

Sportonderzoek

‘Welke inspanningstest kun je het beste gebruiken om het uithoudingsvermogen van brandweerlieden te testen?’



Hanze Hogeschool Groningen

Namen: Jaap Bos
Inge Elzinga
Marjolein Stiekema
Klas: 2J
Begeleider: Bart Dikkeboer
Datum: 20 juni 2005
Richting: Sportgezondheid
Contact: m.h.stiekema@st.hanze.nl

Samenvatting

Er is onderzoek gedaan naar de uitkomsten van de omega wave test en de fietsergometrie. Door middel van eigen testen hebben we deze resultaten met elkaar vergeleken. Hierbij willen wij weten of de VO₂max bij de omega wave overeenkomt met de VO₂max bij de fietsergometrie.

Onze doelgroep bij dit onderzoek zijn de brandweerlieden van korpsen in Noord- Nederland. Uit ons onderzoek is gebleken dat er vaak een grote spreiding zit tussen de VO₂max bij de omega wave en de VO₂max bij de fietsergometrie.

We hebben deze testen helaas maar bij zeven brandweerlieden af kunnen nemen, omdat we onvoldoende konden rekenen op de medewerking van Ardyn, het arbo- en adviescentrum waar wij samen mee moesten werken.

Onze resultaten hebben we in grafieken verwerkt om op deze manier in één oogopslag het verschil te kunnen zien. Alle uitgebreide testresultaten zijn terug te vinden in de bijlagen

Inhoudsopgave

Inleiding	Blz. 4
Literatuuronderzoek	Blz. 5
Wat is de omega wave?	Blz. 5
Wat is de fietsergometrie?	Blz. 6
Meningen over de omega wave	Blz. 7
Materiaal en methode.	Blz. 10
Materiaal	Blz. 10
Methode	Blz. 10
Resultaten	Blz. 13
Discussie en conclusie	Blz.
Literatuurlijst	Blz.
Bijlage 1 – omega wave protocol	Blz.
Bijlage 2 – fietsergometrie protocol	Blz.
Bijlage 3 – resultaten omega wave	Blz.
Bijlage 4 – resultaten fietsergometrie	Blz.

Inleiding

Na een lange dag werken komt een brandweerman uitgeput thuis. Hij heeft nauwelijks zin om 's avonds nog wat te ondernemen. Dit duurt inmiddels al ruim een maand. Hierop besluit hij dat hij zijn uithoudingsvermogen wil gaan verbeteren. Dit kan natuurlijk niet zomaar, hij gaat opzoek naar een personal coach.

Om een trainingsschema te gaan ontwerpen is het van belang dat er eerst een inspanningstest wordt uitgevoerd. Maar welke testen zijn er nu eigenlijk beschikbaar en welke brengt de beste resultaten naar voren die van belang zijn.

Onze probleemstelling luidt dan ook:

Welke inspanningstest kun je het beste gebruiken om het uithoudingsvermogen van brandweerlieden te testen?

Doelstelling:

Door middel van een vergelijking willen we onderzoeken welke inspanningstest (omega wave of fietsergometrie) het beste gebruikt kan worden om het uithoudingsvermogen van brandweerlieden te testen.

Deelvragen:

- Welke resultaten brengt de omega wave naar voren? En op welke manier?
- Welke resultaten brengt de fietsergometrie naar voren? En op welke manier?

Literatuuronderzoek

Wat is de omega wave? (bron: www.omegawave.nl/werkwijze.asp)

De omega wave is een testsysteem, dat zonder bloed te prikken, in een korte tijd, zonder inspanning van de sporter, zonder een beroep te doen op de motivatie van de sporter, bij de sportaccommodatie uitgevoerd, een totaalbeeld geeft van de dagelijkse trainingstoestand van de sporter.

- Het systeem is ontworpen door een team van trainers, artsen, fysiologen, neuro-wetenschappers en wiskundigen.
- Het systeem bestaat uit meerdere soorten tests.
- De grondslag is een database van meer dan 10.000 topsporters.
- Informatie in de vorm van een expertsysteem.

Harttest

De omega-wave doet ook de zogenaamde HRV-test. Dit is de meting van de tijd tussen de verschillende hartslagen. De HRV-test wordt liggend uitgevoerd in rust en duurt ongeveer twee minuten. Dit is een vorm van een electrocardiogram of ECG, waarbij de complexe elektrische activiteit van de hartspier wordt geanalyseerd

De HRV wordt ondermeer bepaald door het autonome zenuwstelsel, *parasympatisch zenuwstelsel*, *het sympatische zenuwstelsel*, maar ook de ademhaling en het centrale zenuwstelsel.

Hersengolven

Omega wave test ook de hersengolven. Dit wordt ook wel de infra-slow cortical potential genoemd. De omega hersengolf test, meet de toestand van ons centrale zenuwstelsel in rust, maar ook na een lichte inspanning zoals het maken van twee sit-ups of twee knie-buigingen, dus de reactie van prestatieondersteunende systemen, zoals:

- Hart-long-systeem
- Het ontgiftings-systeem (lever en nieren)
- De hypothalamus-hypofyse-bijnier-as die verantwoordelijk is voor de productie van stress-hormonen.

De test voor het centrale zenuwstelsel duurt ongeveer 7 minuten, waarbij de sporter 7 minuten rustig kan blijven liggen. Op commando voert hij of zij 2 sit-ups uit en gaat daarna weer 7 minuten rustig liggen, waarna de reactie van de vier verschillende systemen aangegeven wordt.

Hiermee kan bekeken worden in hoeverre de sporter in topvorm is. Deze test wordt niet dagelijks, maar hooguit wekelijks, twee- of driewekelijks uitgevoerd.

(Een uitgebreider protocol kunt u vinden in bijlage 1.)

Wat is de fietsergometrie? (protocol Ardyn)

Doel: trachten een indruk te krijgen over het inspanningsvermogen van een werknemer c.q. brandweerman.

Er is gekozen voor een indirecte methode (zonder directe O₂-opname tijdens ergometrie), een fietsergometrie waarbij de persoon maximaal wordt getest. Het maximale gefietste wattage (WATT) wordt vervolgens met behulp van een formule omgerekend tot de VO₂-max.

de uitvoering:

- Zadel op juiste hoogte instellen (been net niet gestrekt).
- Bevochtigen van de hartslagmeter voor beter contact.
- Aanbrengen van de hartslagmeter.
- 1 minuut infietsen op:
vrouwen 50 Watt
mannen 75 Watt
- na 1 minuut belasting opdraaien naar en waarde waarbij de pols oploopt naar 120-130 slagen per minuut.
- Richtlijn: belasting = 2x lichaamsgewicht - 10
- TIP: kijk in de computer wat de belasting van de vorige test was.
- Deze belasting 6 minuten volhouden.
- Pols aflezen na 5 minuten en noteren op de kaart.
- Pols aflezen na 6 minuten en noteren op de kaart.
- 1 minuut uitfietsen.

De formule voor de berekening van de VO₂max luidt als volgt:

$$\frac{0,0136 \times \text{maximale wattage} - 0,35}{\text{Lichaamsgewicht}} = \text{VO}_2\text{max}$$

Meningen over de Omega Wave (www.omegawavesport.com)

Derek Clark, Technical Consultant, Oxford University

"This technology is like having x-ray vision that lets you look inside an athlete's body in real time. We can see exactly how each athlete, as an individual, responds to training loads on a daily basis. We can now tailor every workout -- pushing the guys when they are ready for it and spotting a breakdown in adaptation to training before it becomes a problem. In the past, we only had indirect indicators, and by the time they showed an athlete was in trouble, the damage was already done.

We now train our crews specifically to race at a much higher intensity than was possible before. We know, and more importantly, our guys know, that they are fitter than the opposition.

Without OmegaWave, we always had to err on the side of caution in our workouts or risk burning the guys out. With OmegaWave, we can guide each individual beyond their previous limits and on to performances even they never dreamed possible.

We have cut out a lot of pointless workouts. We now train less but improve more."

Stephen R. Norris, Ph.D., Sports Scientist

"The Canadian Sports Center -- Calgary is responsible for improving athletes' performance in many activities, but primarily the Olympic sliding and gliding sports (e.g. all skiing disciplines, speed skating, hockey, swimming). OmegaWave provides us with a means for monitoring across multiple physiological systems to gauge an athlete's level of preparedness at any moment in time. We can then track stress and recovery cycles over time and follow an individual's adaptation to training. This is extremely important in the preparation of high level athletes, not only to insure the productivity of day-to-day training, but also in preparing for peak performance.

Furthermore, the system is non-invasive and minimally intrusive so that we can monitor an athlete right up to, and including, the day of competition. Given our view that sports mastery

may take up to 10-15 years, we believe that OmegaWave will also help us manage athlete longevity."

Dr. Norris is a faculty member of the University of Calgary's Department of Kinesiology, Human Performance Lab. He also serves as an advisor to the Canadian National Sports Centre – Calgary

Richard Brown, Ph.D., Researcher and Coach

"For over 20 years, I have been looking for the balance between challenge and recovery, and the ability to predict recovery. OmegaWave is unlike anything I've encountered before, because it reports directly on adaptation.

"I've been using OmegaWave for several months now, and I've found it to be a powerful tool that's sensitive to the day-to-day changes that are occurring in the athlete's body. It provides a wide scope of scientifically valid, useful information. On a daily basis, you see the current condition of an athlete and which energy systems need to be worked."

Few people are in a better position to evaluate the OmegaWave Sport Diagnostic System than Richard (Dick) Brown. As a researcher, Dick Brown holds a Ph.D. in Exercise and Movement Science from the University of Oregon, a Masters Degree in Physical Education from the University of Maryland, and a BS in Military Science from the United States Naval Academy. He has taught at the University of Oregon and the Naval Academy, has been published extensively in both the scientific and popular press, and holds two patents.

As a coach, Dick Brown may be best known for the number of World and American record holders, World and National Champions, and Olympians he has coached, including Mary Decker Slaney and Suzi Hamilton. He was the Director of Athletes West, where he administered a national track and field organization, and was the Head Coach for the United States Cross Country Team for the 1983 World Championships. He has been recognized as a Master Coach by USA Track & Field and received the Bruce Jenner Award and the Jesse Abramson Award for meritorious service to track and field.

Troy Douglas, World Class Sprinter

"Personally, its been a lifesaver. OmegaWave has helped me on the track and in my everyday life. OmegaWave has helped me extend my career.

I now train smarter and get more out of five days of training than I used to get out of seven. And my recovery times are much shorter now than in the past. My stress levels are down and my general health has improved. Best of all, I'm enjoying my life more.

OmegaWave is a fantastic device. The time spent being tested and paying attention to OmegaWave's advice is an investment that any athlete or team should be willing to make if they are serious about success. OmegaWave is definitely the future of sports."

Two years after starting to train using the OmegaWave Sport Technology System, Troy lowered his lifetime best time in the 100 meters from 10.16 to 10.09 and his 200 meter time from 20.30 to 20.19, setting a Dutch national record for 200 meters in the process. What was unusual about this accomplishment is that Troy was 39 years old at the time.

Mike Cavalier, Head Coach, Canadian National Development Cross Country Ski Team

"The more I use OmegaWave, the more I like it."

Patrick Shane, Head Coach, BYU Women's Cross Country

"It's the kind of thing coaches dream about, but I never thought I'd see in my lifetime. This technology lets you see how athletes are adapting to a training program . . . whether they're undertraining or overtraining. Without this kind of information, a coach is just guessing. Some coaches are better at guessing than others, but we're all guessing. This is going to be a 'must have' tool for coaches because it takes our understanding of stress and recovery to a level we've never seen before."

Sean Bowden, Head Coach, Oxford University Boat Club

"In our programme, the risks of extreme fatigue and overtraining are relatively high. We need to know when the training is building the rowers up and not burning them out. Frequent OmegaWave testing has enabled us to identify those athletes who are in the most danger of maladaptation and then guide them back to their best. Where the athletes are your most valuable asset, OmegaWave has proven itself as the best system for their protection and keeping them at 100%."

Martin Smith, Head Coach, Men's Track & Field, University of Oregon

"I see this System as a tool that can help coaches and athletes understand more about how they should plan their training. You can see where an athlete needs work, and avoid the overtraining that is often a problem in athletics. It's an incredible tool that can help get the maximum out of training and lead to peak performance."

John Capriotti, Marketing Director for Track and Field, NIKE, Inc.

"Basically I'm enthralled by this . . . it provides so much information in such a short period of time."

Valeriy Starodubtsev, M.D., Ph.D.

"From the first test, I could see that this was the future of sports . . . the merging of science and athletics."

Voormalig minister Hilbrand Nawijn, thans kamerlid (www.omegawave.nl/reacties.asp)

Hilbrand Nawijn, voormalig minister voor vreemdelingenzaken en integratie en thans Tweede Kamer lid voor de lijst Pim Fortuyn, heeft zijn stress en fysieke gesteldheid door de omega Wave laten meten. *“een schitterend apparaat”, vindt Nawijn. “Je krijgt een helder inzicht in je stressniveau en conditie. Meer politici zouden door de Omega wave getest moeten worden. Wellicht dat er dan beter en efficiënter in de tweede kamer gaat worden gewerkt”.*

Materiaal en Methode

Wat hebben we nodig op de testdagen? (Boek omega wave – Jur)

Systeem onderdelen Omega Wave Sport Technology Sytem:

- Laptop met windows en oplader
- OmegaWave Sport 1.2 software geïnstalleerd
- Printer kabel
- USB cable
- OmegaWave interface
- 3 suction borst elektrodes
- 4 elektrode clips
- Elektrode gel
- Athlete monitoring kabel set (6- koppig Wilson kabel, 4-koppig Limb kabel, 3-koppig Omega kabel)
- Laptop tas

Verdere benodigdheden:

- Handdoeken voor testpersonen voor afhalen van gel op hun lichaam
- Ontvettingsdoekjes voor desinfecteren van elektrodes
- Massagetafel
- Cd met rustgevende muziek om testpersoon te laten ontspannen

Methode

Type onderzoek

Toegepast of wetenschappelijk

Toegepast onderzoek is meer praktijkgericht en wetenschappelijk onderzoek meer theoretisch.

Je kunt de omstandigheden controleren. Voordeel van wetenschappelijk onderzoek dat een bepaald verband in een onderzoek makkelijker aan te tonen is. Nadeel is je moet je afvragen of het uiteindelijke resultaat van je onderzoek ook in de praktijk werkt.

Wij hebben gekozen voor **toegepast onderzoek**. Wij testen brandweermannen met de omega wave test en vergelijken dit later met de inspanningstesten die Ardyn afneemt. En dit is dus meer praktisch gericht dan theoretisch.

Deskresearch of fieldresearch

Deskresearch is een literatuur onderzoek waar bij je veel boeken, artikelen, vak literatuur leest en op het internet zoekt naar alles wat met je onderzoek te maken heeft en de meest relevante dingen in je onderzoek gebruikt. Met veldonderzoek of field research ga je meer de praktische kant op en test je zelf je onderzoek door je opgedane kennis in praktijk om te zetten. En meer bij bedrijven langsgaat of met mensen op straat praat.

Wij gebruiken van **beide** typen onderzoek een beetje. Wij gaan namelijk veel op het internet zoeken naar meningen van deskundigen die met de omega wave test hebben gewerkt. Ook proberen wij in contact te komen door bijvoorbeeld te bellen met mensen die met de test hebben gewerkt. En deze bevindingen kunnen wij weer gebruiken voor ons onderzoek.

Kwalitatief of Kwantitatief

Met kwalitatief onderzoek worden de ervaringen, meningen en gevoelens van mensen en eerdere onderzoek gebruikt en gemeten. Bij kwantitatief werk men meer aan de hand van cijfers, gemiddelden en frequentie.

Wij hebben gekozen voor **kwantitatief**, omdat wij veel met cijfers, grafieken, gemiddelden en normen in aanraking komen. En de omega wave test geeft voornamelijk resultaten in cijfers.

Ook zullen we een beetje **kwalitatief** onderzoek toepassen omdat wij graag willen weten wat de meningen en bevindingen zijn van mensen die met de omega wave test hebben gewerkt.

Beschrijvend, toetsend of exploratief

Bij beschrijvend geef je een duidelijke omschrijving van de situatie. Bij toetsend vergelijk je eerder testresultaten met elkaar en bij exploratief onderzoek heb je weinig informatie en zoek je een nieuwe ontwikkeling.

Wij kiezen voor **toetsend onderzoek** omdat wij de omega wave test gaan vergelijken met de inspanningstest die Ardyn bij de brandweermannen/vrouwen afneemt.

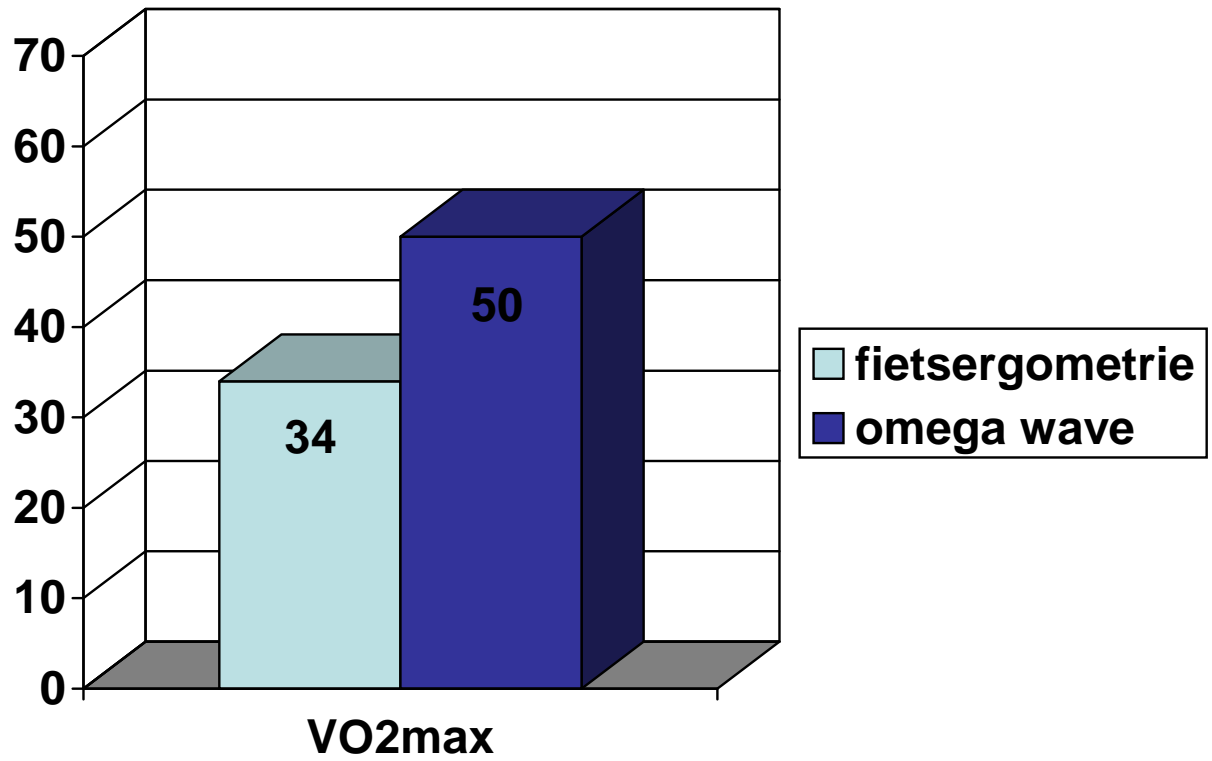
Transversaal of longitudinaal

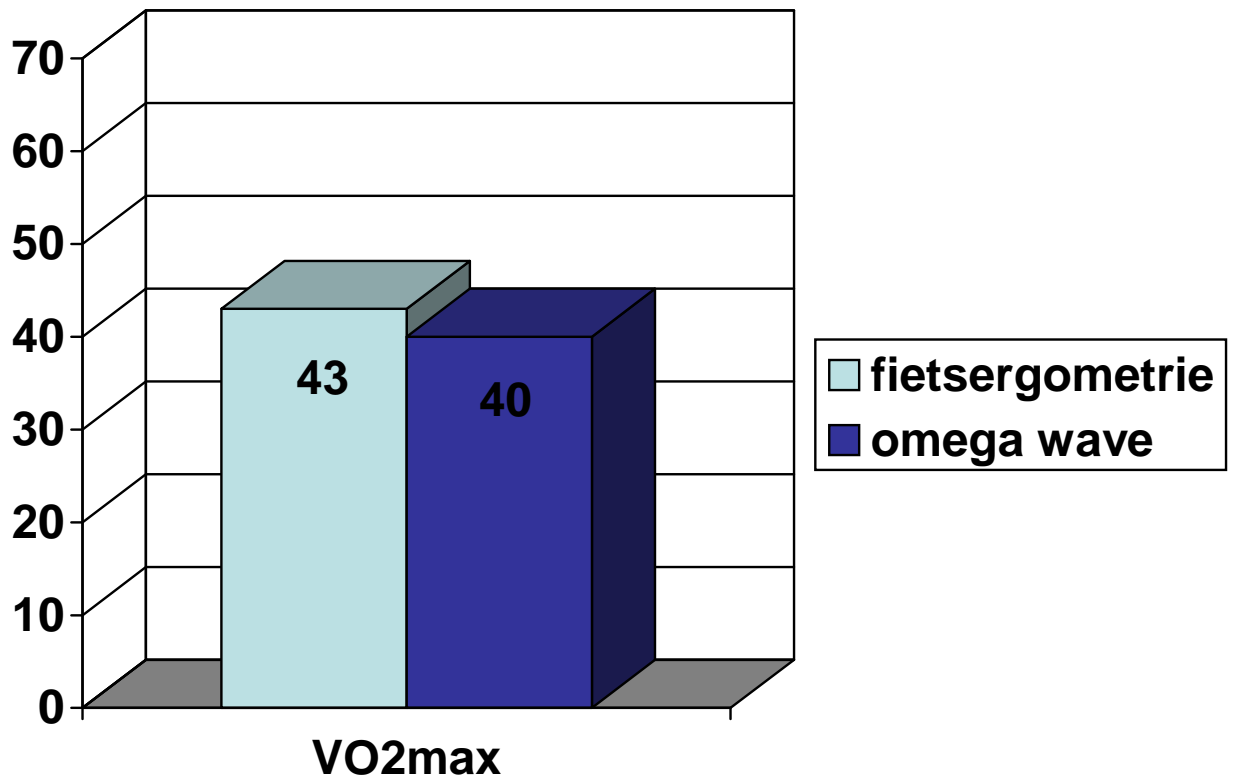
Transversaal is meer een momentopname en bij longitudinaal moet je de lange termijn volgen. Hoe is nu en hoe is over 20 jaar gesteld met het onderwerp of probleem dat je aan het onderzoeken bent.

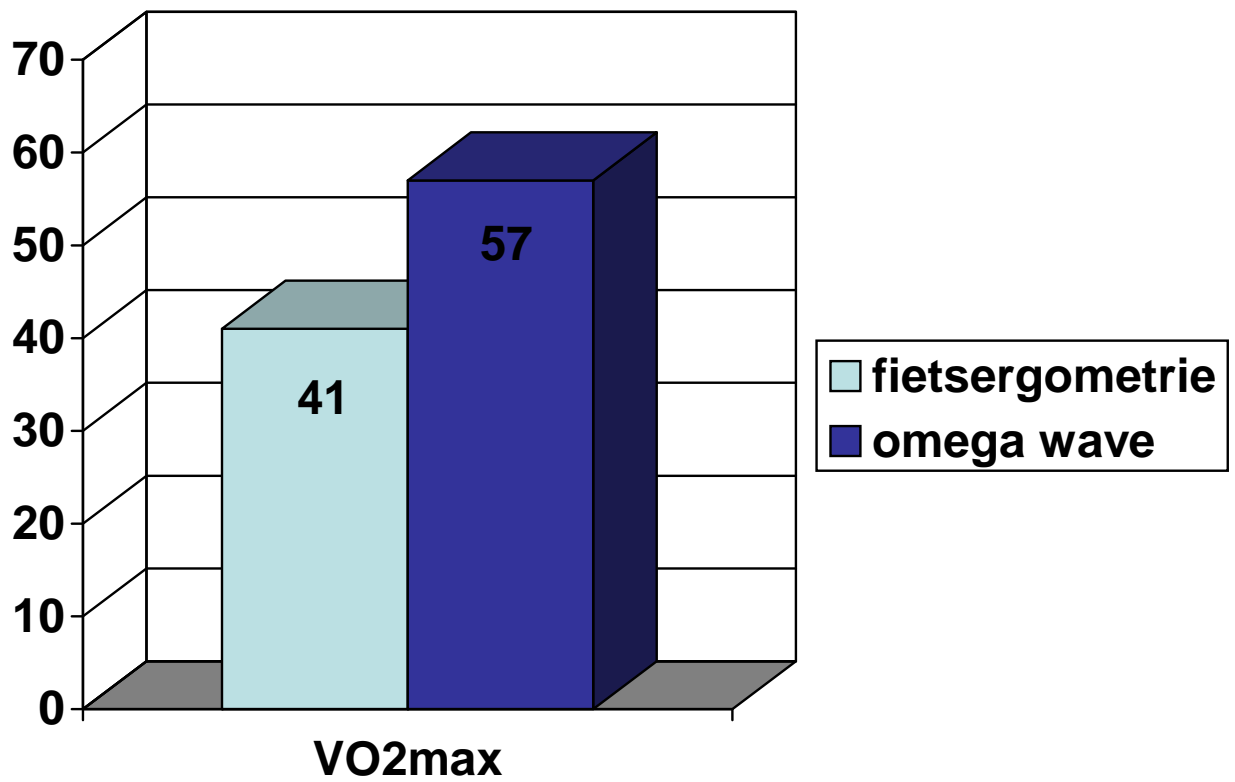
Als blijkt dat de omega wave test een beter test is voor de brandweer dan de inspanningstest van Ardyn. Zal de brandweer in het vervolg de omega wave test gaan gebruiken. Zo kun je concluderen dat ons onderzoek **longitudinaal** is omdat de resultaten aan leiding zijn voor lang tijdig gebruik van de omega wave test.

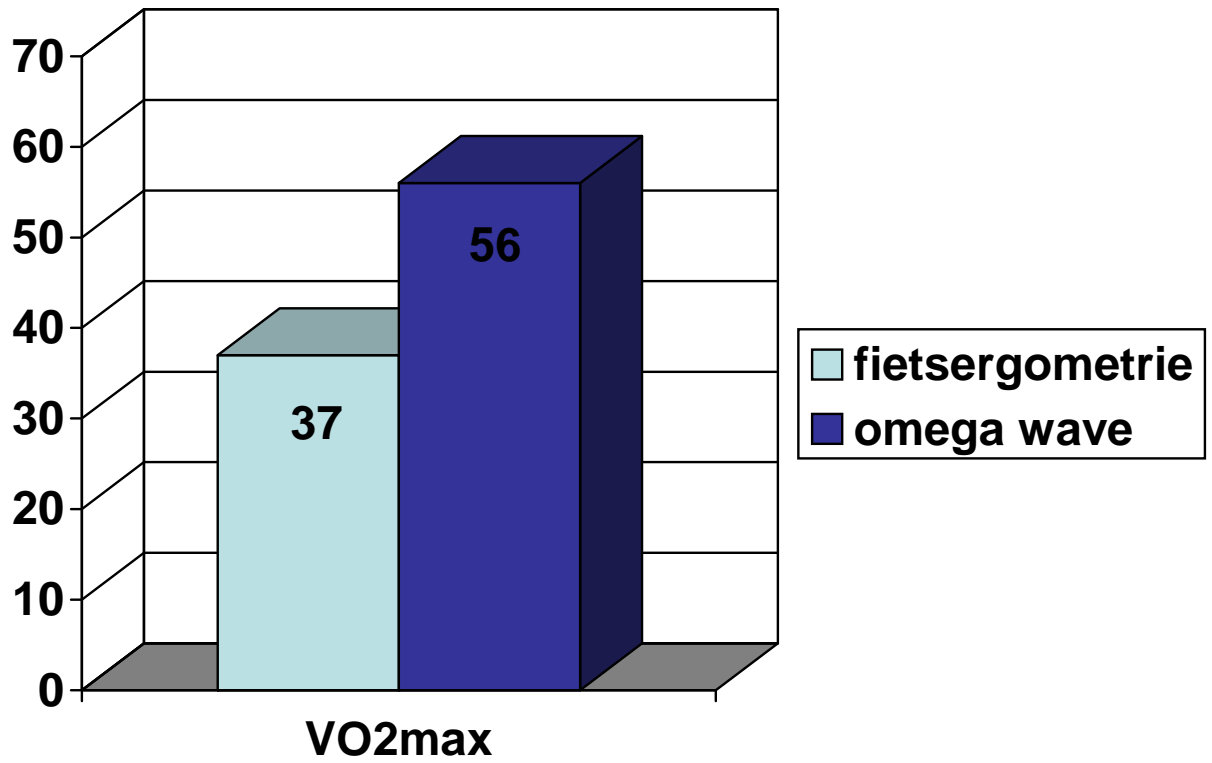
Resultaten

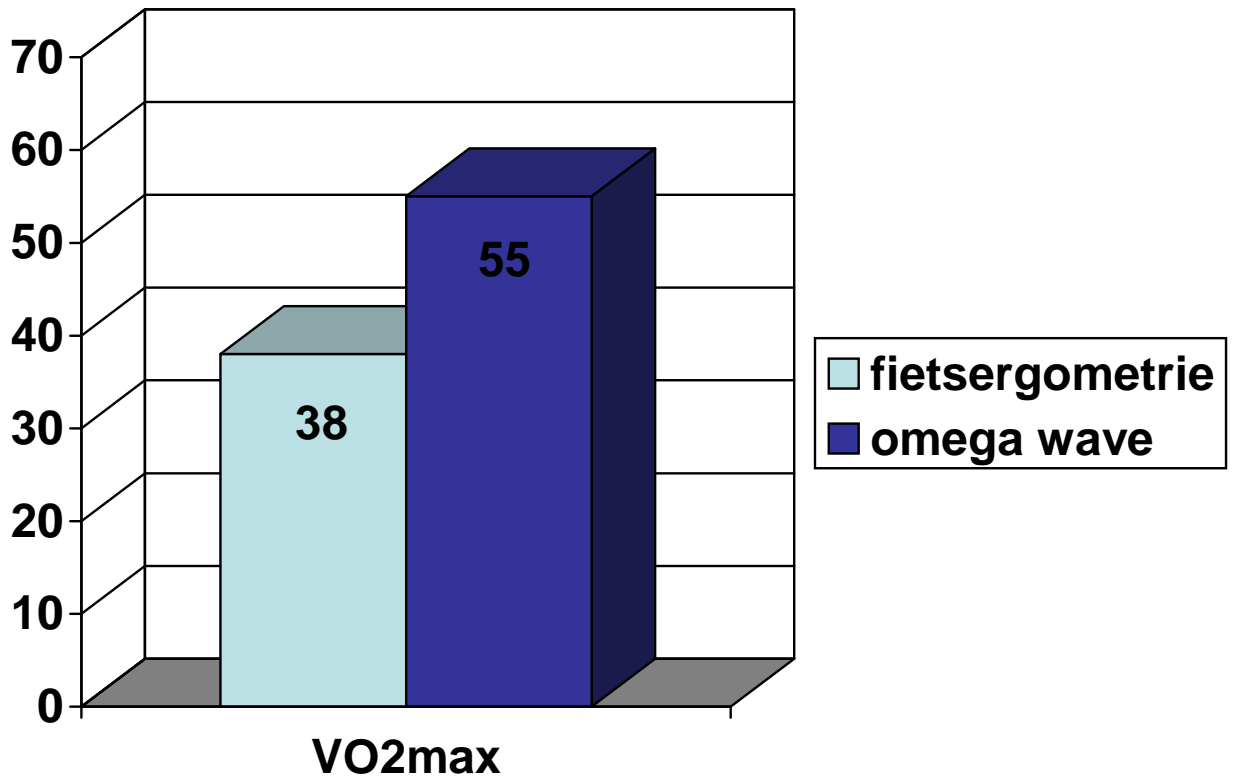
Brandweerman nr. 1

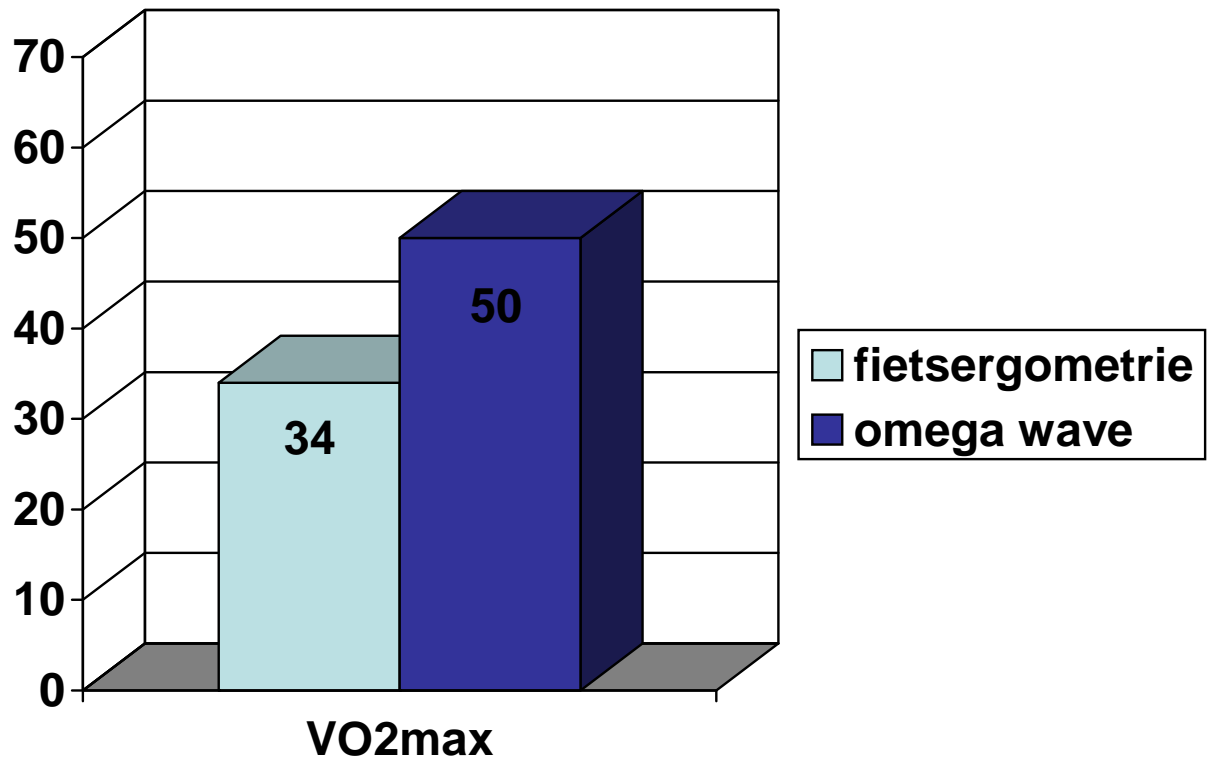


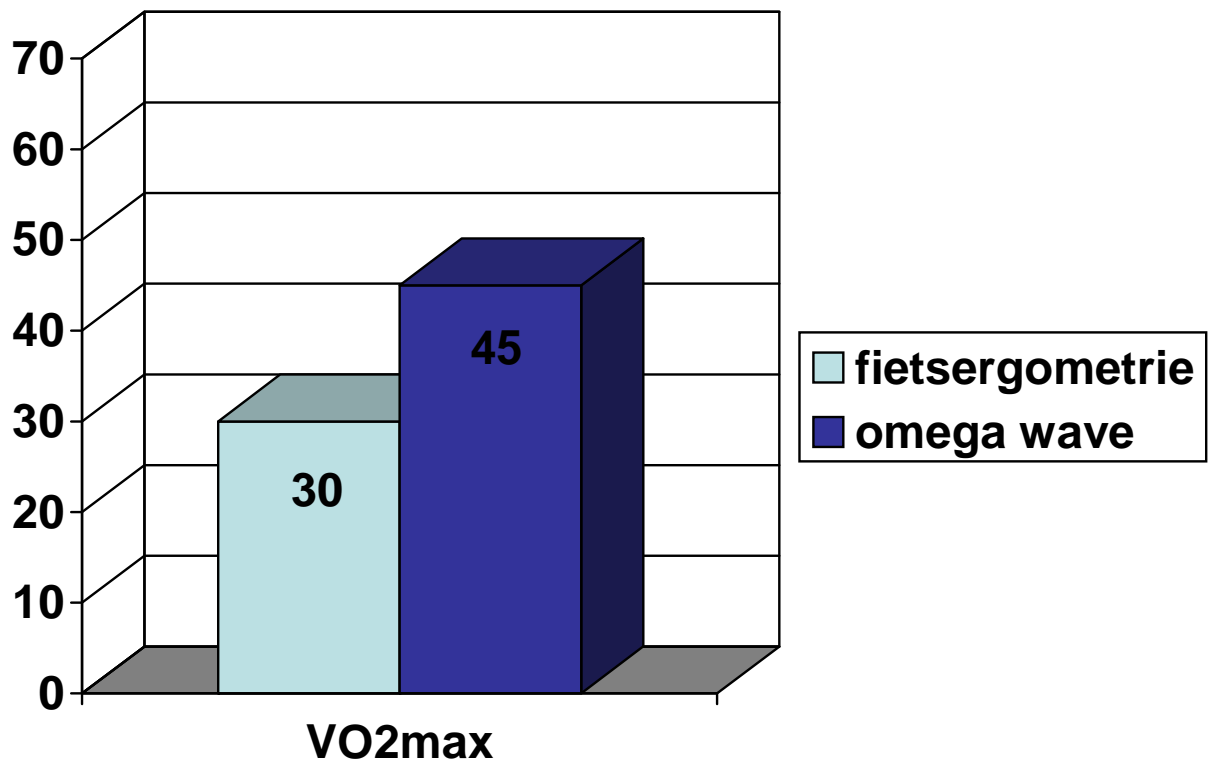












Discussie en conclusie

Literatuurlijst

Internet

www.nemesis-

europa.com/nemesis/index.php?option=content&task=category§ionid=2&id=32&Itemid=102

www.omegawave.nl/reacties.asp

www.omegawavesport.com

www.omegawave.nl/werkwijze.asp

Boeken:

Boek omega wave – Jur

protocol Ardyn

protocol omega wave test

Bijlage 1 – omega wave protocol (<http://www.nemesis-europe.com/nemesis/index.php?option=content&task=category§ionid=2&id=32&Itemid=102>)

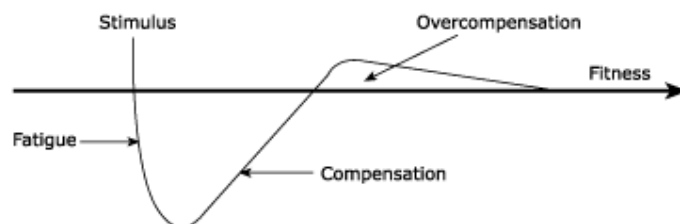
Sinds vele jaren worden in trainingscursussen en boeken over trainingsleer de “wetten” van de adaptatieleer aangereikt. Hele generaties trainers werkten en werken met termen als reversibiliteit, verminderde meeropbrengst, specificiteit, supercompensatie, optimale belasting, enzovoort.



Deze begrippen zijn van nut om het trainingsproces te kunnen begrijpen en daardoor te sturen, al kun je door de invoering van nieuwe trainingsmethodes je afvragen of deze “wetten” wel zo waar zijn als we tot nu toe aannamen, maar dat is een ander verhaal.

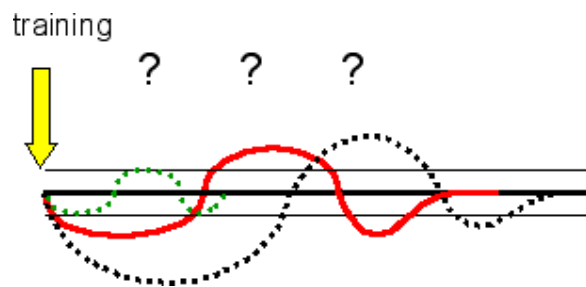
Één van de belangrijkste bouwstenen van de adaptatieleer is de wet of liever het principe van de **supercompensatie**.

Waarschijnlijk kent u het principe dat in elk boek over trainingsleer uitvoerig in grafieken wordt afgebeeld. Het organisme verkeert in een evenwichtstoestand en probeert daar, met behulp van verschillende regulatiemechanismen, in te blijven. Deze evenwichtstoestand noemen we **homeostasis**. Door training wordt deze homeostasis bewust verstoord. Men onderscheidt de volgende fasen: .



1. fase van afbraak of vermoeidheid
2. fase van opbouw of herstel
3. fase van supercompensatie
4. fase van energieverlies door supercompensatie
5. fase van terugkeer naar oude homeostasis.

Er blijven echter een paar vragen open: volgen alle door de training belaste of uitgeputte systemen dezelfde lijn? Het antwoord op deze vraag luidt: nee, sommige systemen, bijvoorbeeld het alactisch anaerobe energieleverantieproces (ATP en CP) supercompenseren in een tijdsbestek van enkele seconden tot enkele minuten, terwijl bijvoorbeeld de voorraad spierglycogeen pas supercompenseert na enkele tientallen uren en zo zijn er systemen die pas na enkele dagen supercompenseren,



De lijn in bovenstaande grafiek geeft dus niet één systeem aan maar de som van alle systemen, terug te vinden in de dagelijkse functionele trainingstoestand van de sporter. Voor de praktijk is het grote probleem om de volgende zware of intensieve training in die fase van supercompensatie te plannen.

Zo verschilt het herstel, dus de tijd van training tot supercompensatie niet alleen van sporter tot sporter, maar is ook nog eens afhankelijk van de concentratie en de wederzijdse beïnvloeding van de voorafgaande trainingen. Ook zijn er vele, voor de trainer onzichtbare stressfactoren naast de dagelijkse training, die het herstel van de voorafgaande training kunnen beïnvloeden.

Programmeert de trainer de volgende training te laat, na de supercompensatiefase, dus in fase 5, dan vindt er op lange termijn geen aanpassing van het organisme plaats. Dat is de reden waarom éénmaal per week trainen geen nu heeft, de volgende training valt dan altijd na de supercompensatiefase.

Het grote gevaar voor topsporters is dat de volgende training of in ieder geval de volgende zware training vóór de supercompensatiefase valt, waardoor de training gedaan wordt op een moment waarop de sporter nog niet helemaal hersteld is van de voorafgaande training dus in fase 2 of soms zelfs in fase 1. Dit kan natuurlijk wel eens voorkomen, maar in de meeste gevallen leidt dit tot overbelasting, overtraining of een verhoogde kans op acute of chronische blessures. Met alle gevolgen van dien.

Het is voor een trainer moeilijk de tijd van supercompensatie te bepalen. Overbelasting, overtraining of in ieder geval het niet bereiken van de topvorm en dus het niet leveren van een potentiële topprestatie, berust op dit verschijnsel.

Natuurlijk kunnen intuïtie, vakmanschap en trainerservaring een belangrijke rol spelen om deze trainingstoestand van dag tot dag goed te kunnen inschatten, maar het blijft “nattevinger-werk”. Zeker omdat in vele takken van sport de trainingsbelasting en trainingsfrequentie de laatste decennia sterk is toegenomen vanwege de sterke competities waarin topsporters acteren.

Bovendien zijn topsporters vaak zeer gemotiveerd en daarnaast gewend aan een zekere mate van ongemak in de vorm van vermoeidheid, spierpijn, enzovoort. Zij zullen de training die op papier staat ook uitvoeren als ze nog niet helemaal hersteld zijn van de voorafgaande trainingen. Verder zijn zowel de topsporter als de trainer te vaak slaven van het opgestelde trainingsprogramma en doen liever een beetje trainingsarbeid teveel dan een beetje te weinig.....”*dan hebben we er tenminste alles aan gedaan....*”

Het is natuurlijk theoretisch mogelijk om de trainingstoestand van dag tot dag te beoordelen aan de hand van testen maar vele testen hebben de praktische ongemakken.

- de test kost inspanning en neemt energie weg voor de training zelf,
- de sporter moet 100% gemotiveerd zijn voor de test, anders heeft de uitslag geen waarde voor de beoordeling van de trainingstoestand,
- de test geeft slechts een éénzijdig beeld van de complexe trainingstoestand van de sporter,
- de test vraagt afname van bloed,
- de test moet worden uitgevoerd in een laboratorium en dat kost reistijd,
- de testuitslagen laten te lang op zich wachten,
- de test op zich kost teveel tijd.

Dit is misschien wat minder gemakkelijk allemaal dan hoe omega wave test de benodigde dagelijkse objectieve gegevens geeft van de trainingstoestand van de individuele topsporter.

De omega wave test heeft dat niet en geeft resultaat:

- zonder bloed te prikken,
- in een korte tijd,
- zonder inspanning van de sporter,
- zonder een beroep te doen op de motivatie van de sporter,
- bij de sportaccommodatie uitgevoerd, een totaalbeeld geeft van de dagelijkse trainingstoestand van de sporter.

De elementen van dit systeem zijn oorspronkelijk ontworpen in de voormalige Sovjet-Unie en nu na vele jaren van ontwikkeling en testen beschikbaar gekomen.

Het OmegaWave-systeem heeft de volgende eigenschappen :

- het is ontworpen door een team van trainers, artsen, fysiologen, neuro-wetenschappers en wiskundigen,
- het bestaat uit meerdere soorten tests,
- heeft als grondslag een database van meer dan 10.000 topsporters,
- geeft informatie in de vorm van een expertsysteem.

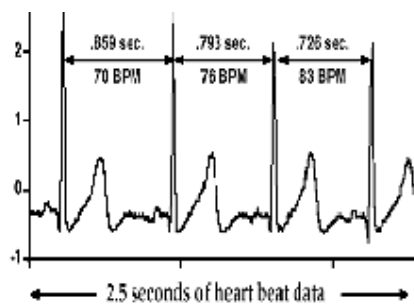
Het OmegaWave-systeem klinkt in eerste instantie te goed om waar te zijn en je kunt er je vraagtekens bij zetten, maar het is niet ons doel om uit te zoeken of de omega wave wel zo betrouwbaar is als 'ze' doen laten overkomen. De makers, de Russen, willen hun geheimen niet prijs geven en hier kun je al je vraagtekens bij zetten. Maar wij hebben met de test gewerkt en hebben de volgende twee onderdelen van het Omega Wave systeem getest namelijk de *HRV* en *DIFF ECG*. Hieronder volgt de uitleg van deze 2 testen.

Heart rate variability of HRV

Heart rate variability oftewel de hartslag-variabiliteit is gebaseerd op de meting van de tijd tussen de verschillende hartslagen, het R-R-interval.

Bij een hartslagfrequentie van 60 slagen per minuut is de gemiddelde tijd tussen twee hartslagen weliswaar 1.000 seconde, maar in werkelijkheid varieert het R-R-interval nogal. Sterker nog, het is zelfs beter als die varieert.

In de onderstaande figuur worden zowel de tijdsduur tussen twee verschillende hartslagen als daaronder ook de daaruit berekende hartslagfrequentie per minuut (BPM of beat per minute) aangegeven.



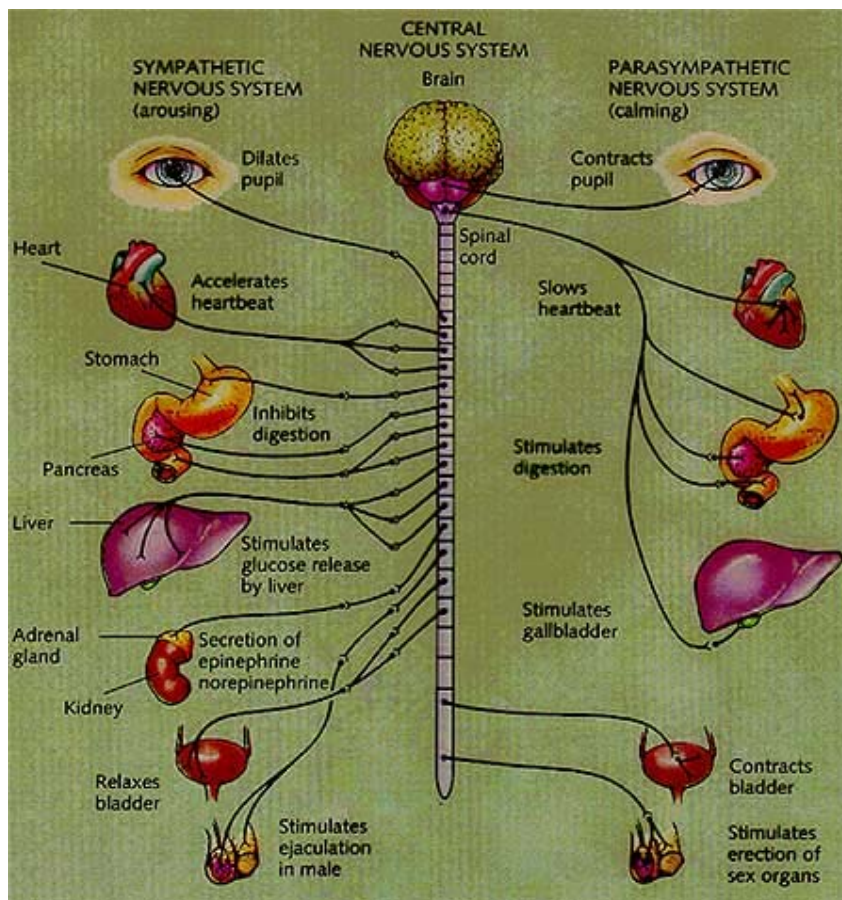
Nadat een groot aantal R-R-intervals is gemeten worden die weer onderworpen aan een Fourier-analyse waarin verschillende frequenties worden geanalyseerd. Een Fourier-analyse is te vergelijken met de functie van een prisma. Een prisma breekt het lichtspectrum in banden met een verschillende golflengte die zichtbaar worden als verschillende kleuren. Een Fourier-analyse breekt een complex patroon in verschillende onderliggende frequenties. Deze gevonden frequenties worden ingedeeld in de volgende frequentiebanden :

- HF (high frequencies)
- LF (low frequencies)
- VLF (very low frequencies)

Al deze frequentiebanden hebben een verschillende fysiologische betekenis.

De hartslagfrequentie is dus niet constant, maar fluctueert onder invloed van fysiologische veranderingen, bijvoorbeeld tijdens de inademing neemt de hartfrequentie toe, tijdens uitademing neemt de hartfrequentie af.

De HRV wordt onder meer bepaald door het autonome zenuwstelsel, **parasympatische zenuwstelsel** of parasympaticus (“herstel-zenuwstelsel”), het **sympatische zenuwstelsel** of sympaticus (“arbeids-zenuwstelsel”), humorale factoren (hormonen, neurotransmitters, mineralen), maar ook de ademhaling en het centrale zenuwstelsel.



Een juiste balans (tonus) van zowel de sympaticus als de parasympaticus is van groot belang voor het optimaal functioneren van het lichaam.

Het parasympatische zenuwstelsel heeft een vertragende invloed op de hartfrequentie, terwijl het sympatische zenuwstelsel de hartslag doet versnellen door middel van de neurotransmitter adrenaline.

Door de HRV te meten krijgt men een inzicht in de verhouding tussen de sympaticus en parasympaticus, hetgeen van belang is voor onder meer de ontwikkeling, de diagnose en de preventie van overtraining en voor stress en gezondheid in het algemeen.

Er is een goede relatie tussen aerobe training, de rustpols en de HRV. Duurtraining produceert een dominantie van de parasympaticus hetgeen leidt tot een verlaging van de rustpols en een vergroting van de HRV.

Bij duursporters ontstaat dan ook vaak een parasympaticotone overtraining, waarbij de rustpols laag blijft, terwijl de sporters zwaar overtraind is. Met andere woorden, de rustpols alleen is geen goed indicatie voor overtraining bij duursporters.

Maar de HRV kan ook inzicht geven in de effecten van het verblijf op hoogte. En variaties in de mentale toestand kunnen met behulp van HRV worden gemeten. De HRV kan gebruikt worden ter controle van de situatie van patiënten vóór of na een hartinfarct. Er is een sterke relatie gevonden tussen HRV enerzijds en de gezondheid en mate van sterfte.

De HRV- test wordt liggend uitgevoerd in rust en duurt ongeveer 2 minuten.

Differentieel electrocardiogram

Dit is een vorm van **electrocardiogram** of **ECG**, waarbij de complexe elektrische activiteit van de hartspier wordt geanalyseerd.

Dit is een test die via een aantal unieke formules en algoritmen een schat aan gegevens oplevert zoals VO_2 - max, hartslag bij aëroob-anaërobe overgang, hartslag bij maximale zuurstofopname, en een gedifferentieerd inzicht in het alactisch anaerobe, het lactisch anaërobe en het aërobe energieleverantie-proces. Dit is mogelijk omdat er in de voormalige Sovjet-Unie veel onderzoek is gedaan naar de overeenkomsten tussen de stofwisseling van het hart en die van de skeletspieren en de invloeden van training daarop.

Het OmegaWave-systeem geeft dus aan in welke toestand de verschillende **energieleverantiesystemen** zijn, welke systemen hersteld zijn en welke nog niet en dus wat de inhoud van de volgende training zou kunnen zijn.

Ook deze test wordt in rust, liggend, uitgevoerd en duurt slechts 30 seconden. Deze test is op basis van een ECG met 6 afleidingen, maar voor nader cardiologisch onderzoek, bijvoorbeeld

in het geval van afwijkingen van het normale ECG, kan ook een test met 12 afleidingen gedaan worden.

De bovenstaande testen, de HRV en Diff Ecg, hebben wij uitgevoerd bij de brandweerlieden. De Omega Wave test bevat nog een aantal testen en die zullen we hieronder even kort vermelden.

Omega-hersengolven, ook wel **infra-slow cortical potential** genoemd, is een test dat Westerse wetenschappers hebben laten liggen, maar verder ontwikkeld is door neurowetenschappers uit de voormalige Sovjet-Unie. Er is dus veel grondig en klinisch onderzoek gedaan naar deze vorm van hersenactiviteit.

De Omega-hersengolf test meet :

1. de toestand van ons centrale zenuwstelsel in rust, maar ook na een lichte inspanning zoals het maken van twee sit-ups of twee kniebuigingen, dus de reactie van prestatieondersteunende systemen,
2. het hart-long-systeem,
3. het ontgiftings-systeem, (lever en nieren) en
4. de hypothalamus-hypofyse-bijnier-as die verantwoordelijk is voor de productie van stress-hormonen.

De test voor het centrale zenuwstelsel duurt ongeveer 7 minuten waarbij de sporter 7 minuten kan rustig moet blijven liggen. Op commando voert hij of zij twee sit-ups uit en gaat daarna weer 7 minuten rustig liggen, waarna de reactie van de vier verschillende systemen aangegeven wordt.

Hiermee kan worden bekeken in hoeverre de sporter in topvorm is. Deze test wordt niet dagelijks maar hooguit wekelijks of twee-/drie-wekelijks uitgevoerd.

Reactietest

De akoestische reactietest meet de reactietijd van de sporter, die vanuit de computer 50 maal een signaal hoort, met elke keer een verschillende tijdsduur tussen twee signalen, waarbij de sporter dan zo snel mogelijk op een knop moet drukken. Uit deze test komt de gemiddelde reactietijd, maar ook het concentratievermogen, de stabiliteit en de vermoeidheid van het

centrale zenuwstelsel. Immers de langste tijd van een reactietijd zit in de omzetting van het akoestische signaal in een beweging, hetgeen gebeurt in het centrale zenuwstelsel.

De test duurt ongeveer 2 minuten en wordt in zit uitgevoerd

Sprongtesten

Op een bijbehorende contactmat kunnen drie testen worden uitgevoerd, die zijn te vergelijken met de bekende Bosco-Ergojump-test. Een enkelvoudige sprongtest die een indruk geeft van de explosieve kracht van de sporter. Vervolgens een 10-secondentest die een indruk geeft van het alactisch anaerobe energieleverantieproces en een 60-secondentest die een beeld geeft van het lactische anaerobe energieleverantieproces. Deze testen kosten uiteraard wel inspanning en worden daarom niet op dagelijkse basis of vóór een training gebruikt.

Het expertsysteem op basis van een database meer dan 10.000 sporters en topsporters geeft aan hoe ver het staat met het herstelproces van de sporter, oftewel, in welke fase van figuur 1 zit de sporter ?

Welke energieleverantiesystemen zijn al hersteld en kunnen in de volgende training wel belast worden en welke energieleverantiesystemen zijn nog niet hersteld en kunnen dus beter nog niet getraind worden in de volgende training?

Vragen, waarvan de antwoorden van belang zijn voor de optimalisering van het individuele trainingsproces.

De herstelprocessen worden voor een groot deel bepaald door ons autonome zenuwstelsel met zijn twee afdelingen : het sympatische zenuwstelsel en het parasympatische zenuwstelsel. De activiteit van het autonome zenuwstelsel wordt bepaald door neurotransmitters, zoals adrenaline, noradrenaline en acetylcholine.

Zowel de sympaticus als de parasympaticus kunnen ieder afzonderlijk een te hoge of een te lage activiteit vertonen. Dat wordt door de OmegaWave, met name door de HRV meting, weergegeven. Maar ook hormonale processen spelen een rol bij herstel, met name de hypothalamus, hypofyse en bijniere geven aan in hoeverre het organisme door de training of ander omstandigheden is gestresst.

Interpretatie gegevens omega wave test (protocol omega wave test)

Heart Rate Variability

Deze test meet de tijd tussen de verschillende hartslagen. Bij een gezond en ontspannen persoon is de tijd tussen de hartslagen zeer gevarieerd. Bij mensen met stress is er altijd sprake van een rigide (vast) ritme.

Scatterogram

Vierkantje 1. Hier word per hartslag een stip gezet. Dit hoort een vrij ruime vlek te zijn het liefst in het groene vlak.

Staadtdiagram

Deze piramide moet uit 5-7 verschillende tijden bestaan.

De laatste blauwe/geel/groene balk

Als de groene balk het grootst is, dan overheerst je centrale zenuwgestel je fysieke herstel capaciteiten. Dan ben je topfit. Blauw geeft de mate van stress aan en geel het herstel.

Parameters

1. Vagus activity: Dit is je rempedaal
2. Sympaticus: Dit is je gas pedaal. Als je je gaat inspannen heb je meer energie, meer zuurstof nodig etc.
3. tension index: Is de mate van stress die je hebt
4. Share of...: Karakteriseert de mate waarmee willekeurige invloeden effect hebben op de cardioactiviteit
5. Standard devilatie: De invloed van je ademhaling op de tijd tussen 2 hartslagen

Bradycardia: rustpols

Current functional state of...

1. Geeft aan hoe je om gaat met negatieve invloeden van buiten
2. Geeft je functionele reserves aan (hoog, middel of laag)

3. Geeft aan of je al hersteld genoeg bent en klaar bent om te gaan sporten.

Diff ECG

Deze test meet de fysiologische gesteldheid voor training. Dus je zuurstofcapaciteit, de energievoorraden die je lijf beschikbaar heeft.

Parameters

1. Relative VO₂max geeft een indicatie over je momentele aërobe vermogen
2. Aerobic status index geeft aan of je hoe het staat met je aërobe systeem
3. Anaerobic status index geeft aan hoe het staat met je anaërobe systeem
4. Alactic Capacity Index geeft aan hoe het staat met het alactisch systeem
5. System Adaptation Index geeft het atletische vermogen aan om zijn of haar aërobe, anaërobe en alactisch systeem te gebruiken wanneer dat gevraagd wordt.
6. Heart rate at maximum oxygen consumption geeft de maximale hartslag die de atleet kan halen aan
7. Haert rate at Anaerobic Threshold geeft aan bij welke hartslag de persoon omschakelt van het aërobe systeem naar het anaërobe systeem and activeert het anaërobe-lactaat process.

Findings:

1. functionele reserves
2. Snelheid van het herstel proces
3. zuurstof gebrek (hypoxia)
4. aërobe potentie

Target heart rate zones

Anaërobe ontwikkeling bij hartslage zone ... - ...

Anaeroob onderhoud bij....

Aërobe ontwikkeling

Aeroob onderhoud

Herstel stimulering

Recuperatie

Bijlage 2 – fietsergometrie protocol (protocol Ardyn)

Doel: trachten een indruk te krijgen over het inspanningsvermogen van een werknemer c.q. brandweerman.

Er is gekozen voor een indirecte methode (zonder directe O₂-opname tijdens ergometrie), een fietsergometrie waarbij de persoon maximaal wordt getest. Het maximale gefietste wattage (WATT) wordt vervolgens met behulp van een formule omgerekend tot de VO₂-max.

Voorbeeld BaGD-max

Richten op: max. hartfrequentie = 220 – leeftijd

Tevoren auscultatie hart en longen; bloeddruk meten tijdens de test RR om de 2 à 3 minuten meten.

Start 50 W, trapsnelheid tussen 60 en 80 rpm;

Elke minuut: + 25 W (handmatig of computergestuurd)

Tot betrokkene opgeeft of de hartfrequentie ongeveer maximaal is.

Dan uitfietsen: op 50 W tot de hartfrequentie < 130 is, maar minimaal 2 minuten; elke minuut tensie meten.

Formule voor het verkrijgen van de VO₂ max:

0,0136 (Wmax) – 0,35 = VO₂ max. heren

FIETSERGOMETER

- Zadel op juiste hoogte instellen (been net niet gestrekt).
- Bevochtigen van de hartslagmeter voor beter contact.
- Aanbrengen van de hartslagmeter.
- 1 minuut infietsen op:
 - vrouwen 50 Watt
 - mannen 75 Watt

- na 1 minuut belasting opdraaien naar en waarde waarbij de pols oploopt naar 120-130 slagen per minuut.
- Richtlijn: belasting = 2x lichaamsgewicht - 10
- TIP: kijk in de computer wat de belasting van de vorige test was.
- Deze belasting 6 minuten volhouden.
- Pols aflezen na 5 minuten en noteren op de kaart.
- Pols aflezen na 6 minuten en noteren op de kaart.
- 1 minuut uitfietsen.

Absolute contra-indicaties voor deelname:

- Acuut of recent infarct voor eindcontrole cardioloog of infarct minder dan 3 maanden oud.
- Acute peri/myocarditis. (ontsteking hartspier)
- Instabiele angina pectoris. (hartkramp, pijn op de borst)
- Klepvitia, met name aortastenose. (hartafwijking)
- Aneurysma cordis. (slagader breuk)
- AV blokken (uitgezonderd het 1^e gr. Blok).
- L.B.T.B. (Linkerbundeltakblok)
- Gebruik van diuretica (urine drijvend middel) kan verlaging van het kaliumgehalte in het serum geven met een kans op ernstige ritmestoornissen. Daarnaast bestaat de kans op foutieve interpretatie van ST-veranderingen, die niet samenhangen met coronairinsufficiëntie.
- Ernstige (in rust meer dan 1 : 3 VES) (supra) ventriculaire ritmestoornissen.
- Bekende hoofdstamstenose.
- Ernstige hypertensie hoger dan 200/120. (verhoogde bloeddruk)
- Hypertrofische cardiomyopathie. (hartspier ziekte)
- Decompensatio cordis.

Relatieve contra-indicaties in de anamnese/vooronderzoek:

- Infectieziekten van recente datum.
Men is veelal (nog) niet in een goede conditie en zal een geringere prestatie leveren dan verwacht mag worden.
Vb: rhinitis (neusverkoudheid) , bronchitis.

Cave myocarditis na viraal infectie (ontsteking hartspier door virus).

- Verhoogde bloeddruk (diastolisch tussen de 95 en 120).
(herhalen RR-meting na tijdje fietsen zonder belasting)
- Cave: combinatie verhoorde bloeddruk met hoofdpijn.
- Anaemie. (bloedarmoede)
- Thrombose/trombophelebitis:
slechts belasten na specialistisch onderzoek en advies.
- Extra zware maaltijd vooraf.
- Alcoholhoudende dranken gedurende 12 uur van tevoren.
- Lichamelijk inspanning (zwaar) 6 uur tevoren.
- Roken vlak voor de test (doen helaas velen).
- Gebruik van veel koffie, thee of cola binnen 12 uur voor de test.
- Blessure of handicap, die het fietsen bemoeilijken.
- Recente bluswerkzaamheden in verband met een mogelijke lichte koolmonoxide-intoxicatie.

Stopcriteria.

Uitgaande van de proefpersoon:

- Uitputting, spierzwakte.
- Angina pectoris klachten (pijn op de borst), met lasten op de borst c.q. alleen in de uitstralingsgebieden (hals/schouders/buik/rug); dyspneuklachten.
- Claudicatioklachten. (vaatafwijking)

Uitgaande van de onderzoeker:

- ECG veranderingen ontstaan tijdens fietsen:
 - V.E.S. : 3 of meer achter elkaar, frequentie 1:1, 1:2, (bij 1:3 in aanloopfase doorgaan met fietsen, in belastingsfase eventueel reden tot stoppen).
 - Ventriculaire tachycardie/fibrilleren/fladderen.
 - Supraventriculaire tachycardie of fibrilleren.
 - L.B.T.B. (linkerbundeltakblok)

- AV blokken (1^e graads uitgezonderd)
- R op T fenomeen, waarbij het nieuwe QRS-complex valt in de T-golf van het vorige complex.
- ST-segment veranderingen ter beoordeling van de arts (zie verder).
- Daling hartfrequentie bij toenemende belasting (meestal tgv AV-block).
- Daling systolische bloeddruk bij toenemende belasting (zeer zwaarwegend criterium!).
- Tensie systolisch meer dan 250.

Relatief: - bereiken maximale HF (220-1ft)

- tensieverandering:
 - Systolisch > 220 mm Hg. Systolisch dalend met meer dan 20 mm Hg bij gelijkblijvende of toenemende belasting.
 - Diastolisch > 120 mm Hg of toenemend met meer dan 20 mm Hg boven rustwaarde. Diastolisch dalend met meer dan 20 mm Hg.

Het inspanningonderzoek wordt te allen tijden afgebroken zodra de betrokkene dit wenst.

ALTIJD EEN (12-KANAALS) UITGANGS-ECG MAKEN VOORAFGANDE AAN DE TEST!

Beoordelen van het E.C.G.

- ST segment
- T top
- U golf (word door cardiologen niet gebruikt!)
- Ritmestoornissen
- Geleidingsstoornissen

ST-segment

- Altijd drie slagen achter elkaar beoordelen die ongeveer gelijk zijn.
- Let op de dikte van de registratielijijn bij meten.
- Meting van mate van depressie/elevatie altijd t.o.v. beginpunt QRS-complex en niet t.o.v. de zogenaamde nullijn.
- Je meet altijd 80 msec (2mm) achter het J-punt (dit is de overgang tussen het QRS-complex en het ST-segment).

Het ST-segment is afwijkend als er afhankelijk van het type de volgende depressies zijn ontstaan. Daarbij geldt dat als er in het rust-ECG al een ST-depressie bestond, je dit moet verdisconteren door over die mm-depressie bij op te tellen.

ST-depressie

- Upsloping - tenminste 2 mm diepte
 - je meet 2 mm recht van J-punt
 - Horizontaal - tenminste 1 mm diepte
 - je meet 2 mm recht van J-punt
 - BIJ VROUWEN: > 1mm diepte; 1mm is nog normaal.
 - Downsloping - tenminste 1 mm diepte
 - je meet vanaf J-punt
- In rust neem je geen 2 mm vanaf J-punt.
 - Als de ST-depressie later dan 3 minuten na het stoppen optreedt, heeft dit geen betekenis, tenzij de patiënt klachten heeft!
 - Een ST-depressie wijst op ischemie.
 - Pas bij 3 mm depressie tijdens fietsen het fietsten stoppen (wel uitfietsen op laag Wattage).

ST-elevatie

- tenminste 1 mm
- je meet vanaf J-punt

Indien de elevatie de vorm heeft van een zadel, wijst dit op een vroege repolarisatie, welke vaak bij jongeren voorkomt en niet pathologisch is.

Zowel de depressies als de elevatie komen het meest voor in afleiding V5.

Een elevatie wijst meestal op een (oud) infarct, soms op ischaemie/coronairspasme.

T-top-verandering

- In rust kan een negatieve T-top wijzen op een doorgemaakt infarct of op een hartasafwijking c.q. linker ventrikel hypertrofie, of het heeft geen betekenis: is echt niet pathogeen in AVR, AVF, III en V1.
- Een negatieve T na belasting wijst op ischaemie, met name indien er tevoren sprake was van een ST-depressie.
- NB.: pseudo-normalisatie: een neg. T in rust wordt bij belasting positief.

U-golf

- zit tussen T en P-top en is een late narepolarisatie.
- Hoort positief te zijn; evenwel vaak laag voltage, dus moeilijk zichtbaar.
- Zelden negatieve vorm; zo ja; voorspellende waarde voor ischemie is 96%

R-top-verandering

- geen betekenis

Ritmestoornissen

- Regelmatig een enkele VES is geheel normaal tijdens inspanning; dit verdwijnt vaak bij opklimmend wattage.
- Stoornis in de AV geleiding geeft toename van PQ interval.
Bundeltakblokken uit zich door een splijting in het QRS-complex. Consequenties voor de beoordeling van het ECG in rust en bij inspanning verschillen voor de verschillende blokken.

- Rust: LBTB -- ECG niet meer te beoordelen (met fietsen)
RBTB -- Allen afleiding V4, V5 en V6 te beoordelen.

- Bij inspanning: - LBTB beeld is afwijkend
- RBTB beeld heeft geen consequenties

- Het Wolff-Parkinson-White Syndroom uit zich onder andere door (1) een PQ-tijd < 0.12 en (2) een delta-golf tussen de P-top en het QRS-complex. Bij deze mensen heeft een ST-depressie geen betekenis ten gevolge van de afwijkende geleiding in het hart.

NB een WPW is reeds in rust aanwezig en ontstaat niet tijdens inspanning; kan echter wel verdwijnen tijdens inspanning!

Bloeddruk

- Zeer kort (binnen 1 min.) na het starten van de inspanning kan deze even dalen, waarna hij stijgt, als gevolg van catecholaminen m.a.g. – vasoconstrictie en een
grotere contractiekracht van
het hart.
- Als de systolische bloeddruk daalt tijdens inspanning wijst dit vaak op cardiale problematiek.
- De systolische bloeddruk mag dalen bij maximale inspanning (mar moet wel hoger blijven dan de beginwaarde) want lactaat geeft vaatverwijdering.
- Bij staken ergometrie behoort de bloeddruk weer te dalen.

Hartfrequentie

- Deze behoort tijdens toenemende inspanning te stijgen; zo niet, dan is er waarschijnlijk sprake van een geleidingsstoornis.

Als norm geldt het volgende:

Conditie moet > 90% zijn

Bij 80% - 90%: vermanend toespreken en motiveren.

Bij 70% - 80%: tijdelijk geschikt; herkeuring na 3 maand: rust-ECG, rusttensie en laten fietsen.

Bij < 70%: tijdelijk ongeschikt; herkeuring 3 maand

Bij herkeuring < 80%: beroeps: tijdelijk ongeschikt/overleg commandant/herkeuring 3 maand.
vrijwilliger: overleg commandant over vervolgtraject (motivatie?)

NB (1): Er bestaat voor het geschatte VO₂ max in maximaal protocol geen formule voor vrouwen. Bereken alles zoals bij de mannen, maar neem de norm van de VO₂ max 10% lager (zie tabel).

NB (2): De voor alle berekeningen in dit protocol van belang zijnde tabellen volgen hieronder:

Norm VO ₂ max (ml/kg/min)	man	Vrouw
19-34 jaar	40	36
35-39 jaar	35	31,5
40-44 jaar	33	30
45-49 jaar	31	28
50-54 jaar	30	27

NOODZAKELIJKE MEDICATIE VOOR CALAMITEITEN

1. adrenaline, ampullen à 1cc = 1 mg
2. atropine, ampullen à 1cc = 0,5 mg
3. nitraten s.l. (cedocard/ Isordil / nitrobaat of nitrostat)
4. lasix, ampullen à 2cc = 20 mg
5. natrium-bicarbonaat, infuusfles/-zak à 250cc
(evt. dit middel van de ter plekke komende ambulance betrekken)
6. thalamonal, ampullen à 2cc = 5 mg
7. xylocard 100 (= lidocaïne), ampullen à 10cc = 100 mg
omstreden en niet nuttige medicamenten (althans voor onze test-situatie)

Bijlage 3 – resultaten omega wave

Bijlage 4 – resultaten fietsergometrie

Nummer: 1
Leeftijd: 44 jaar
Datum van test: 16/06/2005 - 9:47
Gewicht: 98kg
Wattage: 275 Watt

Formule

$$\frac{0,0136 \times 275 - 0,35}{98\text{kg}} = 0,03459 \times 1000 = 34,59$$

$$\text{VO}_2\text{max} = 34$$

Nummer: 2
Leeftijd: 58 jaar
Datum van test: 16/06/2005 – 10.58
Gewicht: 95kg
Wattage: 325 Watt

Formule

$$\frac{0,0136 \times 325 - 0,35}{95\text{kg}} = 0,04284 \times 1000 = 42,84$$

$$\text{VO}_2\text{max} = 43$$

Nummer: 3
Leeftijd: 48 jaar
Datum van test: 16-06-2005 – 11.20
Gewicht: 92kg
Wattage: 300

Formule

$$\frac{0,0136 \times 300 - 0,35}{92\text{kg}} = 0,0405 \times 1000 = 40,5$$

$$\text{VO}_2\text{max} = 41$$

Nummer: 4
Leeftijd: 43 jaar
Datum van test: 08-06-2005 – 9.31
Gewicht: 100kg
Wattage: 300

Formule

$$\frac{0,0136 \times 300 - 0,35}{100\text{kg}} = 0,0373 \times 1000 = 37,3$$

$$\text{VO}_2\text{max} = 37$$

Nummer: 5
Leeftijd: 51 jaar
Datum van test: 08-06-2005 – 10.51
Gewicht: 80kg
Wattage: 250

Formule

$$\frac{0,0136 \times 250 - 0,35}{80\text{kg}} = 0,0381 \times 1000 = 38,13$$

$$\text{VO}_2\text{max} = 38$$

Nummer: 6
Leeftijd: 52 jaar
Datum van test: 09-06-2005 – 15.19
Gewicht: 81 kg
Wattage: 225

Formule

$$\frac{0,0136 \times 225 - 0,35}{81\text{kg}} = 0,0334 \times 1000 = 33,4$$

$$\text{VO}_2\text{max} = 33,4$$

Nummer: 7
Leeftijd: 50 jaar
Datum van test: 08-06-2005 – 14.25
Gewicht: 86kg
Wattage: 225

Formule

$$\frac{0,0136 \times 225 - 0,35}{86\text{kg}} = 0,0315 \times 1000 = 31,51$$

VO₂max = 31