

Wassenaarseweg 56
Postbus 2215
2301 CE Leiden

www.tno.nl

T 071 518 18 18
F 071 518 19 20

TNO-rapport

KvL/P&Z 2006.052

**Nederlander weet eigen conditie slecht in te
schatten**

Resultaten Nationale Gezondheidstest 2005

Datum	juni 2006
Auteur(s)	M.P. Jans M.W. Verheijden I.J.M. Hendriksen V.H. Hildebrandt
Aantal pagina's	19
Opdrachtgever	Nederlandse Hartstichting Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
Projectnaam	NGT 2005
Projectnummer	018.31302/01.01

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

Samenvatting

Voor een goede gezondheid is een goede cardiorespiratoire conditie van groot belang. Het meten van de conditie kost echter tijd en geld en wordt mede hierdoor in de reguliere gezondheidszorg zelden uitgevoerd om iemands risicoprofiel vast te stellen. In dit onderzoek is gekeken of mensen met een lage conditie opgespoord kunnen worden zonder de conditie daadwerkelijk te meten. Daarbij is gekeken naar het zelfgerapporteerde conditieniveau, de zelfgerapporteerde mate van intensief bewegen, de BMI en een combinatie van deze variabelen. De gegevens van 1428 deelnemers aan de Nationale Gezondheidstest van 2005 zijn hiervoor gebruikt. Zij hebben een submaximale Åstrandfietstest uitgevoerd, waarmee de maximale zuurstofopname, als maat voor de conditie, is berekend.

De gemeten conditie bleek een matige correlatie met de leeftijd ($r=-0,45$) en de BMI ($r=-0,41$) te hebben en een lage correlatie met het zelfgerapporteerde conditieniveau ($r=0,28$) en de mate van intensief bewegen ($r=0,09$). In de regressiemodellen bleek dat geslacht, leeftijd en BMI de grootste bijdrage leverden aan de verklaarde variantie in de gemeten conditie. Het zelfgerapporteerde conditieniveau en de mate van intensief bewegen voegden niet veel hieraan toe.

Bijna tweederde van de deelnemers met een lage gemeten conditie schatte zijn eigen conditie als gemiddeld tot hoog in. Dit betekent dat met één vraag naar het zelf ingeschatte conditieniveau de risicogroep met een lage conditie niet goed opgespoord kan worden. Hetzelfde gold voor de vraag naar het aantal keer per week intensief bewegen. Weliswaar is het percentage overschatting van de conditie op basis van de fitheidsnorm (minimaal 3 keer per week 20 minuten intensief bewegen) binnen de groep deelnemers met een lage conditie veel lager (32%), maar 65% van de deelnemers die niet aan de fitheidsnorm voldeden had toch een gemiddelde tot hoge gemeten conditie. De vraag naar het aantal keer per week intensief bewegen geeft dus vaak een onderschatting van de gemeten conditie. Hoewel de correlatie tussen de BMI en de gemeten conditie hoger was dan voor de andere variabelen, kon ook met de indeling overgewicht/obesitas versus normaal gewicht de groep met een lage conditie niet goed worden opgespoord. Binnen de groep deelnemers met een (zeer) laag gemeten conditieniveau had 38% een normale BMI. Echter 56% van de deelnemers met overgewicht of obesitas had een gemiddeld tot hoge gemeten conditie. Ook het meten van de BMI geeft dus vaak een onderschatting van de gemeten conditie. De buikomvang bleek in dit onderzoek geen betere voorspeller van de conditie dan de BMI.

Deze resultaten betekenen dat één vraag naar de eigen inschatting van de conditie, één vraag naar de mate van intensief bewegen of het meten van de BMI vooralsnog geen geschikte methoden lijken om mensen met een lage conditie op te kunnen sporen. Aangezien de conditie een belangrijke gezondheidsindicator is, is een betrouwbare en valide conditietest gewenst om iemands risicoprofiel vast te stellen.

Ondersteuning

De Nationale Gezondheidstest 2005 is uitgevoerd met subsidie van de Nederlandse Hartstichting en het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport. Zorgverzekeraar CZ Actief in Gezondheid heeft de Nationale Gezondheidstest gratis aangeboden aan haar verzekerden.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Methode	7
2.1	Nationale Gezondheidstest 2005.....	7
2.2	Vragenlijst.....	7
2.3	Lengte en gewicht.....	7
2.4	Cardiorespiratoire conditie.....	8
2.5	Analyses.....	8
3	Resultaten	9
4	Discussie	13
4.1	Vergelijking met literatuur.....	13
4.2	Beperkingen van het onderzoek.....	15
5	Conclusies en aanbevelingen	16
6	Literatuur	17

1 Inleiding

Voor een goede gezondheid is een goede cardiorespiratoire conditie (aëroob uithoudingsvermogen) van groot belang. Hoe lager de cardiorespiratoire conditie (in het vervolg aangeduid als 'conditie'), hoe groter de kans op het krijgen van het metabool syndroom, cardiovasculaire aandoeningen, kanker en diabetes type 2 en hoe hoger het risico op mortaliteit (Blair e.a., 2001; Williams, 2001; Jurca e.a., 2004). Het risico op mortaliteit is vergelijkbaar met die van andere gezondheidsindicatoren zoals gewicht, roken, bloeddruk en cholesterolniveau (Wei e.a., 1999; Laukkanen e.a., 2004). Conditie lijkt zelfs een sterkere dosis-respons relatie met gezondheidsproblemen te hebben dan de mate van lichamelijke activiteit (Blair e.a., 2001; Williams, 2001). Daarnaast vermindert een goede conditie het gezondheidsrisico van obesitas (Lee e.a., 1999; Wei e.a., 1999; Katzmarzyk e.a., 2005). Ondanks de duidelijke aanwijzingen dat conditie een belangrijke gezondheidsindicator is, wordt deze in de reguliere gezondheidszorg zelden gemeten om het risicoprofiel vast te stellen.

De belangrijkste maat voor de conditie is de maximale zuurstofopname ($VO_2\text{max}$) (ACSM, 2000). De $VO_2\text{max}$ kan bepaald worden met directe of indirecte methoden. De directe methode, waarbij het uitademingsgas geanalyseerd wordt tijdens maximale inspanning, is het meest nauwkeurig. Er kleven echter grote praktische nadelen aan het uitvoeren van deze methode: het is arbeidsintensief en een relatief kostbare aangelegenheid, aangezien er gekwalificeerd personeel en dure apparatuur voor nodig zijn. Bovendien is een maximaal test voor ongetrainden een erg belastende test die kan leiden tot blessures en medische problemen. Bij indirecte methoden wordt de $VO_2\text{max}$ geschat op basis van de hartfrequentie tijdens een bepaald geleverd submaximaal vermogen. Voorbeelden hiervan zijn de Åstrandtest, de Harvard steptest en de UKK wandeltest. Deze submaximale tests zijn minder belastend voor de deelnemer en stellen minder hoge eisen aan de kwalificaties van de testuitvoerder. Om echter tot betrouwbare en valide waarden te komen is het ook bij een submaximale test belangrijk dat de test uitgevoerd wordt volgens het protocol en met, indien van toepassing, gekalibreerde apparatuur. Ook deze indirecte methoden kosten tijd en geld, en zijn mede hierdoor slechts beperkt inzetbaar in de praktijk.

De vraag is dan ook of er minder complexe methoden zijn om mensen met een lage conditie op te sporen. Een voor de hand liggende en zeer simpele methode is mensen zelf een inschatting van hun conditie te laten maken. In eerdere onderzoeken zijn significante correlaties tussen het zelfgerapporteerde conditieniveau en de gemeten conditie gevonden (Knapik e.a., 1992; Proper e.a., 2006). Uit deze onderzoeken wordt echter niet duidelijk of op individueel niveau iemand met een lage conditie op basis van één vraag naar eigen inschatting van hun conditie goed opgespoord kan worden.

Een andere optie om mensen met een lage conditie op te sporen is te vragen naar de mate van intensief bewegen. Immers, regelmatige lichamelijke activiteit van voldoende intensiteit, frequentie en duur zou volgens diverse richtlijnen leiden tot een goede conditie (Pate e.a., 1995; US Department, 1996; ACSM, 1998). Volgens de fitheidsnorm is voor verbetering van de conditie minimaal drie keer per week intensieve lichamelijke activiteit van minimaal 20 minuten per keer nodig (ACSM, 1998). In diverse onderzoeken zijn significante correlaties gevonden tussen de mate van lichamelijke activiteit en de conditie, meestal gemeten met een maximaal test (Siconolfi e.a., 1985; Kohl e.a., 1988; Gionet en Godin, 1989; Jackson e.a., 1990; Knapik e.a., 1993; Jurca e.a., 2005; Wier e.a., 2006). Er is echter niet gekeken of op individueel niveau iemand met een lage conditie opgespoord kan worden door te vragen naar het aantal keer per week dat iemand intensief beweegt. Ook het meten van de Body Mass

Index (BMI) zou een simpele methode kunnen zijn om mensen met een lage conditie op te sporen. Uit eerder onderzoek is immers gebleken dat er significante correlaties bestaan tussen de BMI en de conditie (Jackson e.a., 1990; Jurca e.a., 2005; Wier e.a., 2006).

Eerdere onderzoekers hebben diverse lineaire regressiemodellen ontwikkeld om de VO_2 max van een persoon te schatten op basis van eenvoudig te meten variabelen (Jackson e.a., 1990; Matthews e.a., 1999; Jurca e.a., 2005; Wier e.a., 2006). In deze modellen zijn variabelen opgenomen waarvan bekend is dat ze correleren met conditie, zoals geslacht, leeftijd, BMI, vetpercentage, mate van (intensieve) lichamelijke activiteit en rusthartslag. Deze regressiemodellen kunnen volgens de onderzoekers in grootschalige epidemiologische onderzoeken een goed alternatief vormen voor het uitvoeren van (sub)maximale tests. De vraag blijft echter of met deze modellen ook op individueel niveau een goede inschatting gemaakt kan worden van de conditie en het daarmee samenhangende gezondheidsrisico. Dit is alleen bekeken door Matthews e.a. (1999): in dit onderzoek bleek dat slechts 36% van de mensen op basis van het regressiemodel in hetzelfde conditieniveau (vijf categorieën) ingedeeld werd als op basis van de gemeten VO_2 max.

Op basis van de beschikbare literatuur is dus onvoldoende bekend of het zelfgerapporteerde conditieniveau, de zelfgerapporteerde mate van intensief bewegen of het meten van de BMI attractieve methoden zijn om mensen met een lage conditie op te kunnen sporen als alternatief voor de tijdrovende en praktisch vaak moeilijk uit te voeren (sub)maximale conditietests.

In dit onderzoek op het databestand van de Nationale Gezondheidstest 2005 wordt eerst gekeken naar de mate van samenhang tussen de conditie gemeten met een submaximale Åstrandtest enerzijds en de zelfgerapporteerde conditie, de zelfgerapporteerde mate van intensief bewegen en de BMI anderzijds. Daarna wordt onderzocht of een regressiemodel met meerdere variabelen een betere inschatting geeft van de gemeten conditie dan de afzonderlijke variabelen. Tenslotte wordt bekeken hoeveel procent van de mensen met een lage conditie opgespoord kan worden op basis van de zelfgerapporteerde conditie, de zelfgerapporteerde mate van intensief bewegen of de BMI.

2 Methode

2.1 Nationale Gezondheidstest 2005

Voor dit crossectioneel onderzoek is gebruik gemaakt van de data van de Nationale Gezondheidstest (NGT) 2005. De NGT (www.nationalegezondheidstest.nl) wordt sinds 1999 jaarlijks uitgevoerd door TNO en Stichting Pur Sang, met subsidie van de Nederlandse Hartstichting en het ministerie van VWS. In 2005 heeft zorgverzekeraar CZ Actief in Gezondheid haar verzekerden gratis deelname aan de NGT aangeboden. Deze verzekerden zijn in de periode van september 2005 tot en met januari 2006 op diverse locaties in het land getest door een mobiel meetteam bestaande uit twee fysiotherapeuten, die vooraf getraind zijn om de NGT volgens protocol af te kunnen nemen. De deelnemers vulden een vragenlijst in en ondergingen een aantal fysieke metingen. Direct na afloop van de test ontvingen de deelnemers een individueel leefstijladvies met betrekking tot bewegen, voeding, roken en alcoholgebruik. In dit onderzoek zijn alleen de data van de CZ-verzekerden gebruikt, aangezien de metingen in deze groep steeds door dezelfde testleiders zijn uitgevoerd en de gebruikte ergometers regelmatig gekalibreerd zijn. De deelnemers hebben zichzelf aangemeld voor de NGT, waardoor er geen sprake is van een representatieve steekgroep uit de Nederlandse bevolking.

2.2 Vragenlijst

Voorafgaand aan de test in het testcentrum hebben de deelnemers online een vragenlijst ingevuld. Naast geslacht, leeftijd, hoogst afgemaakte opleiding en chronische aandoening (de afgelopen 12 maanden last gehad van één of meer langdurige ziekten of aandoeningen) zijn voor de analyses de onderstaande variabelen gebruikt.

- Nederlandse Norm Gezond Bewegen (NNGB) op basis van de vraag “Als u terugkijkt naar de afgelopen maand, hoeveel dagen per week heeft u dan, verspreid over de dag, tenminste dertig minuten per dag bewogen?”. Deelnemers die vijf dagen of meer invulden voldeden aan de NNGB (Kemper e.a., 2000; Kemper en Ooijendijk, 2004).
- Fitheidsnorm op basis van de vraag “Als u terugkijkt naar de afgelopen maand, hoe vaak per week heeft u dan gedurende tenminste twintig minuten intensief bewogen (activiteiten waarbij u gaat zweten en buiten adem raakt)?”. Deelnemers die drie of meer keer invulden voldeden aan de fitheidsnorm (ACSM, 1998).
- Zelfgerapporteerd conditieniveau op basis van de vraag “Hoe schat u uw conditie op dit moment in?” (antwoordmogelijkheden: zeer laag, laag, gemiddeld, hoog of zeer hoog).

2.3 Lengte en gewicht

Lengte en gewicht zijn gemeten zonder schoenen aan. Bij de lengtemeting met behulp van een Seca meetlint stond de deelnemer met de rug en hakken tegen de muur en het hoofd rechtop. Het gewicht werd bepaald met een Seca analoge weegschaal die voor de start van het onderzoek geijkt was. Voor de kleding werd een halve kilo van het gemeten gewicht afgetrokken. Het gewicht (in kg) gedeeld door het kwadraat van de lengte (in m) is de Body Mass Index (BMI). Een BMI tussen 25 en 30 kg/m² betekent overgewicht en een BMI van 30 kg/m² of meer betekent obesitas (WHO, 2003).

2.4 Cardiorespiratoire conditie

Voor het meten van de conditie werd de (inter)nationaal veel toegepaste, submaximale fietsergometertest van Åstrand conform protocol afgenomen (Åstrand en Rhyming, 1954). Dit is een betrouwbare en valide test (Macswheen, 2001). Correlaties tussen de gemeten $VO_2\text{max}$ en de geschatte $VO_2\text{max}$ op basis van Åstrandtest lopen uiteen van 0,74 tot 0,83 (Cink en Thomas, 1981; Maud en Foster, 1995).

De deelnemer moest zes minuten fietsen met 60 omwentelingen per minuut. Aan het eind van deze zes minuten moest een 'steady-state' bereikt zijn, dat wil zeggen dat het verschil in hartfrequentie tussen de vijfde en zesde minuut minder dan vijf slagen moest zijn. Indien dit niet bereikt was, werd de test met één of twee minuten verlengd om alsnog een 'steady-state' te bereiken. De gemiddelde hartfrequentie van de laatste twee minuten en de belasting zijn gebruikt om een schatting te maken van de maximale zuurstofopname ($VO_2\text{max}$), na correctie voor geslacht, leeftijd en gewicht (Åstrand, 1960). Vervolgens zijn de Åstrand normtabellen toegepast om een indeling te maken in zeer laag, laag, gemiddeld, hoog en zeer hoog conditieniveau (Åstrand, 1960). Vanwege de regelmatige verplaatsing van de ergometers naar de diverse testlocaties zijn de gebruikte ergofit 250-R ergometers gedurende de testperiode van vijf maanden vijf keer gekalibreerd. In de analyses zijn alleen de gegevens van de conditietest gebruikt indien de hartslag in de laatste twee minuten tussen 110 en 170 slagen per minuut lag en de deelnemer geen bètablokkers gebruikte, geen hartproblemen had en geen pijn of drukkend gevoel op de borst had bij inspanning.

2.5 Analyses

Voor het bepalen van de mate van samenhang tussen de gemeten conditie ($VO_2\text{max}$ in $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) aan de ene kant en de leeftijd, het aantal keer per week intensief bewegen en de BMI aan de andere kant zijn Pearson correlatiecoëfficiënten berekend. De Spearman correlatiecoëfficiënt is berekend voor het bepalen van de mate van samenhang tussen de gemeten conditie en het zelfgerapporteerde conditieniveau. Een correlatie tussen -0,3 en 0,3 wordt als laag beschouwd, een correlatie onder -0,5 en boven 0,5 als hoog en overige correlaties als matig.

Met multiële lineaire regressie zijn diverse modellen ontwikkeld waarmee de gemeten conditie geschat kan worden. De afhankelijke variabele is de $VO_2\text{max}$ (in $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) op basis van de submaximale Åstrand fietstest. In het eerste model zijn leeftijd en geslacht (0=man, 1=vrouw) als onafhankelijke variabelen in het model opgenomen. Daarna zijn achtereenvolgens de BMI, het aantal keer per week intensief bewegen en het zelfgerapporteerde conditieniveau toegevoegd aan het model. Van elk model zijn de regressiecoëfficiënten en de verklaarde variantie berekend.

Voor de laatste analyses zijn de vijf categorieën van de gemeten conditie en het zelfgerapporteerde conditieniveau teruggebracht naar twee categorieën, namelijk (zeer) laag versus gemiddeld tot (zeer) hoog. Op basis van het regressiemodel met alle variabelen is de $VO_2\text{max}$ berekend en vervolgens ook ingedeeld in dezelfde twee categorieën. Vervolgens is het gemeten conditieniveau uitgezet tegen het zelfgerapporteerde conditieniveau, tegen het wel of niet voldoen aan de fitheidsnorm, tegen het wel of niet hebben van overgewicht of obesitas en tegen de twee categorieën van de berekende $VO_2\text{max}$ op basis van het regressiemodel. Het percentage deelnemers bij wie het conditieniveau juist werd ingeschat op basis van deze variabelen is berekend, evenals het percentage bij wie het conditieniveau onderschat dan wel overschat werd.

3 Resultaten

Aan de NGT 2005 hebben 2596 CZ-verzekerden deelgenomen. Van 1428 deelnemers waren betrouwbare conditiegegevens beschikbaar. De belangrijkste kenmerken van deze deelnemers staan vermeld in tabel 3.1. De deelnemers aan de NGT waren in vergelijking met de Nederlandse bevolking ouder, hoger opgeleid en minder zwaar (van Oers, 2002). Ze voldeden minder vaak aan de NNGB, maar juist vaker aan de fitheidsnorm (Ooijendijk e.a., 2004). Bijna eenderde van de deelnemers had een zeer laag of laag gemeten conditieniveau. Bijna een kwart schatte hun eigen conditie als zeer laag of laag in.

Tabel 3.1 Kenmerken van de deelnemers aan de Nationale Gezondheidstest 2005 (n=1428).

	Totaal (n=1428)	Mannen (n=742)	Vrouwen (n=686)
<i>Algemene kenmerken</i>			
Geslacht (% man)	52		
Leeftijd (gemiddelde (SD))	45 (12)	47 (11)	43 (12)*
Opleiding (% HBO/universiteit)	48	54	41*
<i>Bewegen</i>			
Voldoet aan NNGB (%)	42	41	43
Voldoet aan fitheidsnorm (%)	40	42	38
Voldoet aan NNGB en/of fitheidsnorm (%)	60	61	60
<i>Gewicht (op basis van BMI)</i>			
Overgewicht (%)	35	44	26
Obesitas (%)	9	9	9
<i>Gemeten conditieniveau (Åstrandtest)</i>			
Zeer laag (%)	11	14	7
Laag (%)	20	20	21
Gemiddeld (%)	37	36	38
Hoog (%)	12	9	15
Zeer hoog (%)	20	21	19
<i>Zelfgerapporteerd conditieniveau</i>			
Zeer laag (%)	3	2	5
Laag (%)	20	18	23
Gemiddeld (%)	64	64	63
Hoog (%)	12	14	9
Zeer hoog (%)	1	2	0

NNGB, Nederlandse Norm Gezond Bewegen; BMI, Body Mass Index.

* Significant verschil tussen mannen en vrouwen ($p < 0,05$).

In tabel 3.2 zijn de correlaties weergegeven tussen de gemeten conditie enerzijds en leeftijd, zelfgerapporteerde conditie, mate van intensief bewegen en BMI anderzijds. De gemeten conditie op basis van de submaximale Åstrandtest heeft een matige correlatie met leeftijd en BMI en een lage correlatie met het zelfgerapporteerde conditieniveau. De correlatie met de mate van intensief bewegen is zeer laag en bij vrouwen niet significant.

Tabel 3.2 Correlaties (R) tussen gemeten conditie (VO_2max in $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) en leeftijd, zelfgerapporteerde conditie, mate van intensief bewegen en BMI (n=1428).

	Totaal	Mannen	Vrouwen
Leeftijd (jaar)	-0,45*	-0,46*	-0,47*
Zelfgerapporteerde conditie (5 categorieën)	0,28*	0,31*	0,24*
Intensief bewegen (keer per week)	0,09*	0,14*	0,02
BMI (kg/m^2)	-0,41*	-0,45*	-0,43*

BMI, Body Mass Index.

Lage correlatie: R tussen -0,3 en 0,3; matige correlatie: R tussen -0,5 en -0,3 of tussen 0,3 en 0,5; hoge correlatie: R onder -0,5 of boven 0,5.

* $p < 0,001$

Tabel 3.3 geeft de regressiecoëfficiënten weer van vier verschillende modellen om de VO_2max te schatten op basis van eenvoudig te bepalen variabelen. Alle onafhankelijke variabelen leveren een significante bijdrage aan de schatting van de VO_2max ($p < 0,001$). De grootste bijdrage aan de schatting van de VO_2max leveren geslacht, leeftijd en BMI (model 1 en 2). Uit de modellen drie en vier blijkt dat het toevoegen van de mate van intensief bewegen en het zelfgerapporteerde conditieniveau slechts tot een kleine, weliswaar significante, toename van de verklaarde variantie leidt. In het meest optimale model met alle variabelen wordt 41% (R^2) van de variantie in VO_2max verklaard door de variabelen geslacht, leeftijd, BMI, het zelfgerapporteerde conditieniveau en het aantal keer per week intensief bewegen. Dit regressiemodel heeft een hogere correlatie ($R=0,64$) met de VO_2max dan de afzonderlijke variabelen (zie tabel 3.2).

Tabel 3.3 Regressiecoëfficiënten van diverse voorspellingsmodellen van de gemeten conditie (VO_2max in $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$).

Variabele	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Intercept	58,05*	82,23*	81,13*	68,65*
Geslacht (man=0, vrouw=1)	-3,00*	-4,00*	-4,00*	-3,30*
Leeftijd (jaar)	-0,40*	-0,35*	-0,37*	-0,38*
BMI (kg/m^2)	-	-1,04*	-1,05*	-0,87*
Intensief bewegen (keer per week)	-	-	0,72*	0,39*
Zelfgerapporteerde conditie (5 categorieën)	-	-	-	3,28*
R	0,47	0,59	0,61	0,64
R^2	0,22	0,35	0,37	0,41

BMI, Body Mass Index; R, multiple correlatiecoëfficiënt; R^2 , verklaarde variantie.

* $p < 0,001$

In tabel 3.4 is het gemeten conditieniveau (in 2 categorieën) uitgezet tegen het zelfgerapporteerde conditieniveau (in 2 categorieën), het wel of niet voldoen aan de fitheidsnorm en het wel of niet hebben van overgewicht. Het gemeten conditieniveau kwam bij 69% van de deelnemers overeen met hun zelfgerapporteerde conditieniveau. Negentien procent van alle deelnemers overschatte zijn conditie en 12% onderschatte zijn conditie. Van de deelnemers met een (zeer) laag gemeten conditieniveau dacht 63% zelf dat ze een gemiddeld tot (zeer) hoge conditie hadden. Het percentage overschatting bij mensen met een (zeer) laag conditieniveau lag significant ($p < 0,05$) hoger bij mannen

dan bij vrouwen (67% versus 57%), bij 50-plussers dan bij mensen jonger dan 50 jaar (78% versus 54%) en bij mensen zonder een chronische aandoening dan bij mensen met een chronische aandoening (66% versus 50%). Dit percentage lag ook hoger bij mensen met een normaal gewicht of overgewicht dan bij mensen met obesitas (71% en 64% versus 44%).

Op basis van het wel of niet voldoen aan de fitheidsnorm werd het gemeten conditieniveau bij 51% van de deelnemers juist ingeschat. Tien procent van de deelnemers voldeed wel aan de fitheidsnorm, maar had toch een (zeer) laag gemeten conditieniveau. Bij deze deelnemers werd de conditie overschat op basis van het voldoen aan de fitheidsnorm. Onderschatting van de conditie op basis van de fitheidsnorm kwam veel vaker voor: 39% van de deelnemers voldeed niet aan de fitheidsnorm, maar had wel een gemiddeld tot (zeer) hoge conditie. Van de deelnemers met een (zeer) laag gemeten conditieniveau voldeed eenderde (32%) aan de fitheidsnorm; bij deze groep werd hun lage conditie overschat op basis van de fitheidsnorm.

Op basis van het wel of niet hebben van overgewicht werd bij 63% van de deelnemers het conditieniveau juist ingeschat. Twaalf procent van de deelnemers had een normale BMI, maar toch een (zeer) laag conditieniveau. Bij deze deelnemers werd de conditie overschat op basis van de BMI. Bij 25% werd de conditie onderschat op basis van de BMI: zij hadden overgewicht of obesitas, maar toch een gemiddeld tot (zeer) hoge conditie. Van de deelnemers met een (zeer) laag gemeten conditieniveau had 38% een normaal gewicht; bij deze groep werd hun lage conditie overschat op basis van de BMI. Wanneer het vierde regressiemodel wordt toegepast om de VO_2 max te schatten op basis van het geslacht, de leeftijd, de BMI, de mate van intensief bewegen en het zelfgerapporteerde conditieniveau, en met deze geschatte VO_2 max vervolgens een indeling wordt gemaakt in (zeer) laag versus gemiddeld tot (zeer) hoog conditieniveau, dan komt bij 76% van de deelnemers het gemeten conditieniveau overeen met het geschatte conditieniveau op basis van het regressiemodel. Twintig procent van de deelnemers werd op deze manier te hoog ingedeeld en 4% te laag. Bij 65% van de deelnemers met een (zeer) laag gemeten conditieniveau leidt de geschatte VO_2 max op basis van het regressiemodel juist tot een gemiddeld tot (zeer) hoog conditieniveau.

Tabel 3.4. Gemeten conditieniveau (in 2 categorieën) uitgezet tegen het zelfgerapporteerde conditieniveau, het wel of niet voldoen aan de fitheidsnorm, de BMI en het geschatte conditieniveau op basis van het regressiemodel. Gepresenteerd zijn het aantal deelnemers (en het percentage van het totaal).

	Gemeten conditieniveau (na correctie voor geslacht, leeftijd en gewicht)	
	(Zeer) laag (n=445)	Gemiddeld of (zeer) hoog (n=983)
<i>Zelfgerapporteerd conditieniveau</i>		
(Zeer) laag	166 (12%)	170 (12%)
Gemiddeld of (zeer) hoog	279 (19%)	813 (57%)
<i>Voldoet aan fitheidsnorm</i>		
Nee	302 (21%)	554 (39%)
Ja	143 (10%)	429 (30%)
<i>Gewicht (op basis van BMI)</i>		
Overgewicht of obesitas	274 (19%)	354 (25%)
Normaal gewicht	171 (12%)	629 (44%)
<i>Geschat conditieniveau op basis van model 4</i>		
(Zeer) laag	155 (11%)	59 (4%)
Gemiddeld of (zeer) hoog	290 (20%)	924 (65%)

4 Discussie

Uit de gevonden correlaties en de regressiemodellen blijkt dat de gemeten conditie op basis van de submaximale Åstrandtest met name samenhang met het geslacht, de leeftijd en de BMI. De correlaties met het zelfgerapporteerde conditieniveau en de mate van intensief bewegen waren laag en ook in de regressiemodellen voegden het zelfgerapporteerde conditieniveau en de mate van intensief bewegen niet veel toe aan de verklaarde variantie in $VO_2\max$.

Bijna tweederde van de deelnemers met een lage gemeten conditie schatte zijn eigen conditie als gemiddelde tot hoog in. Dit hoge percentage overschatting en de lage correlatie tussen het zelfgerapporteerde conditieniveau en de gemeten conditie betekenen dat één vraag naar het zelf ingeschatte conditieniveau de risicogroep met een lage conditie niet goed kan opsporen. Hetzelfde geldt voor de vraag naar het aantal keer per week intensief bewegen. Weliswaar is het percentage overschatting van de conditie op basis van de fitheidsnorm binnen de groep deelnemers met een lage conditie niet zo hoog (32%), maar het merendeel van de deelnemers die niet aan de fitheidsnorm voldeden had toch een gemiddelde tot hoge gemeten conditie. De vraag naar het aantal keer per week intensief bewegen geeft dus vaak een onderschatting van de gemeten conditie. Hoewel de correlatie tussen de BMI en de gemeten conditie hoger was dan voor de andere variabelen, kan ook met de indeling overgewicht/obesitas versus normaal gewicht de groep met een lage conditie niet goed opgespoord worden. Binnen de groep deelnemers met een (zeer) laag gemeten conditieniveau werd bij ruim eenderde hun lage conditie overschat op basis van de BMI; zij hadden een normaal gewicht. Echter het merendeel van de deelnemers met overgewicht of obesitas had een gemiddeld tot hoge gemeten conditie. Ook het meten van de BMI geeft dus vaak een onderschatting van de gemeten conditie. Het toepassen van het regressiemodel met alle variabelen om de $VO_2\max$ te berekenen leidde, evenals het zelfgerapporteerde conditieniveau, juist tot een grote overschatting van de conditie in de groep met een lage gemeten conditie.

Deze resultaten betekenen dat één vraag naar de eigen inschatting van de conditie, één vraag naar de mate van intensief bewegen of het meten van de BMI voorsnog geen geschikte methoden lijken om mensen met een lage conditie op te kunnen sporen. Aangezien de conditie een belangrijke gezondheidsindicator is, is een betrouwbare en valide conditietest gewenst om iemands risicoprofiel vast te stellen. Het uitvoeren van conditietests en op basis daarvan gerichte sport- en beweegadviezen geven sluit goed aan bij het beleid van het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport om een actieve leefstijl met sport en bewegen te bevorderen.

4.1 Vergelijking met literatuur

De gevonden correlatie tussen het zelfgerapporteerde conditieniveau en de $VO_2\max$ (gemeten met een maximaal test) komt overeen met bevindingen uit eerder onderzoek bij drie groepen mannelijke soldaten, waarin de correlaties varieerden van 0,29 tot 0,53 (Knapik e.a., 1992). Deze auteurs concludeerden op basis hiervan dat in grootschalige epidemiologische onderzoeken één vraag naar eigen inschatting van uithoudingsvermogen ("Hoe is uw uithoudingsvermogen in vergelijking met anderen van uw leeftijd en geslacht?") Antwoordmogelijkheden: slecht, lager dan gemiddeld, gemiddeld, hoger dan gemiddeld, uitstekend) een goed alternatief vormt voor het uitvoeren van (sub)maximale tests. Het betreft hier echter een zeer specifieke populatie van mannelijke soldaten die lichamelijk actief waren en waarschijnlijk vaker conditietests

hadden ondergaan, waardoor ze zich wellicht meer bewust waren van hun eigen conditie. Ook in het onderzoek van Proper e.a. (2006) zijn vergelijkbare correlaties tussen het zelfgerapporteerde conditieniveau en de VO_2 max gevonden. Zij vonden een correlatie van 0,28 (0,31 bij mannen en 0,23 bij vrouwen) tussen de 1-item vraag naar eigen inschatting van de conditie (vergelijkbaar met de vraag in het huidige onderzoek) en de VO_2 max (gemeten met een submaximale Åstrand fietstest). Deze correlatie verbeterde niet door gebruik te maken van een 8-item vragenlijst naar eigen inschatting van de conditie ($R=0,29$). In beide onderzoeken is echter niet onderzocht welk percentage van de deelnemers met een lage conditie hun eigen conditie ook als laag inschatten en doen dus geen uitspraak of met deze ene vraag ook op individueel niveau mensen met een lage conditie opgespoord kunnen worden. Uit het onderzoek van Haapanen-Niemi e.a. (2000) blijkt dat bij mannen een lage zelfgerapporteerde conditie in vergelijking met leeftijdgenoten gepaard ging met een groter risico op mortaliteit, terwijl bij vrouwen deze relatie niet gevonden werd. Zij hebben echter de conditie niet gemeten, waardoor niet bekend is of de zelfgerapporteerde conditie een goed alternatief is voor het uitvoeren van conditietests om het risico op mortaliteit vast te stellen.

Regelmatige lichamelijke activiteit van voldoende intensiteit, frequentie en duur zou volgens diverse richtlijnen de conditie kunnen verbeteren (US Department, 1996; ACSM, 1998). De verwachting was daarom dat er een matige tot hoge correlatie zou zijn tussen de mate van intensief bewegen en de gemeten conditie en dat deelnemers met een lage conditie over het algemeen niet zouden voldoen aan de fitheidsnorm. In eerdere onderzoeken zijn significante correlaties (variërend van 0,22 tot 0,59) gevonden tussen de mate van (intensieve) lichamelijke activiteit en de conditie, meestal gemeten met een maximaal test (Siconolfi e.a., 1985; Kohl e.a., 1988; Gionet en Godin, 1989; Jackson e.a., 1990; Knapik e.a., 1993; Jurca e.a., 2005; Wier e.a., 2006). Deze correlatiecoëfficiënten liggen beduidend hoger dan in het huidige onderzoek. Alleen Rauramaa e.a. (1995) vonden bij gezonde mannen een vergelijkbare lage correlatiecoëfficiënt, namelijk 0,15 tussen de VO_2 max (gemeten met een maximale fietstest) en het energieverbruik in intensieve lichamelijke activiteit. De manier waarop de mate van lichamelijke activiteit in de diverse onderzoeken is bepaald, vormt geen verklaring voor de genoemde verschillen. Siconolfi e.a. (1985), Kohl e.a. (1988) en Gionet en Godin (1989) hebben een vergelijkbare vraag gesteld als in het huidige onderzoek, maar vonden juist veel hogere correlatiecoëfficiënten. In de andere onderzoeken zijn uitgebreide vragenlijsten of interviews gebruikt om de mate van lichamelijke activiteit vast te stellen. In de vragenlijst van de Nationale Gezondheidstest was ook de vraag uit het onderzoek van Jurca e.a. (2005) opgenomen, namelijk "Hoeveel tijd bent u in de afgelopen maand lichamelijk actief geweest (zoals wandelen, fietsen, hardlopen, sporten)?" met als antwoordmogelijkheden "vrijwel niet", "af en toe, maar minder dan 20 minuten per week", "20-60 minuten per week", "1-3 uur per week" en "meer dan 3 uur per week". De correlatie tussen deze vraag en de gemeten conditie was 0,15 ($p<0,001$), veel lager dan in het onderzoek van Jurca e.a. ($R=0,58$). Ook de correlatie tussen de mate van matig intensief bewegen (NNGB) en de gemeten conditie was heel laag ($R=0,06$; $p=0,03$). Aangezien het in al deze onderzoeken om zelfgerapporteerde lichamelijke activiteit ging, blijft het wel de vraag of de zelfgerapporteerde lichamelijke activiteit een valide beeld geeft van de mate van bewegen.

De gevonden lage correlaties tussen de mate van intensief bewegen en de gemeten conditie betekenen echter niet dat het geen zin heeft om te vragen naar de mate van bewegen. Immers, bij toenemende mate van bewegen neemt het risico op het krijgen van cardiovasculaire aandoeningen, kanker en diabetes type 2 af. Dit effect is onafhankelijk van de cardiorespiratoire conditie (Blair e.a., 2001; Williams, 2001).

Wat betreft de mate van samenhang tussen de BMI en de gemeten conditie zijn in eerdere onderzoeken vergelijkbare matige correlaties gevonden, variërend van -0,26 tot -0,39 (Jackson e.a., 1990; Jurca e.a., 2005; Wier e.a., 2006). In het huidige onderzoek is ook de buikomvang gemeten; deze maat laat vergelijkbare correlaties met de gemeten conditie zien als de BMI (-0,52 bij mannen en -0,40 bij vrouwen) en is daardoor geen betere voorspeller van de conditie dan de BMI. Ook uit eerder onderzoek blijkt dat het toevoegen van de buikomvang (Wier e.a., 2006) of het vetpercentage (Jackson e.a., 1990; Wier e.a., 2006) nauwelijks tot een toename in de verklaarde variantie van de VO_2 max leidt.

Met de eerder ontwikkelde lineaire regressiemodellen om de VO_2 max van een persoon te schatten op basis van eenvoudig te meten variabelen kon 58 tot 74% van de variantie in VO_2 max verklaard worden (Jackson e.a., 1990; Matthews e.a., 1999; Jurca e.a., 2005; Wier e.a., 2006). Deze percentages liggen beduidend hoger dan in het huidige onderzoek, waarin maximaal 41% van de variantie in VO_2 max verklaard kon worden. Het toevoegen van het zelfgerapporteerde conditieniveau aan het regressiemodel, wat niet in eerdere regressiemodellen was opgenomen, lijkt niet zinvol gezien de geringe toename in de verklaarde variantie door toevoeging van deze variabele.

4.2 Beperkingen van het onderzoek

Eén van de verklaringen voor de lagere correlaties tussen de mate van bewegen en de gemeten conditie, en de lagere verklaarde variantie in VO_2 max in de regressiemodellen in vergelijking met eerder onderzoek, kan zijn dat in het huidige onderzoek de VO_2 max geschat werd op basis van een submaximale Åstrandtest. In eerdere onderzoeken werden maximaal tests toegepast. De schattingsfout van de berekende VO_2 max bij een submaximale test kan op individueel niveau oplopen van nul tot vijftien procent, met een gemiddelde van acht tot tien procent (Vos en Binkhorst, 1987). Volgens Vos (2004) kan hierdoor de VO_2 max bij mensen met een lage conditie enigszins onderschat worden. Ook ligt er een beperking in de door Åstrand ontwikkelde normtabel om de berekende VO_2 max in te delen in vijf categorieën. Deze normtabel is immers gebaseerd op oude data van een kleine groep fysiek actieve personen. Dit betekent dat de gebruikte submaximale Åstrandtest tot misclassificaties in het gemeten conditieniveau kan hebben geleid. De gebruikte submaximale Åstrandtest is wel volgens protocol uitgevoerd door een beperkt aantal fysiotherapeuten met veel ervaring in het afnemen van dergelijke tests. Ook zijn de gebruikte ergometers regelmatig gekalibreerd gedurende de testperiode. De afwijkingen bij de weerstanden tussen 100 en 200 Watt (gebruikt bij 92% van de deelnemers) waren tijdens alle kalibraties kleiner of gelijk aan vijf procent, hetgeen acceptabel wordt geacht.

Een andere beperking van het huidige onderzoek is dat de betrouwbaarheid en validiteit van de vraag naar eigen inschatting van het uithoudingsvermogen niet bekend is. Sociaal wenselijke antwoorden kunnen een rol gespeeld hebben gezien het feit dat de meeste deelnemers hun conditie als gemiddeld inschatten. Ook is er onvoldoende bekend over de betrouwbaarheid en de validiteit van de vraag naar het aantal keer per week intensief bewegen (fitheidsnorm).

Tenslotte vormden de deelnemers aan de NGT geen representatieve steekproef uit de Nederlandse bevolking. Ze sportten meer dan de gemiddelde Nederlander (Ooijendijk e.a., 2004) en waren gemotiveerd om aan de test deel te nemen. De verwachting is daarom dat deze deelnemers zich wellicht meer bewust waren van hun eigen conditie dan de gemiddelde Nederlander. Dit betekent dat de gevonden correlatie tussen het zelfgerapporteerde en het gemeten conditieniveau eerder te hoog dan te laag is ingeschat.

5 Conclusies en aanbevelingen

- Het vragen naar de eigen inschatting van de conditie, naar de mate van intensieve lichamelijke activiteit of het meten van de BMI lijken geen geschikte methoden om mensen met een lage conditie op te sporen als alternatief voor de tijdrovende en praktisch vaak moeilijk uit te voeren (sub)maximale conditietests.
- Veel mensen blijken hun eigen conditie niet goed in te kunnen schatten en deze veelal te overschatten. Juist deze overschatting kan hen minder ontvankelijk maken voor de boodschap hun eigen conditie te verbeteren door vaker en intensiever te bewegen. Aangezien de conditie een belangrijke gezondheidsindicator is, is een conditietest gewenst om iemands risicoprofiel vast te stellen, zeker bij mensen met één of meer andere risicofactoren. Ook zouden (para)medici zich meer bewust moeten zijn van het belang van het meten van de conditie en patiënten bij voorkeur moeten verwijzen naar een centrum waar de conditie gemeten kan worden volgens gestandaardiseerde protocollen, door ervaren testuitvoerders en met gekalibreerde apparatuur. In dit kader kunnen de recente initiatieven van veel zorgverzekeraars om een gezondheidstest (deels) te vergoeden gewaardeerd worden, mits een betrouwbare en valide conditietest in deze gezondheidstest is opgenomen.
- Nader onderzoek is gewenst om na te gaan of aanpassing van de formules en de normtabellen van Åstrand nodig is voor het inschatten van de $\dot{V}O_2$ max op basis van een submaximale fietstest. Deze zijn namelijk gebaseerd op data van een kleine groep fysiek actieve personen en daarmee mogelijk niet representatief voor de Nederlandse bevolking. Ook is nader onderzoek wenselijk naar de betrouwbaarheid, validiteit én uitvoerbaarheid van diverse submaximale tests (steptest, wandeltest, Åstrandtest) in verschillende doelgroepen, om testuitvoerders te kunnen adviseren over de meest geschikte test in een bepaalde situatie.
- Een hogere BMI blijkt duidelijk samen te hangen met een lagere conditie. Dit betekent dat mensen die te zwaar zijn het advies moeten krijgen om meer intensief te gaan bewegen ter verbetering van hun conditie. Daarnaast is meer bewegen ook uit het perspectief van gewichtsbeheersing relevant.

6 Literatuur

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:975-91.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 6e Editie. Franklin BA, Whaley MH, Howley ET (red). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2000.

ÅSTRAND I. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiol Scand* 1960;49(Suppl 169):1-92.

ÅSTRAND PO, RHYMING I. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J Appl Physiol* 1954;7:218-21.

BLAIR SN, CHENG Y, HOLDER JS. Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:S379-99.

CINK RE, THOMAS TR. Validity of the Åstrand-Rhyming nomogram for predicting maximal oxygen intake. *Br J Sports Med* 1981;15:182-5.

GIONET NJ, GODIN G. Self-reported exercise behavior of employees: a validation study. *J Occup Med* 1989;31:969-73.

HAAPANEN-NIEMI N, MIILUNPALO S, PASANEN M, e.a. Body mass index, physical inactivity and low level of physical fitness as determinants of all-cause and cardiovascular disease mortality. 16 y follow-up of middle-aged and elderly men and women. *Int J Obesity* 2000;24:1465-74.

JACKSON AS, BLAIR SN, MAHAR MT, e.a. Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:863-70.

JURCA R, LAMONTE MJ, CHURCH TS, e.a. Associations of muscle strength and fitness with metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1301-7.

JURCA R, JACKSON AS, LAMONTE MJ, e.a. Assessing cardiorespiratory fitness without performing exercise testing. *Am J Prev Med* 2005;29:185-93.

KATZMARZYK PT, CHURCH TS, JANSSEN I, e.a. Metabolic syndrome, obesity, and mortality: impact of cardiorespiratory fitness. *Diabetes Care* 2005;28:391-7.

KEMPER HCG, OOIJENDIJK WTM, STIGGELBOUT M. Consensus over de Nederlandse norm voor gezond bewegen. *TSG* 2000;78:180-3.

KEMPER HCG, OOIJENDIJK WTM. De Nederlandse Norm voor Gezond Bewegen. Een update met bezinning over communicatie. In: Trendrapport Bewegen en Gezondheid 2002/2003. Red: Hildebrandt VH, Ooijendijk WTM, Stiggelbout M, Hopman-Rock M. Hoofddorp: TNO Arbeid 2004:3-24.

KNAPIK JJ, JONES BH, REYNOLDS KL, STAAB JS. Validity of self-assessed physical fitness. *Am J Prev Med* 1992;8:367-72.

KNAPIK J, ZOLTICK J, ROTTNER HC, e.a. Relationships between self-reported physical activity and physical fitness in active men. *Am J Prev Med* 1993;9:203-8.

Kohl HW, Blair SN, Paffenbarger RS, e.a. A mail survey of physical activity habits as related tot measured physical fitness. *Am J Epidemiol* 1988;127:1228-39.

LAUKKANEN JA, KURL S, SALONEN R, e.a. The predictive value of cardiorespiratory fitness for cardiovascular events in men with various risk profiles: a prospective population-based cohort study. *Eur Heart J* 2004;25:1428-37.

LEE CD, BLAIR SN, JACKSON AS. Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Am J Clin Nutr* 1999;69:373-80.

MACSWEEN A. The reliability and validity of the Åstrand nomogram and linear extrapolation for deriving VO₂max from submaximal exercise data. *J Sports Med Phys Fitness* 2001;41:312-7.

MATTHEWS CE, HEIL DP, FREEDSON PS, PASTIDES H. Classification of cardiorespiratory fitness without exercise testing. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:486-93.

MAUD PJ, FOSTER C. Physiological assessment of human fitness. Champaign: Human Kinetics 1995.

OERS JAM VAN (red). Gezondheid op koers? Volksgezondheid Toekomst Verkenning 2002. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu 2002.

OIJENDIJK WTM, HILDEBRANDT VH, STIGGELBOUT M. Bewegen in Nederland 2000-2003. In: Trendrapport Bewegen en Gezondheid 2002/2003. Red : Hildebrandt VH, Ooijendijk WTM, Stiggelbout M, Hopman-Rock M. Hoofddorp: TNO Arbeid 2004:25-50.

PATE PR, PRATT M, BLAIR SN, e.a. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995;273:402-7.

PROPER KI, HILDEBRANDT VH, HENDRIKSEN IJM, DE VROOME EMM. Reliability and validity of two cardiorespiratory fitness questionnaires. *J Sports Med Phys Fitness* (geaccepteerd).

RAURAMAA R, TUOMAINEN P, VAISANEN S, RANKINEN T. Physical activity and health-related fitness in middle-aged men. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:707-12.

SICONOLFI SF, LASATER TM, SNOW RCK, CARLETON RA. Self-reported physical activity compared with maximal oxygen uptake. *Am J Epidemiol* 1985;122:101-5.

US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. Physical activity and health: a report of the Surgeon General. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion 1996.

VOS JA, BINKHORST RA. Fietsergometrie bij de begeleiding van training. Lochem: De Tijdstroom 1987.

VOS JA. Ergometrie en trainingsbegeleiding. Amersfoort: Nederlands Paramedisch Instituut 2004 (5^e ed).

WEI M, KAMPERT JB, BARLOW CE, e.a. Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight, and obese men. *JAMA* 1999;282:1547-53.

WIER LT, JACKSON AS, AYERS GW, ARENARE B. Nonexercise models for estimating VO₂max with waist girth, percent fat, or BMI. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:555-561.

WILLIAMS PT. Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:754-61.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO expert consultation, 28 January–1 February 2002. Geneve: WHO 2003.