

Spiro-ergometrie - een sportgeneeskundige kijk op de inspanningstest met ademgasanalyse

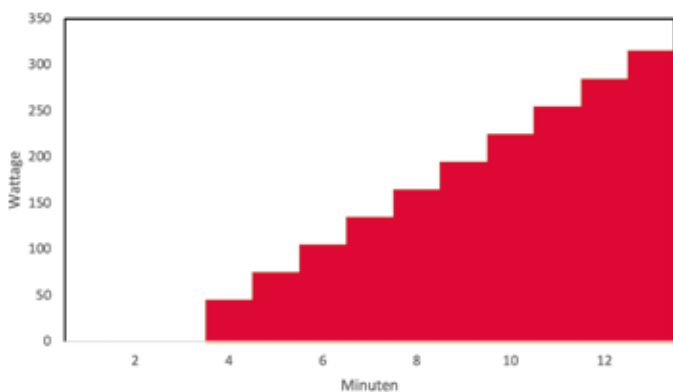
In de opfriscursus bieden we in kort bestek kennis aan over een aantal veel voorkomende aandoeningen. Een handreiking voor iedereen die wel eens denkt 'hoe zat dat ook al weer?'

Sanne Hesselink, Sportarts, OCON sportmedische kliniek
E-mail: s.hesselink@ocon.nl

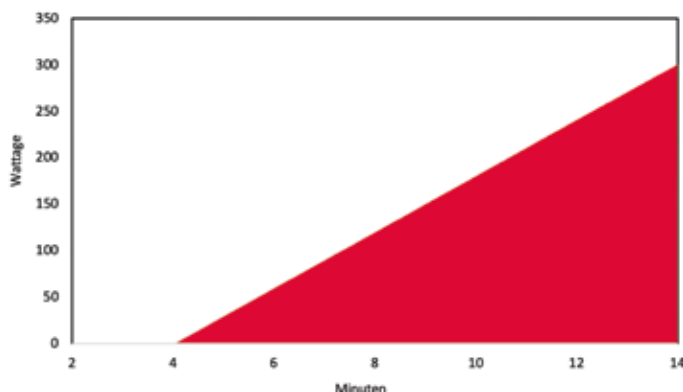
Een VO_2 -max test is een maximale inspanningstest die vaak wordt uitgevoerd op de fietsergometer of loopband, maar ook op bijvoorbeeld een roeiergometer of armergometer (handbike). Tijdens deze test wordt naast het inspannings-ecg ook het volume en de samenstelling O_2 (zuurstof) en CO_2 (koolstofdioxide) van de uitademingslucht gemeten door middel van een ademgasanalyse. Tijdens de inspanningstest wordt de belasting geleidelijk verhoogd tot de maximale inspanning is bereikt. De maximale zuurstofopname tijdens deze test is een goede maat om de aerobe fitheid van een patiënt of sporter te bepalen. De behaalde waarden kunnen hierbij vergeleken worden met referentiewaarden.¹ Voor een optimaal beloop van de test is het doel om tussen 8 en 12 minuten naar de top van de inspanning te gaan, het testprotocol wordt qua zwaarte hierin aangepast. Bij een gezonde fitte sporter wordt voor een zwaarder

protocol gekozen met sneller oplopen van de intensiteit dan bij een chronisch zieke patiënt. Doel is om het gehele cardiopulmonale systeem maximaal te belasten. Er kunnen verschillende protocollen worden gebruikt, maar de twee meest gebruikte zijn het stappenprotocol (*figuur 1*), waarbij elke minuut de weerstand met een bepaald wattage wordt verhoogd en het continue protocol zoals een RAMP (*figuur 2*), waarbij de belasting geleidelijk wordt verhoogd.

Tijdens inspanning veranderen er in het lichaam veel fysiologische processen. Om te kunnen voldoen aan de toenemende energievraag nemen bij oplopende inspanning de hartslag, ademhaling en zuurstofopname toe. Deze veranderingen kunnen met de VO_2 -max test gemeten worden. Een veel gebruikte manier om deze test te interpreteren is volgens de 9-panel plots van Wasserman (*figuur 3*). In de plots worden verschillende variabelen tegen



Figuur 1. Stappenprotocol 0-1-30; de test begint op nul en elke minuut komt er 30 watt bij, vanuit Custo Diagnostic, Cardiopulmonary Exercise testing gegenereerd. S. Hesselink, 16-12-2021



Figuur 2. Ramp 300; test met geleidelijk oplopende belasting, vanuit Custo Diagnostic, Cardiopulmonary Exercise testing gegenereerd. S. Hesselink, 16-12-2021

elkaar uitgezet en de reactie van het lichaam op inspanning wordt er op een overzichtelijke manier weergegeven.²

Cardiale parameters

Tijdens inspanning met toenemende belasting loopt de hartfrequentie op, dit is te zien aan de paarse lijn in de 2^e plot (figuur 3). De maximale hartfrequentie is voor een groot deel individueel bepaald en afhankelijk van leeftijd, onderliggende ziektes en bijvoorbeeld medicatiegebruik. De hartfrequentie vormt samen met het cardiaal slagvolume het hartminuutvolume. Bij het transport van O₂ en CO₂ is de circulatie tijdens inspanning normaal gesproken de beperkende factor. Maximale hartfrequentie is niet trainbaar, slagvolume is wel te beïnvloeden door training. De zuurstofpols is de zuurstofopname per hartslag en geldt als een non-invasieve parameter voor het slagvolume van het hart. Tijdens toenemende inspanning stijgt de zuurstofpols. Een dalende zuurstofpols tijdens toenemende inspanning is abnormaal en kan een uiting zijn van ischemie van het hart.³

Pulmonale parameters

Bij toenemende inspanning stijgt de ventilatie door toename van het CO₂ - gehalte in het bloed. De CO₂ - receptoren in de bloedvaten worden geactiveerd en prikkelen het ademcentrum. Vrijwel altijd neemt de ventilatie eerst toe door een toename in teugvolume en later door toename in ademfrequentie, dit is te zien in de 4^e en 7^e plot (figuur 3). Door hyperventilatie, COPD, longembolieën en andere longaandoeningen kan het verloop van deze plots afwijkend zijn.

Aerobe verbranding

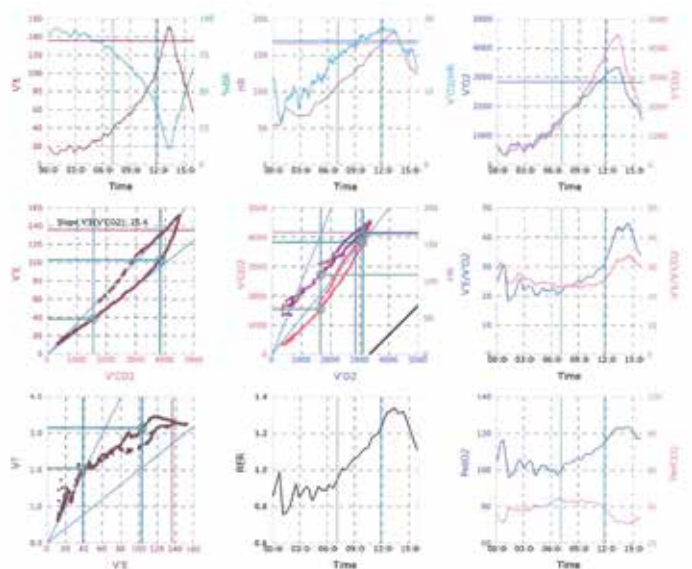
Tijdens inspanning zijn verschillende energieleverende systemen actief. Welke systemen er actief zijn, is ondermeer afhankelijk van de duur van de inspanning en de intensiteit. Deze systemen kunnen door ziekte en door training worden beïnvloed. Het lichaam kiest bij voorkeur voor aerobe verbranding van vetten en koolhydraten. Bij de afbraak van vetten en koolhydraten komt energie vrij die tijdelijk wordt opgeslagen in de vorm van Adenosinetriofosfaat (ATP). De ATP levert in de spier de benodigde energie voor een spiercontractie.⁴

In de spiercel zijn de mitochondriën verantwoordelijk voor de levering van ATP via de citroenzuurcyclus en de oxidatieve fosforylering; dit wordt ook wel de celademhaling genoemd.

In het lichaam is 80% van de totale energievoorraad opgeslagen in de vorm van vet. De capaciteit van deze energiebron is vrijwel onuitputtelijk, maar de verbranding verloopt langzaam. Het vetmetabolisme is daarom vooral dominant bij langdurige laagintensieve activiteiten en in rust. De verbranding van koolhydraten geeft meer en sneller energie, maar de opslag van koolhydraten in de vorm van glycogeen is in tegenstelling tot de vetvoorraad beperkt. In de mens wordt glycogeen voornamelijk opgeslagen in de spieren en de lever. Gemiddeld is de opslag zo'n 300 – 400 gram in de spieren en zo'n 100 gram in de lever. Bij getrainde sporters kan dit oplopen tot 600 – 700 gram glycogeen in de spieren.⁵

Anaerobe verbranding

Als de aerobe verbranding niet kan voldoen aan de vraag zal er ook via de anaerobe verbranding van



Figuur 3. CPET; de 9-panel plot volgens Wasserman van S. Hesselink 5-2020. Exercise testing gegenereerd. S. Hesselink, 16-12-2021

koolhydraten energie worden vrijgemaakt (1^e omslagpunt of drempel). Dit gaat gepaard met vorming van lactaat en waterstofionen (H⁺) met als gevolg een toename in CO₂ - productie en een stijging van de ventilatie. Een korte periode kan het lichaam dit bufferen, maar als het lactaat en de H⁺ te hoog worden (2^e omslagpunt) heeft dit een nadelig effect op de pH-waarde van het weefsel, waardoor de activiteit uiteindelijk gestaakt moet worden. De maximaal behaalde O₂-opname op de top van de inspanning is de VO₂-max.

Trainingszones

Door middel van de ademgasanalyse zijn de hierboven genoemde drempels te bepalen. In de literatuur zijn hiervoor verschillende namen te vinden, maar in dit artikel zijn ze aangeduid als het 1^e en 2^e omslagpunt. Bij gezonde mensen ligt het 1^e omslagpunt normaal gesproken tussen de 40 en 60% van de behaalde VO₂-max, bij getrainde duursporters ligt het 1^e omslagpunt rond de 70%. Een lage waarde kan duiden op een circulatoire beperking, een beperking van de pompfunctie van het hart of conditieverlies door inactiviteit.² Op basis van deze omslagpunten kunnen trainingszones opgesteld worden om zo gericht de verschillende energiesystemen te trainen op basis van hartslag of wattage.

Hartrevalidatie

De VO₂-max neemt tussen de 5 tot 15% af per tien jaar ouder worden. Deze achteruitgang valt te verklaren door een afname in hartminuutvolume door een lagere contractiliteit van het hartspierweefsel, met name in het linkerventrikel, en de afname van de maximale hartfrequentie.³ Bij patiënten met onderliggende (cardiale) aandoeningen is de achteruitgang vaak groter en soms is er een acute vermindering. Hartrevalidatie kan bij patiënten van toegevoegde waarde zijn om onder andere het inspanningsvermogen te optimaliseren.⁶ In de richtlijn hartrevalidatie van de Federatie Medisch Specialist (FMS) luidt het advies om bij patiënten met hartfalen een maximale inspanningstest met ademgasanalyse uit

te voeren om een goed en individueel trainingsadvies te kunnen geven. Deze uitkomsten kunnen gebruikt worden bij het bepalen van het trainingsprotocol en bij het bewaken van de conditie van de patiënt. Inspanningstesten kunnen het best uitgevoerd worden als de patiënt optimaal is ingesteld met medicatie.⁷

Samenvatting

Een inspanningstest met ademgasanalyse geeft naast informatie over de belastbaarheid van het hart ook informatie over pulmonale parameters en de huidige conditie op basis van de maximale zuurstofopname (VO₂-max). Daarnaast kunnen trainingszones bepaald worden op basis van het 1^e en 2^e omslagpunt. Hiermee kan vervolgens een gericht en geïndividualiseerd advies gegeven worden op basis van welke hartslag dan wel wattage er getraind moet worden. Ook welke soort activiteiten geschikt zijn voor de opbouw worden met de test bepaald. Met name voor patiënten bij wie ook op conditioneel niveau vragen zijn, heeft deze test een meerwaarde. In de richtlijn hartrevalidatie is het advies deze test in ieder geval te doen bij patiënten met hartfalen.

Literatuur

1. American College Of Sports Medicine & American College Of. (2017). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (10th edition). Lippincott Williams And Wilkins.
2. Sietsema, K. E., Stringer, W. W., Sue, D. Y., Ward, S., Rossiter, H. B., & Porszasz, J. (2012). *Wasserman & Whipp's: Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications* (fifth edition). Wolters Kluwer.
3. Takken, T. (2017). *Inspanningstest (Dutch Edition)* (4th ed. 2017 ed.). Bohn Stafleu van Loghum.
4. McArdle, W. D., Katch, V. L., & Katch, V. L. (2010). *Exercise Physiology*. Lippincott Williams & Wilkins.
5. Bosch, F. (2008). *Hardlopen, Biomechanica en inspanningsfysiologie praktisch toegepast*. Elsevier Gezondheidszorg.
6. *Hartrevalidatie bij hartfalen - Richtlijn - Richtlijndatabase*. (2011, 1 januari). richtlijndatabase.nl. Geraadpleegd op 18 december 2021, van https://richtlijndatabase.nl/richtlijn/hartrevalidatie/doelen_in_het_hartrevalidatieprogramma/fysieke_doelen.html
7. *Hartrevalidatie bij hartfalen - Richtlijn - Richtlijndatabase*. (2011, 1 januari). richtlijndatabase.nl. Geraadpleegd op 17 december 2021, van https://richtlijndatabase.nl/richtlijn/hartrevalidatie/hartrevalidatie_bij_hartfalen.html

—advertentie—

Jouw beroepsorganisatie & NU'91

Voor alle leden van NVHVV behartigt NU'91 de collectieve arbeidsvoorwaardelijke belangen. Deze belangenbehartiging vindt voor het grootste deel plaats aan de CAO-tafel, maar ook aan andere sociale tafels bijvoorbeeld over pensioenen, de arbeidsmarkt, opleidingen en de inhoud van ons beroep.

NU'91 kan ook voor jou als individu veel betekenen wanneer je kiest voor een combinatie lidmaatschap NVHVV & NU'91 voor € 7,25 per maand

Schrijf je direct in!

€ 7,25
per maand

- + Individuele dienstverlening
- + Beroepsgebonden rechtsbijstand
- + Deskundige hulp als het gaat over werken in de zorg
- + Magazine Zorg anno NU & Nursing
- + Solidariteit
- + Inspraak

www.nu91.nl/lid/lidmaatschappen

nu'91 werkt voor **DE ZORG**