



Inhoud	
Inhoud Algemeen VO₂ Aerobe drempel Anaerobe drempel VO₂max Referenties	
Algemeen	
Aeroob vermogen	Definitie maximale prestatie op aerobe spierglycogeen verbranding = maximale steady state
Aerobe duurcapaciteit	Definitie maximale duur op aerobe spierglycogeen verbranding = glycogeen voorraad
VO ₂	
VO ₂ rust	Zie Fysiologie energie
VO ₂ = O ₂ opname	Meting O ₂ inadem – O ₂ uitadem = aantal ml O ₂ opname afh van hart, longen, bloedvaten rust 250 ml, 0 watt fietsen = 500 ml, 1 watt = 10 ml 1000 ml/min = ±5 kcal/min (4,7 voor glycogeen, 5,05 voor vet)
VO ₂	Definitie O ₂ wat je opneemt in het bloed en je dus wat je eruit kunt halen/verbruikt, dus parameter voor aerobe inspanning Maat ml / kg / min of ml/min Verloop Lineair verband boven en onder het omslagpunt, boven het omslagpunt wordt er echter meer O ₂ gebruikt dan onder het omslagpunt. Er bestaat dan een gedaalde efficiëntie: rekrutering van de minder efficiënte type II is deel hier de oorzaak van. VO ₂ opname eindigt met VO ₂ max plateau of een VO ₂ piek. formule globaal = (10 x watt) + VO ₂ rust 9,2 obv gegevens veldhoven VO ₂ rust ≈ 350 Wasserman: VO ₂ max = (5,8 x gewicht) + 151 + (10,1 x watt) [1] ACSM/Storer, MAN: VO ₂ max = 0,001x((10,51 x watt)+(6,35 x gewicht)-(10,49 x leeftijd) + 519,3) [2, 3] ACSM/Storer, VROUW: VO ₂ max = 0,001x((9,39 x watt)+(7,7 x gewicht)-(5,88 x leeftijd) + 136,7) [2, 3] Hawley + Noakes (1992): 435 + (11,41 x watt) voor sporters [4] Nut <ul style="list-style-type: none"> • VO₂max • plateau = getraindheid, piek= ongetraindheid of cardiaal/pulmonaal/mentaal beperkt • vals plateau/daling bij lekkend masker • daling bij cardiale beperking (slagvolume daling) rust 3,5 ml O ₂ /min/kg = 1 MET = 1 metabole equivalent (is hart, nier, hersenen) ≈ 0,31 L/min in bloed zit 200 ml O ₂ /L bloed = 1 L O ₂ in rust dus 700 ml O ₂ reserve in rust Fick zie Cardiologie fysiologie
VO ₂ kinetiek / τVO ₂ ON	Definitie snelheid van toename van de VO ₂ Nut snelheid is vroege marker voor trainingseffect: wordt korter Aeroob start inspanning: VO ₂ toename T½ 20-40 sec, na 3 minuten steady state Kinderen jongens sneller, meisjes langzamer Fase 1 <ul style="list-style-type: none"> • 0-15 sec = cardiale output neemt toe Fase 2 <ul style="list-style-type: none"> • tot ± steady state • 15 sec - ±30/40 sec • 0-fase 2 = τVO₂ Fase 3 <ul style="list-style-type: none"> • = slow component • bij een constante load stijgt de VO₂ (na het begin in enkele minuten = fast component), daarna stijgt de VO₂ langzaam door • toename recruitment type II vezels (te meten met EMG)
VO ₂ kinetiek / τVO ₂ OFF	Definitie snelheid van afname van de VO ₂ Nut snelheid is vroege marker voor trainingseffect: wordt korter Aeroob stop inspanning: VO ₂ afname T½ 35 sec
VO ₂ reserve	Definitie n% VO ₂ reserve = VO ₂ rust + n% (VO ₂ max – VO ₂ rust) Nut de VO ₂ reserve correleert 1:1 met de HF _{reserve} (is Karvonen methode: zie Duursport hartfrequentie)
Aerobe drempel	
AeT	Definitie Aerobe drempel Bepaling RER = 0,90 = <15% vetverbranding Waarde ± 20 spm onder AnT hartfrequentie
Anaerobe drempel	
Critical power	Definitie = maximale steady state
Omslagpunt bepaling	HF <ul style="list-style-type: none"> • via HR (conconi): MAAR bijna nooit te zien Oxymetrie <ul style="list-style-type: none"> • 1^{ste} punt: ventilatoire/respiratoire drempel = EqO₂ ↑ • 2^{de} punt: via V-slope (wasserman) = VCO₂ vs VO₂ stijging • 3^{de} punt: RQ >1 • 4^{de} punt: MLSS



	<ul style="list-style-type: none"> • 5^{de} punt: 2^{de} omslagpunt, $E_{qCO_2} \uparrow$ + ademfrequentie \uparrow (>30) • 6^{de} punt: vermoeidheidsdrempel = subjectief, in principe het meest precies = critical power <p>Invasief lactaat: MAAR te veel variabelen</p>
Intracellulaire omslagpunt	<p>Definitie Fosfaat/Creatine-Fosfaat ratio: verandering in helling komt ongeveer overeen het VO2 omslagpunt</p>
MLSS	<p>Definitie maximal lactate steady state (zie maximale steady state)</p>
Conconi meting via hartslag	<p>Definitie = hartslag breekpunt = het punt waarop de HR minder begint te stijgen met de toenemende VO₂ / arbeid (de lineaire relatie buigt af) valt samen met de lactaat drempel = maximale steady state inspanning valt samen met de ventilatoire drempel</p> <p>Symptomen HR stijgt dus minder, ventilatie (AH) neemt exponentieel toe</p> <p>Interpretatie 50-70% van VO₂ max, 90-95% van VO₂max bij getrainde atleet</p>
HET PROBLEEM	<p>Probleem</p> <ul style="list-style-type: none"> • er is geen punt maar een zone, er is een stijging bij ongeveer RQ = 0,9 (dit wordt meestal als omslagpunt geïdentificeerd, equivalenten methode, anaërobe drempel, begin isocapnische buffering), er is nog een tweede knik bij ongeveer RQ=1,05 = daling P_{ET}CO₂ = respiratoire compensatie fase (zie P_{ET}CO₂) • Goed getrainde mensen kunnen het 2^{de} omslagpunt = respiratoir compensatie fase een uur volhouden, of nog hoger, slecht getrainden kunnen het eerste nog geen 10 min volhouden, het gemeten punt is dus moeilijk naar de training te vertalen, oftewel dit punt zegt weinig over maximale steady state • om het probleem te omzeilen kan een vermoeidheidsdrempel worden gebruikt (wat de persoon subjectief nog steady state kan volhouden)
1 ^e omslagpunt	<p>Definitie • bij het eerste omslagpunt begint de buffering van het melkzuur (respiratoire compensatie)</p> <p>Meting • stijging in Ve/VO₂, nog geen stijging in Ve/VCO₂</p>
2 ^e omslagpunt	<p>Definitie</p> <ul style="list-style-type: none"> • bij het 2^{de} faalt de respiratoire compensatie = respiratoire overcompensatie (vandaar de naam: respiratoire compensatie drempel) • de overcompensatie ontstaat door grote hoeveelheden melkzuur die de ademhaling stimuleren (chemoreceptoren), terwijl het niet meer mogelijk is de acidose respiratoir te corrigeren (V_e stijgt dus meer dan de VCO₂ productie) <p>Meting • 2^{de} knikpunt in V_e/VO₂ + V_e/VCO₂ stijging (+ PETCO₂ daling)</p> <p>Correlatie met MLSS • komt redelijk overeen met de MLSS/critical power</p>
lactaatmeting	<p>Uitvoering capillair (veneus is inadequaat)</p> <p>Probleem Lactaat in het bloed zegt niet direct iets over het lactaat in de spier</p> <p>Waarde 4 ≈ anaerobe drempel</p>
Maximale steady state (MSS)	<p>Definitie</p> <ul style="list-style-type: none"> • = critical power • = vermoeidheids drempel = maximale inspanning die subjectief langdurig kan worden volgehouden • er is discussie over de tijd dat dit kan worden volgehouden (18 min tot 60 minuten) <p>Correlatie met MLSS/2^{de} omslagpunt • er is een correlatie met het 2^{de} omslagpunt</p> <p>Trapcadans er is een correlatie met de trapcadans, met vrij gekozen cadans licht de MSS hoger</p> <p>RER 1,00 ± 0,03 [5], 1,01 ± 0,03 [6], 0,97 ± 0,03 [7], 1,00 ± 0,01 [8]</p> <p>eqO2 26,4±4,2 [6]</p> <p>EqCO2 26,2 ± 4,3 [6]</p> <p>%VO2max 83% [5], 85,4% [9], 86±0,9 [8], 86% [10]</p> <p>%Wmax 69% [7], 71 ± 6% [5], 79±2% [11], 79,5±4,1 (getraind) 68,0±9,5 9 (ongetraind) [12]</p> <p>HFmax-AT 14 [5], 9 [13], 23 [9], 17 [10]</p> <p>%HFmax 85% [11], 95% [13], 90% [9], 91% [10]</p> <p>BF 32</p>
OBLA	<p>Definitie = Onset of Blood Lactate Accumulation ≈ lactaatdrempel</p> <p>Waarde 4 mMol daarna begint de anaerobe zone (hogere waarden bij ongetrainden tgv verminderde klaring)</p> <p>Interpretatie</p> <ul style="list-style-type: none"> • inspanning specifiek • = maximale steady state (aëroob) vermogen (dus niet VO₂max, dit is een lagere inspan) dit is een betere parameter voor duurstijging dan VO₂max de OBLA is eigenlijk het percentage van VO₂max wat je steady state kunt gebruiken normaal gezien 65% op te trainen tot 85% <p>Training dan verschuift de OBLA (max lactaat stijgt eerder)</p> <p>OBLA daling</p> <ul style="list-style-type: none"> • hartfalen • perifeer vaatlijden • ongetraind • anemie
Isocapnische buffering fase	<p>Definitie punt tussen begin acidose (V-slope of ventilatoire drempel) en respiratoir compensatie fase</p> <p>Meting P_{ET}CO₂ neemt toe tot anaërobe drempel, daarna respiratoire compensatie = isocapnische buffering fase, de respiratoire compensatie fase daarna is eigenlijk een overcompensatie</p>
Respiratoire	<p>Definitie</p>



(over)compensatie fase	na de iscapnische buffering fase, punt waarbij de V_e meer stijgt dan voor de CO_2 nodig is, dit is het punt waarbij de $P_{ET}CO_2$ daalt.
Sustained metabolic rate	Zie Max steady state
Ventilatoire drempel	<p>Definitie</p> <ul style="list-style-type: none"> de hoeveelheid inspanning waarbij de ventilatie (V_e) meer stijgt dan VO_2 = verhoogde equivalenten, is vroeger dan de V-slope methode beter als term dan anaërobe drempel (voor deze drempel is er immers ook al anaëroob metabolisme) <p>Oorzaak CO_2 afblazen wat ontstaat uit HCO_3^- na buffering</p> <p>RER respiratoire exchange ratio wordt meer dan 1 bij extreme inspanning ($CO_2 > O_2$)</p>
Vermoeidheidsdrempel	Definitie subjectief maximale steady state
V-slope methode	Definitie het punt waarbij de VCO_2 meer stijgt dan de VO_2 = het punt waarbij de RER stijgt (\neq ventilatoire drempel, is later dan de ventilatoire drempel, VCO_2 later dan de VO_2 vanwege de betere diffusie)
VO₂max	
VO ₂ max definitie	<p>Definitie</p> maximale O_2 opname en dus verbruik \neq maximaal aerobisch vermogen \neq maximale steady state (OBLA is betere parameter) <p>Meting</p> <ul style="list-style-type: none"> duurinspanning, tot VO_2 een plateau wordt (in de praktijk zelden, eerder O_2 piek, enkel bij echt diep gaan een levelling-off) <p>Criteria</p> <p>Geen eenduidige criteria gebruikt</p> <ul style="list-style-type: none"> <50, <100, <150 ml O_2/min toename bij een toename in wattage <2 ml/kg.min toename gemiddelde VO_2 over 15, 30 of 60 sec gebruikt (zou in principe niet zoveel uit moeten maken omdat je op een VO_2 plateau zit)
VO ₂ max factoren	<p>beperkende factoren</p> <p><u>neurogeen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> spiervezel recruitment/efficiëntie <p><u>bloed</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Hb vocht (dehydratie) <p><u>vasculair</u></p> <ul style="list-style-type: none"> capillaire densiteit <p><u>spier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> aantal en grootte van mitochondriën/enzymen vezeltype <p>niet beperkende factoren</p> <p><u>cardiaal</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Cardiac output (slagvolume en hartfrequentie) <p><u>O_2 extractie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> stijgt bij iedereen van 25% naar 75%-100% \neq beperkend <p><u>ventilatie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> CO kan 6x stijgen, ventilatie 15x bij sommige sporten waarbij de AH moeilijk is, de atleet erg goed en EIH is dan zou de AH toch beperkend kunnen zijn (schaatsers, hardlopers) <p>Intersubjectieve verschillen</p> <p><u>erfelijkheid</u></p> <ul style="list-style-type: none"> (zeer hoge correlatie: >90%) tussen tweelingen VO_2max = 25-40% genetisch bepaald + 10-15% tgv zelfde familiale omgeving HFmax = 50% genetisch bepaald <p><u>geslacht</u></p> <ul style="list-style-type: none"> vrouw 15-30% lager (niet enkel te verklaren door verschil in spiermassa) <p><u>economie / efficiëntie / macrocoördinatie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> sommige mensen kunnen meer met een zelfde VO_2 <p><u>vezel type</u></p> <ul style="list-style-type: none"> type I is efficiënter dan type II <p><u>trapfrequentie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> hogere trapfrequentie = hogere VO_2max, onduidelijk waarom (mogelijk tgv meer inefficiëntie type II vezel rekrutering) <p>Intrasubjectieve verschillen</p> <ul style="list-style-type: none"> soort inspanning (meer spieractivatie = hoger VO_2max, bijvoorbeeld lopen > fietsen/zwemmen) getrainde fietsers/zwemmers komen wel aan een zelfde VO_2max een trainingseffect van zwemmen is met een looptest niet te meten enkel representatief voor de sport die je traint trainingsgesteldheid: 5-20% lichaamsgewicht (verklaart 70% van de VO_2max verschillen als FFM wordt gebruikt) leeftijd: 1% afname/jaar vanaf 25 jaar (vooral vanwege minder beweging)
VO ₂ max ouderen	<p>Afname</p> <p>0,25-0,5 per jaar afh van inspanning 10% afname per 10 jaar vanaf 30 jaar, 50% op 80 jaar</p> <p>55 jaar 30 (man)</p> <p>70 jaar 25 (man)</p>
VO ₂ max kinderen	<p>Kind</p> relatief hogere VO_2 /kg bij kinderen bij dezelfde inspanning <p>Oorzaak</p> <ul style="list-style-type: none"> Verminderde Bewegings economie Ventilatoir minder efficiënt <p>< 10 kg VO_2 (ml/min) = (6,8 x kg) – 8,0 (Lindahl)</p> <p>> 10 kg VO_2 (ml/min) = (4,0 x kg) – 35,8 (Lindahl)</p> <p>Jongens (6-17 jaar) VO_2 = (52,8 x kg) – 303 <12 jaar: \pm 52 ml/kg 16 jaar: 45 ml/kg</p> <p>Meisjes (6-17 jaar) VO_2 = (28,5 x kg) + 288 <12 jaar: \pm 52 ml/kg 16 jaar: 40 ml/kg</p>



	<p>Training < 16 jaar stijgt de VO₂max niet veel met training, maximaal 10%, meestal slechts 5%</p>
VO ₂ max test	<p>Definitie = maximale zuurstof opname door de longen (zie VO₂)</p> <p>Mechanisme langzaam inspanning opbouwen tot VO₂ niet meer toeneemt (plateau), je moet de inspanning min 1 min kunnen aanhouden eventueel pauzes tussen trappen = zelfde resultaat</p> <p>Verloop Stijgt snel en bereikt plateau na 3-4 min, tijdens de eerste minuten ontstaat er een klein O₂-tekort (niet veel, eerste energie uit PCr), sneller en minder O₂ tekort bij getrainden</p> <p>Booster een tweede piek inspanning na 2 min rust (na de eerste piek inspanning) levert meestal een hogere VO₂max op (waarschijnlijk tgv deel zuurstofschuld)</p> <p>Interpretatie beperkende factor = CO, maar sommige mensen kunnen meer met een zelfde VO₂ = maximaal aerobisch vermogen, hou je maar enkele min uit ≠ maximaal steady state vermogen = OBLA</p> <p>Activiteit lopen = hogere waarde dan fietsen (dus eerste keus) bij jongen mensen is lopen meer comfortabel dan fietsen</p> <p>Waarden zie Getraindheid / Belastbaarheid</p>
VO ₂ max obesitas	<p>VO₂max VO₂max 6 ml/min per kg vet hoger dan voorspeld</p>
VO ₂ max waarden	<p>Man (vanaf 16 jaar)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 45 ml/min/kg gemiddeld (25-80 ml mogelijk) ≈ 3 L/min • piekwaarde tussen 15-20 jaar <p>Jones: VO₂max (ml/min) = 46 * lengte in cm - 21 * leeftijd - 4310 Fairbairn: VO₂max (ml/min) = (23 x lengte in cm) - (31 x leeftijd) - 332 + (11,7 x gewicht in kg)</p> <p>Vrouw (van 16 jaar)</p> <ul style="list-style-type: none"> • bij vrouwen 17-23% lager (ook als gecorrigeerd wordt voor gewicht/spiermassa) • 35 ml/min/kg gemiddeld <p>Jones: VO₂max (ml/min) = (46 x lengte in cm) - (21 x leeftijd) - 4930 Fairbairn: VO₂max (ml/min) = (15,8 x lengte in cm) - (27 x leeftijd) - 207 + (8,99 x gewicht in kg)</p> <p>Kinderen zie daar</p> <p>top duursport 75-95 (man) marathon in 2,5 uur = constant 4 L/min</p> <p>ADL 15 ml/min/kg is min nodig voor ADL</p> <p>Thorax chirurgie min 15-20 ml/kg harttransplantatie = 25 ml/kg</p> <p>mogelijke toename ongetraind: 15-25% in de eerste 3 maand tot 50% na 2 jaar getraind: 5-15% volledig reversibel na stoppen training</p>
VO ₂ piek	<p>Definitie Is hetzelfde als VO₂max echter nu geen plateau maar een piek, die is een indicatie dat lokale spier / gewrichtsfactoren de beperking zijn en de VO₂ dus geen meting is voor het centraal circulatie vermogen</p> <p>Andere aanwijzingen voor foutieve VO₂ max</p> <ul style="list-style-type: none"> • laag tov van voorspeld • RQ
Referenties	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wasserman, K. and B.J. Whipp, <i>Excercise physiology in health and disease</i>. Am Rev Respir Dis, 1975. 112(2): p. 219-49. 2. American College of Sports Medicine, <i>ACSM's guidelines for exercise testing and prescription</i> 2002, Philadelphia: Lea and Febiger. 3. Storer, T.W., J.A. Davis, and V.J. Caiozzo, <i>Accurate prediction of VO₂max in cycle ergometry</i>. Med Sci Sports Exerc, 1990. 22(5): p. 704-12. 4. Hawley, J.A. and T.D. Noakes, <i>Peak power output predicts maximal oxygen uptake and performance time in trained cyclists</i>. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1992. 65(1): p. 79-83. 5. Laplaud, D., et al., <i>Maximal lactate steady state determination with a single incremental test exercise</i>. Eur J Appl Physiol, 2006. 96(4): p. 446-52. 6. Baron, B., et al., <i>Maximal lactate steady state does not correspond to a complete physiological steady state</i>, in <i>Int J Sports Med</i> 2003. p. 582-7. 7. Smekal, G., et al., <i>Blood lactate concentration at the maximal lactate steady state is not dependent on endurance capacity in healthy recreationally trained individuals</i>. Eur J Appl Physiol, 2011. 8. Philp, A., et al., <i>Maximal lactate steady state as a training stimulus</i>. Int J Sports Med, 2008. 29(6): p. 475-9. 9. Amann, M., A.W. Subudhi, and C. Foster, <i>Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance</i>. Scand J Med Sci Sports, 2006. 16(1): p. 27-34. 10. Van Schuylenbergh, R., B.V. Eynde, and P. Hespel, <i>Prediction of sprint triathlon performance from laboratory tests</i>. Eur J Appl Physiol, 2004. 91(1): p. 94-9. 11. de Barros, C.L., et al., <i>Maximal lactate steady state is altered in the heat</i>. Int J Sports Med, 2011. 32(10): p. 749-53. 12. Denadai, B.S., et al., <i>Effect of the aerobic capacity on the validity of the anaerobic threshold for determination of the maximal lactate steady state in cycling</i>. Braz J Med Biol Res, 2004. 37(10): p. 1551-6. 13. Leti, T., et al., <i>Prediction of maximal lactate steady state in runners with an incremental test on the field</i>. J Sports Sci, 2012. 30(6): p. 609-16.