourdin, M., Messonnier, L., & Lacour, J. R. (2004b). Laboratory blood lactate profile is suited to on water training monitoring in highly trained rowers. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 44(4), 337–341.
- Bourdon, P. (2013). Blood Lactate Thresholds: Concepts and Applications. In Tanner, R.K. & Gore, C.J. (ed.) *Physiological Test for Elite Athletes*. 2nd Edition. Australian Institute of Sport, 77-102.
- Bourdon, P. C., Woolford, S. M. & Buckley, J. D. (2018). Effects of Varying the Step Duration on the Determination of Lactate Thresholds in Elite Rowers. *International journal of sports physiology and performance* 13 (6), 687-693. [doi:10.1123/ijsp.2017-0258](https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0258)
- Bourgois, J., Steyaert, A., & Boone, J. (2014). Physiological and Anthropometric Progression in an International Oarsman: A 15-Year Case Study, *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(4), 723-726. [doi: 10.1123/IJSP.2013-0267](https://doi.org/10.1123/IJSP.2013-0267)
- British Rowing (2022) Verkkosivu. Senior and U23 Selection Trials. Viitattu 20.12.2022. <https://www.britishrowing.org/gb-rowing-team/rowing-for-gb/trials/senior-u23-trials-information/>



- Cerasola, D., Bellafiore, M., Cataldo, A., Zangla, D., Bianco, A., Proia, P., Traina, M., Palma, A. & Capranica, L. (2020) Predicting the 2000-m Rowing Ergometer Performance from Anthropometric, Maximal Oxygen Uptake and 60-s Mean Power Variables in National Level Young Rowers. *Journal of Human Kinetics*, 75, (1), 77-83. doi:10.2478/hukin-2020-0038
- Cerasola, D., Zangla, D., Grima, J. N., Bellafiore, M., Cataldo, A., Traina, M., Capranica, L., Maksimovic, N., Drid, P. & Bianco, A. (2022) Can the 20 and 60 s All-Out Test Predict the 2000 m Indoor Rowing Performance in Athletes? *Front. Physiol.* 13:828710. doi: 10.3389/fphys.2022.828710
- de Campos Mello, F., de Moraes Bertuzzi, R. C., Grangeiro, P. M., & Franchini, E. (2009). Energy systems contributions in 2,000 m race simulation: A comparison among rowing ergometers and water. *European Journal of Applied Physiology*, 107(5), 615-9. doi:10.1007/s00421-009-1172-9
- Deutscher Ruderverband (2022) Allgemeine Informationen. Verkkosivu. Viitattu 20.12.2022. <https://www.rudern.de/nationalmannschaft/allgemeine-informationen>
- Faude, O., Kindermann, W. & Meyer, T. (2009). Lactate Threshold Concepts: How Valid are They? *Sports medicine (Auckland)* 39 (6), 469-490. doi:10.2165/00007256-200939060-00003
- Fédération Française d'Aviron. (2022) Règles de selection. Verkkosivu. Viitattu 20.12.2022. <https://www.ffaviron.fr/equipes-de-france/acces-haut-niveau/regles-de-selection>
- Fitts, Robert H. (2016) The Role of Acidosis in Fatigue: Pro Perspective. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48 (11), 2335-2338. doi: 10.1249/MSS.0000000000001043
- Godfrey, R. J., Ingham, S. A., Pedlar, C. R., & Whyte, G. P. (2005). The detraining and retraining of an elite rower: a case study. *Journal of science and medicine in sport*, 8(3), 314–320. doi:10.1016/s1440-2440(05)80042-8
- Greco, C. C., Correa Carita, R. A., Dekerle, J. & Denadai, B. S. (2012). Effect of aerobic training status on both maximal lactate steady state and critical power. *Applied physiology, nutrition, and metabolism* 37 (4), 736-743. doi:10.1139/H2012-047
- Hartmann, U. & Mader, A. (2005). Rowing physiology. Teoksessa V. Nolte (toim.) Rowing faster. Human Kinetics Publisher, USA, 9–23.
- Ingham, S. A., Pringle, J. S., Hardman, S. L., Fudge, B. W. & Richmond, V. L. (2013). Comparison of step-wise and ramp-wise incremental rowing exercise tests and 2000-m rowing ergometer performance. *International journal of sports physiology and performance* 8 (2), 123-129. doi:10.1123/ijspp.8.2.123
- Ingham, S. S., Whyte, G. G., Jones, K. K., & Nevill, A. A. (2002). Determinants of 2,000 m rowing ergometer performance in elite rowers. *European Journal of Applied Physiology* 88 (3), 243-6. doi:10.1007/s00421-002-0699-9
- Ingham, S. A., Carter, H., Whyte, G. P., & Doust, J. H. (2007). Comparison of the oxygen uptake kinetics of club and olympic champion rowers. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(5), 865–871. doi:10.1249/mss.0b013e31803350c7
- Jamnick, N. A., Botella, J., Pyne, D. B. & Bishop, D. J. (2018) Manipulating graded exercise test variables affects the validity of the lactate threshold and VO₂peak. *PLoS ONE* 13 (7): e0199794. doi:10.1371/journal.pone.0199794
- Jamnick, N. A., Pettitt, R. W., Granata, C., Pyne, D. B. & Bishop, D. J. (2020). An Examination and Critique of Current Methods to Determine Exercise Intensity. *Sports medicine (Auckland)* 50 (10), 1729-1756. doi:10.1007/s40279-020-01322-8



LÄHTEET

- Jensen, K. (2007) Performance assessment. Teoksessa Secher, N. H., & Volianitis, S. (toim.) Rowing. Handbook of Sports Medicine and Science, International Olympic Committee, Blackwell Publishing, 96-102.
- Jensen, K., Frydkjær, M., Jensen, N. M., Bannerholt, L. M., & Gam, S. (2021). A Maximal Rowing Ergometer Protocol to Predict Maximal Oxygen Uptake, *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(3), 382-386. doi:10.1123/ijsp.2019-0932
- Jürimäe, J., Mäestu, J., Jürimäe, T., Pihl, E. (2000). Prediction of rowing performance on single sculls from metabolic and anthropometric variables. *Journal of Human Movement Studies*, 38 (3), 123–136.
- Lacour, J.R., Messonnier, L. & Bourdin, M. (2009) Physiological correlates of performance. Case study of a world-class rower. *European Journal of Applied Physiology* 106, 407–413. doi:10.1007/s00421-009-1028-3
- Kapanen, J. (11.1.2023) Liikuntafysiologi Jukka Kapasen haastattelu puhelimitse. Paavo Nurmi -keskus.
- Kleshnev, V. 2007. Biomechanics. Teoksessa Secher, N. H., & Volianitis, S. (toim.) Rowing. Handbook of Sports Medicine and Science, International Olympic Committee, Blackwell Publishing, 22-34.
- Klusiewicz, A., Starczewski, M., Ładyga, M., Długołęcka, B., Braksator, W., Mamcarz, A., & Sitkowski, D. (2014). Reference values of maximal oxygen uptake for polish rowers. *Journal of human kinetics*, 44, 121–127. doi:10.2478/hukin-2014-0117
- Maciejewski, H., Bourdin, M., Lacour, J. R., Denis, C., Moyen, B., & Messonnier, L. (2013). Lactate accumulation in response to supramaximal exercise in rowers. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(5), 585–592. doi:10.1111/j.1600-0838.2011.01423.x
- Martin-Rincon, M. & Calbet J. A. L. (2020) Progress Update and Challenges on VO2max Testing and Interpretation. *Frontiers in Physiology* 11:1070. doi: 10.3389/fphys.2020.01070.
- Mikulic, P. (2008). Anthropometric and physiological profiles of rowers of varying ages and ranks. *Kinesiology (Zagreb, Croatia)*, 40(1), 80-88.
- Mikulic P. (2009). Anthropometric and metabolic determinants of 6,000-m rowing ergometer performance in internationally competitive rowers. *Journal of strength and conditioning research*, 23(6), 1851–1857. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b3dc7e
- Mikulic, P. (2011). Maturation to elite status: A six-year physiological case study of a world champion rowing crew. *European journal of applied physiology*, 111(9), 2363-2368. doi:10.1007/s00421-011-1870-y
- Mikulic, P. & Bralic, N. (2018) Elite status maintained: a 12-year physiological and performance follow-up of two Olympic champion rowers. *Journal of Sports Sciences*, 36 (6), 660-665. DOI: 10.1080/02640414.2017.1329548
- Mikulić, P., Smoljanović, T., Bojanić, I., Hannafin, J. A. & Matković, B. R. (2009a). Relationship between 2000-m rowing ergometer performance times and World Rowing Championships rankings in elite-standard rowers. *Journal of sports sciences*, 27(9), 907-913. doi:10.1080/02640410902911950
- Mikulić, P., Smoljanović, T., Bojanić, I., Hannafin, J. & Pedisić, Ž. (2009b). Does 2000-m rowing ergometer performance time correlate with final rankings at the World Junior Rowing Championship? A case study of 398 elite junior rowers. *Journal of sports sciences*, 27(4), 361-366. doi:10.1080/02640410802600950



LÄHTEET

- Mäestu, J., Jürimäe, J. & Jürimäe, T. (2005) Monitoring of Performance and Training in Rowing. *Sports Medicine*, 35 (7), 597-617.
- Nevill, A.M., Allen, S.V. & Ingham, S.A. (2011) Modelling the determinants of 2000 m rowing ergometer performance: a proportional, curvilinear allometric approach. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 21, 73-78. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.01025.x
- Nielsen, H. B., & Christensen, P. M. (2020). Rower with Danish record in maximal oxygen uptake. *Ugeskrift for læger*, 182(8), V10190610
- Norges Roforbund (2022) Testresultater. Verkkosivu. Viitattu 20.12.2022. <https://www.roing.no/toppidrett/trening-og-tester/testresultater>
- Nummela, A. (2018) Anaerobiset testit. Teoksessa Keskinen, K. L., Häkkinen, K., Kallinen, M., Aartolahti, E. & Kuivalainen, J. (toim.) *Fyysisen kunnon mittaaminen: Käsi- ja oppikirja kuntotestaaajille*. Liikuntatieteellinen Seura, 133–144.
- Nummela, A. (2016) Energia-aineenvaihdunta. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. (toim.) *Huippu-urheiluvalmennus*. Lahti, VK-Kustannus Oy, 128-130.
- Nummela, A. & Peltonen, J. (2018) Suorat testit. Teoksessa Keskinen, K. L., Häkkinen, K., Kallinen, M., Aartolahti, E. & Kuivalainen, J. (toim.) *Fyysisen kunnon mittaaminen: Käsi- ja oppikirja kuntotestaaajille*. Liikuntatieteellinen Seura, 79–101.
- Nybo, L., Schmidt, J. F., Fritzdorf, S. & Nordborg, N. B. (2014) Physiological Characteristics of an Aging Olympic Athlete. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46 (11), 2132-2138. doi: 10.1249/MSS.0000000000000331
- Paavo Nurmi -keskus. (2022) Paavo Nurmi -keskuksen testidata.
- Peltonen, J. & Nummela, A. (2018). Kestävyyden fysiologiset perusteet. Teoksessa Keskinen, K. L., Häkkinen, K., Kallinen, M., Aartolahti, E. & Kuivalainen, J. (toim.) *Fyysisen kunnon mittaaminen: Käsi- ja oppikirja kuntotestaaajille*. Liikuntatieteellinen Seura, 64-78.
- Rice, T. (2019) Information for Athletes, NTC Scientists and Pathways Programs. 7 x 4 min Step Test Protocol. Rowing Australia. Verkkosivu. Viitattu 10.12.2022. <https://rowingaustralia.com.au/tony-rice/rowing-testing-protocols/>
- Rice, A. J. & Osborne, M. A. (2013). Rowers. Teoksessa Tanner, R.K. & Gore, C.J. (toim.) *Physiological Test for Elite Athletes*. 2nd Edition. Australian Institute of Sport, 353.
- Riechman, S. E., Zoeller, R. F., Balasekaran, G., Goss, F. L., & Robertson, R. J. (2002). Prediction of 2000 m indoor rowing performance using a 30 s sprint and maximal oxygen uptake. *Journal of sports sciences*, 20(9), 681–687. doi:10.1080/026404102320219383
- Rowing Australia (2019) Rowing Australia Pathways Benchmarks. Verkkosivu. Viitattu 4.12.2022. <https://rowingaustralia.com.au/tony-rice/rowing-testing-protocols/>
- Rowing New Zealand (2022) Policies and Information. Verkkosivu. Viitattu 20.12.2022. https://rowingnz.kiwi/Category?Action=View&Category_id=91
- Secher, N. H. (1993) Physiological and Biomechanical Aspects of Rowing. Implications for training. *Sports Medicine* 15 (1), 24-42.
- Secher, N. H., Voliantis, S. & Jurimae, J. (2007) Physiology. Teoksessa Secher, N. H., & Voliantis, S. (toim.) *Rowing. Handbook of Sports Medicine and Science*, International Olympic Committee, Blackwell Publishing, 42-65.
- Smith, T. B. & Hopkins, W. G. (2012). Measures of Rowing Performance. *Sports medicine (Auckland)*, 42(4), 343-358. doi:10.2165/11597230-000000000-00000



LÄHTEET

Steinacker J. (2008) Leistungsdiagnostik. Teoksessa Altenburg, D., Mattes, K. & Steinacker J. (toim.) Handbuch rudertraining. Limbert, 35–47

Suomen Melonta- ja Soutuliitto (2022) Olympiasoudun valmennusryhmien testit. Verkkosivu. Viitattu 20.12.2022 <https://melontajasoutuliitto.fi/huippu-urheilu/maajoukkueet/olympiasoudun-maajoukkueet/olympiasoudun-valmennusryhmien-testit/>

Svedahl, K. & MacIntosh, B. R. (2003). Anaerobic Threshold: The Concept and Methods of Measurement. Canadian journal of applied physiology 28 (2), 299-323. doi:10.1139/h03-023

Svenska Roddförbundet 2022. Testrutiner, Träning och Kravanalyser. Verkkosivu. Viitattu 20.12.2022. <https://www.rodd.se/Landslag/testrutinertraningochkravanalyser/>

Tran, J., Rice, A. J., Main, L. C. & Gatin, P. B. (2015). Profiling the Training Practices and Performance of Elite Rowers. International journal of sports physiology and performance, 10(5), 572-580. doi:10.1123/ijsp.2014-0295

Treff, G., Schmidt, W., Wachsmuth, N., Völzke, C., & Steinacker, J. M. (2014). Total haemoglobin mass, maximal and submaximal power in elite rowers. International journal of sports medicine, 35(7), 571–574. doi:10.1055/s-0033-1358476

Treff, G., Winkert, K., Sareban, M., Steinacker, J. M., Becker, M. & Sperlich, B. (2017) Eleven-Week Preparation Involving Polarized Intensity Distribution Is Not Superior to Pyramidal Distribution in National Elite Rowers. Frontiers in Physiology, 8:515. doi: 10.3389/fphys.2017.00515

Treff G., Winkert K. & Steinacker, J. M. (2021) Olympic rowing – maximum capacity over 2000 meters. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 72, 203-211. doi:10.5960/dzsm.2021.485

Turnes, T., Santos, R. P. D., De Aguiar, R. A., Loch, T., Possamai, L. T. & Caputo, F. (2019). Association Between Deoxygenated Hemoglobin Breaking-Point, Anaerobic Threshold and Rowing Performance. International journal of sports physiology and performance 14 (8), 1-1109. doi:10.1123/ijsp.2018-0675

Volianitis, S., Yoshiga, C.C. & Secher, N.H. (2020) The physiology of rowing with perspective on training and health. European Journal of Applied Physiology 120, 1943–1963. doi:10.1007/s00421-020-04429-y

Vogler, A. J., Rice, A. J. & Gore, C. J. (2010). Physiological responses to ergometer and on-water incremental rowing tests. International journal of sports physiology and performance, 5(3), 342-358. doi:10.1123/ijsp.5.3.342

Winkert, K., Steinacker, J.M., Koehler, K. & Treff, G. (2022) High Energetic Demand of Elite Rowing – Implications for Training and Nutrition. Frontiers in Physiology, 13:829757. doi: 10.3389/fphys.2022.829757

World Rowing 2022. <https://worldrowing.com/athletes/best-times/> (viitattu 6.9.2022)



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

