

INTRODUCTIE CURSUS OPLEIDING SPORTFYSIOTHERAPIE

METEN EN TESTEN

door Dr. Jan A. Vos,
Inspanningsfysioloog.

Inleiding

Hoe fysiek actief zijn we in deze moderne tijd eigenlijk nog ?

Om deze vraag te beantwoorden heeft o.a. Shephard (1967) bij een aantal proefpersonen hartfrequentie-metingen (continu gedurende 24 uur = 1440 minuten) gedaan en daarmee als een van de eersten een beeld kunnen schetsen van de dagelijkse activiteit bij mensen in de westerse samenleving. Gemiddeld bleef men 1329 minuten onder 100 slagen Hf per minuut, 91 minuten tussen 100-120 sl.min., 16 minuten tussen 120-140 sl.min., en maar 2 minuten kwam men (per etmaal !!) tot een 'trainingsprikkel' voor het cardio-respiratoire systeem van 140-170 sl.min. Let wel: **alle** kleine perioden van activiteit zijn **samen** 2 minuten. Deze studie is in veelvoud bevestigd en geeft steun aan de conclusie dat de moderne mens weinig activiteit laat zien in het dagelijks leven.

Een andere, bijna sluipende, factor is de onbalans tussen dagelijks energie-verbruik en energie-opname. Per dag bijvoorbeeld "maar" 10-15 Kcal = 40-60 KJ teveel opnemen geeft wel 0.7 kgvet 'aanwas' per jaar. Voor ons rust-metabolisme hebben we 60-75 % van onze energie-opname nodig; ongeveer 10 % voor het thermisch effect van de maaltijden en de overige 15-30 % als thermisch effect voor de activiteit.

We zijn dus niet actief en eten teveel is een eenvoudig te beredeneren resultaat van een reeks onderzoeken.

Bestaat er **een** prestatiebepalende factor ?

Naast factoren die de training beïnvloeden zoals voeding en drinkgewoonten, kleding en schoeisel, aard van de oefenstof, geslacht, uitgangsniveau, somato-type en aanleg, klimatologische omstandigheden, duur en intensiteit belasting, aantal herhalingen en series, interval of hersteltijd zijn er natuurlijk ook nog mentale factoren die een belangrijke rol spelen.

Met andere woorden, er is niet **een** prestatiebepalende factor maar een hele reeks, maar dat maakt het trainen des te interessanter.

Wat gebeurt er met ongetrainden bij het ouder worden (vanaf 50 jaar), met name **cardio-respiratoir** ?

In rust zien we dat de systolische en diastolische bloeddruk toeneemt (=> 20 %); het hartvolume en -gewicht nemen toe met 10-20 %; hemoglobine en Hf. blijven ongeveer gelijk; het bloedvolume neemt af met ongeveer 10 % en de vitale capaciteit en piekwaarde uitademing dalen ongeveer met 20 %.

Bij maximale inspanning daalt de pulmonale ventilatie met ongeveer 35 %; de maximale Hf. daalt met ongeveer 30 %; maximale cardiac output en maximale ademfrequentie dalen eveneens met ongeveer 30 %; de diffusie capaciteit daalt ook met ongeveer 30 % en het maximale zuurstofopname-vermogen neemt af met ongeveer 20 %. Al deze waarnemingen stekken zich uit over een periode van ongeveer 20 jaar, dus tussen 50 en 70 jaar.

In deze bovengenoemde periode treden ook veranderingen in **kracht** bij ouderen.

Langzaam achteruit gaan spieren die dagelijks worden gebruikt; statische kracht; excentrische contracties; slow-twitch (Type I) vezelcontracties; herhaalde contracties met geringe kracht; krachten die slechts kleine gewrichtshoeken beslaan en kracht bij mannen.

Sterk achteruit gaan spieren die onder bijzondere omstandigheden worden gebruikt; dynamische kracht; concentrische kracht; fast-twitch (Type II vezels); vermogen voor het

leveren van arbeid- en/of sportprestaties; krachten die grote gewrichtshoeken beslaan en kracht bij vrouwen.

Samengevat kan ouder worden worden omschreven als:

Minder fysiek actief zijn en er vinden fysiologische veranderingen plaats zoals toename vaatweerstand; veranderde prikkel-geleiding hart; daling slagvolume en Hf; daling bloedflow; daling spierkracht en toename vetmassa. Op het **dalen** van het prestatievermogen lijkt **inactiviteit** een grotere invloed te hebben dan voornoemde fysiologische veranderingen. (Wilmore, e.a. 1994).

Bij het begin van een trainingscyclus kan men starten zonder iemand eerst te keuren of te testen of beginnen nadat iemand eerst gekeurd en getest wordt. Wij kiezen voor de tweede optie. Het keuren gaat middels een anamnese lijst en wordt op grond daarvan eventueel gevolgd door een gerichte keuring. Daarna volgen inspanningsfysiologische testen die bepalen wat het conditie-niveau **nu** is en door de testen op gezette tijden te herhalen kunnen we de vraag mogelijk beantwoorden die luidt:

Wat is het effect van de therapie of training geweest ?

Bovendien kan men aan deze situatie een vraagstelling voor uitgebreider onderzoek koppelen.

Welke grensafbakening voor inspanning bij cardio-respiratoire patiënten kan men aangeven?

We denken daarbij aan: goede medische keuring en herhaling op regelmatige tijden erna; trainen in het begin met medische supervisie; weten wat waarschuwings-verschijnselen zijn en medische hulplijn geregeld hebben; veiligheid voorop stellen; oppassen voor snelle, grote bloeddruk veranderingen; geen overschatting van wat je aan kan en het medicatie-effect op inspanningsniveau kennen.

Welke basisprincipes kennen we bij cardio-respiratoire training ?

A. Verbeteren door trainingsprikkel van het zuurstofopname-vermogen, dat wil zeggen: cardiac output (= Hf. x slagvolume) x arterio-veneus zuurstofverschil.

B. Myocardiaal het zuurstofopname-vermogen verbeteren door training, uitgedrukt in Hf. x systolische bloeddruk. Van belang zijn hierbij: linker-ventrikel druk x volume ; de contractie kracht en Hf.

Hoe gaan we met de Hf. waarden om ?

Onder 60 slagen per minuut (=sl.min) noemen we bradycardie.

Tussen 60 - 100 sl.min noemen we normaal.

Boven 100 sl.min noemen we tachycardie.

De rust Hf. Kunnen we het beste aan de pols voelen (antero-laterale zijde) met de vingertoppen in de sulcus. Tel mee met het hartritme dat men voelt en wel op de volgende manier: 3, 2, 1, bij 0 stopwatch indrukken, 1, 2, 3, 4, enz. tot de seconden wijzer op de stopwatch de 10 seconden of 15 seconden passeert en dan de getelde waarde van dat moment met 6 of resp. 4 vermenigvuldigen. Op deze wijze krijgt men een betrouwbare Hf. in rust.

METEN en TESTEN:

Wat kunnen zoal redenen zijn om belasting-proeven te doen ?

1. Objectiveren prestatie-vermogen.
2. Effectcontrole therapie.
3. Latente symptomen zichtbaar maken zoals o.a. hartritme-stoornissen.
4. Functionele hartbezwaren opsporen zoals o.a. ECG veranderingen in rust en/of bij inspanning.
5. Wat is het effect van training o.a. bij sportbeoefening ?

Een logische vraag is dan, aansluitend hierop, om de eisen waaraan een goede test moet voldoen te noemen:

1. **Standaardisatie** zoals uitgangshouding; wel/niet fixeren; snelheid van bewegen onder controle brengen; aanmoedigen; contractie-tijd, enz.
 2. **Objectiviteit** zoals gemoedstoestand; omgevingstemperatuur; tijdstip van de dag; leereffect, enz.
 3. **Normering** zoals verzamelen en bewerken van gegevens van ongetrainde, getrainde mannen en vrouwen in allerlei leeftijdsgroepen; bij patientengroepen, enz.
 4. **Betrouwbaarheid** test.
 5. **Validiteit** test zoals doelbeantwoording.
- Wat kun je met een goede test doen ?

1. Plaatsing binnen de groep, met andere woorden de juiste trainingsprikkel kunnen geven en daarbij een optimale vooruitgang kunnen boeken.
2. Voorspellende waarde ten opzichte van de te leveren (sport)prestatie of risicovol gedrag, bijvoorbeeld gezondheidsrisico's, beperken.
3. Motivatie. Evaluatie van bereikte resultaten kan zeer stimulerend werken om door te gaan met training of therapie.
4. Diagnose. Zwakke punten of, zoals bij keuringen afwijkingen opsporen en daarna aangepaste doelen stellen.
5. Trainingsprogramma bijstellen. Werkte het programma zoals de bedoeling was (bijvoorbeeld is de doelstelling gehaald) en hoe gaan we nu verder.

Metten van maximaal zuurstofopname-vermogen (VO₂ max).

Het meten van iemands maximale zuurstofopname-vermogen (= VO₂ max) geldt nog steeds als de meest valide en reproduceerbare ($r > 0.80$) maat voor het algemeen uithoudingsvermogen (ACSM,1991).

Hulpmiddelen om de VO₂ max te bepalen zijn o.a. fietsergometer, loopband, steptest, armergometer, sportspecifieke ergometers zoals ski-, roei-, kajak-, zwem-ergometers. De proefpersonen (=pp.) ondergaan een specifiek protocol tot hij of zij de totale uitputting bereikt. Tijdens de geleidelijk zwaarder wordende inspanning wordt de uitgedemde lucht geanalyseerd met een gas-analyse systeem, tegenwoordig in hoge mate geautomatiseerd en met behulp van computers is het resultaat snel bekend. De VO₂ max is bereikt wanneer bij verdere verzwaring van de arbeid geen toename in zuurstofopname meer wordt geconstateerd, m.a.w. er een plateau bereikt wordt. Bij verdergaande arbeid neemt de VO₂ max zelfs weer af. Andere belangrijke kenmerken voor het bereiken van een 'echt' VO₂ max zijn o.a.: de maximale hartfrequentie neemt niet meer toe; het respiratoir quotiënt is hoger dan 1.1; de ademfrequentie neemt in de laatste fase van de inspanning snel toe en de trap- of pasfrequentie neemt af. Eengoed VO₂ max bepalen vereist een hoge mate van vaardigheid, die alleen bereikt wordt door veel en regelmatig testen.

Samengevat kunnen de factoren die reproduceerbaarheid en validiteit van laboratorium bepalingen van het maximale zuurstofopname-vermogen weergegeven worden teruggevonden in onderstaande punten:

1. Apparatuur, loopbanden, fietsergometers en gas-analyse systemen moeten regelmatig gecontroleerd en geijkt worden.
 2. De testleiders moeten gekwalificeerd en getraind personeel zijn.
 3. De pp. moeten goed ingelicht worden over de testprocedure en het doel van de test en hoe zij om moeten gaan met de apparatuur.
 4. Er moet van gestandaardiseerde testomstandigheden worden uitgegaan.
 5. De test-hertest procedure moet op eenzelfde soort apparatuur plaats vinden.
- Geenfietsergometer resultaten vergelijken met die van loopband proeven.

6. Neem goede veiligheidsmaatregelen, voorkom vallen op de loopband of van de fietsergometer.

Het Balke Loopband Test Protocol (directe methode):

Begin met 2 minuten lopen op horizontale, vlakke loopband met een snelheid van 3.3 mijl = 5.3 km per uur. Deze snelheid blijft gedurende de gehele proef gelijk, alleen wordt nu elke 2 minuten verder de hellingshoek van de loopband met 2 % vergroot tot na x... minuten bij y... % hellingshoek de pp.moet opgeven. Uit veiligheidsoverwegingen voor het welzijn van de pp. NOOIT direct stoppen na maximale inspanning, altijd uitlopen of uitfietsen gedurende een aantal minuten met lichte belasting !!

Maximale VO2 max. bepaling op de Fietsergometer (directe methode):

Men moet met verschillende zaken rekening houden bij het bepalen van een VO2 max.

Dat zijn o.a. de tijdsduur, via een sub-maximale steady-state belastings-fase 'onderweg' te meten, de gelegenheid te baat nemen om andere variabelen te kunnen meten, enz.

Bij getrainde pp.kunnen we met een schema beginnen waarbij de eerste 3 minuten met 50 Watt wordt ingefietst, dan verzwaren met weer 50 Watt en in deze tweede fase 2 minuten blijven fietsen, dan nog een keer 50 Watt erbij en ook nu 2 minuten blijven fietsen, dan verder opklimmen met 10 Watt per minuut tot totale uitputting bereikt wordt.

Bij ongetrainde pp.beginnen we met 25 Watt en fietsen 3 minuten in, dan met 25 Watt per 2 minuten verzwaren tot 150 Watt bereikt is, daarna met 10 Watt per minuut opklimmen tot totale uitputting bereikt is.

Natuurlijk betekent elke maximale uitputtingsproef dat er sprake is van een zeker risico, maar bij getrainde pp.valt dat risico erg mee omdat deze groep mensen gewend is om zich regelmatig maximaal in te spannen. Anders wordt de situatie bij ongetrainden, zeker bij ouderen en risico-groepen zoals patiënten. Wij adviseren u dan ook dringend om deze maximale inspanningsproeven, zowel op de loopband, fietsergometer of sport-specifieke ergometer altijd met medische begeleiding te doen.

Waar moet men op letten bij bloeddruk meten ?

1. Werkt de bloeddrukmeter technisch goed ?
2. Is de manchet van voldoende afmeting, qua omvang en breedte ?
3. Goed plaatsen van de stethoscoop om de Korotkoff-tonen goed te kunnen horen.
4. Achtergrond geluid sterk beperken of stilleggen.
5. De kwikkolom langzaam maar regelmatig laten dalen, met 2-3 mmHg per seconde.
6. Goede armhouding en totale positie (lig-, zit- of staande positie) .

Wat zijn 'normale' rust- bloeddruk waarden ?

Dat is niet met een waarde weer te geven. Er is de gehele dag door sprake van flinke schommelingen in de bloeddruk waarden, afhankelijk van onze fysieke en mentale activiteiten.

Een jonge volwassen man of vrouw laat gemiddeld een rust-bloeddruk waarde meten van ongeveer 120 mmHg systolisch en ongeveer 80 mmHg diastolisch. Vooral de diastolische waarde moet niet te hoog zijn, dat wil zeggen niet boven 90 - 95 mmHg. Bij ouderen (>60 jaar) mogen we iets toleranter zijn, maar bij voorkeur moet de diastolische waarde niet boven de 95 mmHg uitkomen. Rust-bloeddruk waarden boven 160 mmHg (systolisch) en 95-100 mmHg (diastolisch) moeten als grenswaarden gezien worden waarboven sprake is van hypertensie.

Afbreek criteria bij maximaal testen zijn: systolisch 240 mmHg en diastolisch 110-120 mmHg.

Mensen met milde hypertensie lieten hogere bloeddrukwaarden zien bij 100 Watt arbeid leveren en na inspanning dan 'normale' proefpersonen en significant lagere waarden dan bij hypertensie patiënten. (Franz, e.a., 1986).

Voor angina pectoris patiënten wordt een standaard sub-maximale arbeid op de tredmolen met 4.8 km.uur en 5 % hellingshoek over het algemeen als prettig ervaren.

Naarmate we ouder worden daalt de maximale Hf.

Om de subjectieve mate van inspanning zoals die door de patiënt wordt ervaren, vast te leggen wordt door ons de gemodificeerde Borg-schaal (15B) gebruikt.

Wat zijn zoal de contra-indicaties voor inspanningstesten ?

1. Recente veranderingen in rust-ECG, wijzend op een infarct of ander acuut cardiaal gebeuren.
2. Recent myocard infarct.
3. Instabiele angina pectoris.
4. Ventriculaire aritmie die niet gecontroleerd is.
5. Atrium aritmie en niet goed cardiaal functioneren.
6. Derde graad A-V block.
7. Ernstige aorta stenose.
8. Vermoedelijk of bekend aneurisme.
9. Actieve of verdachte myocarditis of pericarditis.
10. Thrombophlebitis of intra-cardiale trombose.
11. Recente longembolie.
12. Acute infectie gepaard gaande met koorts.
13. Psychose toestand.

Anaëroob vermogen meten en testen:

Het anaëroob vermogen testen was tot in de zeventiger jaren vrijwel onbekend. Informatie over het anaëroob spieruithoudingsvermogen, het geleverde vermogen of vermoeidheid was schaars te verkrijgen. Wij beperkten ons in die periode tot veldtesten zoals Verticale Sprong, de zgn. Sargent Jump voor het vastleggen van iemands sprongkracht en Chin-up's, d.w.z. optrekken uit vrije hang voor het vastleggen van iemands dynamische armbuigkracht. (Vos, 1976).

Om het piekvermogen, over minder dan 1 seconde uitgevoerd, te berekenen gebruikte men toen vaak de Margaria step-running-test (1966). Men rende daarbij op maximale snelheid een trap op waarbij de passage-tijd op de trap nauwkeurig werd gemeten. Groot nadeel bij deze test was het gevaar om te vallen, hetgeen vele proefpersonen ervan weerhield om zich maximaal in te spannen. Om deze reden wordt deze test nauwelijks meer toegepast.

Protocollen op de fietsergometer om het **anaëroob vermogen** te meten zijn o.a. ontwikkeld door De Bruyn-Prevost (1975) in de vorm van een 30 - 60 seconden test en een 60 sec test van Szogy, e.a. (1974). In die periode van het begin der zeventiger jaren kwam Katch (1973) met een 1 minuut durende supra-maximale fietsproef en in 1977 met een 40 seconden fietstest om de anaëroob arbeid en het anaëroob vermogen vast te leggen.

Op de **loopband** zijn dit soort "hoge-snelheids" proeven om het **anaëroob vermogen** vast te stellen, nooit een succes geworden (Cunningham, e.a., 1969). Angst om maximaal te presteren onder deze omstandigheden weerhield de meeste proefpersonen ervan de proef goed uit te voeren. In deze periode werden ook de eerste experimenten met het nemen van spierbiopten gedaan. Veranderingen onder invloed van training in spier-ATP, CP, glycogeen en lactaat werden gemeten om de anaëroob spierstofwisseling vast te leggen (o.a. Bergstrom, e.a. 1971, Saltin, e.a. 1971). Voor routine bepalingen kunnen spierbiopten echter niet gebruikt worden.

Cumming (1972) legde met zijn 30 sec "all-out" fietstest de basis voor de huidige Wingate Anaerobic Test (WAnT).

Typen Anaërobe Testen:

Een duidelijk onderscheid kan worden gemaakt tussen "Zeer Kortdurende Anaërobe Testen" die 1 - 10 seconden duren en " Kortdurende Anaërobe Testen" die 20 - 60 seconden duren.

Zeer Kortdurende Testen:

Tijdsduur in seconden:

Margaria Step- Running Test: 2 - 4 sec.

Verticale Sprong (Sargent Jump): < 1 sec.

Beenstrekkkracht : 1 - 2 sec.

Sprinten: 3 -10 sec.

Fietsergometer maximaal aantal omwentelingen (=RPM):

Weerstand:

200 - 350 Watt 2 - 5 sec.

200 Watt 4 sec. maximaal in 40 sec.test. 75 gm.kg.lich.gewicht 5 sec. maximaal in 30 sec.test.

Kortdurende Anaërobe Testen:

Tijdsduur in seconden:

Fietsergometer Armen:

50 gm.kg lichaams gewicht bij max. aantal omwentelingen: 30 sec.

Fietsergometer Benen:

Tot uitputting: 350 - 400 Watt bij 104-128 RPM 40 - 45 sec.

Vaste Tijd:

1.5 maal VO₂ max bij maximaal aantal RPM: 20 sec.

0.75 maal VO₂ max bij maximaal aantal RPM: 20 sec.

75 gm.kg.lich.gewicht bij maximaal RPM: 30 sec.

200 - 300 Watt bij maximaal aantal RPM: 30 - 40 sec.

Loopband tot uitputting:

11 - 13 km per uur bij 20 % helling: 30 - 60 sec.

16 km per uur bij 15 % helling: 35 - 45 sec.

Individueel ontworpen test tot uitputting in 45 sec.: 35 - 60 sec.

Vragen die bij de Wingate Anaërobe Test (WAnT) opdoemen zijn o.a.:

Is het 30 seconden protocol "beter" dan het 20 seconden of het 45 seconden protocol ?

Het 45 seconden protocol laat weliswaar meer mechanische arbeid toe maar de reproduceerbaarheid van de test is slechter dan die van het 30 seconden protocol.

Bij het 20 seconden protocol blijkt de tijd iets te kort te zijn om een voldoende betrouwbaar gemiddeld vermogen te kunnen berekenen.

Een nadeel van vrijwel alle anaërobe testen en ook van de WAnT test is dat het verschillende spiergroepen aanspreekt en daarom geen informatie over een specifieke spier (groep) kan geven. Daar zijn mono-articulaire tests, zoals bijvoorbeeld kracht meten met behulp van dynamometers zoals kniestickekracht, goed voor.

Protocol Wingate Anaërobe Test (WAnT) :

Doel: Fiets- of Armergometrie uitvoeren met maximale snelheid tegen een constante krachtgedurende 30 seconden is de kern van de test, teneinde het geleverde piekvermogen en gemiddeld geleverde vermogen te kunnen meten.

Materiaal: Een Monark of Bodyguard fietsergometer is goed te gebruiken of anders een instelbare, d.w.z. constante kracht uitoefenen is mogelijk zoals o.a. bij de Siemens elektromagnetisch geremde fiets- of armergometer nemen, om het aantal omwentelingen, het geleverde vermogen en de tijdsduur vast te kunnen leggen.

Warm-up: 5 - 10 minuten tijdsduur, met afwisselend 30 sec. inspanning en 30 sec. 'freewheelen' waarbij de gemiddelde hartfrequentie tussen 140 - 160 slagen per minuut ligt.

De Test zelf: Na het commando "Start" gaat de pp. zo snel mogelijk trappen bij een relatief lage weerstand. De proefleider moet de maximale snelheid goed inschatten omdat de pp. die niet meer kan opvoeren wanneer de volle belasting wordt opgedraaid. Deze fase duurt 3 - 4 seconden. Dan begint de 30 seconden test onder volle belasting. Het aantal omwentelingen (= RPM) wordt gedurende deze 30 seconden exact geteld. De laatste 10 - 15 seconden sterk aanmoedigen van de pp. is nodig. Maximale snelheid ontwikkelen **vanaf het begin en volhouden gedurende 30 seconden** is belangrijk om goed over te laten komen bij de pp. door uitleg van de proefleider.

Cool-down: Om vervelende bijverschijnselen zoals duizeligheid en zelfs 'wegraken' te voorkomen moet de pp. 2-3 minuten uitfietsen met een lichte weerstand, dus **NOOIT** direct stoppen na de 30 seconden maximale inspanning !!

Hertest: Een tweede test kan na ongeveer 20 minuten pauze worden gedaan.

Resultaat verwerking:

Op de Y-as wordt het vermogen uitgezet (in Watt). Op de X-as staat de tijd in seconden weergegeven. In het eerste 3-sec segment bereikt men het hoogste vermogen, daarna in elk 3-sec segment iets minder vermogen (vermoeidheid neemt toe), tot tenslotte het laagste vermogen in het laatste (tiende segment van 3-sec) wordt genoteerd. Door het gemiddelde van alle 10 segmenten als punten in de figuur uit te zetten ontstaat een dalende curve met de mogelijkheid om de **Fatigue Index (=FI)** uit te rekenen en dat doet men door van de hoogste waarde (gemiddeld piekvermogen uit het eerste segment = A), de laagste waarde (gemiddeld vermogen uit het tiende segment = B) af te trekken en de uitkomst met 100 te vermenigvuldigen. Dit getal wordt door A gedeeld en men heeft de Fatigue Index waarde gevonden. In formule: $((A - B) \times 100) : A = FI$ (in %).

Het gemiddeld vermogen wordt verkregen door over de 10 waarden van de 3-seconden segmenten het gemiddelde te berekenen. De totale arbeid is het produkt van gemiddeld vermogen maal de tijd.

Het piekvermogen en het gemiddeld vermogen kunnen in de absolute waarde (= Watt) of in de relatieve waarde t.o.v. lichaams gewicht (=W.kg) of in relatieve waarde t.o.v. vetvrije massa (= W.kg/vvm) worden uitgedrukt. De FI index geldt als een maat voor "fatigue" (= vermoeidheid) maar wordt nog weinig toegepast.

Jacobs,e.a.(1983) toonden aan dat vooral in de eerste 10 seconden van de test de spierlactaat waarden omhoog schoten.

Het **piekvermogen** is **geen** directe meting maar geeft het vermogen weer van de spieren van de ledematen om in zeer korte tijd een hoog mechanisch vermogen te produceren.

Het **gemiddeld vermogen** geeft het **locale uithoudingsvermogen** van dezelfde spiergroepen weer, d.w.z. het vermogen om extreem hoog geleverd vermogen aan te kunnen.

De veel gebruikte term " anaerobic capacity " moet men in dit verband als een onjuiste benaming zien en ons voorstel is om in dit verband deze term niet meer te gebruiken.

Standaardisatie:

Materiaal: Allereerst de **crank-lengte**. Aan pedaal of vliegwiel kan met behulp van electro-magneetjes of foto-electrische cellen het aantal omwentelingen nauwkeurig worden bepaald.

Onafhankelijk van lengte of beenlengte wordt in bijna alle laboratorium proeven de pedaal-lengte van 17.5 cm gebruikt. Veranderde crank-lengte (vanuit theoretisch standpunt wel juist om te doen), blijkt maar een heel klein verschil in uitkomst voor de Wingate Anaërobe Test (WAnT) te hebben. Een optimale cranklengte hangt vooral samen met de onderbeenlengte.

Gebruik toe-clips of SPD systeem.

Lavoie, e.a. (1984) laat zien dat het gebruik van toe-clips bij het piekvermogen 5 % en het gemiddeld vermogen 12 % toename veroorzaakte. Bij arm-ergometer testen moet de 'pedaal' cilindrisch gevormd zijn met geen aparte toevoegingen.

Keuze weerstand:

Anno 1997 wordt aanbevolen om als algemene richtlijn, bij gebruik van de Monark- of Bodyguard fietsergometer, de weerstand op 0.090 kp.kg lich.gewicht bij ongetrainde volwassenen (mannen en vrouwen) en op 0.100 kp.kg lich.gewicht bij getrainde volwassenen (mannen en vrouwen) aan te houden.

De nauwkeurigheid van meten op een gewone mechanisch geremde Monark of Bodyguard fietsergometer laat toe dat voornoemde algemene richtlijn geldt voor ongetrainden tot ongeveer 105 kg lichaamsgewicht en getrainden tot ongeveer 95 kg lichaamsgewicht. Bij zwaardere personen neemt de nauwkeurigheid van meten af. (Heiser, e.a. 1989).

Testduur:

Oorspronkelijk duurde de WAnT-test 30 seconden (Cumming, e.a. 1973) en vele andere onderzoekers hebben vanaf 15 seconden tot en met 120 seconden tests gedaan om een optimale tijdsduur vast te leggen. Wij zien geen reden om nu een andere tijdsduur dan 30 seconden voor de Wingate Anaërobe Test voor te stellen, omdat alle andere resultaten elkaar zeer weinig ontlopen en voor de Wingate Anaërobe Test veruit de meeste waarden verzameld zijn.

Veiligheid:

Doe deze zware inspanningstest bij klachtenvrije personen **altijd** met een warm-up en cool-down. Bij alle andere groepen zoals ouderen, patiënten, enz. moeten o.i. dit soort testen altijd in samenwerking met een medisch begeleider worden gedaan.

Test-Hertest betrouwbaarheid:

Bij allerlei verschillende groepen zoals jongeren, ouderen, getrainden, ongetrainden, patiënten, enz. zien we door een reeks verschillende onderzoekers voor de test-hertest correlatie-coëfficiënten van $r > 0.90 - 0.99$ vermeld in hun werk. Een hoge mate van betrouwbaarheid dus.

Validiteit:

Hoe valide, d.w.z. hoe accuraat meet de test wat de bedoeling is om te meten, is de Wingate Anaërobe Test. Er is geen 'gouden standaard' om mee te vergelijken, zodat met een aantal 'losse' variabelen, die de anaërobe prestatie vertegenwoordigen, vergeleken moest worden.

Om de WAnT-test als een voorspeller voor succes in wedstrijdprestatie bij specifieke doelen van anaërobie te gebruiken, is riskant. Piekvermogen en/of gemiddeld vermogen kunnen wel goed in multiple-regressie vergelijkingen worden opgenomen.

Atleten uit "anaërobie sporten" zoals gewichtheffers, power-lifters, sprinters, enz. hebben een significant hoger piekvermogen dan duuratleten. De gemiddelde vermogens verschillen niet veel en de reden daarvoor is dat "anaërobie sportmensen" beginnen met een hoger piekvermogen maar ze zijn sneller vermoeid en eindigen na de 30-seconden test met een lager gemiddeld vermogen dan duuratleten, die weliswaar een lager piekvermogen hebben maar minder verval laten zien (Skinner, e.a. 1987).

De bijdrage van aërobie energie-levering in de WAnT-test is, afhankelijk van de verschillen in mechanische efficiency, tussen 13 en 29 % (Inbar, e.a. 1976).

Hypoxie (12 % zuurstof)-proeven toonden aan dat, in vergelijking met normoxie (21 % zuurstof)-proeven, er voor wat de Wingate Anaërobie Test betreft, geen duidelijk verschil is waar te nemen in geleverd vermogen.

Nog onvoldoende bekend is het effect van een trainingsstop op de verandering in resultaat van de WAnT-test. Dat dit resultaat belangrijk is om te weten, zowel bij korte als bij lange trainings-onderbreking, lijkt ons evident om een goed revalidatie-programma op te kunnen stellen. Prikkeling van de proefpersonen door aanmoediging tijdens de proef laat zeker enig effect op het piekvermogen resultaat zien en minder of geen effect op het gemiddeld vermogen. Een goede warm-up (15 min) laat wel effect optreden in het gemiddeld vermogen resultaat maar niet in het piekvermogen.

Factoren die de Wingate Anaërobie Test beïnvloeden:

Warm-up: Alleen de studie van Bar-Or, e.a. (1975) laat een effect van warm-up op het gemiddeld vermogen zien, niet op het piekvermogen. Leeftijd, geslacht, fitness-niveau, klimaat, enz. zijn belangrijke variabelen die hierbij betrokken moeten worden. Blootstelling aan een warm en droog klimaat en aan een warm en vochtig klimaat lieten geen effect in test resultaat zien bij jonge mensen. Over volwassenen en ouderen ontbreken gegevens.

Tijdstip test: Probeer de tests steeds op hetzelfde tijdstip van de dag uit te voeren om de invloed van de biologische tijd klok zoveel mogelijk uit te schakelen.

Bij **hypohydratie** 'graden' van 2 tot 5 % werden door Jacobs, e.a. (1980) geen significante verschillen in test-resultaten gevonden.

Beloning of straf zijn motivatie-factoren die zeker het piekvermogen beïnvloeden.

Conventionele aanmoediging of feed-back gedurende de test geven geen resultaat verbetering. Van groot belang is echter wel dat de proefpersoon volledig meewerkt na uitleg over de aard en het belang van de test.

Alkalinisatie, bijvoorbeeld door toediening van 10 gm natrium-bicarbonaat in capsule vorm, 3 uur voor de test ingenomen, liet geen effect zien op het piekvermogen, maar wel een kleine reactie op het gemiddeld vermogen.

Fysieke training: Er bestaat geen twijfel over het feit dat erfelijkheid een zeer belangrijke rol speelt in het effect van training. Hoeveel precies is moeilijk aan te geven, omdat een aantal andere factoren mede een rol spelen, maar de verschillen kunnen groot zijn. Sommigen gaan bij dezelfde trainingsvorm **en** vanuit dezelfde uitgangspositie (qua getraindheid) 10 % vooruit en anderen 40 % of zelfs meer. Vandaar ons advies om uitgangsposities vast te leggen en daarna met behulp van testen te gaan kijken wat het effect van trainen is geweest.

Voorlopige Normwaarden:

Om u alvast een richtlijn te geven om de resultaten van de Wingate Anaërobe Test te kunnen toetsen zijn in de Tabellen I,II en III Normwaarden voor fietsergometerproeven weergegeven.

Tabel I:

Wingate Anaërobe Test -----Beenkracht (Fietsergometer):

Piekvermogen (in Watt) voor verschillende leeftijdsgroepen Ongetrainde Mannen:

Leeftijd: 16 - 18 jr. 18 - 25 jr. 25 - 35 jr. > 35 jr.

Gemiddeld: 509 570 709 669

S.d.:*) 78 104 114 124

Piekvermogen (in Watt) voor Ongetrainde Vrouwen:

Leeftijd: 18 - 25 jr.

Gemiddeld: 503

S.d.:*) 93

*) S.d.= standaard-deviatie.

Tabel II:

Wingate Anaërobe Test-----Beenkracht (Fietsergometer):

Gemiddeld vermogen (in Watt) verschillende leeftijdsgroepen Ongetrainde Mannen:

Leeftijd: 16 - 18 jr. 18 - 25 jr. 25 - 35 jr. > 35 jr.

Gemiddeld: 423 475 546 495

S.d.: 65 76 77 60

Gemiddeld vermogen (in Watt) voor Ongetrainde Vrouwen:

Leeftijd: 18 - 25 jr.

Gemiddeld: 335

S.d.: 59

Tabel III:

Wingate Anaërobe Test-----Beenkracht (Fietsergometer):

Verschillende takken van sport. Getrainde Mannen:

Resultaten in Watt per kg.lich.gewicht (W.kg) en S.d. (.....).

Piekvermogen: Gemiddeld vermogen:

Roeien: 11.7 (0.4) 10.4 (0.4)

Sprinten/Springen: 11.5 (0.6) 9.2 (0.3)

Zwemmen: 11.1 (0.5) 8.9 (0.3)

Waterpolo: 10.6 (0.2) 8.3 (0.2)

Lopers (Midden-af): 10.3 (0.3) 8.7 (0.2)

Gewichtheffers: 10.1 (0.1) 8.4 (0.1)

Balsporten: 10.0 (0.1) 8.1 (0.2)

Wielrennen: 9.9 (0.3) 8.8 (0.2)

Lopers (Lange afst): ----- 8.0 (0.2)

(naar Inbar,1985).

Conclusie over Wingate Anaërobe Test literatuur:

Er bestaat **geen** enkelvoudige anaërobe test die de verschillende componenten van de anaërobe stofwisseling goed meet. Biochemische veranderingen geven een ander piek- en/of gemiddeld vermogen als testresultaat te zien, maar in welke mate dit door training precies wordt beïnvloed is nog niet geheel duidelijk. De metabole en neurofysiologische correlaties met vermoeidheids-curven zijn eveneens nog onvoldoende duidelijk, maar zullen bij het

oplossen van de vragen hierover in de nabije toekomst mogelijk antwoord kunnen geven op de vraag:

Hoe ontwerpen we op de juiste manier sportspecifieke tests, maar ook tests voor chronisch zieken.

Physical Fitness Tests:

Waar moeten we zoal op letten bij het ontwerpen en/of afnemen van zgn. Veldtesten ?

Allereerst het testontwerp. Bij het zelf opstellen van een nieuwe test moeten we o.a. aan de volgende belangrijke punten denken:

1. Duidelijke omschrijving van het testdoel.
2. Benodigde materiaal.
3. Omschrijving test.
4. Oppervlak testruimte.
5. Validiteit test.
6. Reproduceerbaarheid test.
7. Scoren van punten en/of tijd.
8. Toetsen aan normwaarden.

Wat zijn de meest gangbare Physical Fitness Tests en hoe zijn ze samengesteld ?

De AAHPERD Physical Best Test , (1988). Deze test meet de componenten Aëroob Vermogen; Lichaamssamenstelling; Lenigheid; Spierkracht- en spierkracht- uithoudingsvermogen.

The Chrysler Fund- AAU Physical Fitness Program benadrukt physical fitness bevordering, niet alleen motorische vaardigheden. De test omvat vaste ('verplichte') onderdelen zoals: afstandsloop (afstanden zijn leeftijdsafhankelijk vanaf 6 jaar); Sit-ups met gebogen knieën; Sit-en-Reach test; Chin-ups (=Optrekken voor jongens); Gebogen arm hang (voor meisjes); en dan moet er een keuze gemaakt worden uit een gemodificeerde duurloop of standing long jump of push-ups of statische beenkracht of shuttle run of sprint.

Waardering in graden, afhankelijk van de score. Verder wordt o.a via een 'nutrition curriculum' en Home Fitness Curriculum respectievelijk de voeding- en drinkgewoonten en het thuisfront te beïnvloeden.

Het Fit Youth Today Program (American Health and Fitness Foundation, 1988) omvat het testen van het uithoudingsvermogen (steady-state jog); spierkracht en spierkracht- uithoudingsvermogen (Curl-ups); lenigheid (Sit-and-Reach test) en lichaamssamenstelling (percentage vet bepalen).

The Prudential FitnessGram Program. Deze test meet het aëroob vermogen (1 mijl=1609 meter wandelen/hardlopen); Spierkracht en -uithoudingsvermogen (Curl-ups); 90 graden Push-ups; Optrekken; Gebogen Arm Hang; Romp Lift; Sit-and-Reach Test; Schouder strek oef.; Percentage vet en Body Mass Index. Ook hier is een waarderings-systeem aan de resultaten verbonden.

The National Children and Youth Fitness Studies I and II. In de test zijn opgenomen: 1 mijl (= 1609 meter) wandelen/hardlopen resp. 0.5 mijl wandelen/hardlopen voor 6-7 jarigen; gemodificeerd Optrekken; Sit-ups; Sit-and-Reach Test; Percentage vet bepalen.

The Presidential Physical Fitness Award Program omvat: 1 mijl hardlopen/wandelen; Curl-ups; Optrekken; Sit-and-Reach of V-sit test; Shuttle run (korte afstand).

Step Tests : Een voorbeeld daarvan is de over de gehele wereld bekende Harvard Step Test: De gemodificeerde uitvoering van Montoye (1978) heeft vooral de aandacht gevestigd op het feit dat de gestandaardiseerde hoogte voor de step test van 50 cm voor het opstapbankje, het

opstap-afstap tempo en de tijdsduur (oorspronkelijk 5 minuten), te zware eisen zijn voor met name jonge mensen. Zijn modificatie volgt hieronder:

Leeftijd: Bankhoogte (in cm): Step-freq./min: Duur test (min):

8 - 10 jr.(M+V)	20	24	3
10- 12 jr.(M+V)	30	24	3
12- 14 jr.(M+V)	45	24	3
15- 22 jr. (V)	45	24	3
23- 34 jr. (V)	45	24	3
15- 22 jr. (M)	50	30	5
23- 34 jr. (M)	50	30	5

(modificatie Montoye,1978).

Voor berekening Fitness Index en Fitness Index waardering boek Ergometrie en Trainingsbegeleiding van J.A.Vos, Uitg.NPI Amersfoort, blz. 66 (8.11).

Training:

Hoe kunnen we de geleverde trainingsintensiteit kwantificeren ?

1. Hartfrequentie (=Hf) bepalen.

Directe bepaling maximale Hf. is niet zonder risico !! En het geval van risico is het beter om de Formule van Ilmarinen te nemen, die luidt:

$$\text{Max.Hf.} = 220 - (0.9 \times \text{leeftijd})$$

2. MET's =Metabolic EquivalenT = **3.5 mlO₂.kg.min.**

3. **Borg**-schaal voor de inspanningsgraad.

4. Tijdsduur.

5. Duur- of intervaltraining.

(1 MET = 3.5 ml zuurstof per kg lichaamsgewicht per minuut).

Voorbeelden:

Zitten, liggen, eten, staan = 1 MET.

Lopen met krukken = 6 MET.

Wandelen (6 km.uur) = 5 MET.

Achter PC werken = 2 MET.

Fietsen (20 km.uur) = 9 MET.

Joggen (8 km.uur) = 8 MET.

Voor patiënten met een VO₂ max lager dan 22 ml.kg.min (= 6 MET) zijn er beperkingen.

Voor patiënten met een VO₂ max lager dan 16 ml.kg.min (= 4 MET) zijn er ernstige beperkingen.

Goldman heeft een zogenoemde SAS-schaal ontworpen om allerlei gewone taken in het dagelijks leven te kunnen kwalificeren.

Klasse I: ** Kan 35-40 kg dragen en/of verplaatsen.

** Kan met 10-12 kg belasting de trap van 8 treden oplopen.

** Sneeuwruimen.

** Skiën.

** Joggen (8 km per uur).

Klasse II: ** Trap van 8 treden op.

- ** Tuinieren.
- ** Wandelen (6-7 km per uur).
- ** Geslachtsverkeer 'normaal'.

Klasse III: ** Douchen

- ** Trap aflopen.
- ** Bed opmaken.
- ** Wandelen (4-5 km per uur).
- ** Bowlen.
- ** Achter grasmaaiër lopen.

Wat kan duurtraining verbeteren ?

- A. Toename vascularisatie myocard, vooral op arteriolen niveau !
- B. Toename in mitochondriale hoeveelheid en cellulaire concentratie van respiratoire enzymen.

Wat zien we veranderen bij inname van beta-blockers ?

- A. Mortaliteit daalt in eerste twee jaar na hartinfarct.
- B. Effectief in behandeling van angina pectoris en hypertensie, Training **en** beta-blockers laten hetzelfde effect bij inspanning zien, namelijk: verlagen Hf. respons bij inspanning !

Ischemische patiënt kan op hoger niveau zich inspannen zonder grenzen voor myocard O₂ voorziening te bereiken.

Enkele literatuur voorbeelden van onderzoek naar effect beta-blockers bij inspanning:

Malmberg (1974): geen trainingseffect bij hartpatiënten die beta-blockers gebruikten. Opm. Er werd maar 2 maal per week gedurende 18 minuten(!) getraind !!

Obma(1979): VO₂ toename na 8 weken training. Per keer 30-60 minuten; 5-7 dagen per week trainen.

Pratt(1981;1984). 3 x 60 minuten per week. Hf. 70-85 % van maximum. 3 maanden wandelen, joggen, fietsen. Propranolol. 27 % toename VO₂ max die geen beta-blockers gebruikten; 30 % VO₂ max toename bij lage dosering beta-blockers (30-80 mg per dag) en 46 % VO₂ max toename bij hoge dosering (120-240 mg per dag).

Savin(1981): Groep met en placebo beta-blockers. De beta-blockers elimineerden echocardiografische veranderingen die in linker ventriculaire posteriorwand en septum dikte die in placebo groep gevonden was na training !!

Training van hartpatiënten:

Trainingsdagboek bijhouden !! Met daarin onder andere:

Datum:..... Tijd:..... Lichaamsgewicht:Indoor/Outdoor:.....Rust HF:.....

Rust bloeddruk:...../..... Bloeddruk na Inspanning:...../.....Actieve trainingstijd:.....

Aërobe arbeid:.....

Type training:..... Duur in minuten:.....Arbeid in MET's:.....Borgschaalnr:.....

Welke symptomen:.....

Beoordeling les/training:

- 1 = niet leuk/vervelend.
- 2 = saai.
- 3 = normaal.
- 4 = leuk.
- 5 = erg leuk.

Aanbevolen inspanningsgraad voor hartpatiënten:

MET-waarde:	Wandelsnelheid:
3	1.6 km per uur.
4	3 km per uur.
5	4 km per uur.
6	5.5 km per uur.
>7	6.5 km per uur.

Wandel Programma:

Week nr:	Duur:	Frequentie per week:
1	2.5 min	3 - 5 maal
2	5 min	idem
3	7.5 min	idem
4	10 min	idem

Fietsergometer programma:

Weeknr.:	Tijdsduur:	Frequentie per week:
1	2.5 min	3-5 maal
2	5 min	3-5 maal
3	7.5 min	3-5 maal
4	10 min	3-5 maal

enz.

Schwinn-Air Dyne Fiets:

Hetzelfde programma als hierboven!!

Combinatie van wandel- en fietsprogramma, bijvoorbeeld: Week nr: Wandel: Fiets:

Frequentie/week:

1	2.5 min	2.5 min	3-5 maal
2	5 min	5 min	3-5 maal
3	7.5 min	7.5 min	3-5 maal, enz.

Wat verstaan we eigenlijk onder het begrip "**conditie**" ?

Wij laten conditie rusten op 4 pijlers, te weten:

1. Algemeen Uithoudingsvermogen.
2. Specifiek Uithoudingsvermogen.
3. Kracht.
4. Snelheid en Coördinatie.

Verschillen in opvatting over conditie zijn bijna altijd terug te voeren tot accent-verschillen in de zwaarte van overheersing van een of meerdere van de vier pijlers.

Een tweede belangrijke vraag die we ons kunnen stellen is:

Bewegen we in ons dagelijks leven voldoende en, vooral, met voldoende sterke prikkels, voor het op zijn minst op peil houden van onze conditie of laat dit te wensen over ?

Helaas moet deze vraag ontkennend beantwoord worden. We zitten teveel, eten veelal verkeerd en weten vaak ook niet goed hoe we het beter zouden moeten of kunnen doen.

Wanneer we het Algemeen en Specifiek Uithoudingsvermogen willen verbeteren door training of therapie dan maken we gebruik van **aërobe trainingsmethoden**.

Willen we vooral Kracht en Snelheid-Coördinatie verbeteren, dan maken we gebruik van **anaërobe trainingsvormen**.

De laatste jaren maakt men vooral gebruik van de zogenaamde hartslagmeters om het effect van training vast te leggen. Qua techniek, vormgeving en bedieningsgemak is er de laatste tien jaren veel veranderd in het gebruik van de hartslagmeters. De hartfrequentie (=Hf.) is **de**parameter voor trainingsbegeleiding geworden.

U kunt werken met hartslagmeters die alleen de Hf. op de display laten zien, maar er zijn ook types ontwikkeld die gedurende lange tijd de Hf. kunnen opslaan in een geheugen en met behulp van software is het resultaat direct na afloop beschikbaar en met pupil of patiënt te bespreken. Wat zijn **normale hartfrequenties** ?

In **rust** kunt U bij jonge kinderen Hf. verwachten die tussen 80 en 110 kunnen liggen. Bij volwassenen liggen **rustwaarden** tussen 30 en 80 slagen per minuut. Deze waarden gelden voor klachtenvrije (gezonde ??) mensen !! U ziet, een grote individuele spreiding is mogelijk. Bij **maximale inspanning** loopt de Hf. bij jonge kinderen op tot 220 slagen per minuut en bij volwassenen ligt de grens tussen 160 en 200 slagen per minuut, afhankelijk van leeftijd en getraindheid. Naarmate men ouder wordt daalt de maximale Hf. regelmatig. Iemand van 60 jaar zal vrijwel nooit een maximale Hf. boven 180-185 slagen per minuut laten zien.

Niet bij iedereen kan men 'zomaar' een maximale hartfrequentie bepalen. Wanneer, om welke reden dan ook, het niet gewenst is om een maximale Hf. direct te bepalen, dan kan men goed de formule van Ilmarinen toepassen, die luidt:

$$\text{Maximale Hf.} = 220 - (0.9 \times \text{leeftijd})$$

Een voorbeeld: Iemand is 50 jaar en van hem/haar wil men de maximale Hf. weten, zonder 'echt' een maximum te bepalen. Pas dan de formule van Ilmarinen toe en het resultaat wordt: Maximale Hf. = $220 - (0.9 \times 50) = 220 - 45 = 175$ slagen per minuut.

Met dit maximum wordt dan vaak in de praktijk als volgt gewerkt.

Stel het maximum op 100 %.

De **aërobe drempel** is ongeveer 70 % van het maximum, in ons voorbeeld: 70 % van 175 = 123 slagen per minuut.

De **anaërobe drempel** is ongeveer 85 % van het maximum, in ons voorbeeld: 85 % van 175 =

149 slagen per minuut.

Een beginner zal nu, wanneer trainen om de aërobe grens gewenst is, trainen met een hartslagfrequentie van 120 - 125 slagen per minuut. Bij een anaërobe training liggen die grenzen tussen 145 en 155 slagen per minuut. U ziet, **niet** een vast getal maar wat 'speelruimte' om een richtgetal is de goede aanpak. Het zijn richtlijnen en geen dogma's!!

Aërobe Trainingsmethoden.

Om iemands cardio-respiratoire uithoudingsvermogen te verbeteren worden zowel **ononderbroken** als **interval**-trainingsprincipes toegepast. Overbekend zijn lange, in langzaam tempo te lopen/fietsen/zwemmen afstandsvormen (=LSD = Long Slow Distances), interval trainingen (=afwisselend in redelijk hoog tot zeer hoog tempo lopen/fietsen/zwemmen enz. met herstelpauzes ertussen in), circuit trainingen (= verschillende 'stations' in een zaal opstellen en in circuit vorm een trainingssessie afwerken).

Tussen ononderbroken duurtraining en intervaltraining valt **geen** groot onderscheid te maken wanneer het effect van de trainingsvormen op het cardio-respiratoir systeem wordt beschouwd.

(Gaultiere,1967; Astrand-Rodahl,1977).

Duurtraining:

Een zeer populaire methode is het trainen met ongeveer 65-75 % van iemands maximale hartfrequentie gedurende langere tijd in hetzelfde tempo. De tijdsduur is bij beginners (ongetrainden) en patiënten vaak beperkt tot een aantal minuten ononderbroken bezig zijn, maar kan in 6 tot 10 weken al opgevoerd worden tot 20 - 30 minuten in hetzelfde tempo trainen, bij een trainingsprikkel tussen 65-75 % van de maximale hartfrequentie(=Hf.max). Individuele verschillen kunnen groot zijn. Voor patiënten gelden lagere percentages in Hf. bijvoorbeeld 50 - 60 % van iemands Hf.max. en kortere trainingstijden.

Afvallers ('drop-outs') onder deelnemers aan cardio-respiratoire trainingsprogramma's zult U vooral aantreffen in intensieve (≥ 85 % Hf.max.) interval trainings-programma's in vergelijking met ononderbroken duurprogramma's.

De volgende trainingsfactoren spelen een belangrijke rol bij duurtrainingsvormen:

1. **Omvang (= tijdsduur)** vaak gesteld in minuten;
2. **Intensiteit (in procenten);**
3. **Herstelfase (in tijd).**

Intervaltraining:

Deze trainingsvorm bestaat uit herhaalde series van een of meer herhalingen (per serie) bij een bepaalde belasting, veelal in tijd of percentage van de maximale hartfrequentie (=Hf.max.) uitgedrukt, met tussen elke serie een hersteltijd.

Wanneer mensen alleen maar trainingen met een lage intensiteit over kortere tijd (1 tot 2 minuten bijvoorbeeld) aankunnen, dan is het toepassen van interval-training als trainingsprincipe een goed alternatief ten opzichte van duurtraining.

Trainingsfactoren zijn o.a.:

1. **Omvang (= tijdsduur);**
2. **Intensiteit (in procenten);**
3. **Aantal Herhalingen;**
4. **Aantal Series;**
5. **Herstelfase (in tijd en aard van herstel).**

Circuittraining:

Het circuit bestaat veelal uit een aantal zgn. ' stations ' waarin oefeningen, die steeds verschillende spiergroepen belasten, worden geoefend. Op elk station wordt met gemiddeld 10 - 15 herhalingen met een gemiddelde intensiteit van 50 - 60 % van 1 RPM (=Repetition Maximum) getraind. Het herstel tussen de stations is minimaal 30 - 45 seconden. Het trainingseffect op het cardio-respiratoire systeem (zo'n 5 % toename) van deze circuittrainingsvorm is veel minder dan de 15 - 25 % toename die andere aërobe trainingsvormen laten zien. (Gettman and Pollock,1981).

Echter, krachttoename kan ook een (zeer) gewenst effect zijn en is met deze trainingsvorm goed te bereiken.

Aërobe Fitness(dance) Training:

Een typische ' aerobic workout ' bestaat uit 8 - 10 minuten rekoefeningen en 'vrije oefeningen' met een lage intensiteit. Daarna 15 tot 45 minuten hoge en lage intensiteit aerobic dance oefeningen (afwisselend uitgevoerd) met een doelgerichte trainingsintensiteit, ook hier veelal uitgedrukt in percentages van de Hf.max. Tot slot 5 - 10 minuten hersteloefeningen, de zgn. 'cool-down' periode. Een 6 % toename in VO₂ max. na een 10 weken durend programma van

3 trainings-sessies per week en per sessie 30 - 45 minuten trainingsarbeid met 70 - 85 % van de Hf.max, is het resultaat dat de groep van Dowdy, e.a.(1985) beschrijft.

Opstellen van een Individueel Trainingsprogramma:

Wat is **regelmatig lichamelijk actief zijn** eigenlijk ? Wij zouden regelmatig lichamelijk actief zijn willen omschrijven als het doen van dynamische oefenvormen waarbij grote spiergroepen betrokken zijn en de tijdsduur van de training minimaal 20 minuten bedraagt, liefst 3 maal per week, met een intensiteit van 60 % van iemands VO₂ max of 65 % van iemands Hf.max.

Vooraf de intensiteit waarmee getraind wordt moet goed bewaakt worden. Bij ongetrainden en patiënten is die trainings hartfrequentie heel snel te hoog om langere tijd volgehouden te kunnen worden. Veel (teveel!) mensen haken, na korte tijd verkeerd bezig geweest te zijn, af. (Dishman,a.o.1985; Vos,1989).

Factoren waarom mensen afhaken zijn:

Psychologisch: lage zelf motivatie; faalangst om gestelde doelen te bereiken; depressie; angst. Leefgewoonten: roken; anti-bewegen houding omgeving; familie problemen; training - werk conflict; geldgebrek, enz.

Fysiologische: Overgewicht/hoog percentage vet; blessure gevoeligheid; geringe kracht, enz.

Programma: Geen sociale ondersteuning; slechte locatie om te trainen; geen leiding bij de training; te hoge trainingsintensiteit, enz.

Welke factoren zijn van belang om, bij het opstellen van een trainingsprogramma, rekening mee te houden ?

De richtlijnen die The American College of Sports Medicine (1991) opstelde, om het ontwerpen van een trainingsprogramma, dat vooral op het cardio-respiratoire systeem gericht is, te ondersteunen, luiden als volgt:

1. Type training: Aërobe activiteiten die met grote spiergroepen in actie, langere tijd kunnen worden volgehouden zoals: wandelen/joggen; hardlopen; fietsen; zwemmen; roeien; cross-country skiën; schaatsen; enz.
2. Intensiteit: Begin met 55 % van maximale hartfrequentie en voer die **langzaam** op tot maximaal 85 % van de Hf.max. (Deze intensiteit is vergelijkbaar met 40 % VO₂ max. tot ong. 80 % VO₂ max).
3. Trainingsfrequentie: Optimaal = 3 maal per week trainen (op verschillende dagen !!).
4. Trainingsduur: Begin met 10 - 15 minuten en voer die tijdsduur **langzaam** op tot 45 - 60 minuten per trainings-sessie van ononderbroken of onderbroken aërobe activiteit, afhankelijk van de trainingsintensiteit. Vooral een lage tot gemiddelde intensiteit wordt aanbevolen bij ongetrainden en patiënten !! (zie punt 2).
5. Mate van progressie: Pas voortdurend het oefenprogramma aan, door bijvoorbeeld regelmatig te testen. Aanpassingen vinden vooral plaats in de sfeer van intensiteit, duur (omvang), aantal herhalingen of series en hersteltijd bijstellen.

In de eerste 6 tot 10 weken zien we bij ongetrainden een sterk progressieve verbetering van het zuurstofopname-vermogen (VO₂ max) die soms tot meer dan 40 % kan oplopen !! Daarna vlakt bij iedereen die curve af door biologische adaptatie. Of men dan toch wil proberen om, bijvoorbeeld de VO₂ max. nog verder te verbeteren, zal sterk van de doelstelling afhangen.

Persoonsgericht Trainingsprogramma:

Of het nu vanuit preventief of therapeutisch standpunt bezien wordt, elk oefenprogramma moet eigenlijk **nauwkeurig** worden omschreven. Van elke patiënt/cliënt moet zijn/haar

medische geschiedenis, fysieke conditie, levensgewoonten en belangstellingsrichting vastgelegd worden.

De risico-classificatie (gezond, verhoogd risico of CHD) geeft aan hoe nauwkeurig de trainingsopdrachten omschreven moeten worden.

Allereerst kan men demografische factoren vastleggen zoals leeftijd, geslacht, beroep, lengte, gewicht en familiale risico's voor hart- en vaatziekten.

De medische geschiedenis omvat informatie inwinnen over:

1. De huidige symptomen voor: kortademigheid; angina pectoris; claudicatio; spier-gewricht problemen of beperkingen; medicijn gebruik.
2. Recente achtergrondinformatie over: ziek geweest zijn; ongevallen; operaties; uitgevoerde laboratorium testen.

Over de levensgewoonten kunnen de volgende informatie worden ingewonnen:

alcohol en cafeïne gebruik; roken; voedingsgewoonten; fysieke activiteit en belangstelling; slapen; mentale gesteldheid; beroeps stress en familie-gewoonten.

Het fysiek lichamelijke onderzoek omvat de volgende onderdelen:

Het meten van de bloeddruk; hart-longen beluisteren; orthopedische problemen of beperkingen.

Het Fitness-profiel wordt bepaald door:

Cardio-respiratoire fitness bepalingen zoals bloeddruk; hartfrequentie; ECG (in rust en bij inspanning); VO₂ max.

Lichaamssamenstelling: gewicht; lengte; percentage vet; vetvrije massa; normaalgewicht.

Spierkrachtmetingen van grote spiergroepen; veldtesten om kracht-uthoudingsvermogen en snelheid-coördinatie vast te leggen.

Lenigheids- en neuro-musculaire testen.

Een **Voorbeeld:**

Persoonsgegevens:

Leeftijd: 30 jaar.

Geslacht: Vrouw.

Lengte: 165.0 cm. Lich.Gewicht: 63 kg.

Type test: maximale fietsergometer test.

Inspanningsfysiologische testen:

Insp.ECG: normaal.

Rust Hf: 68 sl.minuut.

Maximale Hf.: 195 sl.minuut.

VO₂ max: 2.52 l.min = 40 ml.kg.min.

Percentage Vet: 23.5 %.

Vetvrije Massa: 48.2 kg.

VO₂ max: 52.3 ml.kg.vvm.min.

Getoetst aan Normwaarden Vosnorm-programma: **Normaal** t.o.v. ongetrainde leeftijdgenoten.

Opzet trainingsprogramma:

Type training: Fietsergometer arbeid met vast toerental, bijv. 65 RPM.

Intensiteit: Begin met 60 % van VO₂ max en kom niet boven 80 % VO₂ max. uit !

Of: Begin met 70 % Hf.max. en kom niet boven de 85 % Hf.max. uit.

Hf.tijdens trainingen: 135 sl.min ondergrens (=minimum) en
165 sl.min bovengrens (=maximum).

'Schommel' tijdens uitgeoefende arbeid om de 150 sl.min.(gemiddeld).

Tijdsduur training: begin 15 minuten; oplopend na verloop van 16 weken tot 60 minuten per trainings-sessie.

Trainingsfrequentie: 3 maal per week, oplopend naar 4 maal per week.

Uitvoering Trainingsprogramma:

	Duur:	Intensiteit:	Hf:	Belasting Fietsergom:	Tr.Frequentie:
Week 1 :	20 min.	60 % VO2 max.=135		50 Watt	3 x week
Week 2 :	25 min.	60 % VO2 max.=135		50 Watt	3 x week
Week 3 :	30 min.	60 % VO2 max.=135		50 Watt	3 x week
Week 4 :	40 min.	60 % VO2 max.=135		60 Watt	3 x week
Week 5 :	40 min.	70 % VO2 max.=140		70 Watt	3 x week
Week 6 :	40 min.	70 % VO2 max.=145		75 Watt	3 x week
Week 7 :	40 min.	70 % VO2 max.=145		75 Watt	3 x week
Week 8 :	45 min.	75 % VO2 max.=150		75 Watt	3 x week
Week 9 :	45 min.	75 % VO2 max.=150		75 Watt	4 x week
Week 10:	45 min.	75 % VO2 max.=150		75 Watt	4 x week
Week 11:	45 min.	80 % VO2 max.=155		80 Watt	4 x week
Week 12:	50 min.	80 % VO2 max.=160		80 Watt	4 x week
Week 13:	50 min.	80 % VO2 max.=160		85 Watt	4 x week
Week 14:	55 min.	80 % VO2 max.=160		90 Watt	4 x week
Week 15:	60 min.	80 % VO2 max.=165		95 Watt	4 x week
Week 16:	60 min.	80 % VO2 max.=165		100 Watt	4 x week

Hierna kan besloten worden tot onderhoudstraining om het bereikte effect niet weer binnen een paar weken te verspelen en ter afwisseling kunnen andere aërobe trainingsvormen worden aangeboden. Onderhoudstraining : 1 tot 2 maal per week trainen.

Anaërobe trainingsmethoden:

Wanneer we spierkracht willen verbeteren dan zal, bij de zwaardere trainingsvormen zoals trainen voor verbetering van maximale kracht, snelkracht en gedeeltelijk ook bij snelkracht-uthoudingsvermogen trainen, sprake zijn van **anaërobe** training. Slechts in het overgangsbied van snelheid/coördinatie trainen, waarbij nauwelijks sprake is van 'echte' krachttraining, wordt de **aërobe** component overheersend.

Onderscheid naar spiercontracties:

I. Statisch (= isometrisch).

II. Dynamisch (=isotonisch).

A. Dynamisch-concentrisch.

B. Dynamisch-excentrisch.

C. Isokinetisch.

Ad.I. De spierlengte verandert niet, de uitgeoefende spierkracht wel !

Ad.II. De spierkracht kan door een samentrekkende beweging van de spieren over de gehele range van bewegen worden uitgeoefend en wordt dan **concentrisch** genoemd. Vindt onder invloed van een grote verzwaring verlenging plaats dan noemt men dat

dynamisch-excentrisch. Een combinatie van statische en dynamische contracties noemt men auxotonische contracties.

Bij **isokinetische** krachttraining heeft men de variabele 'snelheid van bewegen' onder controle gebracht met behulp van apparatuur. Men is dan niet in staat om tijdens de gehele

bewegingsrange de geboden weerstand, die door het apparaat geleverd wordt, echt te overwinnen.

Onder **maximale kracht** verstaan we de eigenschap om bij willekeurige statische contracties de hoogst mogelijke kracht te ontwikkelen.

Onder **absolute kracht** verstaan we het vermogen om boven de willekeurige maximale kracht uit te komen door een reflectoire activering van zoveel mogelijk motor-units (bijvoorbeeld door electrostimulatie).

Een groot verschil tussen absolute- en maximale kracht laat krachttoename zonder spiermassa toe. Neuromusculaire functieverbetering is hiervoor verantwoordelijk.

Bij een klein verschil kan krachttoename alleen nog gepaard gaan **met** spiermassa toename. Dit schept onder andere in verband met gewichtsklasse indeling in de sportbeoefening grote consequenties ten aanzien van de keuze die men doet.

Specifiek trainen is noodzakelijk waarbij men veelal streeft naar een goede correlatie tussen maximale kracht en 'explosief' reageren.

Krachttrainingsvormen:

Er bestaat geen op zichzelf staande test die gebruikt kan worden om de totale spierkracht of het totale uithoudingsvermogen vast te leggen. Wij kiezen voor een testbatterij wanneer we goede, betrouwbare informatie willen verkrijgen over **totale** spierkracht. (Vos,1976).

Kracht en uithoudingsvermogen zijn specifiek voor elke spiergroep, type contractie (statisch of

dynamisch), spiercontractie (Slow en Fast Twitch vezels), en de gewrichtshoek waaronder getest wordt.

Het maximale aantal sit-up's of push-up's dat iemand kan halen meet het spierkracht-uithoudingsvermogen maar **niet** de maximale spierkracht !! Een verkeerde interpretatie van de testresultaten ligt op die manier voor handen !

Het testresultaat is direct gerelateerd aan het lichaamsgewicht of (vaak nog beter) aan de vetvrije massa. Bij groepsvergelijkingen en individuele bijstelling van het trainingsprogramma moet hiermede sterk rekening gehouden worden.

Verder moeten allerlei factoren die het maximale resultaat van de testen kunnen beïnvloeden zoveel mogelijk worden uitgesloten, zoals tijdstip van de dag; geen training voorafgaande aan de test; geen leereffect op de testapparatuur; gestandaardiseerde uitvoering; test betrouwbaarheid en goede reproduceerbaarheid test.

Er bestaat bovendien nog voor veel testen geen of nauwelijks betrouwbare normwaarden. Iemand testen is een kant, maar willen vergelijken met anderen is iets waar al heel gauw behoefte aan is.

Een paar **richtlijnen** bij het opstellen van een **Statisch Krachttrainingsprogramma:**

Soort Training:	Intensiteit:	Tijdsduur:	Herhalingen:	Tr.frequentie:	Progr.Duur:
<u>Statische Kracht:</u>	100 % MVC*)	5 sec/contr.	5 tot 10	5 x week	>= 4 weken
<u>Statisch Uithoudingsvermogen:</u>	<=60 % MVC	vermoeidheidsgrens	1 x	5 x week	>= 4 weken

*) MVC= Maximum Voluntary Contraction= maximale willekeurige contractie.

Bij **Dynamische Krachttraining** hebben we met concentrische, excentrische en isokinetische trainingsvormen te maken. De belangrijkste onderdelen voor een programma opzet waarbij dynamische krachttraining gewenst is, zijn:

- 1 Repetition Maximum (=1 RPM), d.w.z. met een technisch juiste uitvoering, het maximale gewicht verplaatsen. 1 RPM wordt veelal op 100 % gesteld, en van daaruit worden de gewichten berekend.

2. Herhalingen.
3. Series.
4. Hersteltijd.

Wat is het **optimale** aantal series en herhalingen om maximale spierkracht of spierkracht-uthoudingsvermogen te ontwikkelen is een vraag die veel onderzoekers heeft bezig gehouden sinds Delorme en Watkins (1948) het eerste krachttrainingsprogramma voor de revalidatie ontwierpen. De intensiteit wordt vaak in % van 1-RPM (= 1 Repetition Maximum) uitgedrukt.

Naar Fleck and Kraemer (1987) bevelen we U de volgende indeling en het gebruik ervan aan:

60 % 1-RPM = 15 - 20 herhalingen.	85 % 1-RPM = 6 herhalingen.
65 % 1-RPM = 14 herhalingen.	90 % 1-RPM = 4 herhalingen.
70 % 1-RPM = 12 herhalingen.	95 % 1-RPM = 2 herhalingen.
75 % 1-RPM = 10 herhalingen.	100 % 1-RPM = 1 herhaling.
80 % 1-RPM = 8 herhalingen.	

Een paar **richtlijnen** bij het opstellen van een **Dynamisch Krachttrainingsprogramma:**

Soort Training:	Intensiteit:	Series:	Herhalingen:	Tr.frequentie:	Prog.Duur:
<u>Dynamische Kracht:</u>	85% 1-RPM	3	6	3 x p.week	>= 6 weken

<u>Dynamisch Uithoud. Vermogen:</u>	60% 1-RPM	3	15	3 x p.week	>= 6 weken
-------------------------------------	-----------	---	----	------------	------------

Circuittrainingsvormen:

De achtergrondgedachte is om met deze trainingsvorm zowel kracht als uithoudingsvermogen te verbeteren. Vooral trainen met een laag aantal herhalingen en een hoog percentage belasting is met deze trainingsvorm goed te realiseren. Een circuit krachttrainingsprogramma heeft gewoonlijk zo'n 10 tot 15 'stations' ter beschikking. Bekende 'stations' zijn o.a.:

Bench press (Armstrekking); Leg extension (Beenstrekking); Rugspieren; Buikspieren; Leg press (Beenstrekking); Arm curl (Armbuiging); Leg curl (Beenbuiging); Lateral pull down (Schouder-nekspieren); Roeimachine (Totaal beweging); Stairs climbing (Beenspieren); Loopband (Totaal beweging); Fietsergometer (Beenspieren); Ab- en adductoren, enz.

Uitvoering **Circuittrainings-programma:**

Intensiteit: 40 tot 55 % 1-RPM.

Stations: 12 stations, kloksgewijs opgesteld.

Herhalingen: Zo vaak mogelijk in 30 seconden. Denk om goede technische uitvoering !!!

Hersteltijd: 15 seconden tussen de stations.

Tijd per circuit: 9 minuten.

Aantal circuits: 3 sessies.

Frequentie training: 3 maal per week.

Tijdsduur training: 8 tot 10 weken.

Overload principe: Per week een nieuw 1-RPM bepalen en de trainingsintensiteit hierop aanpassen.

Isokinetisch training

Isokinetisch trainen betekent trainen met concentrische, dynamische contracties tegen een zich aanpassende weerstand die de uitgeoefende kracht per spiergroep verdeeld over de gehele range van bewegen. De snelheid van bewegen wordt mechanisch gecontroleerd door een isokinetisch oefenapparaat. (Cybex, Biodex, Orthotron, Omni-tron zijn voorbeelden van dit soort apparatuur). Verbeteren van kracht, vermogen en spier-uthoudingsvermogen zijn de beoogde doelen met deze trainingsvorm.

De snelheid van bewegen wordt uitgedrukt in graden per seconde en de range van 24 tot 300 graden.sec is normaal. Bij lage snelheden mag men minder trainingseffect verwachten dan bij hoge snelheden.

Een paar **richtlijnen** bij het opstellen van een **Isokinetisch Krachttrainingsprogramma:**

Soort Training: Intensiteit: Snelheid: Herhalingen: Series: Tr.frequentie: Progr.Duur:
Isokin.Kracht: Maximale 24 - 180 2 tot 15 3 3 x p.week \geq 6 weken
contractie grad/sec

Isokin.Uithoud. Maximale \geq 180 tot vermoeid- 1 3 x p.week \geq 6 weken
Vermogen: contractie grad/sec heid.

SPIERKRACHT EN HET METEN VAN KRACHT

Inleiding:

Via factoranalyse blijkt vaak dat in veel takken van sport of in de revalidatie bij sportletsel behandeling, krachttraining gewenst is om de prestatiegrens te verleggen of weer op het "oude" niveau terug te komen.

Naast uthoudingsvermogen, snelheid van bewegen, coördinatie van bewegen en lenigheid, is kracht een van de vijf grondeigenschappen, die samen het begrip **KONDTIE** vormen.

SPIERKRACHT:

De door samentrekking of contractie uitgeoefende spierkracht grijpt nooit in het centrum van het gewricht aan maar altijd op enige afstand van dit centrum. Er ontstaat dus een draaimoment of koppel (=torque). De grootte van het draaimoment wordt bepaald door spierkracht en de loodrechte afstand tot het draaipunt in het gewricht.

Bij de meeste bewegingen werken verschillende spiergroepen gelijktijdig samen. Er zijn ook spiergroepen die voor een contrabeweging verantwoordelijk zijn, bijvoorbeeld in verband met stabilisatie van het gewricht. Wij kunnen bij het bewegen dan ook nauwelijks spreken van een spiergroep, omdat vrijwel altijd meerdere spiergroepen in een bewegingsketen meedoen. Dit is een zeer belangrijke consequentie voor de wijze waarop we bijvoorbeeld met krachttraining bezig zijn. Bij langzame bewegingssnelheid en veel krachtinzet doen zowel Type I als Type II vezels mee. Bij snelle bewegingen hoofdzakelijk Type II vezels met een korte contractietijd. Bij toenemende bewegingssnelheid neemt de maximale in te zetten kracht duidelijk af, m.a.w. er valt bij een toenemende hoeksnelheid niet voortdurend een krachttoename te signaleren, maar WAAR deze afname plaats vindt kan bijvoorbeeld met behulp van isokinetische meetapparatuur bepaald worden. Ook dit kan in verband met revalidatie of sporttraining van groot belang zijn om in trainingsprogramma's te verwerken.

TRAININGSEFFECTEN IN DE SPIER:

Bij sub-maximale, lichte trainingsvormen zal het effect van de training vooral in Type I vezels duidelijk worden. Bij gemiddeld zware trainingen zijn vooral Type IIa vezels betrokken en bij zware, maximale trainingen is het effect vooral in de Type IIb terug te vinden.

Spiermassa-toename is goed waarneembaar, maar of de volume-toename louter hypertrofie is of ook hyperplasie genoemd moet worden is niet altijd duidelijk.

KRACHTTRAINING BIJ JONGEREN:

Tot de puberteit zien we weinig verschil in kracht, zowel in spiermassa als in spierkracht, tussen jongens en meisjes. (Vos, 1976). Een geringe kracht in grote spiergroepen kan tot houdingsafwijkingen bij schoolgaande jeugd leiden. Het passieve bewegingsapparaat stelt wel nadrukkelijk zijn grenzen in verband met belastbaarheid en men moet intensiteit en duur van de krachttraining hierop zeer goed afstemmen. De skeletspier zelf beschermt zich tegen overbelasting door vermoeidheids- of uitputtingsverschijnselen als een natuurlijke rem te hanteren.

Een algemeen advies mag dan ook luiden: Train met niet meer dan het lichaamsgewicht en geringe belasting van met name de wervelkolom, in de groeispurfase. Bij een volgroeid skelet kunnen zwaardere krachtvormen toegepast gaan worden.

KRACHTTRAINING BIJ VROUWEN:

Het anabole effect van testosteron is verantwoordelijk voor het krachtonderscheid bij man en vrouw. Een ongetrainde vrouw heeft ongeveer 35 % spiermassa, een ongetrainde man ongeveer 45 % van het totale lichaamsgewicht. Het bovenlichaam kan bij vrouwen ongeveer 55 % van de kracht van die van de man uitoefenen en de benen ongeveer 65-70 % van die van de man. Zowel in absolute als relatieve waarden blijft het verschil in kracht tussen man en vrouw, ook bij getrainden in verschillende takken van sport bestaan.

OUDER WORDEN EN SPIERFUNKTIES:

Vooraf bij vrouwen maar ook bij mannen zien we na het vijftigste levensjaar een duidelijke afname in kracht ten gevolge van hormonale veranderingen. Tegenwoordig staat met name de botontkalking of osteoporose, vooral bij vrouwen als gevolg van de veranderingen die in de menopauze plaats vinden, centraal in de belangstelling.

Bij het ouder worden verliezen we zeker zo'n 30 % spiermassa bij mensen op hoge leeftijd. Verlies van motorneuronen veroorzaakt een verlies aan motor-units waardoor spieren niet meer actief meedoen en degenereren. Histochemisch onderzoek laat deze veranderingen d.m.v. biopsie-technieken duidelijk zien.

Het is bijvoorbeeld bekend dat het dragen van modieus, maar anatomisch niet goed schoeisel, neuropathologische afwijkingen op hoge leeftijd in de voetspieren als resultante van dit gedrag laat zien.

Wanneer de spierkracht van bepaalde spiergroepen onder een minimum drempel zakt, is men vrij plotseling niet meer in staat om het dagelijks leven aan te kunnen en wordt men hulpbehoevend. Verlies van onafhankelijkheid is dan het resultaat en er zal met een sterk groeiende groep ouderen steeds meer belangstelling komen om dit proces te begrijpen en vooral wat men er tegen kan doen. Trainen van skeletspieren tot op hoge leeftijd is zeer zeker mogelijk, zij het dat het vanzelfsprekend is dat de oefenstof moet worden aangepast. Kennis daaromtrent is helaas nog schaars omdat de groep ouderen zeker in deze maatschappij nu niet bepaald in de belangstelling staat of stond. Onder druk van grote economische belangen zal deze belangstelling ongetwijfeld de komende decennia sterk toenemen.

Een spectaculaire groei voor onderzoek bij ouderen, terug te vinden in de gerontologie en geriatrie en vormt de basis van onze veronderstelling.

REGELMATIG beweging nemen waarin minimum prikkels zowel voor cardio-respiratoire of cardio-vasculaire en musculaire functies besloten liggen, lijkt ons de aangewezen weg om de ongemakken van het ouder worden zolang mogelijk van je vandaan te houden.

WELKE VERANDERINGEN ZIEN WE ZOAL IN DE SKELETSPIER OPTREDEN BIJ HET OUDER WORDEN ?

Een **DALING** of **AFNAME** van:

1. Spiervezel grootte.
2. Spiervezel aantal.
3. ATP-ase activiteit.
4. Verhouding ATP : Creatine fosfaat.
5. Glycogeen voorraad.
6. Glycolytische enzymen.
7. Oxidatieve enzymen.
8. Mitochondrale eiwitten.
9. Impuls geleidingssnelheid.

Een **TOENAME** van:

1. Collageen weefsel.
2. Ratio Type I (Slow twitch) : Type II (Fast twitch) vezels.
3. Prikkelbaarheidsdrempel membraan.
4. Bindweefsel.

KRACHTTRAINING VOOR EXPLOSIEVE SPORTEN

Begripsomschrijvingen:

Kracht (=force) wordt weergegeven in Newton (=N), dat is de kracht die nodig is om een massa van 1 kg met 1 meter/sec/sec (lees meter per seconde kwadraat) te versnellen. Zwaartekracht of magnetische kracht kunnen we niet zien, maar het effect ervan kan wel gemeten en gezien worden. De reden waarom bijvoorbeeld de wielrenner of hardloper niet steeds sneller gaan ligt in het feit dat bij toenemende snelheid van bewegen de windweerstand, maar ook de frictie-weerstand in de draaiende delen van de racefiets en de menselijke gewrichten toenemen. Aangezien alle voorwerpen naar het centrum der aarde vallen met een versnelling van 9.81 meter/sec/sec, bedraagt de zwaartekracht die op het menselijk lichaam inwerkt 9.81 maal het lichaamsgewicht (in kg). Wanneer iemand bijvoorbeeld 80 kg zwaar is dan kost het

$80 \times 9.81 = 785 \text{ N}$ aan kracht om deze man van de grond te tillen.

Belangrijk: De anglo-saksische literatuur gebruikt uitwisselbaar de begrippen "Strength" en "Force", waar wij meestal alleen het woord "kracht" voor in de plaats stellen.

Zij verwoorden dat als volgt: "Strength is the ability to generate force".

Wanneer we onze man van 80 kg lichaamsgewicht niet alleen optillen maar ook gadeslaan bij bijvoorbeeld het verplaatsen van het lichaamsgewicht zoals bij traplopen het geval is, dan verricht hij bij het traplopen "arbeid", d.w.z. **ARBEID = KRACHT MAAL WEG.** (Arbeid = Work). Arbeid is dus het produkt van de uitgeoefende kracht en de afstand waarover de kracht wordt uitgeoefend. De eenheid waarin arbeid wordt weergegeven luidt: Joule(=J). Ons voorbeeld van een man van 80 kg die bijvoorbeeld een trap van 4 meter hoogte opklimt verricht daarbij een arbeid die gelijk is aan:

$$80 \times 9.81 \times 4 = 3139 \text{ J.}$$

Nu kunnen bijvoorbeeld twee mannen van elk 80 kg lichaamsgewicht voornoemde trap van 4 meter hoogte opgaan met een verschillende snelheid. De eerste man doet de trap bijv. in 5 seconden en de tweede man doet er bijv. 10 seconden over. In het eerste geval wordt een

vermogen (dat is de arbeid(=kracht x weg) per tijdseenheid) geleverd van $3139 : 5 = 628$ Watt.

In het tweede geval is het geleverde vermogen $3139 : 10 = 314$ Watt (=W).

Het **VERMOGEN** wordt als eenheid in Watt(=W) = J/s = N x m/s weergegeven.

Het vermogen is in de anglo-saksische literatuur gelijk aan het begrip **POWER**.

SNELHEID (= velocity) is afstand gedeeld door tijd (=m/s).

In formule bij elkaar gezet:

KRACHT = MASSA X VERSNELLING Eenheid= Newton (=N).

ARBEID = KRACHT X WEG Eenheid= Joule (=J).

VERMOGEN = ARBEID : TIJD Eenheid= Watt (=W).

SNELHEID = AFSTAND : TIJD Eenheid= meter per seconde.

De tijd die we nodig hebben om een bepaalde afstand te overbruggen maakt tevens het onderscheid in de sport tussen winnen en verliezen. De tijd waarin een bepaalde hoeveelheid arbeid wordt verricht noemen we de "power output". Verbeteren van iemands "power output" is dus heel vaak het trainingsdoel.

Voor de skeletspier ligt het begrip "power output" besloten in de totale grootte en kracht van de spier en de snelheid waarmee de spier zich kan verkorten! De maximale snelheid van verkorten voor een spier wordt als V_{max} weergegeven.

De snelheid van contractie van een totale spier hangt af van de verhouding in verschillende spiervezeltypen die binnen de spier bestaat, terwijl de intrinsieke snelheid van contractie voor een enkele spiervezel door de enzym eigenschappen van de actomyosine crossbridges wordt bepaald.

Tot nu toe laten trainingsprikkel (nog) geen veranderingen in twitchcontractie tijden van de Type I en Type II vezels zien als resultaat van die training.

Met andere woorden het is (nog) niet mogelijk gebleken om Type I ("langzame" vezels) door trainingsprikkel "om te zetten" in Type II ("snelle" vezels), ook niet onder extreme trainingsomstandigheden.

Aangezien de lengte van de spier zeker ook invloed op de snelheid van contractie van de spier heeft, pleit een theorie voor rekken of "stretchen" van de spieren, omdat het resultaat van rekken van de spier zou zijn dat spierlengte en aantal sarcomeren toenemen en daarmee de maximale snelheid van verkorten.

VERANDERING IN KRACHT DOOR KRACHTTRAINING:

Wanneer we geen noemenswaardige verandering in snelheid van contractie van de spier door trainingsprikkel kunnen bereiken, dan blijft als alternatief over dat we i.p.v. aan de snelheid aan de krachttoename gaan werken met als totaal doel het laten toenemen van de power output van de spier.

Het is echter een beetje te eenvoudig gesteld wanneer we stellen dat krachttraining immers de grootte en kracht van een spier laat toenemen, deze toename meteen "vertaald" wordt in een toename van power output in bewegingen waarin de getrainde spieren worden gebruikt.

DOELGERICHT TRAINEN

In 1961 publiceerden Hettinger en Muller een geruchtmakend artikel waarin zij stelden dat de minimum prikkel om tot maximale statische (=isometrische) krachttoename te komen een maximale contractie van 1 tot 2 seconden volhoudtijd voldoende was om dat doel te bereiken!! Was dit maar waar dan zou met name in de revalidatie en ook in de sport de

trainingstijd aanzienlijk bekort kunnen worden. Echter na een aantal jaren moesten Hettinger en Muller hun bevindingen herroepen en gaven zij aan dat krachttraining veel gecompliceerder in elkaar stak dan aanvankelijk leek. Met name Hettinger heeft nadien nog vele publikaties die als waardevol betiteld mogen worden op zijn naam gebracht.

Nu denken we dat per te trainen spiergroep (ook de kleine spieren!!) in ieder geval met 60-70 % van het maximum en 8 tot 10 herhalingen elke dag trainen, er een kleine maar constant toenemende krachttoename plaatsvindt.

Voor een goed overzicht van de effecten van statische en dynamische (incl. isokinetische) krachttraining kunnen we de review uit 1984 van McDougall and Davies aanbevelen.

Rasch and Morehouse (1957) lieten als een van eersten zien dat training specifiek voor het bewegingspatroon moet zijn. Experimenten van o.a. Rutherford, e.a. (1986) lieten een duidelijk

verschil in toename zien, na 3 maanden training, in het trainingsgewicht en de krachttoename in statische kracht van de getrainde spiergroepen.

Er is bijvoorbeeld **geen** groot verschil tussen armbuigkracht of armstrekkkracht van rechter en linker arm (in de meeste gevallen niet meer dan 10 %, Vos, 1976), maar wanneer gevraagd wordt aan dezelfde mensen om een bal te gooien dan blijkt dat er tussen de dominante arm en de niet-dominante arm een verschil in snelheid van 100 % heel goed mogelijk is !

Zonder goede coördinatie en techniek training is krachttoename **ALLEEN** zeker niet voldoende om tot prestatieverbetering te komen en is sportspecifiek trainen dus een eerste vereiste om tot een waarneembare verbetering te komen.

Metingen aan veranderingen in kracht-snelheid eigenschappen van de spier zijn vooral bij grote spiergroepen heel moeilijk door te voeren (de Koning, 1984), vandaar dat mogelijke veranderingen in de kracht-snelheid curven vooral ook terug te vinden zijn in spiervezelveranderingen in de spiergroep zelf. Met behulp van moderne technieken zoals CT-scanners kunnen we bij verschillende spiergroepen de dwarsdoorsnede van de spier goed zichtbaar maken en een relatie met de uitgeoefende kracht grafisch weergeven.

Voordat we een krachttoename "zichtbaar" kunnen maken als toename in dwarsdoorsnede, wat pas na 6 tot 8 weken training het geval is, is er in de eerste weken wel sprake van krachttoename in de spier maar die krachttoename is toe te schrijven aan neurale mechanismen.

Hoe komt deze laatste vorm van krachttoename nu tot stand ?

We moeten daarbij aan twee mogelijkheden denken:

A. Er liggen " reservekrachten " te sluimeren in de vorm van grote, snelle motor-units die alleen bij grote krachten geactiveerd worden en meedoen en in ongetrainde toestand niets doen.

B. Verbeterde synchronisatie van "vurende" motor-units bij getrainden laat een grotere krachttutoefening zien.

Naast dwarsdoorsnede en neurale adaptatie zijn spiervezel type, vezel bouw en de dichtheid van contractiel materiaal belangrijke factoren die verschillen in spierkracht kunnen verklaren. Er zijn experimentele aanwijzingen dat Type II (=Fast Twitch vezels) sterker zijn dan Type I (=Slow Twitch vezels). Veranderingen d.w.z. omzettingen in Type vezels door training is nog niet aangetoond (Edstrom and Grimby, 1986).

Veranderingen in spierbouw en/of de bindweefsel aanhechtingen in de spiervezel kan leiden tot veranderingen in power output van de spier. Toename in statische (=isometrische) kracht en afname in contractie-snelheid zal resulteren in veranderingen in power output.

WAT IS DE STIMULANS VOOR KRACHTTOENAME ?

Voor nieuwe spiertoename d.w.z. krachttoename is blijkens vele studies in ieder geval grote krachttuitoefening noodzakelijk, maar of de grote krachttuitoefening **OP ZICHZELF** of gewoonweg het feit dat alle beschikbare motor-units meedoen en ondergeschikt worden gemaakt aan een trainingsprikkel, zoals grote metabole veranderingen samen met zware training, de oorzaak zijn van krachttoename is nog niet duidelijk gebleken.

Mogelijke prikkels om tot spierhypertrofie te komen zijn:

1. Hormonale prikkels:

Veel is gepubliceerd over endocrine response die voor spier omvang toename zou zorgdragen. Maar omdat hypertrofie ook in een enkele spier kan worden opgewekt in een kant van het lichaam denken we meer aan paracrine (=lokale produktie van groei factoren) dan aan endocrine groei prikkels.

2. Metabole prikkels:

Iedereen kent het gevoel van "het doet brandend zeer " bij zware trainingsprikkels. Maar of die metabole uitputting een pre-voorwaarde is om tot spiergroei te komen is niet bewezen. Het lijkt er meer op dat deze metabole veranderingen zoals een sterke toename van waterstof ionen concentratie ("verzuring") of ADP , NH₃ en inosine afname in verband moeten worden gebracht met het begrip "fatigue"(vermoeidheid) dan met spiergroei. Een verbetering in uithoudingsvermogen is het resultaat i.p.v. spierkracht (omvang) toename. Goed getrainde duuratleten hebben geen spieren die sterker zijn dan matig getrainde recreatie sporters. (Vos,1976).

3. Mechanische factoren:

Grote krachten kunnen op micro basis schade veroorzaken in de sarcomeren en daarbij een prikkel geven om bij regeneratie tot groei te komen. Verandering in de Z-schijven die de myofibrillen aanzetten tot splitsing laten daarna zien dat de overgebleven stukken weer groeien tot volle omvang (Goldspink,1971).

Vooraf excentrische oefeningen met grote krachttuitoefening zijn voor deze gang van zaken verantwoordelijk, hetgeen tegenwoordig heel goed door middel van elektronen-microscopie zichtbaar te maken valt.

Mechanische prikkels bij de skeletspier van de rat (herhaald rekken van een geïsoleerde spier in rust) liet een toename van prostaglandinen zien.

Tot slot is het bij mechanische stress ook goed mogelijk dat fibroblasten in het bindweefsel groeifactoren produceren.

HET METEN VAN KRACHT: SPIERKRACHT-TESTMETHODEN

A. MANUEEL TESTEN:

Daniels,e.a.(1956) en Kendall,e.a.(1949) beschrijven in hun tekstboeken hoe bepaalde weerstandstesten manueel kunnen worden uitgevoerd en een ervaren fysiotherapeut kan daarmee een redelijk betrouwbare indruk verkrijgen over iemands functioneren. Maar nauwkeurig en onderling vergelijkbaar zijn dergelijke methoden allerminst. Sinds de jaren zestig zijn o.a. met behulp van rekstrookjes zeer nauwkeurige meetmethoden ontwikkeld die meer en meer in praktische meetopstellingen hun toepassing hebben gevonden. Ook hydraulische- en veersystemen hebben opgang gemaakt. In klinische toepassingen wordt bijvoorbeeld de hand-hold-dynamometer gebruikt. Betrouwbaarheid en validiteit van de testen met behulp van draagbare hand-hold-dynamometers nemen toe wanneer er sprake is van goede standaardisatie en voldoende normaalwaarden om de gevonden waarden te kunnen toetsen.

B. STATISCHE SPIERKRACHTTESTEN:

Met behulp van rekstrookjes zijn verschillende dynamometers ontwikkeld die nauwkeurige krachtmetingen van grote spiergroepen mogelijk maken (Vos,1976). Goede standaardisatie overeenkomstig internationale afspraken is een noodzaak om goed reproduceerbaar te kunnen meten. De gemeten maximale statische kracht van grote spiergroepen is vergelijkbaar met normaalwaarden. Bij patiënten kan het van groot nut zijn dat men eerst de gelegenheid krijgt om rustig de kracht op te bouwen in een gefixeerde positie tot een maximale waarde is bereikt of tot de pijngrens. Bij dynamische bewegingen kan veel minder goed de functiebeperking onder controle worden gehouden. Nadeel van maximale statische krachtmetingen is dat men geen uitspraak kan doen over het functioneel gedrag van de patiënt. Statische krachtmetingen kunnen ook van belang zijn wanneer onderscheid tussen contractiel en niet-contractiel weefsel gemaakt moet worden.

Meer aandacht dan tot nu toe zou er o.i. moeten zijn voor testen van patiënten met osteoporosis, ernstige cardiovasculaire of respiratoire problemen, met zeer zwakke spiergroepen, zoals buik- en rugspieren of hypertensie. Ook in herhaalde, sub-maximale testseries moet bijvoorbeeld de pijngrens een belangrijk criterium blijven om te stoppen.

C. DYNAMISCHE SPIERKRACHTTESTEN:

Wanneer we een oefening uitvoeren met een variabele snelheid en een vaste weerstand dan spreken we van een dynamische (=isotonische) contractie. Deze uitvoering kan met spierverkorting (=concentrisch) of spierverlenging (=excentrisch) plaatsvinden. Ondanks de verschillende uitvoeringen wordt de hoeksnelheid bij deze vorm van contracties tussen 60 en 90 graden gehouden.

Een moderne variant van dynamische spierkrachttesten is de recent ontwikkelde isokinetische meetapparatuur. Hislop en Perrine (1967) ontwikkelde een voorloper van de huidige Cybex apparatuur. Men kan de huidige apparatuur in 4 categorieën verdelen. Machines die alleen isokinetische concentrische contracties meetbaar maken zijn bijvoorbeeld ontwikkeld door Cybex en Merac. Er zijn ook machines die excentrische-, concentrische contracties en passieve range van bewegingen meten. Dit zijn o.a. Biodex, Kim-Com en Lido-Active. Verder zijn er nog twee categorieën die iso-kinetisch achtige metingen mogelijk maken, zoals Physio-Tek, Ariel en Tru-Kinetics. De contracties gebeuren bij toenemende snelheid en weerstand.

De laatste categorie omvat de Hydra-Fitness apparatuur, waarbij contracties plaatsvinden met variabele snelheid en een weerstand die toeneemt.

Wanneer de bewegingssnelheid tijdens de gehele duur van de beweging constant blijft, spreken we van een isokinetische spiercontractie. Alle te overwinnen weerstand past zich, afhankelijk van de gewrichtspositie en de in die positie uitgeoefende kracht, steeds aan. De hoeksnelheden waarmee gemeten wordt, variëren van 0-450 graden per seconde hoeksnelheid.

Men kan met behulp van computerprogramma's snel informatie verkrijgen over parameters zoals; piekkracht (=peak torque of maximaal draaimoment); totaal verrichte arbeid; arbeid (=kracht maal weg); vermogen (=arbeid per tijdseenheid); vermoeidheid; verhouding agonist-antagonist; versnelling, enz.

Zowel concentrische als excentrische belasting- en meetmogelijkheden zijn in verschillende apparaten aanwezig.

STANDAARDISATIE KRACHTMETINGEN:

1. Goede patiënt/sporter instructie **HOE** de opdracht moet worden uitgevoerd.
2. Rotatie-as en gewrichts-as moeten in elkaars verlengde liggen.

3. Positie en stabilisatie. Er zijn nogal wat studies die aantonen dat het van groot belang is in welke positie de patiënt getest wordt en vooral **HOE** hij/zij gefixeerd wordt.
4. Eerst de klachtenvrije zijde testen, dan pas de aangedane kant.
5. Voor het testen begint eerst een goede warming-up.
6. Mondelinge aanmoediging standaardiseren.
7. Visuele feed-back. Tegenwoordig goed mogelijk om via de monitor het directe resultaat aan de patiënt te tonen.
8. Voor de test de keuze van hoeksnelheid maken.
9. Regelmatig (eens per 2 weken wordt aanbevolen) iJken van de apparatuur.

Belangrijke parameters die gemeten moeten worden bij **ISOKINETISCHE** krachtmetingen zijn:

1. Peak-torque (=hoogste waarde) in verhouding tot lichaamsgewicht.
2. Bilaterale gemiddelde peak torque vergelijking. Deze berekening wordt weinig gedaan, maar geeft waarschijnlijk meer informatie dan alleen de peak torque waarde, omdat we in het dagelijks leven of bij sportbeoefening heel veel herhalingen maken, zodat deze berekening over een aantal testen een goed gemiddelde geeft van wat iemand werkelijk kan over langere tijd bezien.
3. Analyse van de torque curve. Bijvoorbeeld de eerste 10 graden van een torque curve kunnen door "overshoot" een pathologische interpretatie steun geven die niet terecht is.
4. Bilaterale totaal arbeid vergelijking.
5. Unilaterale peak torque verhouding.
6. Gemiddeld vermogen verhouding tot lichaamsgewicht.
7. Bilaterale peak torque vergelijking.
8. Verhouding tijd tot torque ontwikkeling. Wanneer iemand tot sportactiviteit wil terugkeren wordt aanbevolen dat 80 % van de peak torque binnen 0.2 seconden bereikt moet zijn.
9. Uithoudingsvermogen. Hierover zijn verschillende tegenstrijdige publikaties verschenen. Vergelijken van totaal arbeid met gemiddeld vermogen in de tweede herhaling met die van de laatste herhaling kan misschien een betrouwbare methode worden wanneer de verhouding 1 : 1 bij 180 graden en 300 graden testen gehaald wordt.

Tot slot een waarschuwing om de resultaten verkregen met testen in het ene systeem niet zomaar te vergelijken met die van een ander systeem, omdat o.a. Wilk,e.a. torque waarden vonden die 10 - 15 % van elkaar afweken!!!!

In dit overzicht zal de aandacht worden gericht op het **METEN** van de **KRACHT** van grote skeletspier-groepen. Vaak kijkt men uitsluitend naar het functioneren van het cardio-respiratoir systeem en wordt veel minder aandacht besteed aan het functioneren van onze skeletspieren. Echter wanneer mensen onder een bepaalde drempel v.w.b. minimale spierkracht zakken kunnen prompt bepaalde handelingen in het dagelijks leven meteen niet meer worden uitgevoerd, hetgeen de desbetreffende persoon min of meer hulpbehoevend maakt.

In de sportbeoefening ziet men dat bij onvoldoende spierkracht eveneens bepaalde handelingen niet meer of slecht worden uitgevoerd.

Om de bestaande spierkracht van een reeks grote spiergroepen te kunnen meten is door Vos,e.a.(1965) een batterij krachtmeetapparaten ontwikkeld die in zijn krachtmeet-opstelling zijn terug te vinden. Zowel **MAXIMALE STATISCHE** als **MAXIMALE DYNAMISCHE SPIERKRACHT** zijn in genoemde opstelling nauwkeurig te meten.

Alvorens te beginnen met het meten van de spierkracht van vele grote spiergroepen moeten we onze apparatuur eerst **IJKEN**.

Meet **NOOIT** zonder **EERST** te iJken !!!

Om kracht te meten moet aan de volgende eisen worden voldaan:

1. Meetprincipe.
2. IJKprocedure.
3. Meetopstelling.
4. Meetprocedure.
5. Meetprotocol en meetgegevens verzamelen.
6. Meetgegevens uitwerken.
7. Toetsen van gevonden uitkomsten aan normwaarden.
8. Conclusie en trainingsadvies.
9. Literatuurlijst.

MEETPRINCIPE.

Zoals we hierboven zagen was in de eerste helft van deze eeuw vooral het zogenaamde "manual" testen voor het **schatten van de weerstand die een spiergroep** kan overwinnen op een van buitenaf gerichte kracht, populair. Relatief gemakkelijk uitvoerbaar maar moeilijk te standaardiseren en veelal zeer onnauwkeurig zijn de voornaamste kenmerken van deze manier van werken. Geen wonder dat er behoefte ontstond om beter gestandaardiseerd en vooral nauwkeuriger te gaan meten.

Met de terugkeer van de vele gewonde militairen tijdens de tweede wereldoorlog en vooral ook na de Koreaanse oorlog wilde men een beter beleid bij het revalideren gaan voeren en sprak het bijna vanzelf dat daaraan een goede meetmogelijkheid voor wat betreft het resultaat, nu en na de training of revalidatie periode, verbonden moest zijn.

Men kan dan bijvoorbeeld gebruik maken van de bekende unsters om de kracht onder bepaalde, goed gedefinieerde omstandigheden te meten. Goede, nauwkeurige unsters zijn echter niet goedkoop en de goedkope types zijn onnauwkeurig.

HET meetprincipe wat tegenwoordig het meest wordt toegepast is het meten met behulp van **REKSTROOKJES ("STRAIN GAUGES")**.

Een rekstrookje bestaat uit een fijngewonden dunne draad die in lussen op een foliestrookje is gehecht en dit foliestrookje wordt op een, bij voorkeur stabiele ondergrond, zoals een stuk staal, geplakt. Bij buiging of stuiking van het stuk staal geeft de draad middels een vormverandering (=weerstandsverandering!!) aan dat er een bepaalde kracht op het staal wordt uitgeoefend. Met behulp van een Brug van Wheatstone en versterkers wordt het signaal versterkt en "leesbaar" gemaakt in de vorm van een curve en bijbehorende getallen.

Apparaten waarin met behulp van de, zojuist besproken, rekstrookjes wordt gemeten noemen we **DYNAMOMETERS**. Wij hebben in onze opstelling te maken met een armbuigkracht-dynamometer; een rompbuig-, armstrek-, en rugstrekkracht-dynamometer; een beenstrekkracht-dynamometer en een handknijpkracht-dynamometer.

Op strategische punten zijn op de verschillende onderdelen van de dynamometers de rekstrookjes geplakt en kan op die manier, onder goed gedefinieerde omstandigheden, heel nauwkeurig de uitgeoefende kracht worden gemeten.

IJKPROCEDURE.

Een rekstrookje volgt direct de verbuiging van het staal waarop het geplakt is en deze verbuiging veroorzaakt een elektrische weerstandsverandering in de draad. Deze verandering is recht evenredig met de daarop uitgeoefende kracht. De relatie tussen voornoemde weerstandsverandering en de uitgeoefende kracht moet een rechte lijn zijn. Bij het ijken van de trapdynamometer is van een overbrengingsconstructie uitgegaan omdat anders veel te grote hoeveelheden gewicht aan de ijkstaaf gehangen zouden moeten worden hetgeen gevaar voor breuk zou kunnen opleveren.

De krachtmeet-opstelling waar wij mee werken is met behulp van elektronica een snelle, "onzichtbare" ijkprocedure uit te voeren, maar ook een handmatig uitgevoerde ijking is mogelijk, omdat bij storing of uitval van het elektronisch gedeelte er toch gemeten moet kunnen worden.

Met behulp van millimeter-papier is aan de hand van de verzamelde getallen een ijkgrafiek uit te zetten behorend bij de ingestelde meetbrugwaarde.

MEETOPSTELLING.

Bij het meten van maximale statische spierkracht van grote spiergroepen hebben we gezocht naar een meetopstelling waarin een proefpersoon zonder veel bijbewegingen toch zijn of haar maximale statische kracht kan tonen. De opstelling moest een stijve, weinig vervormbare constructie zijn waarin grote krachten zonder probleem konden worden verwerkt.

Het eerste apparaat is een dynamometer voor het meten van **ARMBUIGKRACHT** (links en rechts apart). De proefpersoon staat in staande positie, met de arm in een hoek van 90 graden gebogen, in het apparaat en laat na een "opbouw"periode van een paar seconden gedurende de 3 tot 4 seconden eraan zijn of haar maximale uitgeoefende kracht "zien". Na een rustpauze van minimaal een halve minuut volgt een tweede poging in dezelfde uitvoering. Bij een verschil van meer dan tien procent tussen de eerste en tweede poging laat men de metingen vervolgen door een derde poging. Het hoogste, goed uitgevoerde meetresultaat telt voor verwerking.

Het tweede apparaat is een **TRAPDYNAMOMETER** waarin men in zit plaats neemt en de voeten op een soort voetenplank plaatst.

Met beide benen tegelijk of apart links en rechts kan op deze manier de maximale beenstrekkkracht gemeten worden in iedere gewenste hoek. Wij bepalen in ieder geval de maximale strekkkracht voor twee benen in een bijna gestrekte stand van de benen. (N.B. Pas op voor overstrekken van de benen !!!).

Het derde apparaat is een multi-functionele dynamometer waarin achtereenvolgens de **ROMPBUIGKRACHT**, de **RUGSTREKKKRACHT** en de **ARMSTREKKKRACHT** bepaald kunnen worden. Steeds in rechtopstaande verticale positie en in een goed gedefinieerde houding waarbij slechts een geringe speling is toegestaan.

Bij de **HANDKNIJPDYNAMOMETER** wordt de handknijpkracht van zowel de linker als de rechterhand gemeten. Deze dynamometer is instelbaar voor elke handgrootte.

Naast voornoemde maximale statische kracht dynamometers is er een **DYNAMISCHE KRACHT** opstelling ontwikkeld die het mogelijk maakt om de maximale dynamische eenmalige sprongkracht zeer nauwkeurig te meten en ook via een duursprong-test een betrouwbare indruk te verkrijgen omtrent iemands anaërobe duurvermogen.

Uitgangspositie voor een maximale dynamische sprongtest is iemand die in licht gebogen hurkzit-houding (hoek bovenbeen t.o.v. onderbeen = 90 graden) vanuit een stilstaande positie, **zonder voorbeweging**, zo hoog mogelijk opspringt. De tijd dat men in de lucht zweeft boven de meet-mat geeft de "vluchttijd" aan en met behulp van een achterliggende formule wordt een uitspraak gedaan over iemands maximale sprongkracht uitgedrukt in Watt/kg lichaamsgewicht.

MEETPROCEDURE.

1. Van maximale statische kracht spreken we indien een zware belastingproef gedurende tenminste 3 tot 4 seconden maximaal wordt volgehouden.
2. De kortdurende periode van elk een tot twee seconden voor en na de maximale inspanning, wordt niet in de beoordeling opgenomen.

3. De maximale statische kracht is de **GEMIDDELDE** waarde die gedurende de eerste drie tot vier seconden bij het uitvoeren van die zware belastingproef wordt behaald, rekening houdend met punt 2 hierboven.

WAT MOET DE PROEFPERSOON DOEN ?

1. De proefpersoon wordt voor het doel van de test en de te volgen procedure ingelicht.
2. De instructies voor de proefpersonen moeten zakelijk en kort zijn en emotionele "besprekingen" moeten achterwege blijven.
3. De proefpersoon wordt als volgt geïnstrueerd:

"HET IS DE BEDOELING OM, ZONDER RUKBEWEGING, IN ONGEVEER EEN SECONDE TOT HET UITOEFENEN VAN JE MAXIMALE KRACHT TE KOMEN EN DEZE POGING GEDURENDE VIER SECONDEN VOL TE HOUDEN"

4. Gedurende de testperiode bij de verschillende apparaten wordt de proefpersoon omtrent zijn/haar algemene prestatie in kwalitatieve niet-vergelijkende, positieve woorden voorgelicht. Tijdens het uitvoeren van de poging wordt geen resultaat vermeld.

5. Behalve een persoonlijke aanmoediging om zijn/haar uiterste best te doen worden "andere" hulpmiddelen zoals schreeuwen, geluidmaken, opmerkingen, doelen scheppen in de vorm van te bereiken cijfers of hoogten, wedstrijdelement, toeschouwers activiteiten, enz. niet toegestaan.

6. Bij elke proefpersoon worden twee, goed uitgevoerde, testen of metingen gedaan. De hoogste score wordt voor de berekening gebruikt.

Ten aanzien van RUST tussen de verschillende testen:

1. Na een test of meting volgt voldoende herstel (ongeveer een halve minuut!) alvorens een nieuwe test of meting aan te vangen.
2. Tussen twee verschillende testen minimaal twee minuten rust.

MEETPROTOCOL.

Een van de zwakste punten van mensen die roepen "Ja maar wij zijn praktijkmensen en die hoeven niet zo nodig de dingen nauwkeurig vast te leggen ", is inderdaad gelegen in het feit dat ze niet gewend zijn om de gegevens goed te verzamelen en te bewerken. Laten wij proberen dit wel goed onder de knie te krijgen omdat je er later in vele opzichten plezier aan kunt beleven wanneer je dit stuk methodiek goed gaat beheersen.

Op het meetformulier (zie bijlage!!) moeten de volgende gegevens worden verzameld en later nader uitgewerkt.

NAAM:..... **ALTIJD** de naam **VOLLEDIG** opschrijven ook al ken je elkaar nog zo goed!! Reden: In een later stadium worden de gegevens vaak pas bewerkt en veelal ook nog door een ander dan jezelf en dan weet niemand meer wie Jan of Kees precies is geweest!

LEEFTIJD: .. -.-19... **GEBOORTEDATUM** invullen en **NIET** alleen maar 18 of 20 jaar dat is veel te onnauwkeurig. Reden:In veel berekeningen moet met een leeftijdscorrectie rekening worden gehouden en dan kan een jaar verschil veel uitmaken! Behalve de geboorte-datum rekenen wij ook veel met de omrekening van geboorte-datum naar maanden omdat het getal van je leeftijd in maanden bijvoorbeeld door de computer beter te verwerken is dan de geboorte-datum.

LICHAAMSGEWICHT:..... Deze waarde **ALTIJD** in **0.1** (in tienden van kilogrammen dus) nauwkeurig noteren, dus niet ruwweg in hele kilogrammen. Reden: Met het lichaamsgewicht wordt veel gerekend en dan is een grote nauwkeurigheid gewenst.

LICHAAMSLENGTE:..... Deze waarde **ALTIJD** in **0.5** cm nauwkeurig meten en noteren. Reden: Op millimeters nauwkeurig is een zogenaamde schijnnaauwkeurigheid maar op **0.5 centimeter** nauwkeurig is bij secuur meten zeer zeker mogelijk.

ARMBUIGKRACHT RECHTS: Na **EERST GEIJKT** te hebben volgt overeenkomstig de meetprocedure een meting van de maximale statische armbuigkracht en deze waarde wordt uitgedrukt in **Newton**, eventueel volgt er een deling door het lichaamsgewicht of vetvrije-massa en wordt de uitkomst genoteerd als Armbuigkracht rechts of links in Newton/kg(=N.kg) of Newton/kgvvm (=N.kgvvm). N.B. **1 kilogramkracht = 9.81 Newton**.

ARMBUIGKRACHT LINKS: Dezelfde procedure als bij armbuigkracht rechts.

ROMPBUIGKRACHT (ook wel ROMPFLEXIE genoemd) ; RUGSTREKKRACHT (ook wel RUGEXTENSIE genoemd) en ARMSTREKKRACHT (voor beide armen) wordt in een apparaat uitgevoerd. Ook hiervoor geldt dat de krachten in Newton genoteerd worden en eventueel omgerekend worden in N.kg of N.kgvvm. Reden: Doorrekenen naar N.kg en/of N.kgvvm maakt onderlinge vergelijkbaarheid beter mogelijk dan de kracht uitsluitend in absolute waarde uit te drukken. Dit geldt natuurlijk ook voor de **HANDKNIJPKRACHT LINKS EN RECHTS AFZONDERLIJK**.

De **DYNAMISCHE KRACHT** wordt via de computer doorgerekend naar Watt per kg. Men moet hierbij vooral de **GOEDE** uitvoering van de sprong(en) controleren !

Naast de voornoemde spierkrachtmetingen wordt veelal ook de

LICHAAMSSAMENSTELLING bepaald, d.w.z. het percentage vet en het normaal gewicht.

Reden: bij veel takken van sport kent men gewichtsklassen indelingen en dus is in goede balans zijn qua verhouding skeletgewicht : lichaamsgewicht : vetmassa van groot belang om te weten. Het bepalen van de lichaamssamenstelling wordt echter in een ander hoofdstuk behandeld.

MEETGEGEVENS UITWERKEN.

Allereerst wordt op het werkformulier **GOED** gecontroleerd of alle basis- of ruwe gegevens wel verzameld zijn en geen, nu nog te achterhalen, gegevens ontbreken!!

Wanneer het werkformulier inderdaad alle gegevens bevat dan gaan we de gegevens invoeren in de computer. De nodige verdere bewerkingen vinden daarin plaats. Men moet controleren of alle gegevens wel correct zijn ingevoerd en dan maken we een zogenaamde "uitdraai", d.w.z. de printer geeft ons de uitgewerkte gegevens weer. Nu hangt het verder van de vraagstelling af wat er met de gegevens moet worden gedaan, gooi de verworven gegevens echter **NOOIT** weg.

TOETSEN VAN GEVONDEN UITKOMSTEN AAN NORMWAARDEN.

De persoonlijke uitkomsten van deze krachtmetingen worden nu verder getoetst aan de beschikbare **NORMWAARDEN**.

CONCLUSIE EN TRAININGSADVIES.

Aan de hand van een voorgedrukt formulier, wat als voorbeeld moet dienen, (er is dus zeker ruimte om een eigen indruk of conclusie nader uit te werken !!) wordt tot slot de mogelijkheid geboden om je persoonlijke conclusie te formuleren, hetgeen als een van de moeilijkste onderdelen in de dagelijkse praktijk mag worden beschouwd.

LITERATUUR.

1. American College of Sports Medicine.(1991)(ACSM). Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Lea & Febiger.
2. Asmussen, E.,a.o.(1959). Methods for evaluation of muscle strength. Communications nr.5 + Supplement. Dan.Nat.Assoc.f.Infant.Paral.,Hellerup, Denmark.

3. Astrand, P.O., Rodahl, K. (Eds.) (1977). *Textbook of work physiology*. New York: McGraw Hill.
4. Baechle, T.R. (Edit.) (1994). *Essentials of strength training and conditioning*. Human Kinetics Publ. Leeds, U.K.
5. Bar-Or, O., and L.D. Zwiren. (1975). Maximal oxygen consumption test during arm exercise: Reliability and validity. *J. Appl. Physiol.* 38:424-426.
6. Cumming, G.R. (1973). Correlation of athletic performance and aerobic power in 12-17 year-old children with bone age, calf muscle, total body potassium, heart volume and two indices of anaerobic power. In *Pediatric work physiology*, ed. O. Bar-Or, 109-135. Netanya, Israel: Wingate Institute.
7. Cunningham, D., and J. Faulkner. (1969). The effect of training on aerobic and anaerobic metabolism during a short exhaustive run. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1:65-69.
8. De Bruyn-Prevost, P., and F. Lefebvre. (1980). The effects of various warming up intensities and durations during a short maximal anaerobic exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 43:101-107.
9. Delorme, T.L., Watkins, A.L. (1948). Techniques of progressive resistance exercise. *Archives of Physical Medicine*, 29, 263-271.
10. Dishman, R.K., Sallis, J.F., Orenstein, D.R. (1985). The determinants of physical activity and exercise. *Public Health Reports*, 100, 158-171.
11. Dowdy, D.B., Cureton, K.J., DuVal, H.P., Ouzts, H.G. (1985). Effects of aerobic dance on physical working capacity, cardiovascular function and body composition of middle-aged women. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 56, 227-233.
12. Fleck, S.J., Kraemer, W.J. (1987). *Designing Resistance Training programs*. Champaign, IL.: Human Kinetics.
13. Gaultiere, W.S. (1967). A comparative study of the effects of two training programs on blood volume and cardiovascular-pulmonary functions. Ph.D. Thesis, University of Illinois, Champaign.
14. Gettman, L.R., Pollock, M.L. (1981). Circuit weight training: A critical review of its physiological benefits. *The Physician and Sportsmedicine*, 9, 44-60.
15. Heiser, K. (1989). Load optimization for peak and mean power output on the Wingate Anaerobic Test. Unpublished master's thesis. Arizona State University.
16. Inbar, O., R. Dotan, and O. Bar-Or. (1976). Aerobic and anaerobic component of a thirty-second supramaximal cycling task. *Med. Sci. Sports Exerc.* 8:S51.
17. Inbar, O., R. Dotan, T. Trousil, and Z. Dvir. (1983). The effect of bicycle crank-length variation upon power performance. *Ergonomics* 26: 1139-1146.
18. Jacobs, I. (1980). The effects of thermal dehydration on performance of the Wingate Anaerobic Test. *Int. J. Sports Med.* 1:21-24.
19. Jacobs I., P.A. Tesch, O. Bar-Or, J. Karlsson, and R. Dotan. (1983). Lactate in human skeletal muscle after 10 and 30 seconds of supra-maximal exercise. *J. Appl. Physiol.* 55:365-367.
20. Katch, V. (1973). Kinetics of oxygen uptake and recovery for supramaximal work of short duration. *Int. Z. angew. Physiol.* 31: 197-207.
21. Komi, P., H. Rusko, J.A. Vos, and V. Vihko. (1977). Anaerobic performance capacity in athletes. *Acta Physiol. Scan.* 100: 1017-114.
22. Kroemer, K.H.E. (1970). Towards Standardization of Muscle Strength Testing. *Med. and Sci. in sports*, 2 (4), 224-230.
23. Kroemer, K.H.E. (1970). Human Strength: Terminology, Measurement and Interpretation of Data. *Human Factors*, 13(3), 297-313.
24. Lavoie, N., J. Dallaire, D. Barrett, and S. Brayne. (1984). Anaerobic testing using the Wingate and Evans-Quinney protocols with and without toe stirrups. *Can. J. Appl. Sport Sci.* 9: 1-5.

