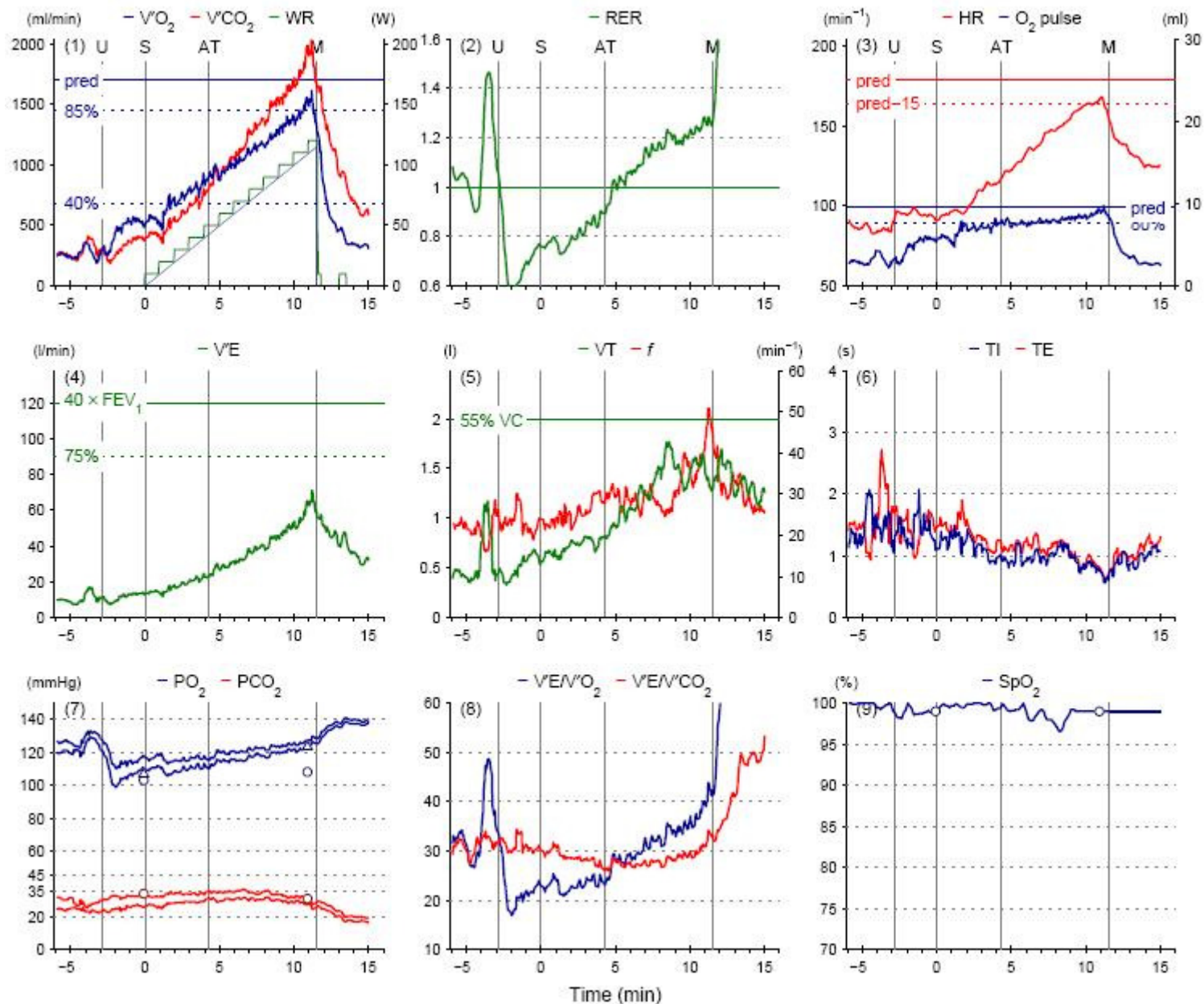


Fietsergometrie

Interpretatie op tijdbasis
(The Cycloplotter – J vd Aardweg)



Strategie

1. Logische en consequente volgorde
2. Visueel: alle essentiële informatie in één grafiek
3. Alle variabelen als functie van de tijd
4. Eerst iedere variabele afzonderlijk bekijken
5. Tot slot: integratie van afzonderlijke bevindingen

Waarom alle variabelen als functie van de tijd?

- De gemeten variabelen zijn tijdreeksen
 - Per tijdseenheid (WR)
 - Per ademteug ($V'O_2$, $V'CO_2$, $V'E$, etc.)
 - Per hartslag (HR)
- Scheiding van verschillende fysiologische toestanden
 - Rust, onbelast fietsen, belasting (voor/na AT), herstel
- Eenvoud: iedere variabele afzonderlijk bekijken als functie van de tijd
- Tijdsbeloop van afzonderlijke variabelen levert fysiologische informatie op
- Tijdsrelaties: oorzaak-gevolg?

Waarom alle variabelen afzonderlijk bekijken?

- Eenvoud
- Normaalwaarden zijn doorgaans alleen bekend voor enkelvoudige variabelen, niet voor combinaties
- De differentiaal diagnose voor één afwijkende variabele is meestal overzichtelijk
- Conclusies op grond van onafhankelijke variabelen kunnen elkaar versterken (of tegenspreken)

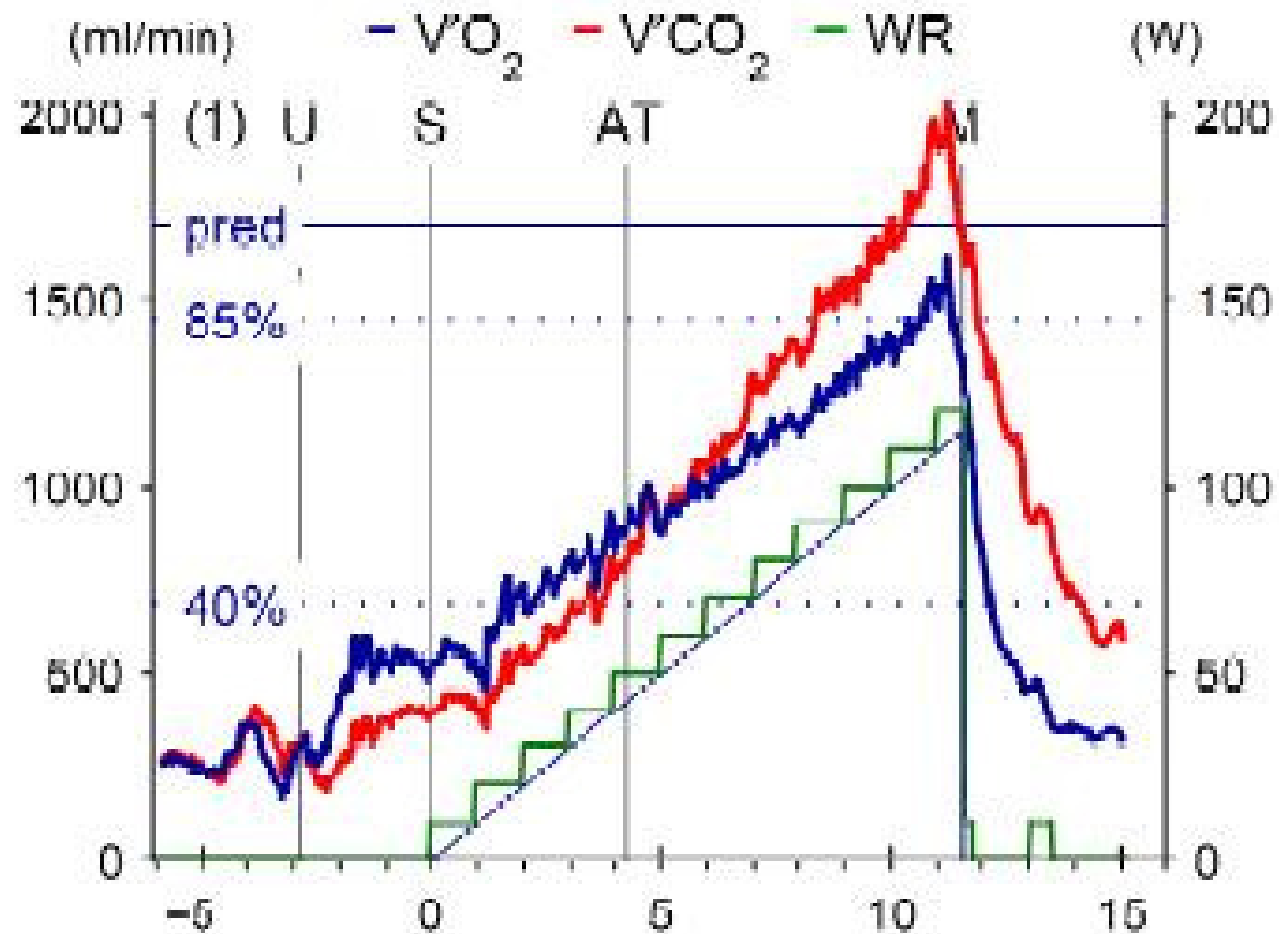
Volgorde

- Arbeid en metabolisme
- Circulatie
- Ventilatie
- Gaswisseling

- Conclusie

Arbeid en metabolisme

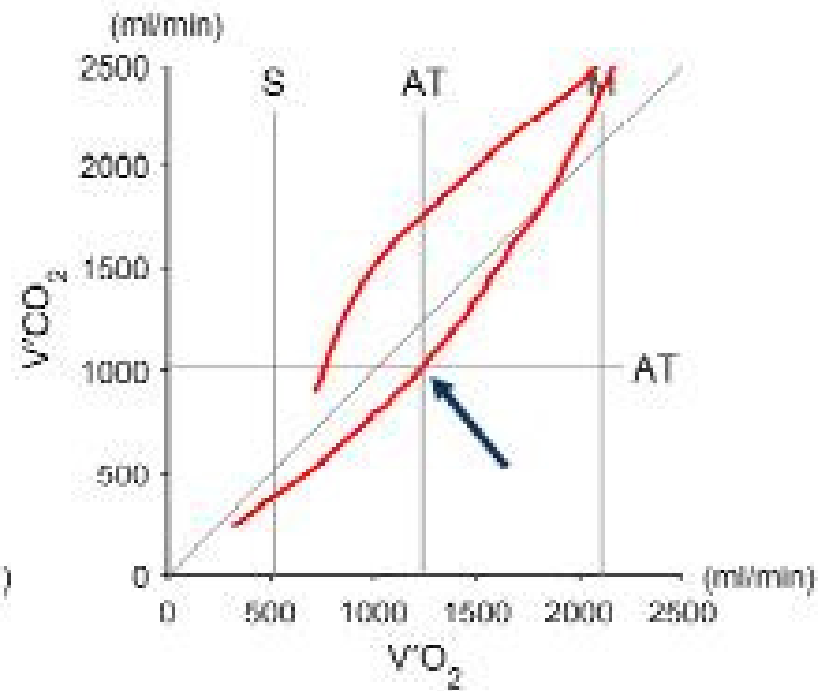
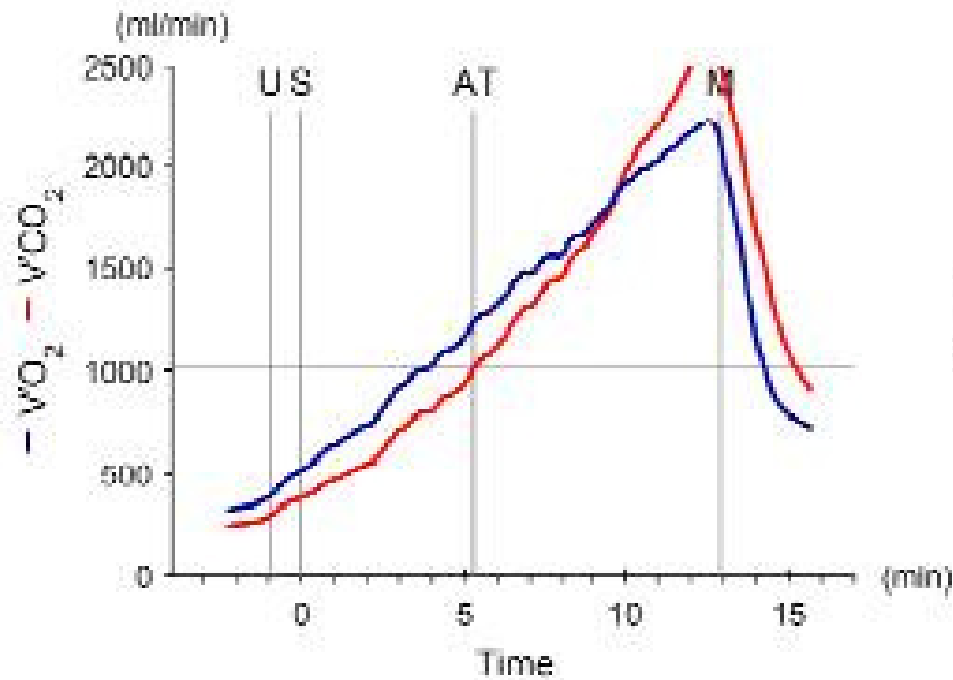
O₂-opname en CO₂-productie



O₂-opname

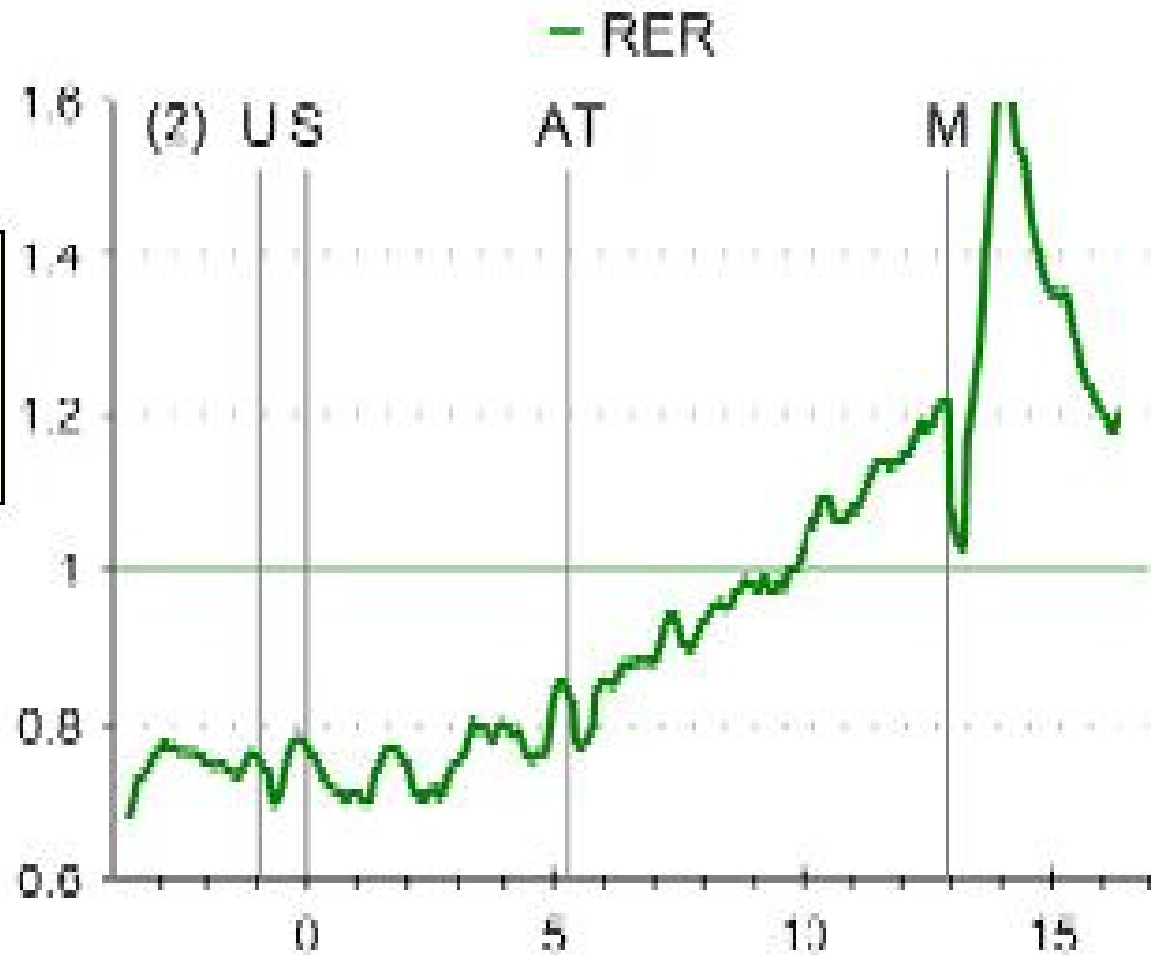
- Normaal beloop $\dot{V}O_2$:
 - In rust 300-350 ml/min
 - Tijdens onbelast fietsen stijging, plateau binnen 1-2 min op een niveau van 500-600 ml/min
 - Lineair beloop tijdens belast fietsen, stijgsnelheid ~ 10 ml/min·W
 - Normaal is $\dot{V}O_2$ op AT $> 40\%$ van voorspeld
 - Maximum $> 85\%$ van voorspeld

Anaërobe drempel (V-slope)



Respiratory Exchange Ratio

$$\text{RER} = \frac{\dot{V}\text{CO}_2}{\dot{V}\text{O}_2}$$



RER

- RER is gelijk aan metabole RQ in steady state
- Bij diepere ademhaling: RER neemt geleidelijk toe doordat CO₂ gemakkelijker wordt uitgeademd dan O₂ wordt opgenomen
 - Doordat O₂-saturatiecurve voor Hb vlak loopt in het normale gebied (toename P_{O₂} door hyperventilatie leidt nauwelijks tot extra saturatie)

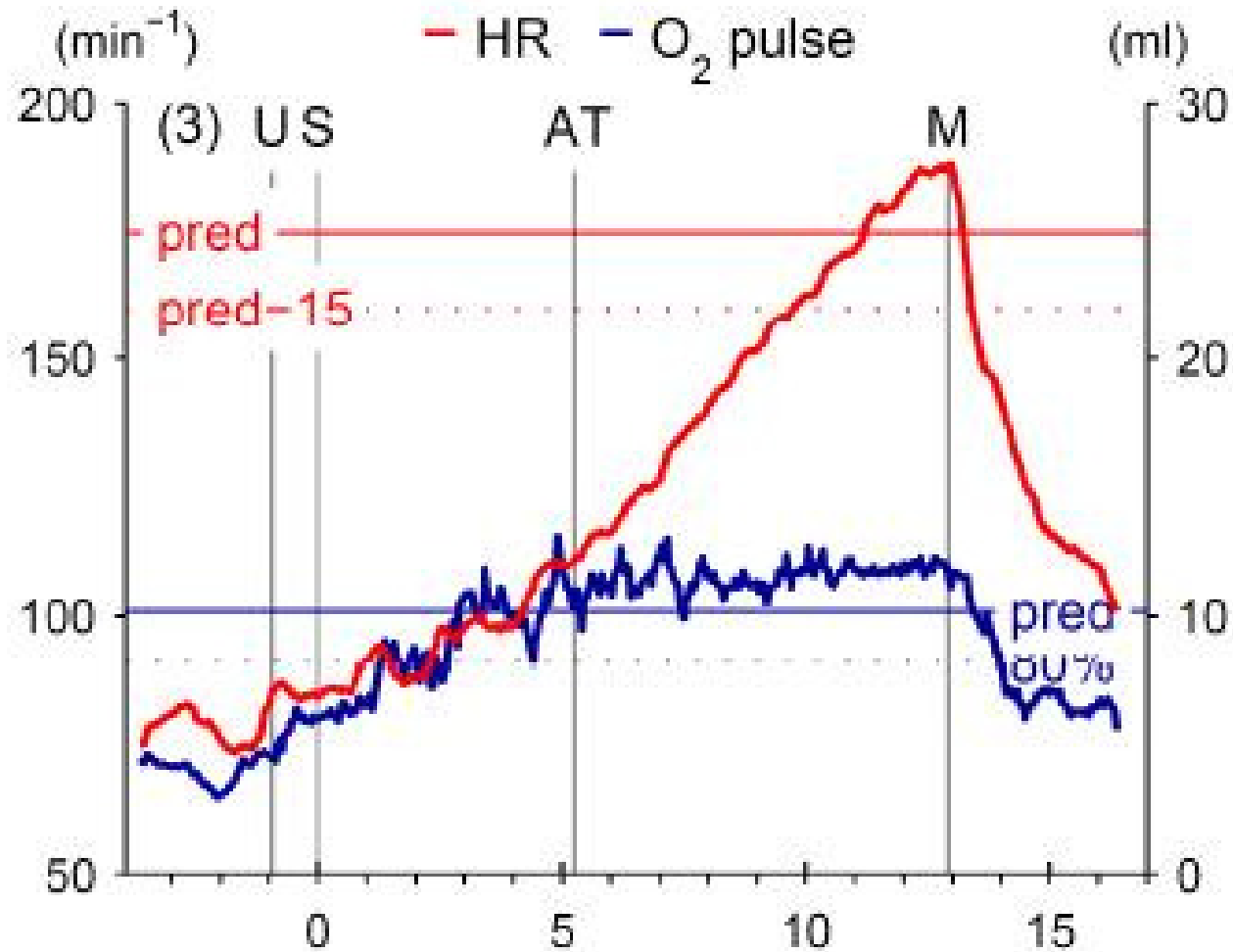
RER

- Normaal patroon:
 - In rust ongeveer 0,8 (verbranding van zowel vetten met $RQ \approx 0,7$ als koolhydraten met $RQ = 1$)
 - Na AT stijging door extra CO_2 -productie door buffering van melkzuur:
$$LH + HCO_3^- \leftrightarrow L^- + H_2O + CO_2$$

Na passeren AT neemt de verbranding van vetzuren geleidelijk af
 - Als $RER = 1$, dan is AT al gepasseerd
 - Aan het eind van de inspanning is RER meestal 1,1 of hoger, afhankelijk van de lactaatproductie
 - Na inspanning extra toename van RER, afhankelijk van lactaatproductie

Circulatie

HR en O₂-pulse



Hartfrequentie

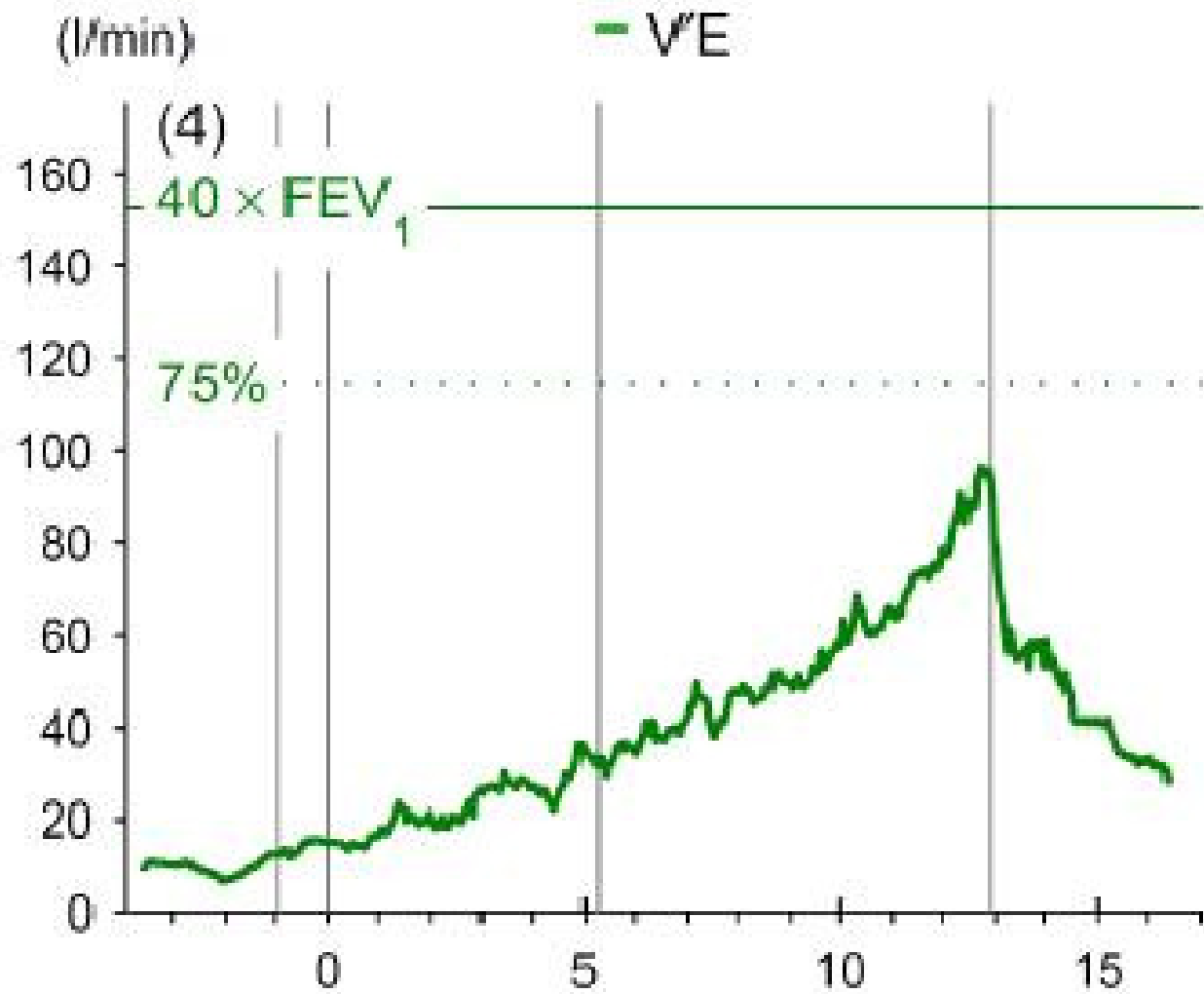
- Maximale hartfrequentie:
220 – leeftijd (/min)
- Normale circulatoire beperking
Hartfrequentiereserve < 15/min
- Vaak een knik in het beloop van HR op of vlak na AT
 - Hierna langzamere toename (meestal)
 - Soms snellere toename (kan normaal zijn)
 - Kan ook passen bij afname SV bij cardiaal probleem, valt samen met plateau in O₂-pulse

O₂-pulse

- $O_2\text{-pulse} = V'O_2/HR = SV \times C(a-v)O_2$
- Eerst stijging door $SV \uparrow$ (zittend), dan tragere stijging door $C(a-v)O_2 \uparrow$
- Vertraagde O₂-pulse (<80% pred bij max. inspanning):
 - Laag SV (dan meestal ook lage $\Delta V'O_2/\Delta WR$)
 - Verminderde opname van O₂ in het bloed (anemie, methemoglobinaemie, CO-intox)
 - Verminderd verbruik van O₂ door de spieren (metabole myopathie)
 - Verminderde opname van O₂ in de long (pulmonale gaswisselingsstoornis)

Ventilatie

Ventilatie



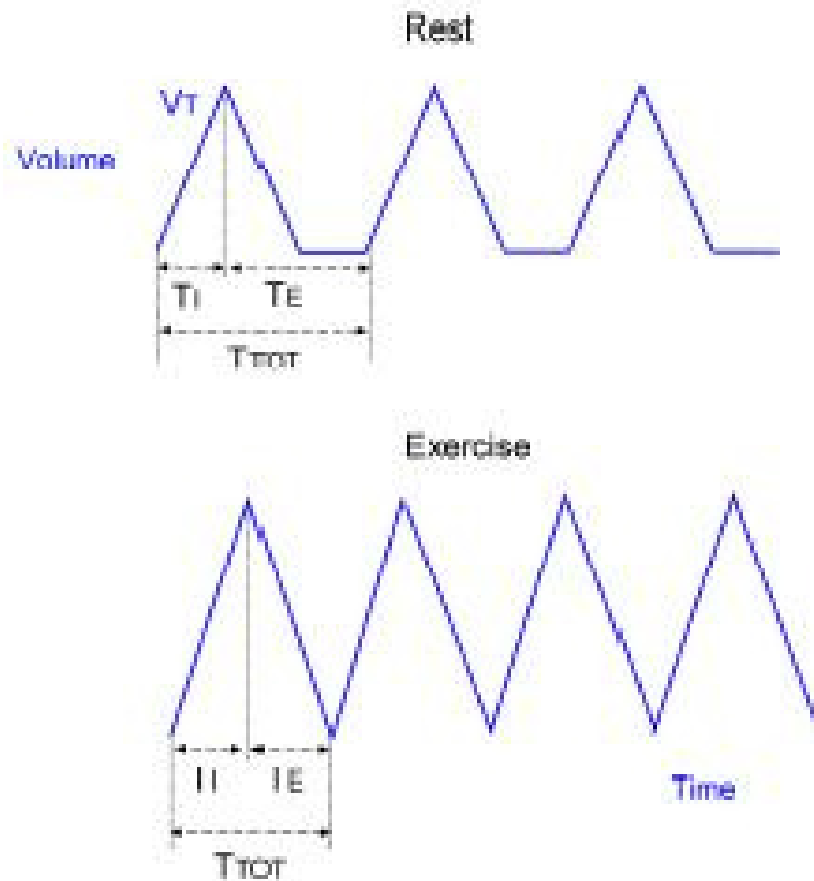
Ventilatie

- Normaal patroon:
 - Ventilatie stijgt al tijdens onbelast fietsen
 - Geleidelijke toename $V'E$, met extra toename even na passeren van de AT
 - Ademreserve blijft $> 25\%$
 - Snelle fluctuaties in $V'E$ hebben invloed op o.a. $V'O_2$, $V'CO_2$, O_2 -pulse

Teugvolume en ademfrequentie

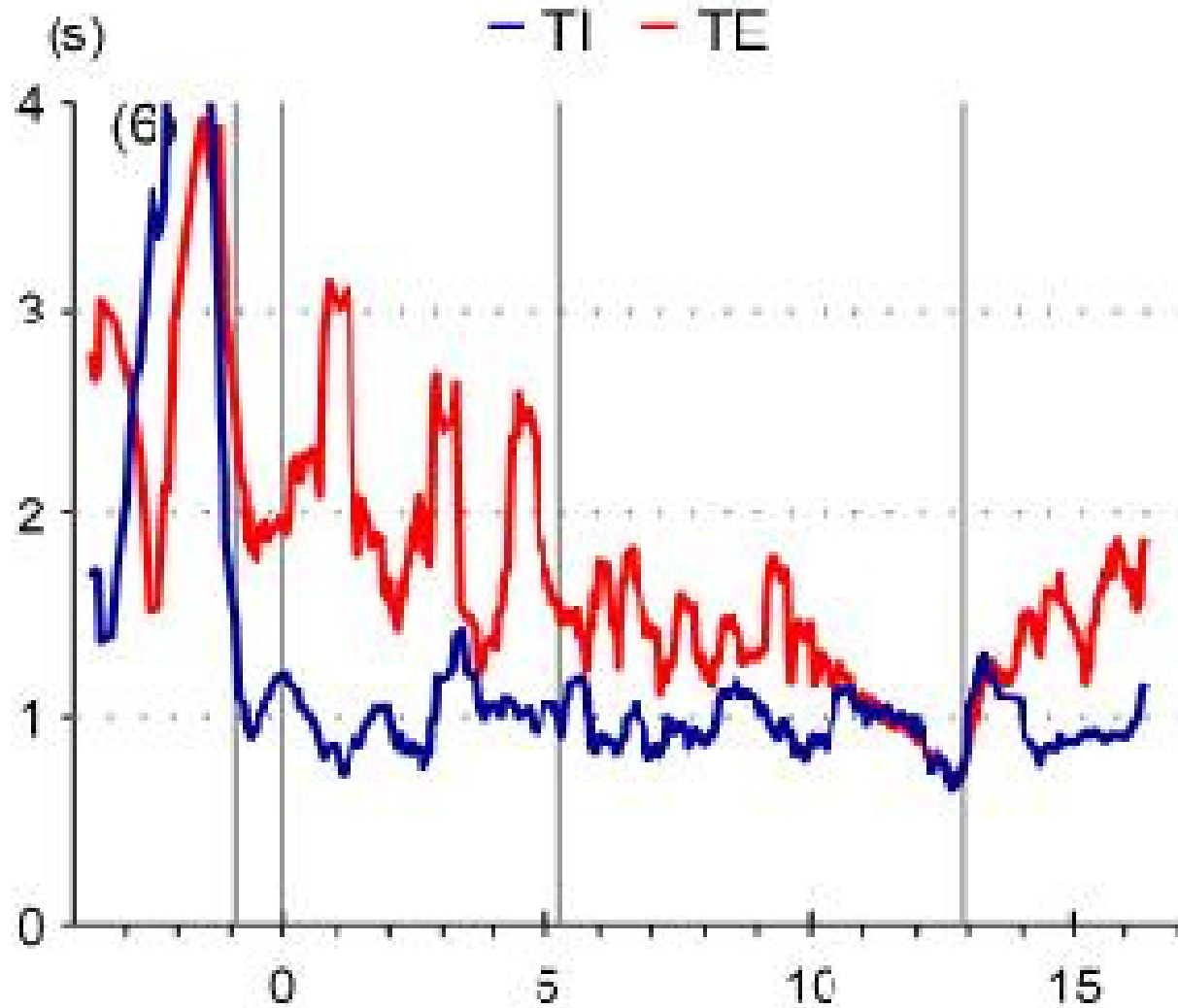


Adempatroon tijdens inspanning



- VT neemt initieel toe
- Even na anaërobe drempel
 - Frequentie neemt toe
 - VT bereikt dan meestal plateau
 - TI/TTOT ratio stijgt van ~40% naar 50% (eind-expiratoire pauze verdwijnt), dus dan $TI = TE$

Inspiratie- en expiratietijd

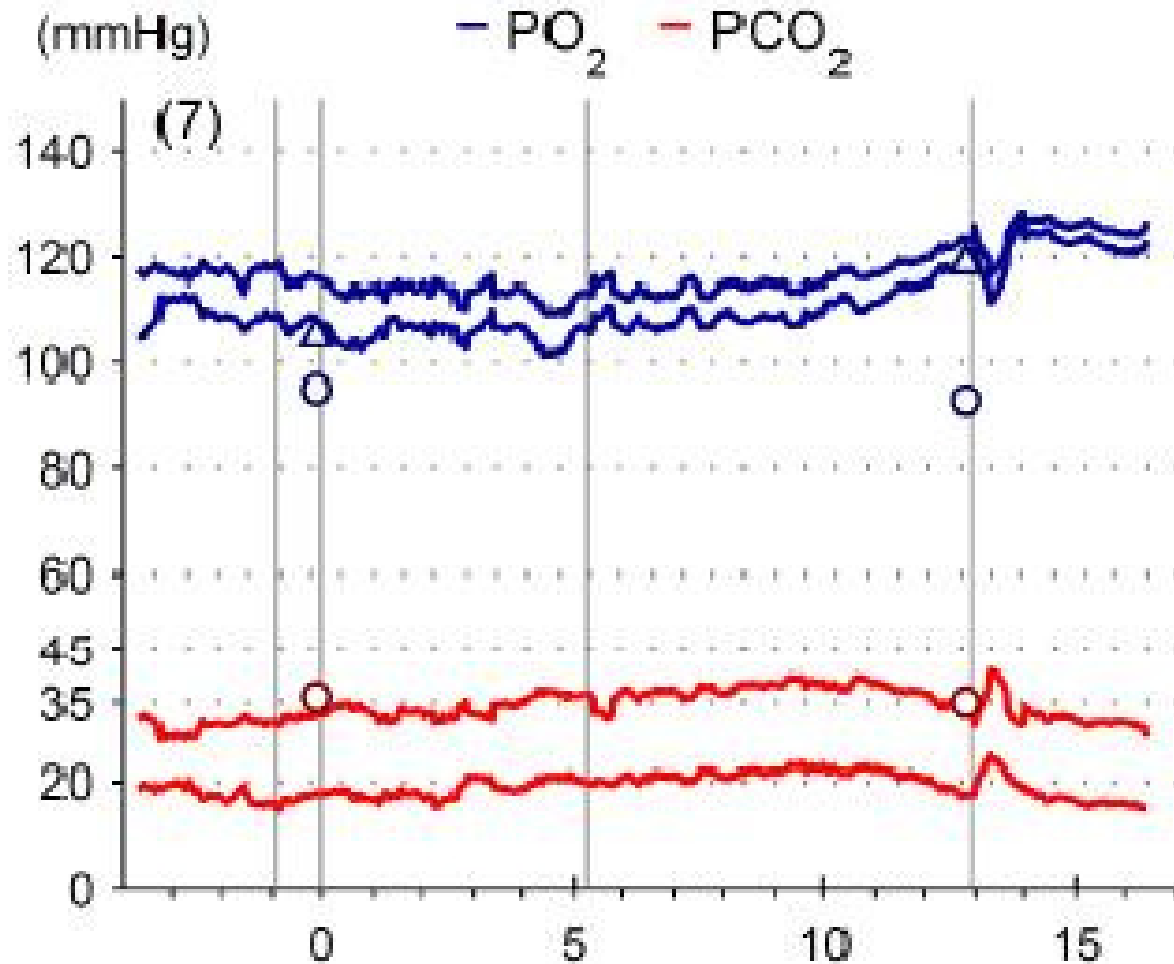


Inspiratie- en expiratietijd

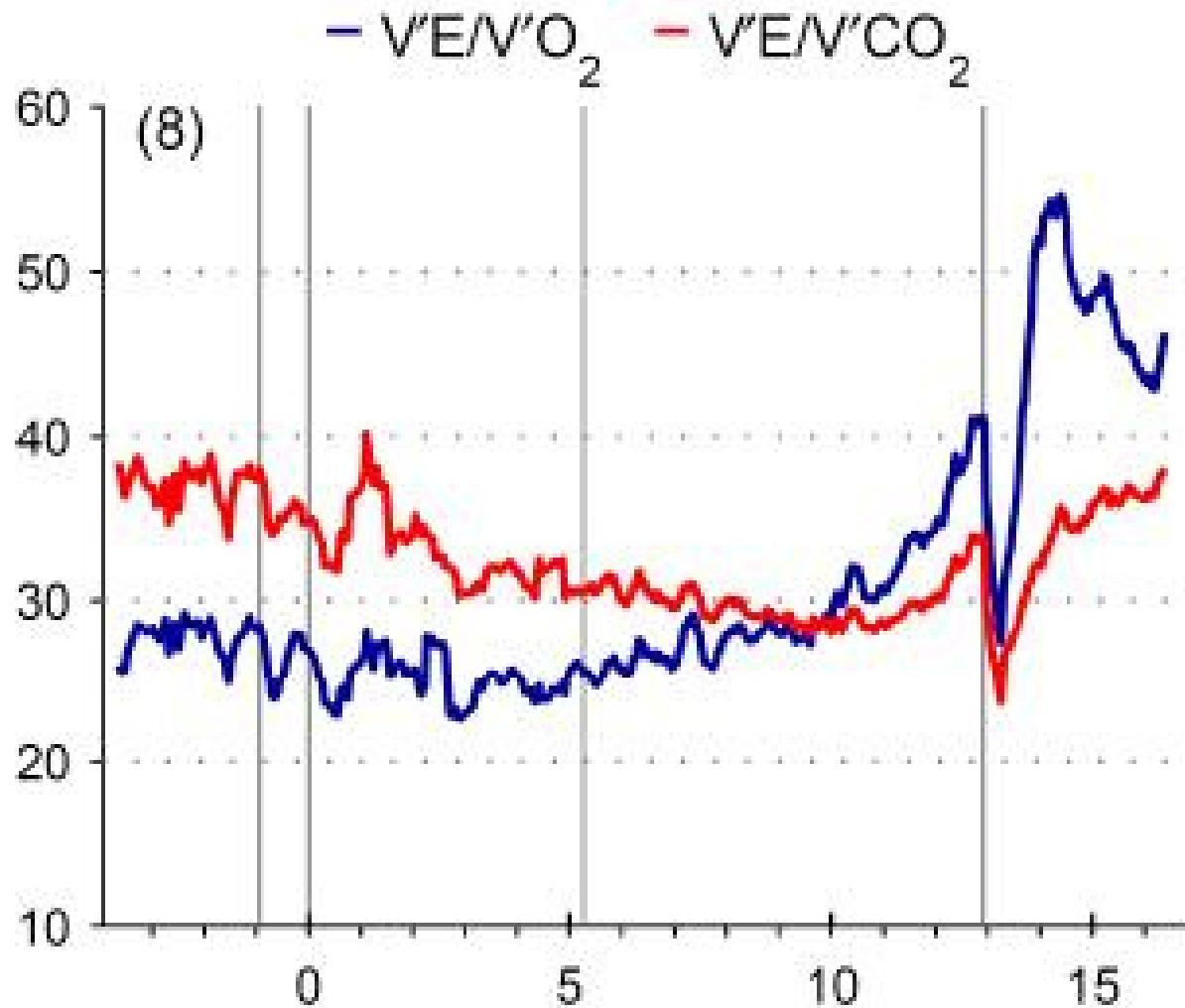
- Normaal beloop
 - Initieel is $TE > TI$ (door eind-expiratoire pauze)
 - Even na de AT wordt TE gelijk aan TI, en worden beide geleidelijk korter (toename ademfrequentie als reactie op lactaatacidose)

Gaswisseling

Arteriële, gemengd-expiratoire en end-tidal PO₂ en PCO₂



Ventilatoire inefficiëntie



$V'E/V'CO_2$

$$\frac{\dot{V}_E}{\dot{V}_{CO_2}} = \frac{k}{P_{E,CO_2}}$$

- Het CO₂-equivalent ($V'E/V'CO_2$) is omgekeerd evenredig met de gemiddeld expiratoire PCO₂
- Hoe hoger de CO₂-concentratie in de uitgeademde lucht, hoe lager $V'E/V'CO_2$ en hoe efficiënter de ademhaling

$V'E/V'CO_2$

- Normaal in rust 25-40, tijdens inspanning op de anaërobe drempel < 36
- Te hoog (> 36 op AT): inefficiënte ventilatie
 - Hypocapnie door hyperventilatie
 - Vergrote dode ruimte
- Te laag: zeer efficiënte ventilatie
 - Hypercapnie

O2-saturatie

