



SPORTMEDISCH CENTRUM

Alkmaar

Spiro-ergometrie

Wat kunnen we ermee?

Workshop Sportgeneeskunde
Topzorg, Siena 2023

Britt Valk, sportarts SMC Alkmaar

Disclosure

Geen (potentiële) belangenverstrengeling

Doelstellingen workshop

- Basisprincipes inspanningsfysiologie
- Basisprincipes spiro-ergometrie (CPET)
- Wanneer verwijzen voor CPET?

Inhoud

- Wat is spiro-ergometrie?
- Inspanningsfysiologie
- Uitkomsten van een spiro-ergometrie en interpretatie
- Aerobe en anaerobe drempel
- Indicaties voor spiro-ergometrie
- Casus vermoeidheidsklachten

Wat is spiro-ergometrie?

(Cardiopulmonary Exercise Testing = CPET)

Inspanningstest met ademgasanalyse (fiets of loopband)

Gestandaardiseerd protocol

- Oplopend tot maximale inspanning (Ramp of trapsgewijs)
- ~8-12 min

Wat meten we?

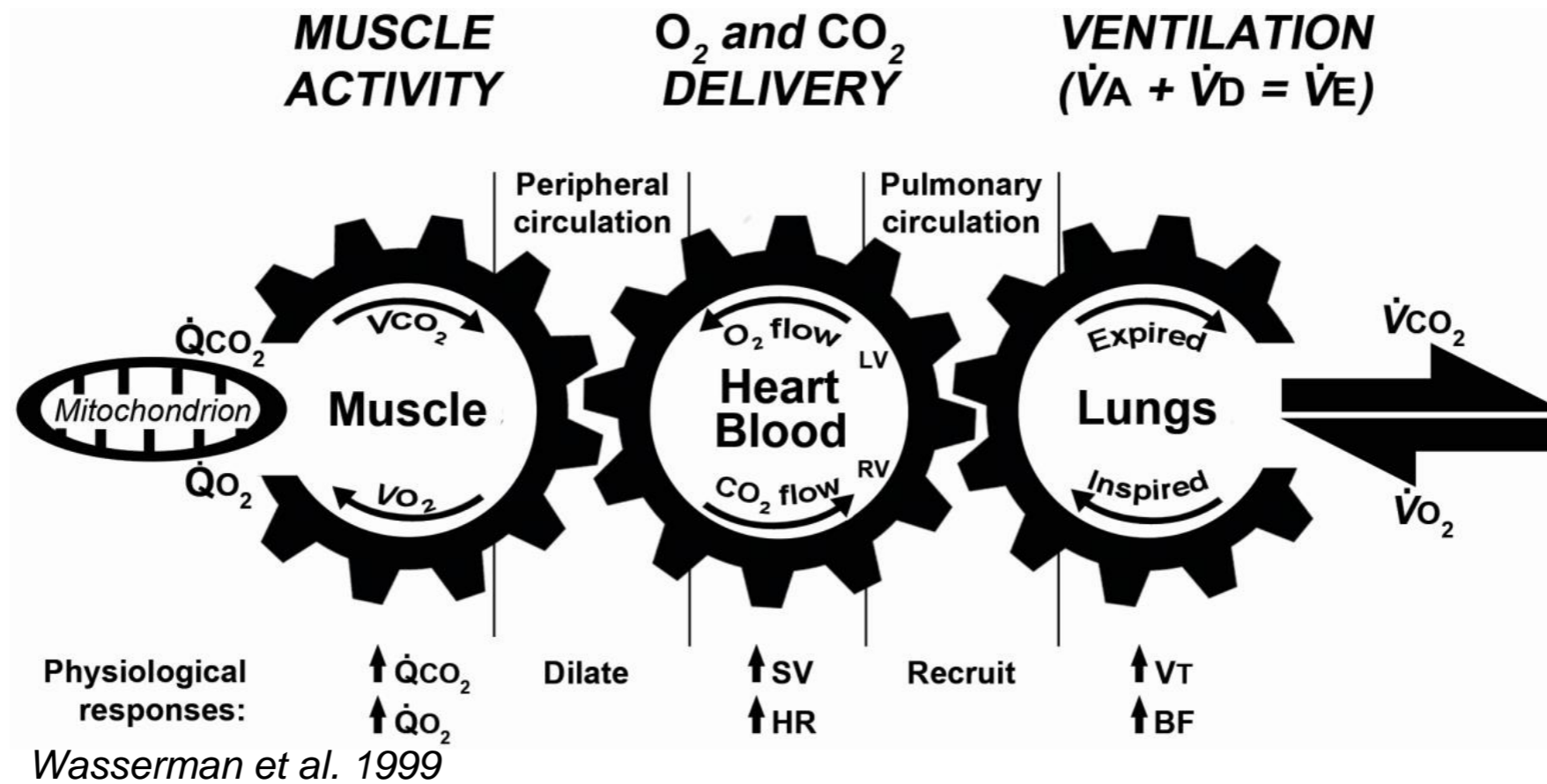
- Spirometrie (elke ademteug)
 - Volumina
 - VO₂ en VCO₂
 - Afgeleide parameters
- ECG
- O₂-saturatie (pulsoxymeter of arteriële bloedgassen)
- Bloeddruk
- Borg schaal



Fysiologische veranderingen bij inspanning

- Hartfrequentie neemt toe
- Ventilatie neemt toe
- Zuurstofopname neemt toe
- Bloedstroom naar de actieve spiergroepen, hart en longen neemt toe

Inspanningsfysiologie



Longen

- Ventilatie
 - Hoeveelheid lucht die je in- en uitademt
 - Ademhalingsfrequentie
- VO_2
- VCO_2
- Afgeleide parameters
 - Ademreserve
 - Respiratoir quotient
 - Ademhalingsequivalenten
 - Zuurstofpols

Hart en bloedsomloop

- Maximale hartfrequentie (Hfmax)
- Heart rate reserve (HRR)
- Herstelpols
- Zuurstofpols
- ECG
- Bloeddruk

Uitkomsten van een CPET

COSMED www.cosmed.com

CD541D
Via dei Piani di Monie Savelo, 37 - 00041 Albano Laziale - Rome
http://www.cosmed.com

Test date: 19/02/2015
Report date: 04/08/2015

Name	SUBJECT DEMO	Gender	Female	Age	67	Weight (kg)	52.0	Height (cm)	160
Company	COSMED	DOB	04/03/1947	DOB Age (y)	20.3	Sex	No	Cap/Sex	
Occupation	demo subject	Technician		Physician	Mr. U			Dr. House	
Event	Concussion	Reason	CPET	Protocol	Wasserman (Exercise Testing (Clinical))				

Exercise (SP Panel) # 1501

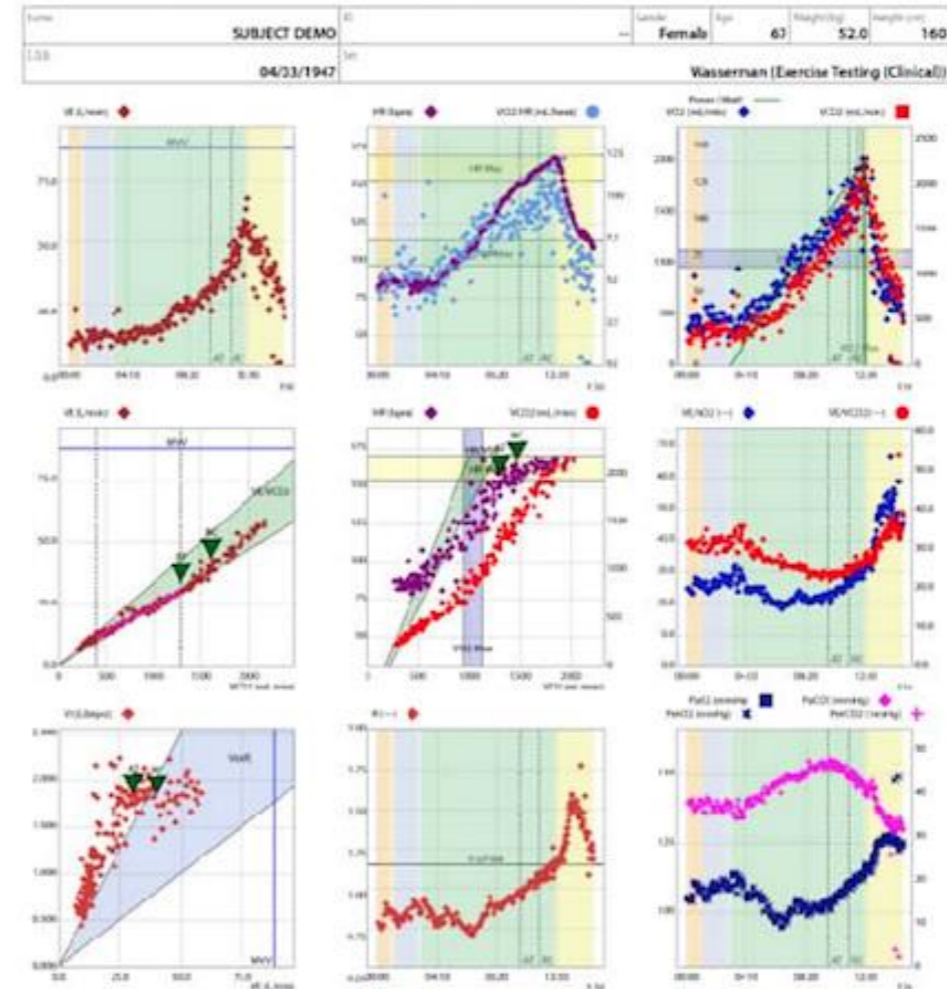
Test Information			
Test Duration	15:03	Max Effort Confirmed	No
Exercise Duration	09:24	Reason for test	Exercise Capacity
Subject type	Clinical	Reason for stopping test	Lag fatigue
Test type	Maximal	Test Purpose	Educational
Test Position	Sitting	ECG Response	Normal
Ergometer	Ergoline900	Flowmeter	Turbine 20mm
Protocol Name	None	Amb. Temp. (°C)	24.0
		PE (mmHg)	76.0
		RI (amb (%))	36
		RI Flow (%)	100
		Flowm. Temp. (°C)	14.0
		BTPS Exp (-)	1.000
		BTPS Ins (-)	1.100
		S'PD (-)	0.8154

Interpretation

At peak of exercise respiratory exchange ratio is 1.13, heart rate is 110% of predicted. Subject did not achieve maximal effort. Maximum oxygen intake is 1723 mL/min (1.02% of the predicted value) indicating a normal Aerobic Exercise Capacity. Anaerobic threshold has been identified at 1204 mL/min and at 115% of the VO2max predicted (76% of measured VO2max), which is normal. VE/VCO2 slope is 20.3 and VE/VCO2pAT is 23.7, which are both within normal range. This indicates a normal ventilatory efficiency. Breathing Reserve at peak exercise is 38.8%, which is normal. This indicates an absence of exercise ventilatory limitation. Heart rate reserve is 2 bpm, which is normal. Heart rate recovery after 1 minute is 36 bpm, which is normal. VO2/WR slope is 10.80 mL/min/Watt. This indicates a normal aerobic work efficiency. Oxygen pulse at peak exercise is 18.3 mL/beat, corresponding to 138% of predicted which is normal. SpO2 during exercise did not significantly decrease. Exercise ECG response is normal.

Confirm Report Signature: _____

Protocol	Meas	Rest	Warm Up	AT	FC	Max	Normal	Class
T				09:56	11:20	12:25		
Power	Watt	0	104	125	142			
Revolution	RPM	59	53	41	54			
Metabolic	Meas	Rest	Warm Up	AT	FC	Max	Normal	Class
VO2	mL/min	456	439	1304	1468	1723	> 95.1	Normal
VO2/Kg	mL/min/Kg	8.8	8.4	25.3	28.2	33.3	> 18.1	Normal
METS		2.5	2.4	7.2	8.1	9.5	> 5.2	Normal
R		0.82	0.86	0.92	1.10	1.13	> 1.10	Maximal
Ventilatory	Meas	Rest	Warm Up	AT	FC	Max	Normal	Class
VE/VCO2 slope		20.3					< 33.2	Normal
OUES	mL/min/Vmin	200					> 140	
VE	L/min	11.7	12.0	30.3	43.1	53.7		
BR	%			65.2	54.3	38.8	> 15.0	Normal
Cardiorespiratory	Meas	Rest	Warm Up	AT	FC	Max	Normal	Class
HR	bpm	85	83	152	161	166	> 138	Normal
HRR	bpm	2					< 15	Normal
HRR 1 minute	bpm	36					> 12	Normal
VO2/WR Slope	mL/min/Watt	10.80					> 8.40	Normal, Continual Rise
VO2/HR	mL/beat	5.2	5.2	8.6	9.1	18.3	> 5.5	Normal, Continual Rise Throughout Exercise
Gas Exchange	Meas	Rest	Warm Up	AT	FC	Max	Normal	Class
VO2pAT	mL/min	1304					> 454	Normal
PvCO2	mmHg	38	37	46	44	40		
VE/VCO2				23.7	24.9	28.6	< 34.0	Normal



t	VO2/Kg	VO2	VO2p	R	HR	HRR	VE	VE/VCO2	VE/VCO2pAT	VE/VCO2	Power	HR	RHR			
Interval	mL/min/Kg	mL/min	mL/min		L/min	L/min	L/min			mmHg	mmHg	%	Watt			
00:03	7.3	319	289	0.78	92	18.1	0.698	4.2	24.5	31.7	105	38	97	0	82	Rest
00:09	7.5	399	287	0.78	93	15.2	0.812	4.6	24.5	31.5	106	38	97	0	88	Rest
00:15	8.5	419	258	0.76	82	11.7	0.600	4.2	24.3	31.9	105	38	97	0	84	Rest
00:16	7.7	402	300	0.75	97	16.1	0.603	4.5	24.1	32.2	105	38	97	0	89	Rest
00:20	9.2	476	363	0.76	111	14.6	0.764	5.4	23.4	33.6	104	39	97	0	89	Rest
00:24	9.7	494	349	0.77	108	16.2	0.652	5.2	23.3	30.3	106	37	97	0	85	Rest
00:30	14.2	480	734	0.82	221	50.7	2.148	10.1	24.3	21.9	111	24	98	0	87	Rest
00:35	7.8	386	342	0.90	107	15.3	0.948	4.2	28.2	33.3	106	37	98	0	86	Rest
00:39	8.4	401	425	0.87	115	15.5	0.870	5.4	27.5	31.8	111	27	98	0	89	Rest
00:40	7.9	362	322	0.88	112	13.8	0.818	4.2	27.0	31.8	106	37	98	0	88	Rest
00:48	9.0	408	407	0.87	121	12.0	1.013	5.4	23.9	29.8	108	29	98	0	80	Rest
00:52	8.1	402	354	0.84	113	14.5	0.789	4.5	27.2	32.3	106	27	98	0	85	Rest
00:57	8.9	413	393	0.85	117	13.3	0.841	5.4	25.3	24.8	108	29	98	0	85	Rest
01:04	7.4	382	327	0.86	95	8.3	1.138	4.1	25.1	28.4	107	29	98	0	85	Warmup
01:06	4.1	115	754	0.81	88	14.6	0.176	1.4	34.7	11.7	106	34	98	0	85	Warmup
01:14	8.7	294	221	0.84	83	10.5	0.619	3.1	26.2	31.3	104	36	98	0	87	Warmup
01:18	6.9	310	285	0.79	93	14.2	0.634	4.2	23.0	31.6	105	38	98	0	85	Warmup
01:22	15.7	377	403	0.79	144	17.2	0.823	6.3	23.0	31.8	103	36	98	0	80	Warmup

Interpretatie

- Is de test betrouwbaar?
- Is de test maximaal geweest?
- Aanwijzingen voor pathologie?
- Hoe is de fysieke conditie?
- Aerobe en anaerobe drempel?
- Wat is de beperkende factor?
- Conclusie (pathologie of slechte conditie?)
- (Trainings-) adviezen

Wat is 'conditie'?

- VO₂max
 - $VO_2 = SV \times HF (A-V)O_2$ (wet van Fick, 1870).

Maximale volume zuurstofgas dat het menselijk lichaam per tijdseenheid kan transporteren en metaboliseren bij lichamelijke inspanning (op zeeniveau).

Gouden standaard voor inspanningstolerantie en cardiorespiratoire fitheid.

- Erfelijk bepaald voor 50%
- Vrouw gem. 15-30% lager
- 1% afname/jaar vanaf 25^e !

Aerobe drempel

- Onder deze drempel wordt inspanning meerdere uren volgehouden
- Lineaire stijging VO_2 , VCO_2 en ventilatie tot deze drempel
- Na de aerobe drempel stijgt CO_2 -afgifte sneller dan O_2 -opname
- Tot dit punt vooral vetverbranding, weinig koolhydraatverbranding
- ‘duurvermogen’

Anaerobe drempel

- Voor inspanning moeten de spieren worden voorzien van zuurstof, bij zwaardere inspanning wordt er steeds meer verbrandt zonder zuurstof (anaeroob)
- Hierdoor verzuring van de spieren door melkzuur (lactaat)
- Anaerobe drempel is het punt waarbij de melkzuurvorming groter wordt dan de afvoer
- Maximale koolhydraatverbranding
- % van maximale inspanning
 - Ongetraind: 55 – 75 %
 - Getraind: 75 – 95 %

Indicaties spiro-ergometrie

- Conditiemeting of vervolgen trainingseffect
- Inspanning gerelateerde klachten (moeheid, dyspnoe, duizeligheid, thoracale klachten, palpitaties etc.)
- Onbegrepen prestatiedaling
- Chronische vermoeidheid
- Kwantificeren van stadium van ziekte (hartfalen, COPD)
- Bepaling aerobe en anaerobe drempel (→ hartslagzones)
- Trainingsadvies t.a.v. revalidatie (oncologie, COPD, cardiaal etc)
- Preoperatieve screening

Voordelen spiro-ergometrie boven X-ECG

- Meer parameters en vroege detectoren om ischaemie aan te tonen/uit te sluiten
- Differentiatie pulmonaal-cardiaal-conditioneel-perifeer
- Baseren van trainingsadviezen op basis van de resultaten

Casus vermoeidheid

- Mw. O. 36 jaar, komt op uw spreekuur samen met haar vriend. Ze maakt zich wat zorgen over haar snelle vermoeidheid, en dan m.n. tijdens en na het sporten. Vroeger best sportief ingesteld maar nu al een tijd weinig actief
- Vriend geeft aan dat als ze gaan joggen ze al gauw geen woord meer kan uitbrengen.....

Casus vermoeidheid - Anamnese

- Ze is vaak moe, ligt veel op de bank.
- U kent haar al lange tijd, als kind had zij bronchiale hyperreactiviteit maar ze gebruikt al jaren geen salbutamol meer.
- Wat wilt u mevrouw vragen?

Casus vermoeidheid - Anamnese

- Mw voelt zich dagelijks vermoeid, behalve de dyspnoe bij inspanning zijn er geen andere klachten.
- Zij is wel bezorgd voor een onderliggende aandoening
- Het stemt haar wel iets somber
- Zij werkt nog wel maar heeft andere activiteiten geleidelijk op een laag pitje gezet
- Hierdoor nemen haar sociale contacten wel af

Casus vermoeidheid

- Wat is uw volgende stap?
- Welke aanvullende onderzoeken zou u verrichten?

Casus vermoeidheid – aanvullend onderzoek

- Lab. onderzoek is niet afwijkend en een spirometrie laat geen aanwijzingen zien voor hyperreactiviteit, wel is er een hele milde restrictie (maar het onderzoek is niet voldoende reproduceerbaar)
- Omdat dit nu al ruim een half jaar speelt stelt u de diagnose chronisch vermoeidheidssyndroom
- Verwijzing naar de sportarts wordt besproken

VSG



Vereniging voor Sportgeneeskunde

Richtlijn

**Diagnose, behandeling, begeleiding en beoordeling van
patiënten met het chronisch vermoeidheidssyndroom
(CVS)**

goedgekeurd door ALV op 15 september 2016

Casus vermoeidheid - Sportarts

- Anamnese
 - Sportgeschiedenis
 - In studententijd roeien
 - Daarna recreatief hardlopen (PR 10km 55min)
 - Laatste 10 jaar geen sport meer
 - Klachten
 - Snelle vermoeidheid, en dan m.n. na het sporten
 - Dyspnoe bij inspanning: snel kortademig bij joggen. Had dit vroeger niet.
- Lichamelijk onderzoek
 - Gewicht 73 kg, lengte 168 cm (BMI 26)
 - Cor/pulm/bewegingsapparaat: geen afwijkingen

Casus vermoeidheid – Uitkomsten CPET

- Geen aanwijzingen voor cardiopulmonale pathologie

Power	Watt	163	---	
Metabool		Max	Normaal	Class
V02	mL/min	2081	---	
V02/Kg	mL/min/Kg	28,5	> 30,4	Zwak
METS	---	8,1	---	

- Wat zegt dit?

METS

- MET = metabool equivalent
- Meeteenheid voor de hoeveelheid energie die een bepaalde fysieke inspanning kost t.o.v. de hoeveelheid benodigde energie in rust
- 1 MET = basaalstofwisseling (hoeveelheid energie die verbruikt wordt tijdens stilzitten)

METs

Activiteit	METs		
Aerobics / high impact / steps	8,5	Kanoen (gemiddeld)	5,8
Aerobics / Low impact	6,5	Marathon gemiddeld	13,3
Backpacken	7	Paardrijden	5,5
Badminton	5,5	Pilates / yoga	3
Ballet / moderne dans (voorstelling)	7	Roeien	8,5
Ballet / moderne dans / jazz (les)	5	Schaatsen (gemiddeld)	9,8
Ballroom	5,5	Softbal	6
Basketbal	7	Stretchen	2,3
Bergbeklimmen (gemiddeld)	5,8	Surfen	5
BMX	8,5	Synchroonzwemmen	8
Boksen (sparren)	7,8	Tennis	7
Fietsen (op je gemak)	5,8	Touwtje springen	11
Golfen	4,3	Turnen	8
Gymnastiek	3,8	Voetbal	8
Handbal	8	Volleybal	6
Hardlopen 13 km/uur	11,8	Wandelen	2,5
		Wandelen (sterk)	4,5
Hardlopen 8 km/uur			8,3
Hockey	7,0	Zwemmen (gemiddeld)	5,8
Judo / Karate	10,3	Zwemmen (open water competitie)	9,8

Graded Exercise Therapy

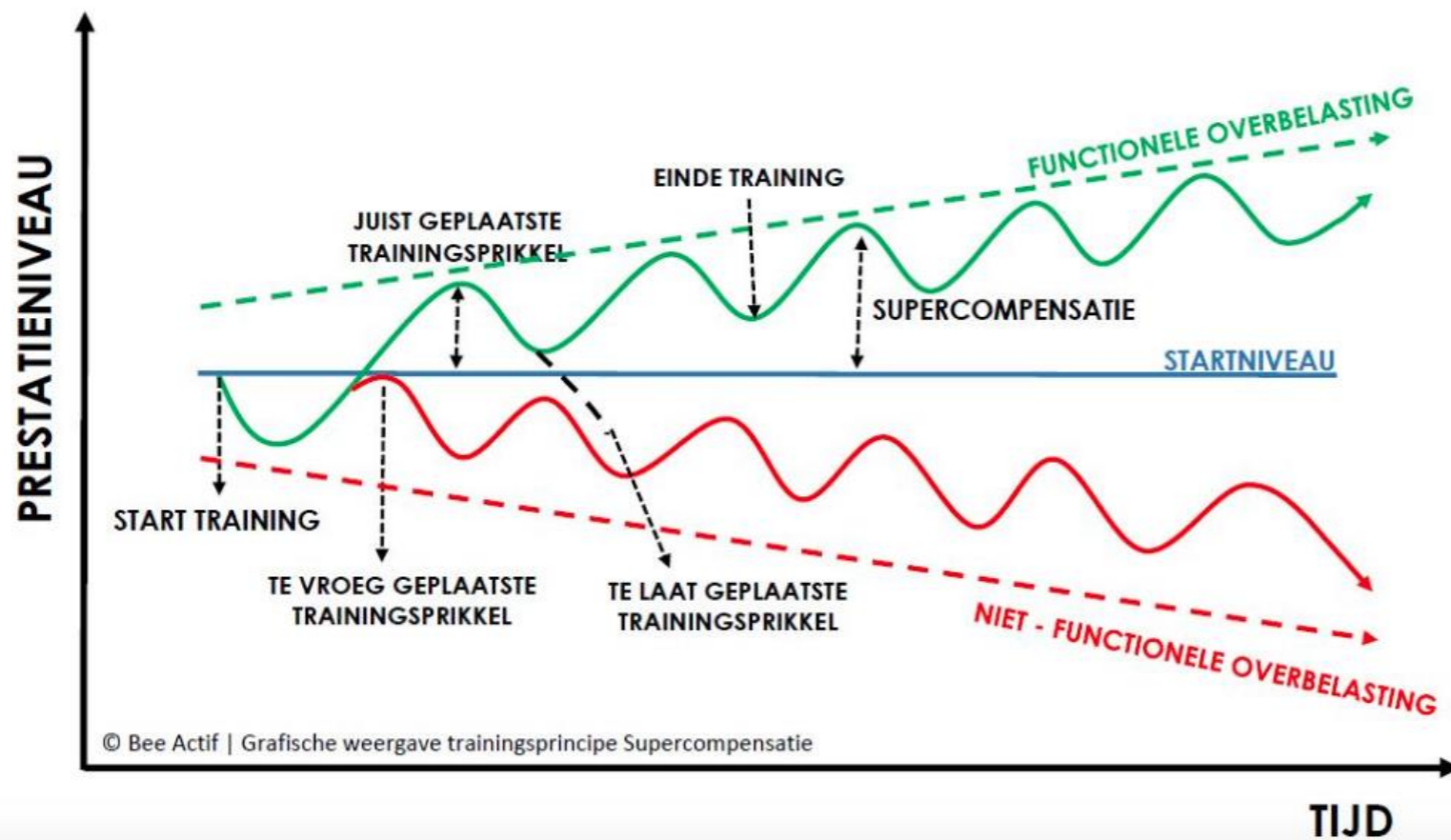
GET moet voldoen aan:

- Intensiteit: deze moet individueel worden bepaald. Gestart wordt met matig intensieve activiteiten (50-60% van maximale aantal METs)
- Duur: Regelmatig (6 dagen per week) met geleidelijke opbouw. Om een gedragsverandering duurzaam te kunnen bewerkstelligen is een totale therapieduur van 9 tot 12 maanden nodig
- Vorm: de sportarts adviseert op welke METs niveau de activiteit moet zijn, de patiënt bepaalt op basis van dit advies welke bijpassende activiteit ze gaan doen

Casus vermoeidheid - Adviezen

- Patiënt educatie
 - Hardlopen te hoge intensiteit, mede door overgewicht
→ verklaard ervaren dyspnoe
- Graded exercise therapy
 - Activiteit waarbij lichaamsgewicht minder rol speelt:
bijv. fietsen, roeien, stevig wandelen
 - Onder de aerobe drempel, ca. 4,5 METS
 - 6x per week,
 - start met duur 30-60 min, gedoseerd uitbouwen

De juiste 'trainingsprikkel'



Meer trainen/bewegen kan juist ook een averechts effect hebben!

Zeker bij vermoeide patiënten met een slechte conditie

Casus vermoeidheid – Follow-up

- Na 3-6 maanden eventueel herhalen inspanningstest
- Bijsturen trainingsprogramma
- Motiveren
 - Objectieve verbetering motiveert om door te gaan

Post-COVID-19

POST-COVID-19 klachten

Je merkt bij je patiënt:



Onduidelijkheid over de veiligheid van fysieke inspanning door comorbiditeit op de voor bewegen cruciale orgaansystemen (hart/long en/of bewegingsapparaat).



Stagnerend herstel van de fysieke fitheid na 3 maanden, ondanks begeleiding in de eerste lijn (fysio-/oefentherapie, ergotherapie, diëtetiek en evt. logopedie).



Aanhoudende klachten van vermoeidheid, kortademigheid, aspecifieke thoracale klachten, verminderde inspanningstolerantie en/of vermoeden op bewegingsangst na 3 maanden, ondanks adequate begeleiding in de eerste lijn.

Post-COVID-19

Indien één of meer van bovenstaande patiëntkenmerken:
>>> indicatie medisch specialistische bewegezorg <<<

Sportarts



Intake

1



Inspanningsdiagnostiek

Inspanningsbeperking in kaart:
cardiaal, pulmonaal, perifere spierfunctie,
disfunctioneel ademen, autonome disregulatie,
bewegingsangst

2



Objectiveren fysieke fitheid

3



Drempel/hartslag
zone bepaling



- Adviezen gericht op balans en herstel
- Gepersonaliseerde beweginginterventie

Zoek een sportarts via [Sportzorg.nl](https://www.sportzorg.nl)

Take home messages

- Indicatie voor CPET: van (top)sporters tot chronisch zieken
- Geeft een beeld van de conditie en de beperkende factor bij inspanning (hart, longen of perifere/spieren)
- Door middel van trainingszones kan er gericht getraind worden
- Het advies 'ga maar meer bewegen' kan een averechts effect hebben bij vermoeide patiënten/post-COVID