

Gemeten versus berekende maximale zuurstofopname: een wereld van verschil?

P.J.A.M. van Ooij, T. Takken, A. Houtkooper, R.A. van Hulst

Maximale inspanningstesten behoren tot de meest gebruikte methodes ter evaluatie van de functionele capaciteit. Door tijdens de inspanningstest ademgassen te analyseren kan onder andere de zuurstofopname (VO_2) bepaald worden. De maximale zuurstofopname ($VO_{2\text{-max}}$) is een belangrijke maat voor de aerobe fitheid en de maximale cardiovasculaire en -respiratoire belastbaarheid.^{1,2} Bij een aantal bedrijfsgeneeskundige keuringen, zoals die voor beroepsduikers³ en brandweerpersoneel,⁴ worden minimale eisen gesteld aan de te behalen $VO_{2\text{-max}}$.

Binnen de bedrijfsgeneeskunde gaat voor het bepalen van deze $VO_{2\text{-max}}$ de voorkeur uit naar fietstesten.^{5,7} De gouden standaard daarbij is de meting door middel van de directe ademgasanalyse.^{2,8} Echter, door de hogere kosten die hieraan verbonden zijn, wordt de $VO_{2\text{-max}}$ bij veel arbo-diensten op een indirecte manier bepaald. Door gebruik te maken van predictieformules, waar indicatoren zoals maximaal gefietst wattage (W_{max}), gewicht en/of leeftijd in verwerkt zijn, kan de $VO_{2\text{-max}}$ berekend worden.⁹ Het probleem is dat deze berekende $VO_{2\text{-max}}$ vaak als absolute waarde gezien wordt en de keurling mede op basis hiervan goed- of afgekeurd wordt. Maar de vraag is of een geschatte $VO_{2\text{-max}}$ wel een valide maat is voor de werkelijke $VO_{2\text{-max}}$ van een keurling.

Doel van dit onderzoek was om te kijken of veel gebruikte formules voor het berekenen van de $VO_{2\text{-max}}$ deze correct weergeven en welke formule het beste gebruikt kan worden indien men de $VO_{2\text{-max}}$ wil berekenen.

METHODE

Populatie

Voor dit onderzoek hebben we een populatie keurlingen genomen die tussen 2002 en 2007 een fietstest hebben verricht bij het Duikmedisch Centrum (DMC) van de Koninklijke Marine in Den Helder. In dit centrum worden de ergometrietesten voornamelijk verricht in het kader van duikkeuringen, onderzeebootkeuringen en keuringen ten behoeve van perslucht dragers. De onderzoekspopulatie bestond uit 2066 keurlingen waarvan 4% ($n=85$) vrouw en 96% ($n=1981$) man was. Alle keurlingen waren gezond en door

SAMENVATTING

Achtergrond: Binnen de bedrijfsgeneeskunde worden regelmatig ergometrietesten verricht om de $VO_{2\text{-max}}$ te bepalen. Bij sommige keurlingen bepaalt deze waarde mede of een keurling geschikt of ongeschikt is. Uit kostenoverwegingen wordt de $VO_{2\text{-max}}$ vaak berekend met behulp van predictieformules. Doel van dit onderzoek was om te kijken of de berekende $VO_{2\text{-max}}$ de gemeten $VO_{2\text{-max}}$ correct weergeeft. *Methode:* Van 2786 ergometrietesten uitgevoerd tussen 2002 en 2007 werd de gemeten $VO_{2\text{-max}}$ vergeleken met de $VO_{2\text{-max}}$ zoals berekend aan de hand van een zevental frequent gebruikte formules. *Resultaten:* Bijna alle formules genereren een overschatting die varieerde tussen de 3% en 20%. Alleen de formule van Storer laat bij vrouwen een correcte waarde zien. Echter, het percentage fout-positieve uitslagen op basis van de berekende $VO_{2\text{-max}}$ is bij alle formules erg hoog. *Conclusie:* Het berekenen van de $VO_{2\text{-max}}$ leidt tot een hoog aantal fout-positieve uitslagen. We adviseren dan ook de $VO_{2\text{-max}}$ te bepalen door middel van de directe meetmethode wanneer de $VO_{2\text{-max}}$ bepalend is voor de keuringsuitslag.

de keuringsarts geschikt bevonden om een maximale fietstest te ondergaan. Daarnaast gebruikte geen van de keurlingen medicatie die de fietstest positief of negatief zou kunnen beïnvloeden.

De meting van het vetpercentage werd gedaan via de 'vier-huidplooimethode' door gebruik te maken van de Harpenden Skinfold Caliper huidplooimeter (BI, West Sussex). Lengte werd gemeten door middel van de Seca type 222 meetstaaf (Seca, Hamburg) en het gewicht door middel van Seca 710 mechanische kolomweegschaal (Seca, Hamburg). Biometrische kenmerken staan weergegeven in tabel 1.

Fietstest

Het gebruikte belastingsprotocol is gewichtafhankelijk. Daarbij startte de test in de eerste minuut met 1 watt/kg, in de tweede minuut werd de weerstand verhoogd met 0,5 watt/kg om vervolgens vanaf de derde minuut met 0,25 watt/kg per minuut te verhogen tot uitputting. Het toerental tijdens het fietsen moest tussen de 70 en 90 toeren/min gehouden worden. Verder werd de ergometrietest uitgevoerd zoals geadviseerd in de ATS-richtlijn.⁶

Tijdens de fietstest werd de zuurstofopname breath-by-breath gemeten met behulp van de

INSPANNINGSTESTEN,
FIETSTESTEN,
KEURINGEN,
BETROUWBAARHEID,
 $VO_{2\text{-MAX}}$, MAXIMALE
ZUURSTOFOPNAME,
PREDICTIEFORMULES

Tabel 1

Biometrische kenmerken van de onderzoekspopulatie

	Totale populatie (n=2786)	Range	Mannen (n=2693)	Range	Vrouwen (n=93)	Range
Lengte (cm)	182,3±6,9	156-202	182,7±6,5	161-202	170,8±7,0	156-193
Gewicht (kg)	83,52±10,47	51-20	84,02±10,16	52-120	68,92±8,67	51-97
Vetpercentage (%)	16,8±4,7	4,8-33,7	16,5±4,5	4,8-33,7	25,11±3,3	15,8-32,0
Leeftijd (jaar)	31,58±8,06	17-63	31,73±8,09	17-63	27,30±5,50	19-50
Wmax (watt)	327±50	150-500	330±48	170-500	237±41	150-365
HFmax (sl/min)	186±10	128-237	186±10	128-237	188±8	156-205
RER	1,23±0,06	1,15-1,59	1,23±0,06	1,15-1,57	1,22±0,07	1,15-1,59
Gemiddelden ± SD						

Oxycon Pro ademgasanalyser (Viasys Healthcare, Houten). Daarnaast werden ook hartslag, wattage en bloeddruk geregistreerd.

De zuurstofopname werd als maximaal beschouwd indien de keurling aangaf niet verder meer te kunnen en/of de respiratoire exchange ratio (RER = VCO_2/VO_2) minimaal 1,15 was en/of er minstens 2 minuten nog maar een minimale toename of zelfs een afname van de gemeten VO_2 te zien was. De hoogst gemeten zuurstofopname werd beschouwd als VO_2 -max.

Kalibratie van de Oxycon Pro vond vóór elke test plaats zoals voorgeschreven door de fabrikant. De elektromagnetisch geremde fietsergometers (Lode BV, Goningen) werden jaarlijks door de fabrikant geïjkt.

Gebruikte formules

Sport Medisch Adviescentra (SMA)

De SMA-methode gaat uit van een startbelasting van 25 óf 50 watt, waarna per minuut de belasting met 25 watt verhoogd wordt.¹⁰ Indien gestart wordt met 50 watt, wordt er per minuut verhoogd met 50 watt tot een hartslag van 140 sl/min, waarna de toename 25 watt/min wordt. Ter bepaling van de VO_2 -max wordt de volgende formule gebruikt:

$$VO_2\text{-max (l/min)} = 0,0136 \times W_{\text{max}} - 0,35$$

Kuipers

Kuipers beschrijft de volgende formule:

$$VO_2\text{-max (l/min)} = 0,395 + 0,0113 \times W_{\text{max}}$$

Het gebruikte belastingsprotocol gaat uit van 5 minuten warming-up waarbij een belasting wordt gebruikt van 70% van een eerder bepaalde W_{max} . Daarna wordt elke minuut de belasting verhoogd met 5% van de eerder bepaalde W_{max} tot uitputting.⁹

Koninklijke Luchtmacht (KLu)

De vroegere KLu-formule gaat uit van een gewichtafhankelijk ergometrieprotocol.¹⁰ Hierbij wordt gestart met een belasting van 1 watt/kg. De belasting wordt na 2 minuten verhoogd met 0,5 watt/kg en vervolgens na elke 2 minuten met 0,25 watt/kg. De formule ter berekening van de VO_2 -max is:

$$VO_2\text{-max (l/min)} = W_{\text{max}} \times 0,0127 + 0,27$$

Trainingsgeneeskunde Trainingsfysiologie (TGTF)

Bij het Instituut voor Keuring en Selectie (IKS) van Defensie wordt gebruikgemaakt van een formule die door Bureau TGTF van de Koninklijke Landmacht ontwikkeld is:

$$VO_2\text{-max (ml/kg/min)} = (W_{\text{max}}/\text{gewicht[kg]}) \times 10 + 8$$

Hier wordt ook gebruikgemaakt van het gewichtafhankelijk ergometrieprotocol waarbij in de eerste minuut de belasting 1 watt/kg is. De volgende 2 minuten neemt de belasting met 0,5 watt/kg per minuut toe om vervolgens met een toename van 0,25 watt/kg per minuut te stijgen tot uitputting.¹¹

ACSM

Het American College of Sports Medicine (ACSM) hanteert de volgende formule:

- I Gouden standaard voor het bepalen van de maximale zuurstofopname is het direct meten hiervan tijdens een maximale inspanningstest.
- I Het indirect bepalen van de maximale zuurstofopname door middel van predictieformules leidt tot een overschatting.
- I Het gebruik van predictieformules leidt tot een hoog aantal fout-positieve uitslagen.

Tabel 2VO₂-max (in ml O₂/kg/min) gemeten en berekend

	Gemeten VO ₂ -max	SMA	KLu	Kuipers	TGTF	ACSM	Jones	Storer
Totaal (n=2786)	45,32±6,55	49,26±6,95*	53,26±6,71*	49,27±6,05*	47,36±5,19*	49,50±5,61*	46,71±5,70*	49,83±6,14*
Mannen (n=2693)	45,51±6,51	49,52±6,83*	53,45±6,67*	49,43±6,02*	47,51±5,13*	49,68±5,54*	46,89±5,64*	50,17±5,89*
Vrouwen (n=93)	39,81±5,37	41,84±6,20*	47,86±5,83*	44,87±5,23*	42,55±4,56*	44,32±4,92*	41,44±5,00*	39,79±4,30
Gemiddelden ± SD, * p<0,001								

$$\text{VO}_2\text{-max (ml/kg/min)} = (10,8 \times \text{Wmax}) / \text{gewicht[kg]} + 7$$

Er wordt geen belastingsprotocol beschreven.¹²

Jones

Jones et al. beschrijven de volgende formule:

$$\text{VO}_2\text{-max (ml/min)} = (3,5 \times \text{gewicht[kg]}) + (10,98 \times \text{Wmax})$$

Tijdens het protocol wordt de belasting met stappen van 16 watt/min verhoogd.¹³

Storer

Storer et al. nemen in hun berekening tevens geslacht en leeftijd mee.

Mannen:

$$\text{VO}_2\text{-max (ml/min)} = 10,51 \times \text{Wmax} + 6,35 \times \text{gewicht[kg]} - 10,49 \times \text{leeftijd} + 519,3$$

Vrouwen:

$$\text{VO}_2\text{-max (ml/min)} = 9,39 \times \text{Wmax} + 7,7 \times \text{gewicht[kg]} - 5,88 \times \text{leeftijd} + 136,7$$

Het protocol gaat uit van een opbouw van de belasting met 15 watt/min tot uitputting.¹⁴

Om alle formules met elkaar te kunnen vergelijken werden de uitkomsten omgezet naar ml/kg/min.

Statistiek

De gemeten VO₂-max werd vergeleken met de berekende VO₂-max door middel van de gepaarde *t*-toetsen. Voor de mannen en de totale popula-

tie werd een waarschijnlijkheidskans van 1% als drempel genomen om de nulhypothese al dan niet te verwerpen, voor de vrouwen werd als drempel een waarschijnlijkheidskans van 5% genomen.

RESULTATEN

In totaal werden 2786 fietstesten verricht. De gemiddelde VO₂-max voor de gehele groep was 45,32 ml/kg/min, 45,51 ml/kg/min voor mannen en 39,81 ml/kg/min voor vrouwen. Zowel voor de totale groep als gedifferentieerd naar geslacht kon echter gezegd worden dat de aerobe fitheid van de populatie goed was.^{2,15}

Vergeleken met de berekende VO₂-max, gaven alle formules een significant hogere VO₂-max, variërend van 3% tot 18% (tabel 2). Ook per geslacht is er een overschatting bij nagenoeg alle formules (mannen: 3-18%, vrouwen: 4-20%). Alleen de formule van Storer laat geen statistisch verschil bij vrouwen zien (tabel 3).

Daarnaast is er gekeken in hoeverre de formules tot een fout-positieve (onterecht goedgekeurd) of fout-negatieve (onterecht afgekeurd) uitslag zou leiden voor de functie van beroepsduiker. Indien de gemeten VO₂-max waarde <40 ml/kg/min was en de formule uitkwam op een waarde ≥40, werd dit beschouwd als een fout-positief. Anderzijds werd een gemeten waarde van ≥40 ml/kg/min waarbij de formule een berekende waarde <40 gaf als fout-negatief beschouwd. In totaal hadden 488 mannen (25%) en 49 vrouwen (58%) een VO₂-max < 40 ml/kg/min. Kijkend naar deze populatie leidden alle predictieformules tot een groot percentage fout-positieve uitslagen (tabel 4).

Tabel 3Absolute (in ml O₂/kg/min) en procentuele (%) verschillen tussen gemeten en berekende VO₂-max

		SMA	KLu	Kuipers	TGTF	ACSM	Jones	Storer
Totaal (n=2786)	Absoluut	3,94	7,49	3,95	2,04	4,18	1,39	4,51
	Procentueel	8,7	17,5	8,2	4,5	9,2	3,1	10,0
Mannen (n=2693)	Absoluut	4,01	7,49	3,92	2,00	4,17	1,38	4,66
	Procentueel	8,1	17,45	8,6	4,4	9,2	3,0	10,2
Vrouwen (n=93)	Absoluut	2,03	8,05	5,06	2,74	4,51	1,63	-0,02
	Procentueel	5,1	20,2	12,1	6,9	11,3	4,1	<0,01

Tabel 4

Aantal fout-positieven en fout-negatieven (in procenten) bij de verschillende formules

			SMA	KLu	Kuipers	TGTF	ACSM	Jones	Storer
Totaal (n=2786)	VO ₂ -max ≥ 40 (n= 2249)	Fout-negatief	1,1	0,1	0,3	0,3	0,3	2,1	0,5
	VO ₂ -max < 40 (n= 537)	Fout-positief	61,1	89,4	73,4	71,7	72,4	42,1	72,1
Mannen (n=2693)	VO ₂ -max ≥ 40 (n= 2205)	Fout-negatief	1,0	0,1	0,3	0,3	0,3	2,0	0,2
	VO ₂ -max < 40 (n= 488)	Fout-positief	64,2	89,6	73,0	72,6	73,2	43,6	76,9
Vrouwen (n=93)	VO ₂ -max ≥ 40 (n= 44)	Fout-negatief	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	13,6
	VO ₂ -max < 40 (n= 49)	Fout-positief	28,6	85,7	75,5	61,2	61,2	26,5	22,4

DISCUSSIE

Alle predictieformules genereren een te hoge berekende VO₂-max met uitzondering van de formule van Storer bij vrouwen. De mate waarin verschilt echter per formule. De formule van Jones gaf het laagste percentage (42%), terwijl de KLu-formule het grootste percentage fout-positieven gaf (89%). Deze getallen zijn onacceptabel binnen de bedrijfsgeneeskunde indien er minimale eisen gesteld worden aan een te behalen VO₂-max. Personeel met een lage fitheid is minder inzetbaar en heeft een grotere kans op incidenten tijdens het uitvoeren van zijn beroepsgerelateerde taken.⁴ Wanneer er geen minimale eisen worden gesteld en men alleen een indicatie van de VO₂-max wil hebben, dan geeft voor mannen de formule van Jones de kleinste foutmarge en voor vrouwen de formule van Storer.

Er zijn diverse mogelijke fysiologische factoren die een deel van de afwijking in de berekende VO₂-max kunnen verklaren: geslacht, belastingsprotocol, apparatuur en zuurstofopname-belastingrelatie (Δ VO₂/ Δ W-relatie). Hieronder zullen deze factoren worden besproken.

Geslacht

Doordat vrouwen, in vergelijking met mannen, een lager hemoglobinegehalte, bloedvolume, slagvolume van het hart en minder spiermassa hebben, hebben zij gemiddeld een 17%-33% lager VO₂-max.^{1,8,15,16} Op basis hiervan zou het denkbaar kunnen zijn dat de Δ VO₂/ Δ W-relatie bij vrouwen anders ligt dan bij mannen. Bij een onderzoekspopulatie waarbij de verhouding tussen mannen en vrouwen gelijk is, zoals bij Kuipers en Storer, zou dit verschil in de predictieformule uitgemiddeld kunnen worden. Binnen onze onderzoeksgroep is het percentage mannen zeer groot, waardoor een vertekening van het beeld kan ontstaan. Wanneer mannen een hogere VO₂-max hebben dan vrouwen, zou er bij een dergelijke uitgemiddelde formule een onderschatting moeten zijn van de VO₂-max en geen overschatting. Ook de procentuele verschillen tussen berekende versus gemeten VO₂-max bij mannen en vrouwen zijn vergelijkbaar. Het

gevonden verschil kan dus niet verklaard worden op basis van geslacht alleen.

Belastingsprotocol

Bijna alle formules gebruiken een belastingsprotocol waarbij een vaste belastingtoename per tijdseenheid wordt gebruikt. Het nadeel hiervan is dat het gewicht van de keurlingen een belangrijke factor wordt in de tijdsduur van de test. Daarbij is de kans groot dat bij hoge wattages de test eerder afgebroken moet worden op basis van hittestuwing of algehele vermoeidheid dan op basis van het bereiken van de maximale belasting. Diverse auteurs adviseren dan ook om de VO₂-max binnen 8-17 minuten te bereiken.^{6,16,17} Het is denkbaar dat formules, gebaseerd op een gewichtsonafhankelijk protocol ontwikkeld zijn op basis van een lagere Wmax. Alleen de ACSM geeft aan dat de formule nauwkeurig is voor een gebied tussen de 50-200 watt, terwijl de onderzoekspopulatie van Kuipers een Wmax heeft gehaald tussen de 140 en 517 watt. Van de overige formules hebben we dit niet kunnen achterhalen. Omdat onze populatie een gemiddelde belasting haalt die ruim boven de 300 watt ligt, zou het kunnen zijn dat ze buiten het betrouwbaarheidsinterval van de betreffende formules liggen, wat tot een overschatting zou kunnen leiden. Als we beide typen formules (gewichtsonafhankelijk versus gewichtsonafhankelijk) met elkaar vergelijken zien we echter een overschatting die in gelijke mate (TGTF) of zelfs ruim meer is (KLu) bij de gewichtsonafhankelijke ten opzichte van de gewichtsonafhankelijke protocollen. De gebruikte formules hebben dus allemaal een zelfde mate van overschatting ongeacht het soort protocol dat wordt gebruikt.

Apparatuur

Het gebruik van diverse soorten apparatuur kan verschil opleveren in de predictievergelijkingen. Het is bekend dat de extern gekalibreerde mechanisch geremde fietsergometers (o.a. Monark) een 4% tot 8% hogere belasting geven voor de proefpersoon dan dat ze daadwerkelijk aangeven, door onder andere interne weerstand en wrijving van de ketting en kogellagers.¹⁸ Voor dit onderzoek

werd gebruikgemaakt van elektromagnetisch geremde fietsergometers die in deze 5-jaarsperiode niet vervangen werden en volgens specificatie van de fabrikant jaarlijks werden gekalibreerd.

Daarnaast kunnen er fouten ontstaan door het niet of onjuist kalibreren van ademgasapparatuur of door verschil in apparatuur. Het door ons gebruikte systeem is gevalideerd ten opzichte van de Douglas-bagmethode om ventilatoire parameters tijdens (maximale) inspanning te meten.¹⁹ Daarnaast werd onze apparatuur voor elke test gekalibreerd met gebruikmaking van ijkassen conform de richtlijnen van de fabrikant.

$\Delta VO_2/\Delta W$ -relatie

Voor dit onderzoek zijn we uitgegaan van de veronderstelling dat zuurstofopname en belasting een strakke fysiologische koppeling hebben.²⁰ Bij personen zonder hart- of spieraandoening zou deze koppeling gelden voor zowel lage als voor hoge belastingen (boven de anaerobe drempel).⁶ Er wordt aangenomen dat de $\Delta VO_2/\Delta W$ -relatie onafhankelijk is van leeftijd, gewicht en lengte.⁶ Echter, de zuurstofopname voor het rondraaien van de benen (bij onbelast fietsen) is afhankelijk van het gewicht van de benen. Obesen hebben hierdoor een hogere initiële VO_2 , maar een vergelijkbare $\Delta VO_2/\Delta W$ in vergelijking met niet-obesen.¹⁶

Bij inspanning wordt de energie voor de vermogensleverantie uit zowel aerobe als anaerobe energiebronnen geleverd, voornamelijk tijdens de laatste fase van een maximale inspanningstest. Dit komt tot uitdrukking in een maximale RER-waarde die boven de 1,15 ligt. Ook wordt er in deze fase bij veel proefpersonen een plateau gezien in de toename van de zuurstofopname tijdens inspanning, ondanks een toename in belasting.²¹ Hierdoor kan er een discrepantie ontstaan in de relatie tussen W_{max} en VO_2 -max, vooral in het laatste stadium van de inspanningstest.

Verder wordt er een hogere zuurstofopname per watt beschreven bij personen met een hogere VO_2 -max.²² Wanneer de predictieformules zijn opgesteld in een populatie met fitte dan wel niet-fitte personen kan hierdoor een onder- dan wel overschatting ontstaan. De populatie in het huidige onderzoek had een goede maar geen uitzonderlijke fitheid. Verschil in VO_2 -max kan dus niet verklaren waarom er bij zoveel keurlingen een te hoge voorspelling is van de VO_2 -max.

CONCLUSIE

Deze studie in een groot cohort keurlingen laat zien dat veel gebruikte predictieformules, met

uitzondering van de formule van Storer bij vrouwen, een te hoog berekende VO_2 -max genereren. Bij beroepen met concrete normen voor VO_2 -max (zoals brandweer en beroepsduiken) is het percentage fout-positieven op basis van de berekende VO_2 -max bij alle formules erg hoog. Om deze kans te minimaliseren, en daarmee de kwaliteit van de bedrijfsgeneeskundige keuringen te verhogen, adviseren wij het direct meten van de VO_2 -max tijdens ergometrie.

LITERATUUR

1. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001; 104: 1694-1740.
2. Takken T. Inspanningstests. 2e druk. Maarssen: Elsevier Gezondheidszorg, 2007.
3. Wendling J, Elliott D, Nome T. Medical assessment of working divers. Hyperbaric Editions, 2004.
4. O'Connell ER, Thomas PC, Cady LD, et al. Energy costs of simulated stair climbing as a job-related task in fire fighting. *J Occup Med* 1986; 28: 282-284.
5. Roca J, Whipp BJ (red.). Clinical exercise testing. European Respiratory Monograph Volume 2, Monograph 6. December 1997.
6. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 167: 211-277.
7. Åstrand P-O, Rodahl K. Textbook of workphysiology. 3e ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1986.
8. Arena R, Myers J, Williams MA, et al. Assessment of functional capacity in clinical and research settings. *Circulation* 2007; 116: 329-343.
9. Kuipers H. Variability of physiological responses to exercise [proefschrift]. Maastricht: Rijksuniversiteit Limburg, 1983.
10. Ergometrie Protocol Werkwijzer. Groningen: Lode, 2007.
11. Veenstra B. Persoonlijke communicatie, 2008.
12. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. 7e ed. Philadelphia: American College of Sports Medicine, Lippincott, Williams & Wilkins, 2006.
13. Jones NL, Kane JW. Quality control of exercise test measurements. *Med Sci Sports* 1979; 11: 368-372.
14. Storer TW, Davis JA, Caiozzo VJ. Accurate prediction of VO_2 max in cycle ergometry. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22: 4-12.
15. Shvartz E, Reibold RC. Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years: A review. *Aviat Space Environ Med* 1990; 61: 3-11.
16. Wasserman K (red.). Principles of exercise testing and interpretation. 4th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2005.
17. Midgley AW, Bentley DJ, Luttikholt H, et al. Challenging a dogma of exercise physiology: does an incremental exercise test for valid VO_2 max determination really need to last between 8 and 12 minutes? *Sports Med* 2008; 38: 441-447.
18. Maxwell BF, Withers RT, Ilesley AH. Dynamic calibration of mechanically, air- and electromagnetically braked cycle ergometers. *Eur J Appl Physiol* 1998; 78: 346-352.
19. Rietjens GJ, Kuipers H, Kester AD, et al. Validation of a computerized metabolic measurement system (Oxycon-Pro) during low and high intensity exercise. *Int J Sports Med* 2001; 22: 291-294.
20. Gaesser GA, Brooks GA. Muscular efficiency during steady-rate exercise: effects of speed and work rate. *J Appl Physiol* 1975; 38: 1132-1139.
21. Taylor HL, Buskirk E, Henschel A. Maximal oxygen

- intake as an objective measure of cardiorespiratory performance. *J Appl Physiol* 1955; 8: 73-80.
22. Mallory LA, Scheuermann BW, Hoelting BD, et al. Influence of peak VO_2 and muscle fiber type on the efficiency of moderate exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 1279-1287.

Belangenconflicten: niet gemeld

Financiële ondersteuning: niet gemeld

PERSONALIA

P.J.A.M. van Ooij is duikerarts-bedrijfsarts bij het Duikmedisch Centrum van de Koninklijke Marine, Den Helder. Dr. T. Takken is inspanningsfysioloog bij het Kinderbewegingscentrum van het Wilhelmina Kinderziekenhuis, UMC Utrecht.

A. Houtkooper is longfunctieanaliste en hoofd Keuringsafdeling bij het Duikmedisch Centrum van de Koninklijke Marine, Den Helder.

Dr. R.A. van Hulst is duikerarts-bedrijfsarts en hoofd Duikmedisch Centrum bij de Koninklijke Marine, Den Helder.

CORRESPONDENTIEADRES

P.J.A.M. van Ooij, Senior Duikerarts en Bedrijfsarts, Duikmedisch Centrum Koninklijke Marine, Postbus 10.000, 1780 CA Den Helder.

E-mail: pjam.v.ooij.01@mindef.nl

NIEUWS

De ZwangerWijzer

Het Erfocentrum en het Erasmus MC hebben een instrument – de ZwangerWijzer – ontwikkeld om gezondheidsrisico's te identificeren en voorlichting te geven aan de aanstaande zwangere én haar partner. Dit gevalideerde instrument is al enkele jaren beschikbaar (2004) en wordt op grote schaal gebruikt door relevante beroepsgroepen in zowel de eerste, tweede als derde lijn. De ZwangerWijzer heeft zijn waarde in de preconceptiezorg bewezen en geniet draagvlak in het veld en bij het publiek.

Mensen met een kinderwens kunnen thuis met behoud van privacy, nagaan of er gezondheidsrisico's zijn. Men kan de ZwangerWijzer rechtstreeks raadplegen op de internetsite www.zwangerwijzer.nl. Dit instrument helpt bij een bewustwordingsproces en verlaagt de drempel om een kinderwens te bespreken met een zorgverlener. In 2008 is de internetsite ruim 130.000 maal bezocht. De inschatting is dat in bijna de helft van gevallen de volledige vragenlijst is ingevuld.



ZwangerWijzer wordt jaarlijks geredigeerd op basis van wetenschappelijke ontwikkelingen en reacties van bezoekers en professionals. Deze redactie wordt uitgevoerd door het Erfocentrum en het Erasmus MC. Hierbij worden zo nodig externe experts geraadpleegd. 'Werk' is een onderbelicht onderdeel in de preconceptiezorg. Van diverse arbeidsomstandigheden is bekend dat ze schadelijk kunnen zijn voor de vruchtbaarheid, de zwangerschap en het ongeboren kind. Vandaar dat de website ZwangerWijzer vanaf begin november wordt uitgebreid met een onderdeel 'werk'. Daarmee kunnen mensen met een kinderwens eenvoudig nagaan of er in hun werk omstandigheden zijn die een gezonde zwangerschap in de weg staan.

De werkmodule bestaat uit een aantal vragen over de werkomstandigheden van beide partners. Daarbij gaat het om werken met chemische stoffen, lichamelijk zwaar werk, onregelmatige werktijden, stress, infectiegevaar en de invloed van fysische factoren zoals lawaai. Als een risicofactor van toepassing is, geeft de werkmodule informatie over de risico's én advies over preventieve maatregelen die op het werk genomen kunnen worden, vaak al vóór de zwangerschap. Ook wordt bij alle risico's doorverwezen naar de bedrijfsarts voor meer informatie en advies over preventieve maatregelen. De informatie en adviezen in de werkmodule zijn gebaseerd op de onlangs verschenen NVAB-richtlijn voor bedrijfsartsen 'Zwangerschap, postpartumperiode en werk'.

Bron: Erfocentrum