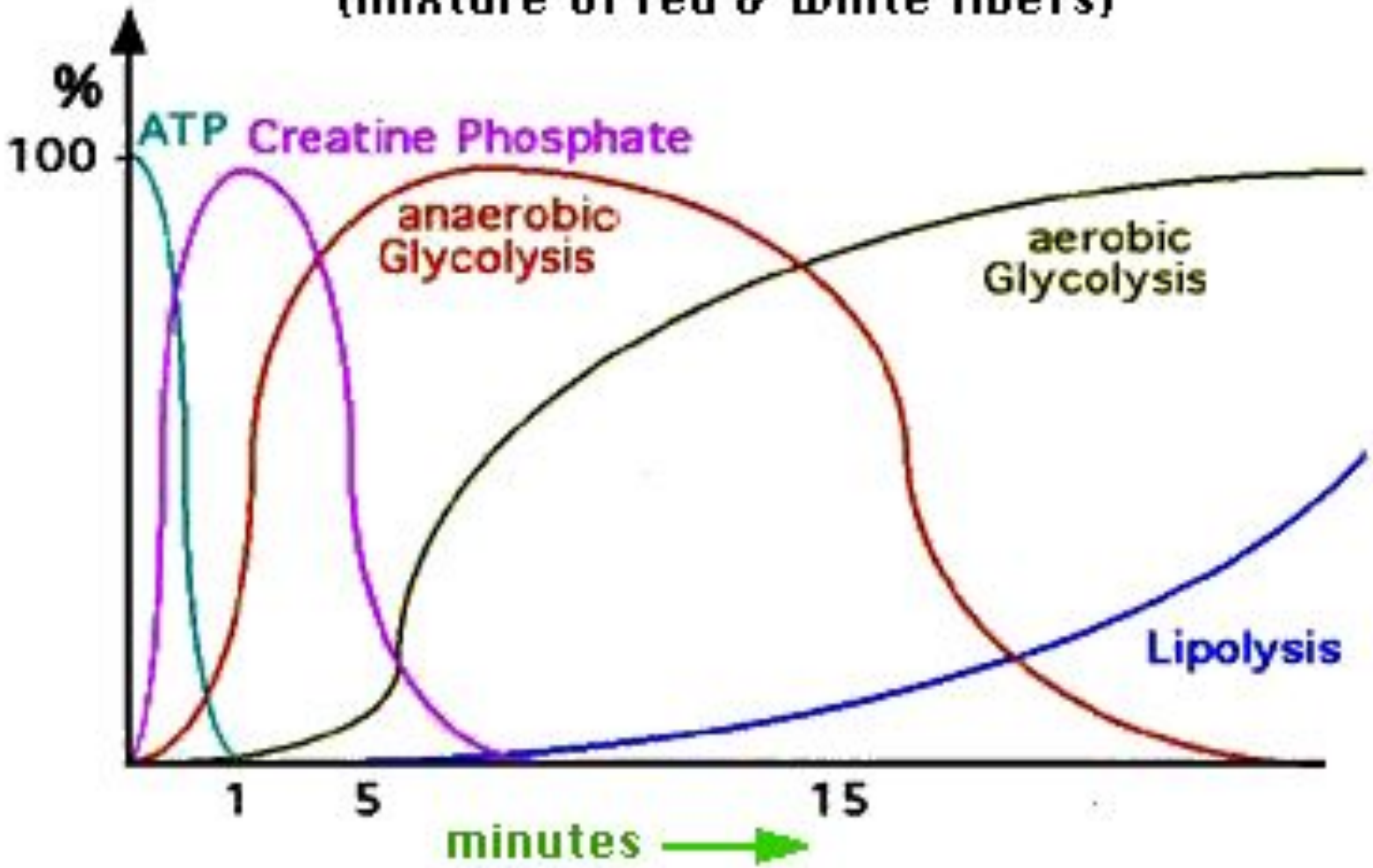
# Exercise physiology@a glance

Prof. Dr. Patrick Calders
Vakgroep Revalidatiewetenschappen
Onderzoeksgroep:
Chronic internal disorders and Neurogeriatric Rehabilitation Research Unit Ghent

UNIVERSITEIT GENT

FACULTEIT GENEESKUNDE EN GEZONDHEIDSWETENSCHAPPEN

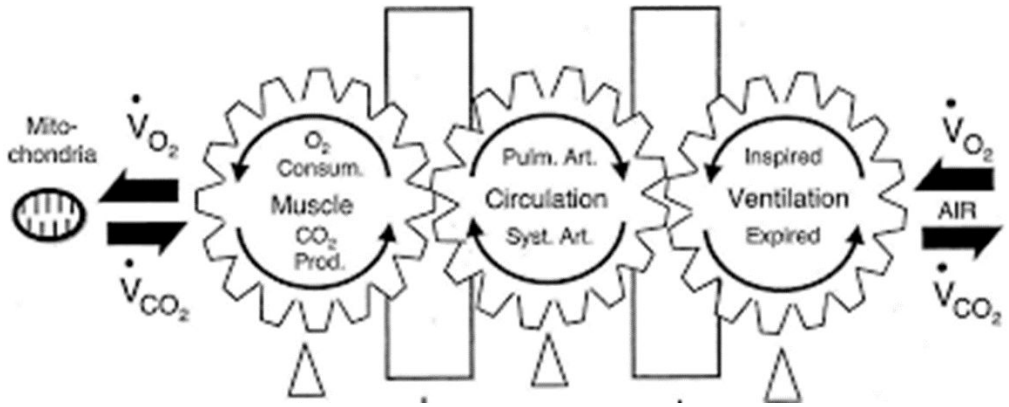
## Energy Sources of Skeletal Muscle Change during Work
(mixture of red & white fibers)



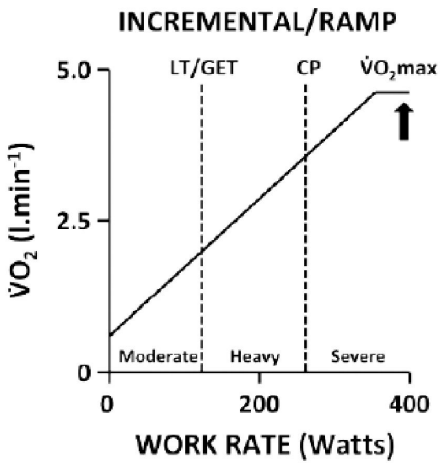
# VO2 of zuurstofverbruik

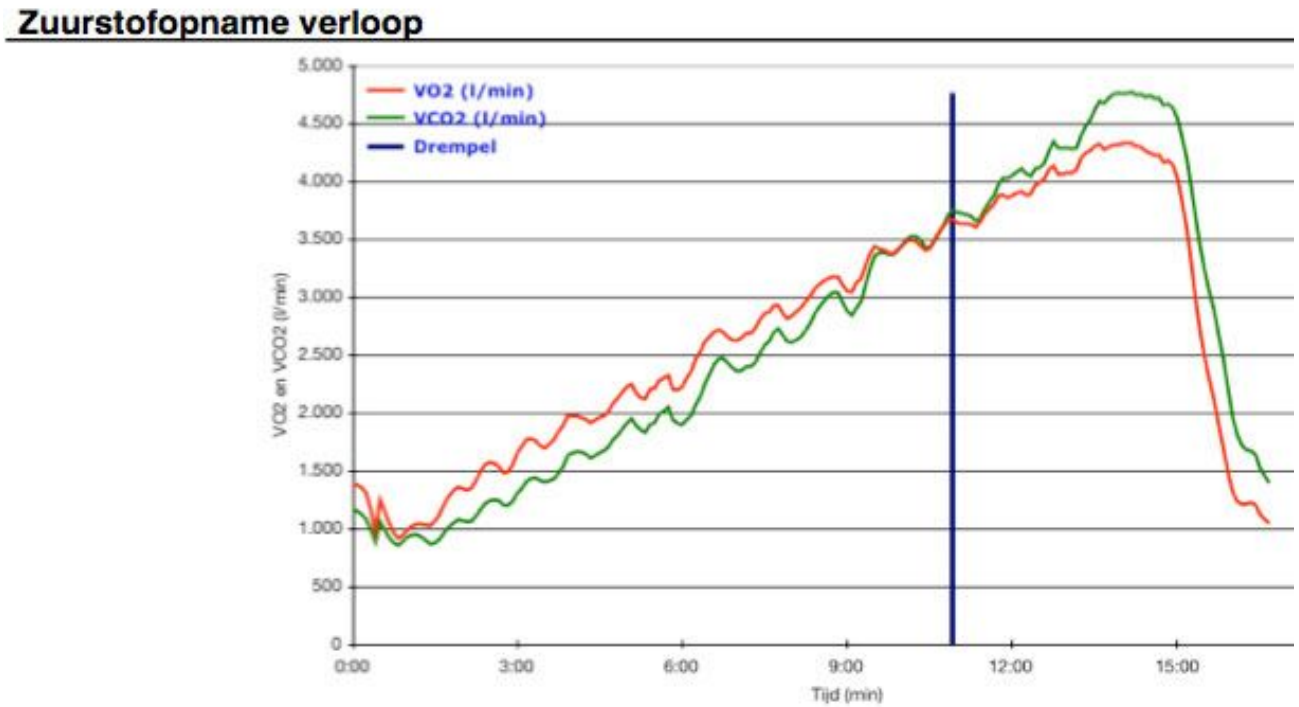
- VO2: zuurstofverbruik

- Basaal metabolisme
- Rustmetabolisme
- Arbeidsmetabolisme



# VO2 of zuurstofverbruik




VO2max

# VO2 of zuurstofverbruik

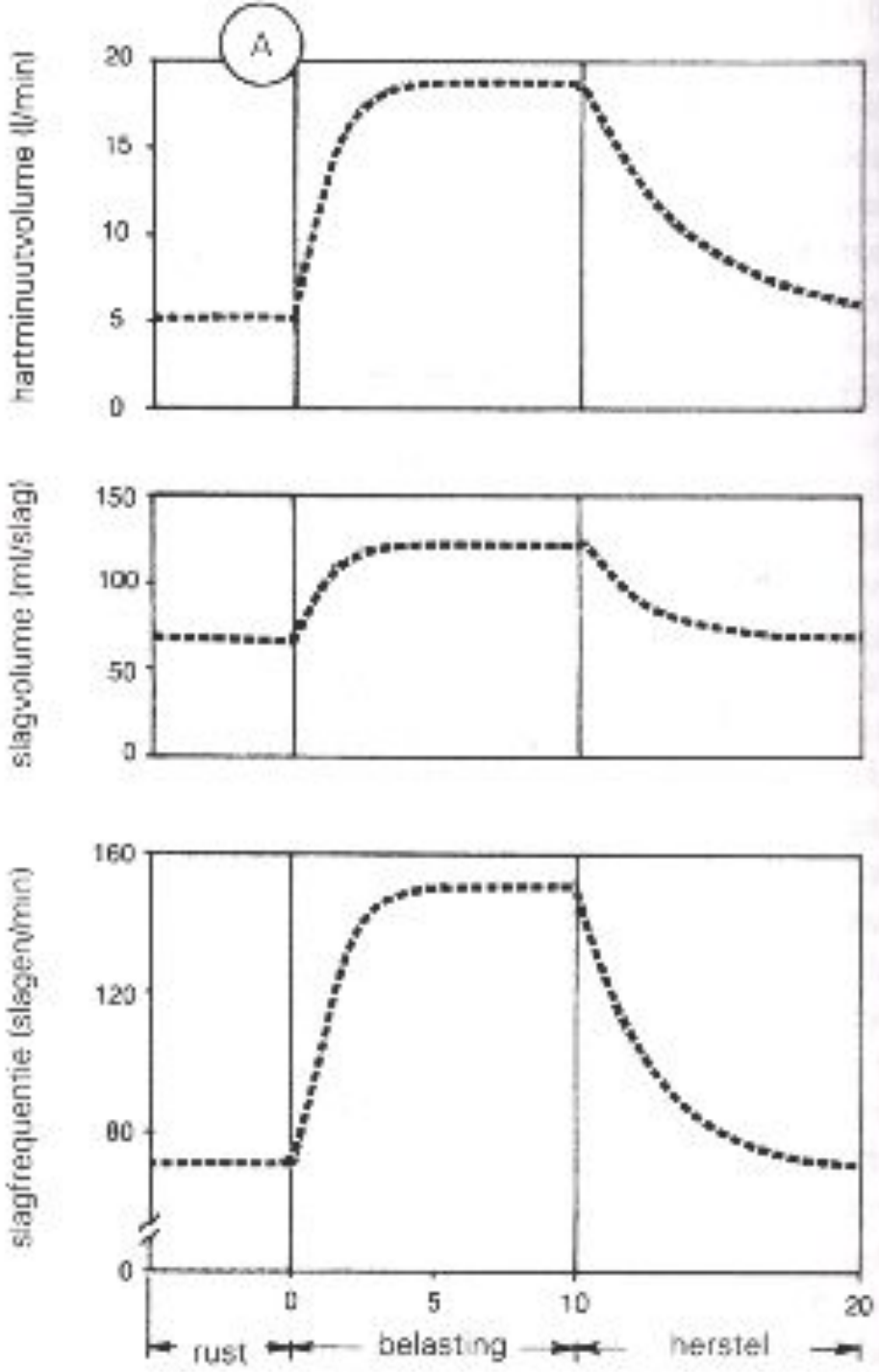
- VO2 = HD * a-vO2
- HD = HF * SV
- HF : chronotrope factor

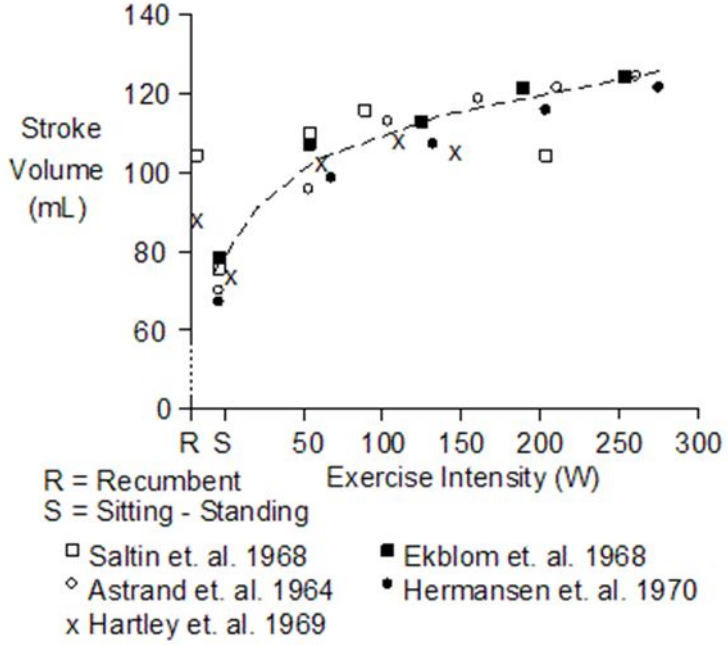
- SV = EF * VEDV
- EF = systole arbeid (inotrope factor * VEDV) / Afterload (weerstand)
- VEDV
  - Artriale systole
  - Compliantie
  - Preload (volumefactor):
    - Bloedvolume
    - Veneuze capaciteit

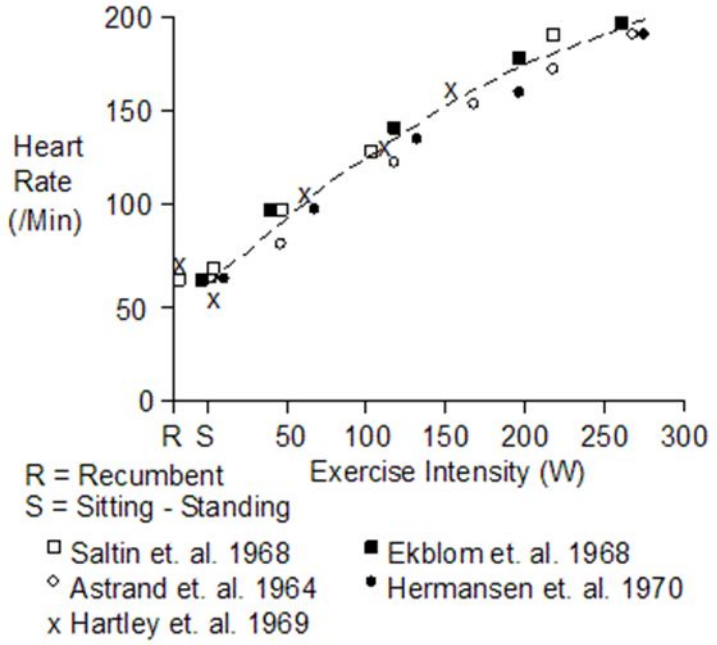
# VO2 of zuurstofverbruik

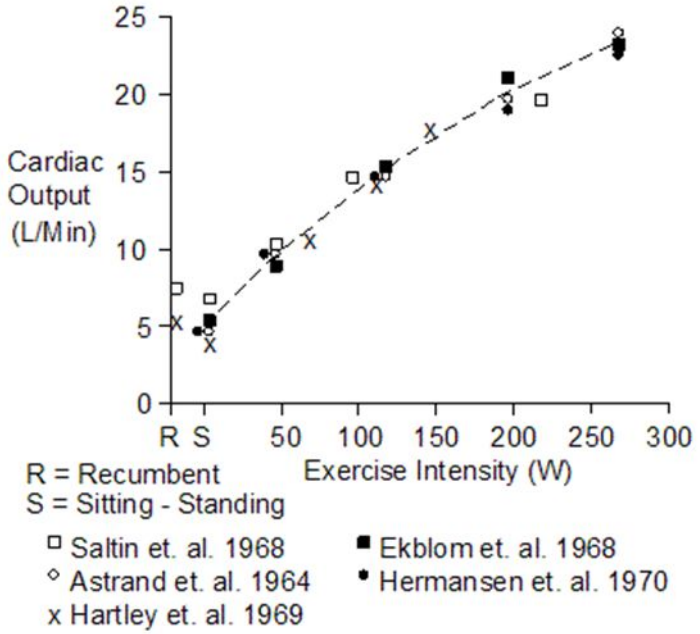
- a-vO2:
  - De hoeveelheid zuurstof dat er ter hoogte van een perifeer weefsel (hier focus op spier) geëxtraheerd wordt.
  - Afhankelijk van:
    - Long (longvolumes, longcapaciteit, diffusiecapaciteit)
    - Bloed: hemoglobinegehalte, binding O2 op Hb
    - Spier: Doorbloeding - myoglobine - Mitochondria: hoeveelheid en functie

# Acute inspanning

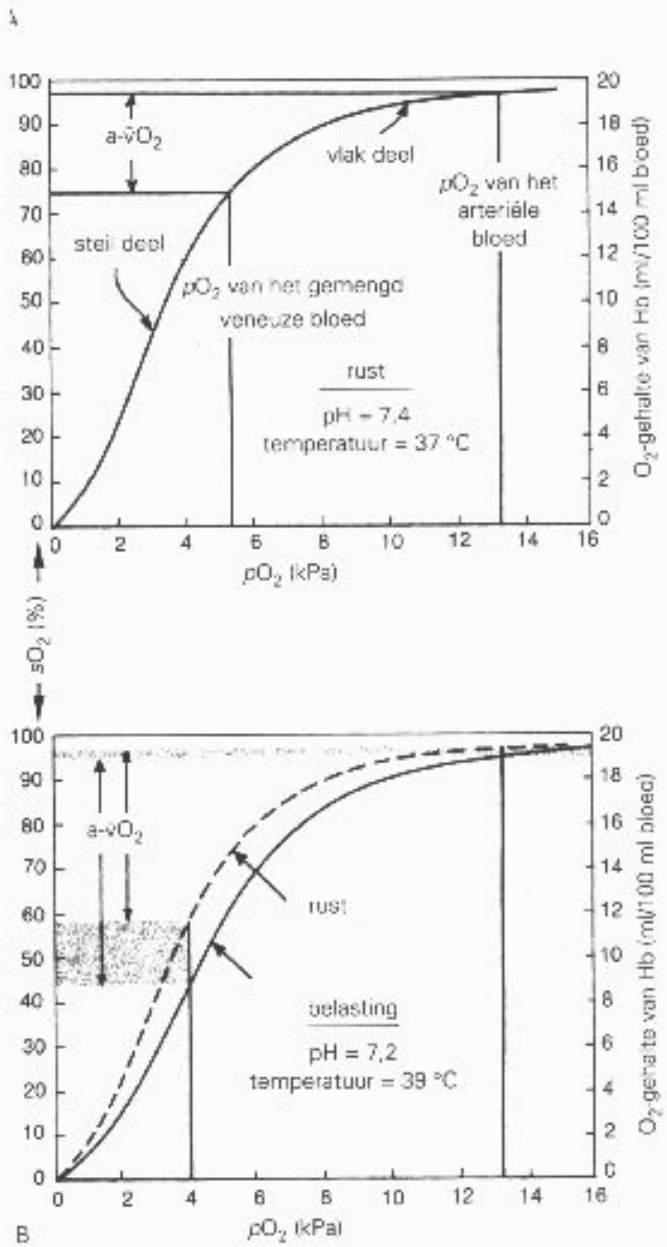

A
hartminuutvolume (l/min)
slagvolume (ml/slag)
slagfrequentie (slagen/min)
rust
belasting
herstel

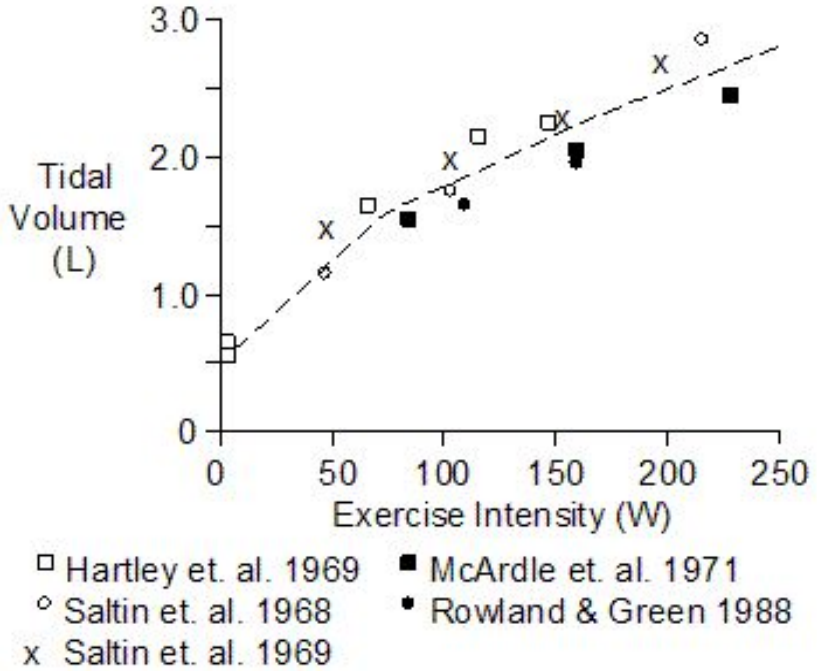

Stroke Volume (mL)
Exercise Intensity (W)
R = Recumbent
S = Sitting - Standing
Saltin et. al. 1968
Ekblom et. al. 1968
Astrand et. al. 1964
Hermansen et. al. 1970
Hartley et. al. 1969

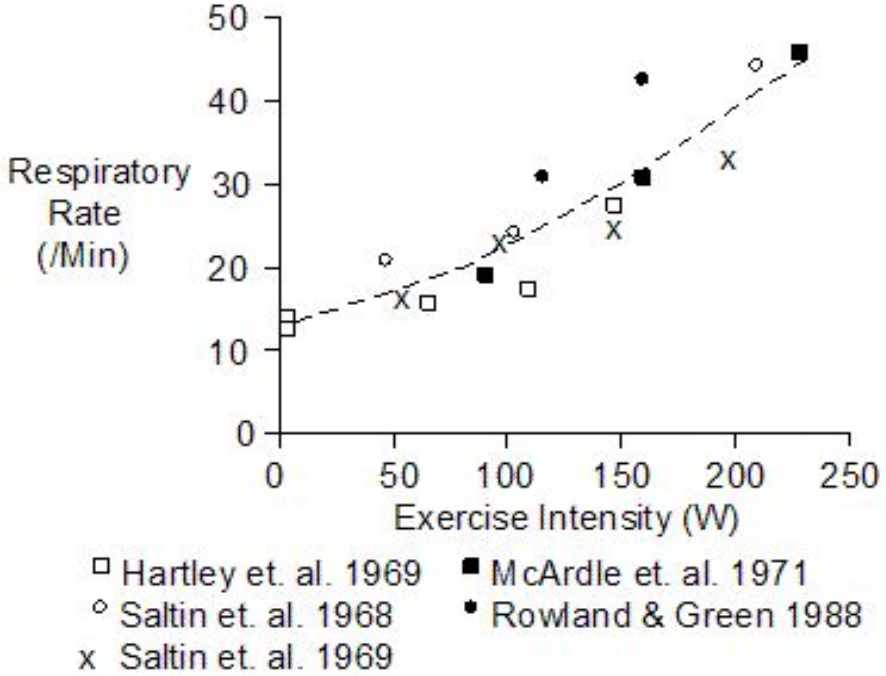

Heart Rate (/Min)
Exercise Intensity (W)
R = Recumbent
S = Sitting - Standing
Saltin et. al. 1968
Ekblom et. al. 1968
Astrand et. al. 1964
Hermansen et. al. 1970
Hartley et. al. 1969

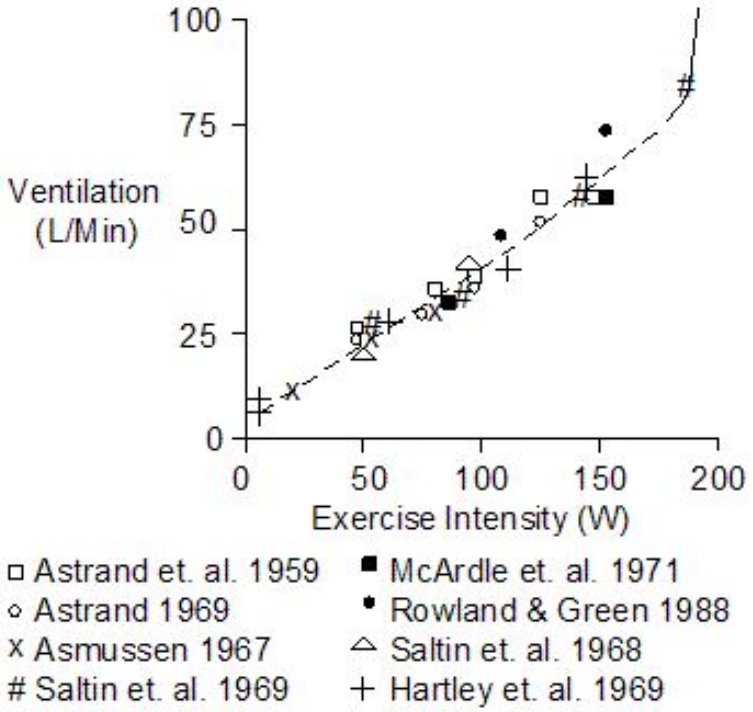

Cardiac Output (L/Min)
Exercise Intensity (W)
R = Recumbent
S = Sitting - Standing
Saltin et. al. 1968
Ekblom et. al. 1968
Astrand et. al. 1964
Hermansen et. al. 1970
Hartley et. al. 1969

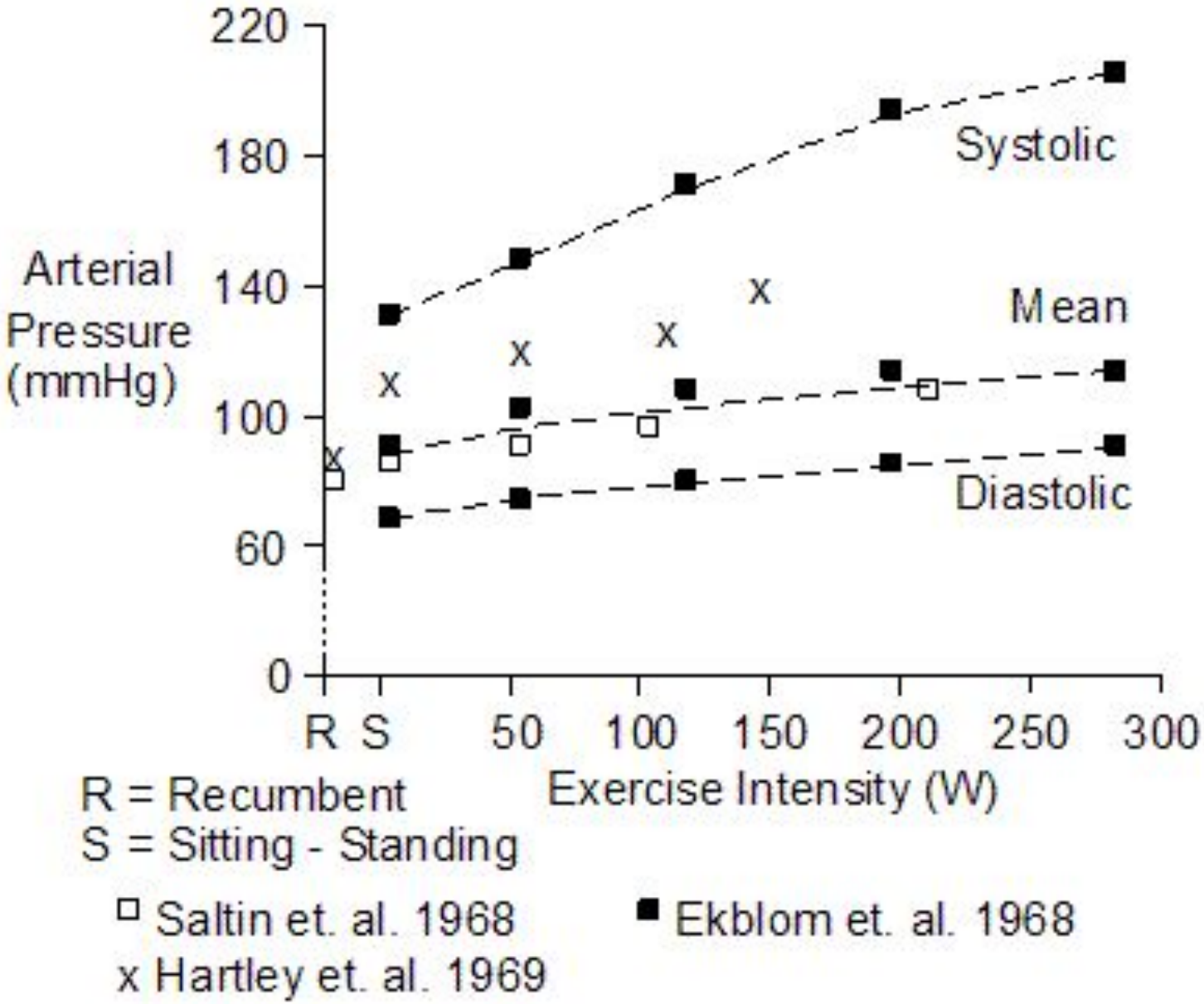
# Zuurstofcurve



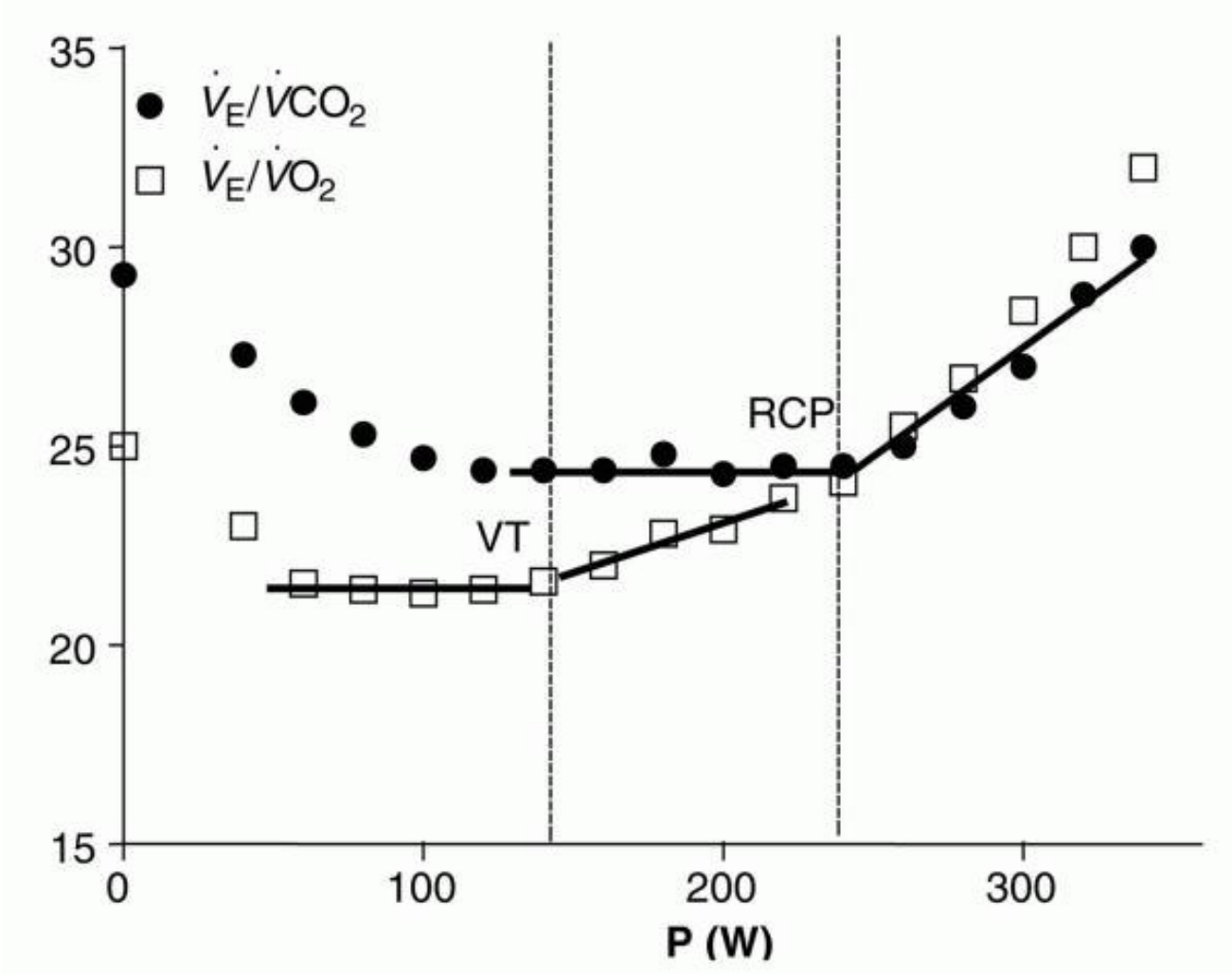

Tidal Volume (L)
3.0
2.0
1.0
0
0
50
100
150
200
250
Exercise Intensity (W)
Hartley et. al. 1969
McArdle et. al. 1971
Saltin et. al. 1968
Rowland & Green 1988
Saltin et. al. 1969


Respiratory Rate (/Min)
50
40
30
20
10
0
0
50
100
150
200
250
Exercise Intensity (W)
Hartley et. al. 1969
McArdle et. al. 1971
Saltin et. al. 1968
Rowland & Green 1988
Saltin et. al. 1969

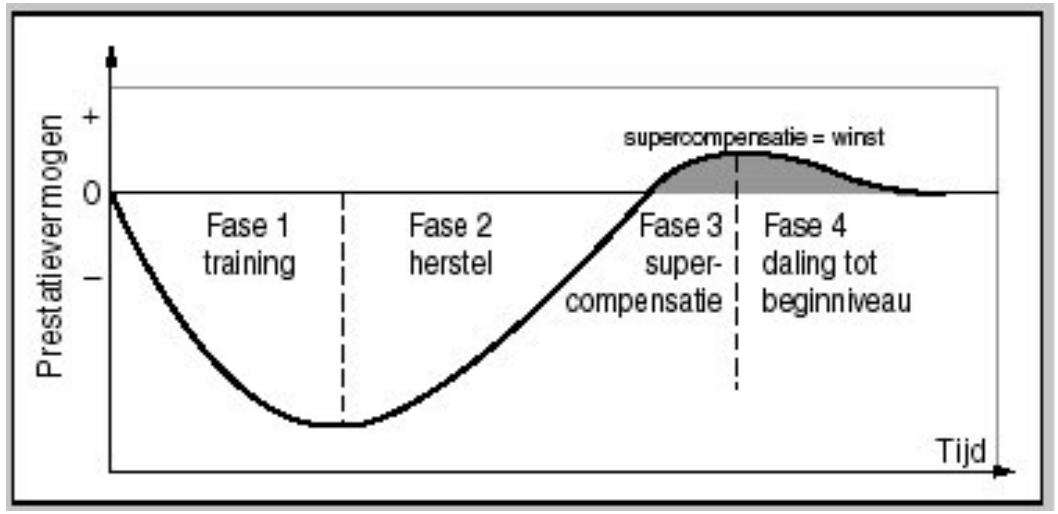

Ventilation (L/Min)
100
75
50
25
0
0
50
100
150
200
Exercise Intensity (W)
Astrand et. al. 1959
McArdle et. al. 1971
Astrand 1969
Rowland & Green 1988
Asmussen 1967
Saltin et. al. 1968
Saltin et. al. 1969
Hartley et. al. 1969


220
180
140
100
60
0
Arterial Pressure (mmHg)
Systolic
Mean
Diastolic
R S 50 100 150 200 250 300
Exercise Intensity (W)
R = Recumbent
S = Sitting - Standing
Saltin et. al. 1968
Ekblom et. al. 1968
x Hartley et. al. 1969

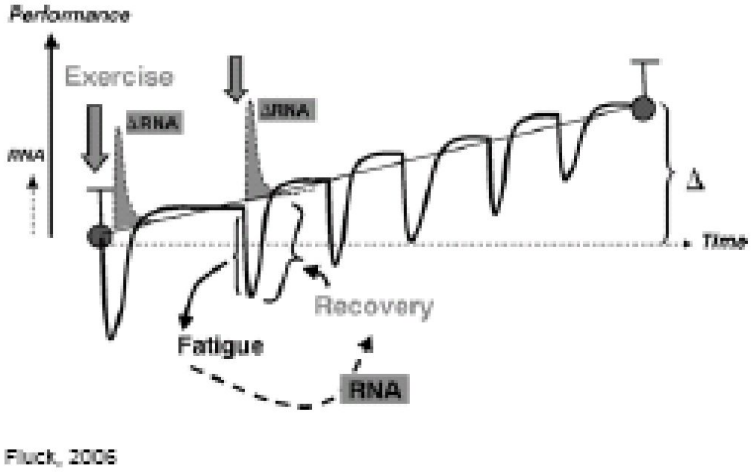
# Fysiologische drempelwaarden



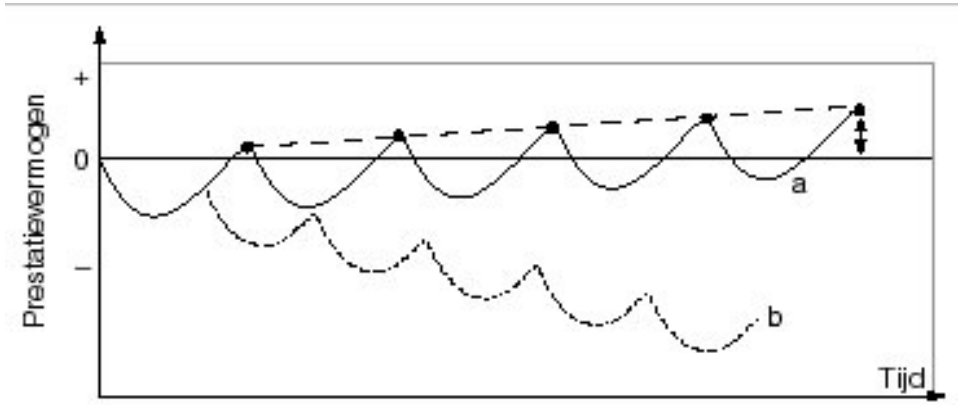

Wonisch M et al. Journal für Kardiologie 2003; 10 (9): 383-390 ©




Moleculaire verklaring voor
'overload' en 'supercompensatie'



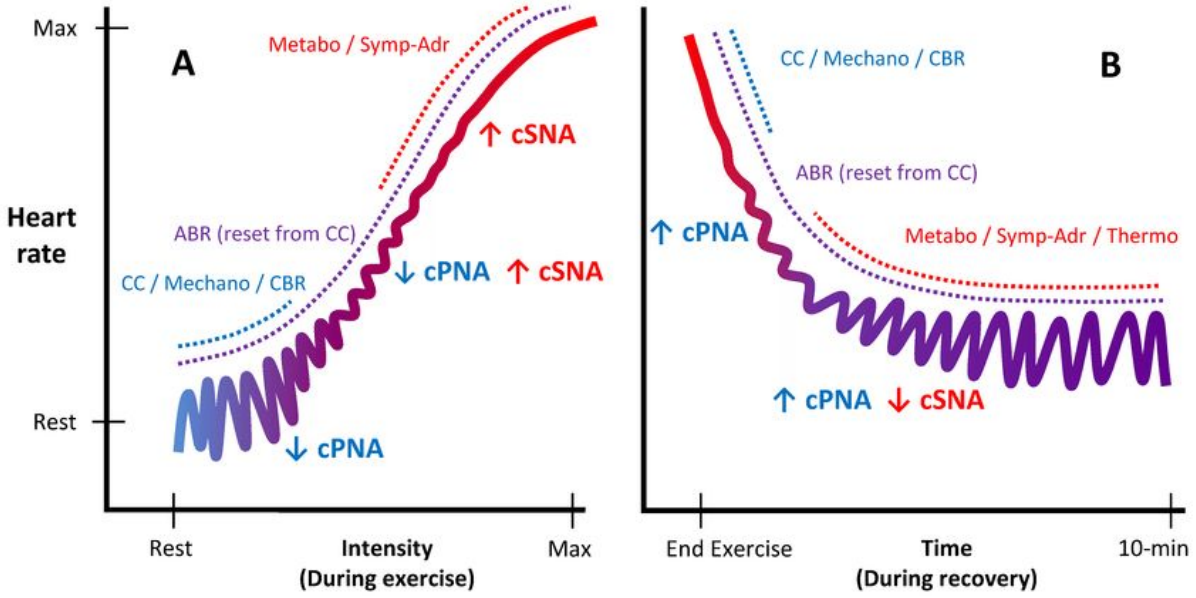

Supercompensatie



# Aerobe Training

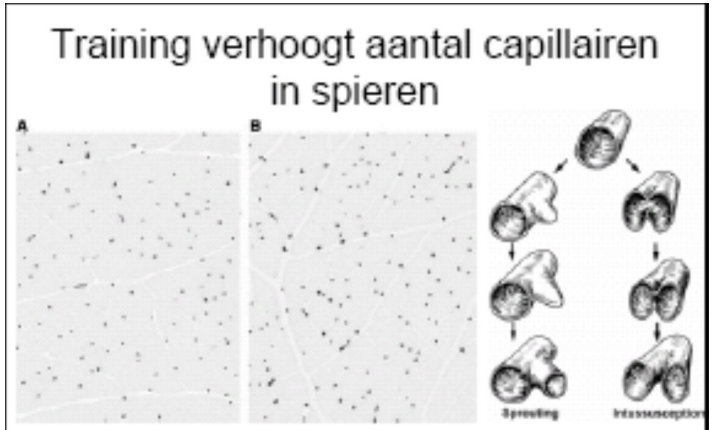
# Cardiorespiratoire aanpassingen: Rust

- Verandering grootte van het hart
  - Aeroob: vergroot ventrikelvolume
- Lagere slagfrequentie
  - HRV stijgt
  - Afname ontladingsfrequentie
  - Toename parasympatische invloed
- Groter slagvolume
- BD: lager (hypertensieve mensen)



# Cardiorespiratoire aanpassingen: Rust

- Toename bloedvolume en Hb-gehalte
- Perifere wijzigingen (doorbloeding)
  - Capillaire dichtheid
  - Hypertrofie
  - Neuromusculaire coordinatie

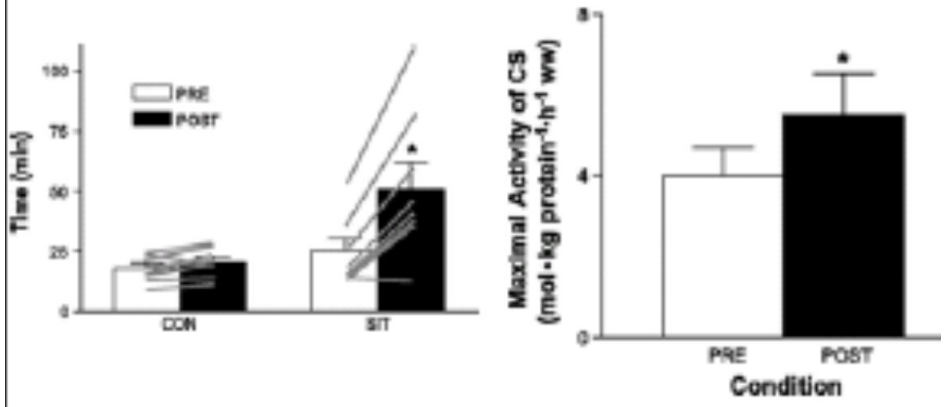


Aantal capillairen in een ongetrainde (A) en getrainde (B) spier. (Prior et al. 1997)

# Aerobe training

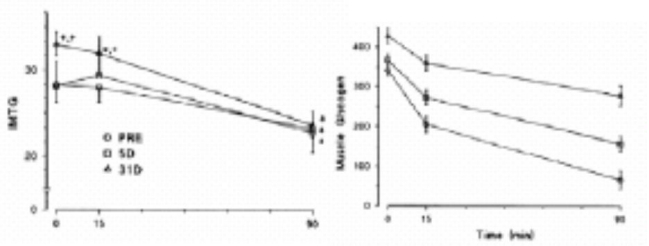
- Toename Myoglobine
- Toename oxydatie koolhydraten
  - Na training meer koolhydraten in spier
- Toename oxydatie vetten
  - Na training meer vetdruppels in spiervezel
- Aantal mitochondrien
- Glycogeensparend effect

Training verhoogt de hoeveelheid en activiteit van oxidatieve enzymes




Na training verhoogt de tijd tot uitputting en de hoeveelheid citraat synthase in de skeletspier

Duurtraining verhoogt reserves van glycogeen en IMTG in spieren




Verbruik van glycogeen en intramusculaire triglyceriden (IMTG) tijdens inspanning (90 min), vóór, na 5 en na 31 dagen training. (Phillips et al. 1996)

# Cardiorespiratoire aanpassingen: Submax

- VO2: lager voor zelfde weerstand
- Cardiac output: lager voor zelfde absolute belasting
- Slagvolume: neemt toe
- Hartfrequentie: neemt af
- BD: minder snel oplopen tijdens inspanning

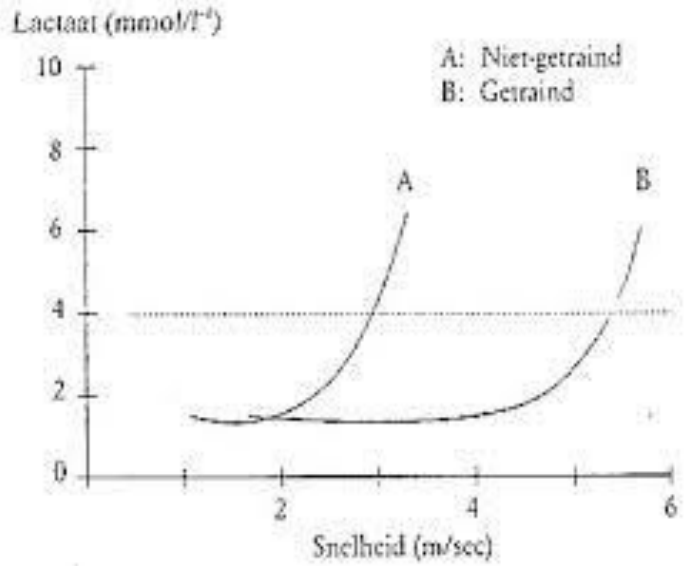
# Cardiorespiratoire aanpassingen: submax

- a-vO2: neemt toe
- Lactaatvorming: lager (AT valt later)
- Glycogeenverbruik: lager
- Vetverbruik: hoger

# Cardiorespiratoire aanpassingen: max

- VO2max: neemt toe
- Cardiac output: neemt toe
- Slagvolume: neemt toe
- Hartfrequentie: constant
- a-vO2: neemt toe
- Melkzuurgehalte: neemt toe

- Toename Mb
- Toename oxydatie glycogeen
- Toename oxydatie vetten



# Spierkracht

Maximale spierkracht: statisch versus dynamisch

Statisch: maximale kracht die je kan leveren tegen een vaste weerstand (bv duwen tegen een muur)

Dynamisch: maximale kracht die je kan leveren om een weerstand over een volledige bewegingsbaan te brengen

Kan gemeten worden op verschillende manieren:

Dynamometrie: isokinetische metingen (metingen aan een constante snelheid)

Fitness-toestellen: metingen van 1RM-waarden
(max. gewicht over een volledige bewegingsbaan - bv flexie van de elleboog)

# Spierkracht

Krachtuithouding:

Hoelang je een welbepaalde kracht kan leveren/aanhouden om een weerstand te neutraliseren

Hoelang je herhaaldelijk een welbepaalde kracht kan leveren.

Testing: Dynamometrie: 30 herhalingen aan een hoge snelheid 180° of 240°/sec

piekkracht wordt gemeten

Snelkracht:

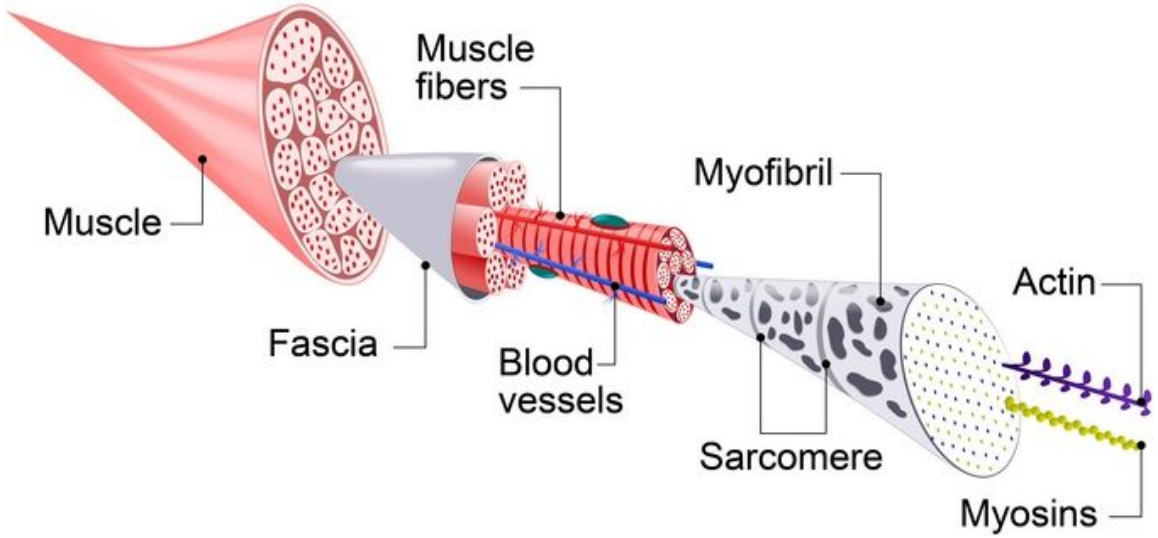
Dit is het vermogen om een relatief kleine weerstand zo snel mogelijk te overwinnen.

Voorbeeld: opstaan vanuit een stoel, of sprinten vanuit een continue beweging

Mechanografie: opstaan vanuit een stoel, hielen opheffen, springen met één of twee benen

Arbeid wordt gemeten: kracht dan kan geleverd worden per tijdseenheid (sec)

Power: Arbeid per tijdseenheid




| | Type I Spiervezel Slow-Twitch | Type IIa Spiervezel Fast-Twitch | Type IIx Spiervezel Fast-Twitch |
|---|---|---|---|
| Spiercontractie snelheid | Langzaam | Redelijk snel | Snel |
| Krachtproductie | Laag | Medium | Hoog |
| Diameter | Klein | Middelmatig | Groot |
| Uithoudingsvermogen | Goed | Redelijk | Slecht |
| Gebruik | Aeroob | Langdurig anaeroob | Kort anaeroob |
| Metabolisme | Oxidatief | Oxidatief glycolytisch | Glycolytisch |
| Capillaire dichtheid | Hoog | Medium | Laag |
| Mitochondriën | Talrijk | Gematigd | Weinig |
| Voornaamste brandstof | Vetzuren | Koolhydraten | Creatinefosfaat |
| Myoglobinegehalte | Hoog | Medium | Laag |
| Grootte motorische zenuwcel | Klein | Gemiddeld | Groot |

# Krachttraining

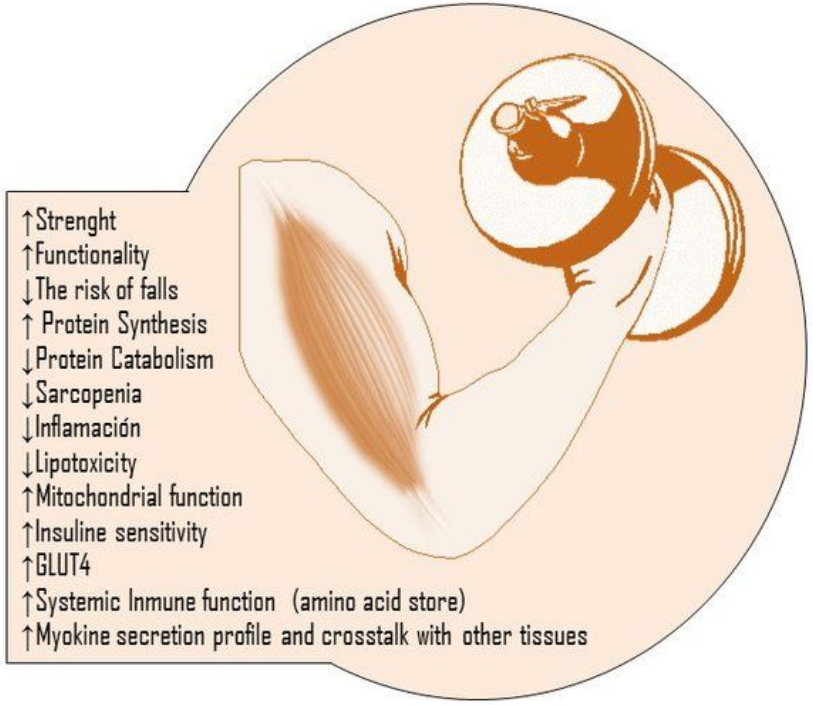
50 - 60% 1RM: neuromusculaire coördinatie

60 – 70% 1RM: krachtuithouding

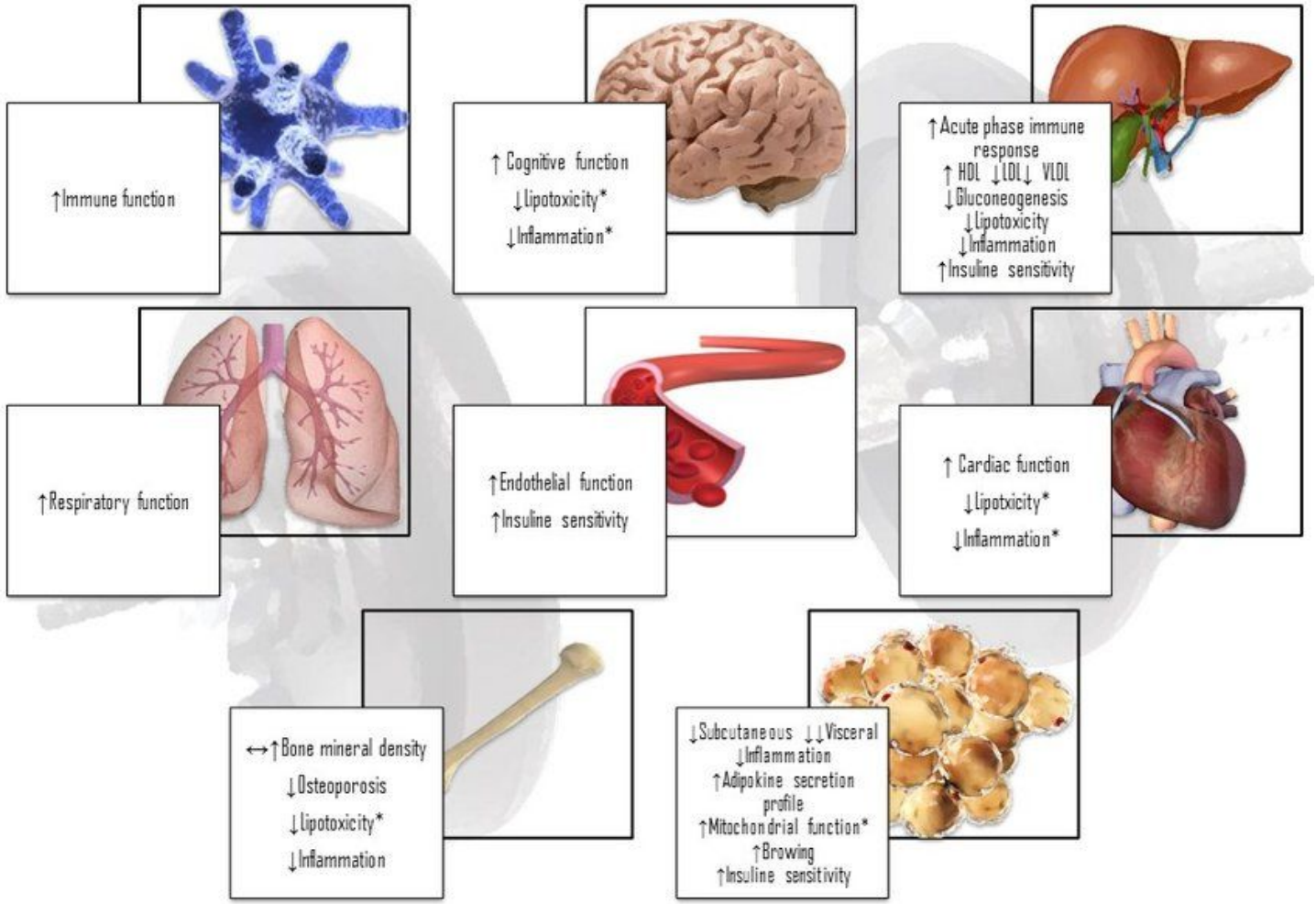
75 – 80% 1RM: hypertrofie

## Physiological Effects of Strength Training

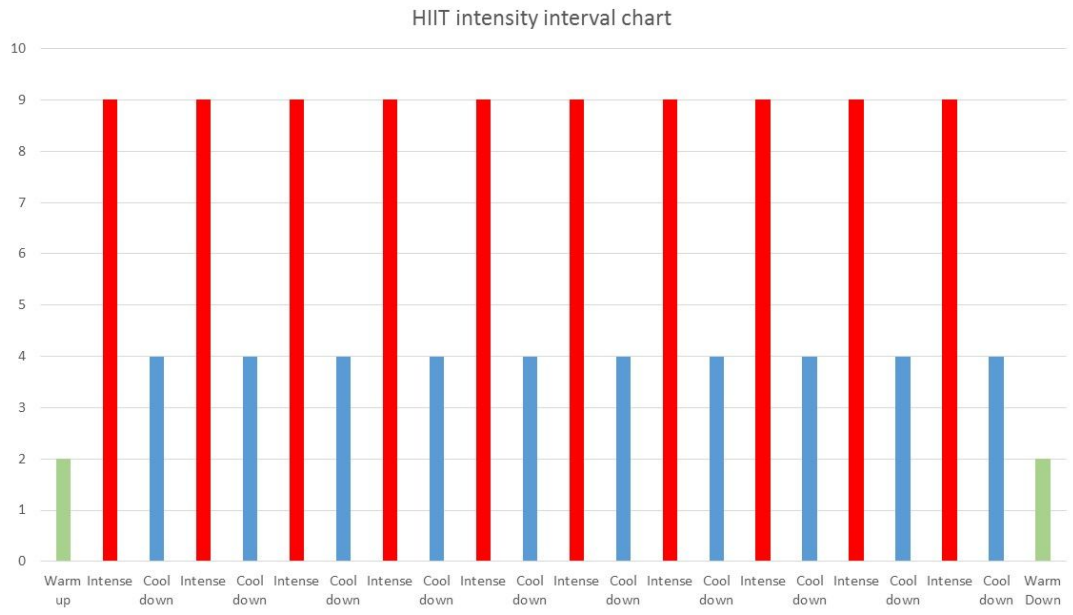
- Increased muscle mass and size of muscle fibers
- Increased utilization and coordination of motor units
- Increased strength of tendons, ligaments, and bones
- Increased storage of fuel in and blood supply to muscles
- Improvements in blood fat levels and biochemical processes

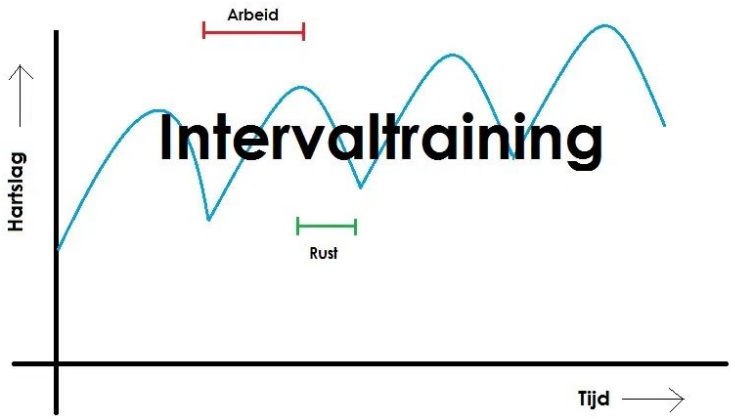


# Krachttraining

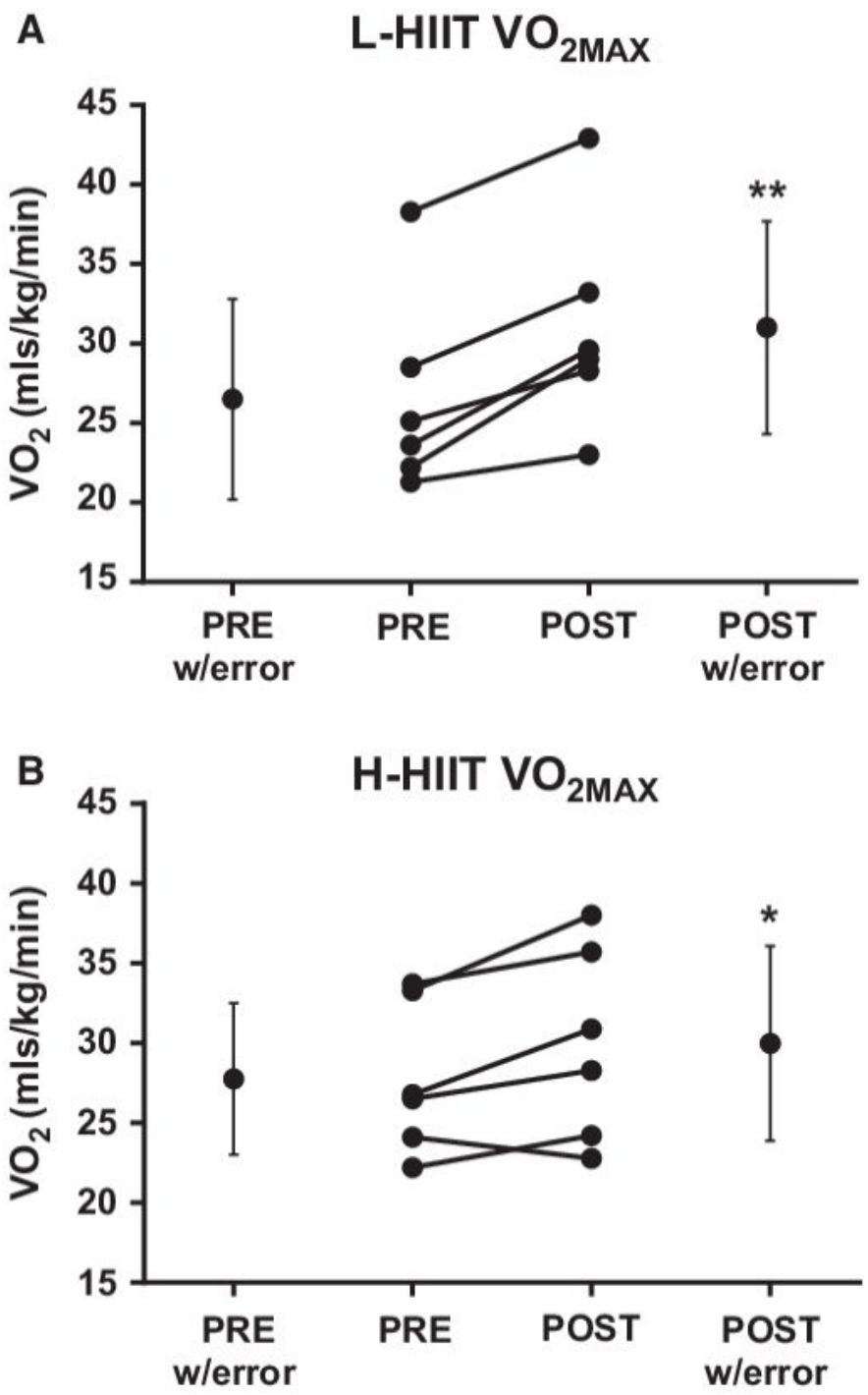


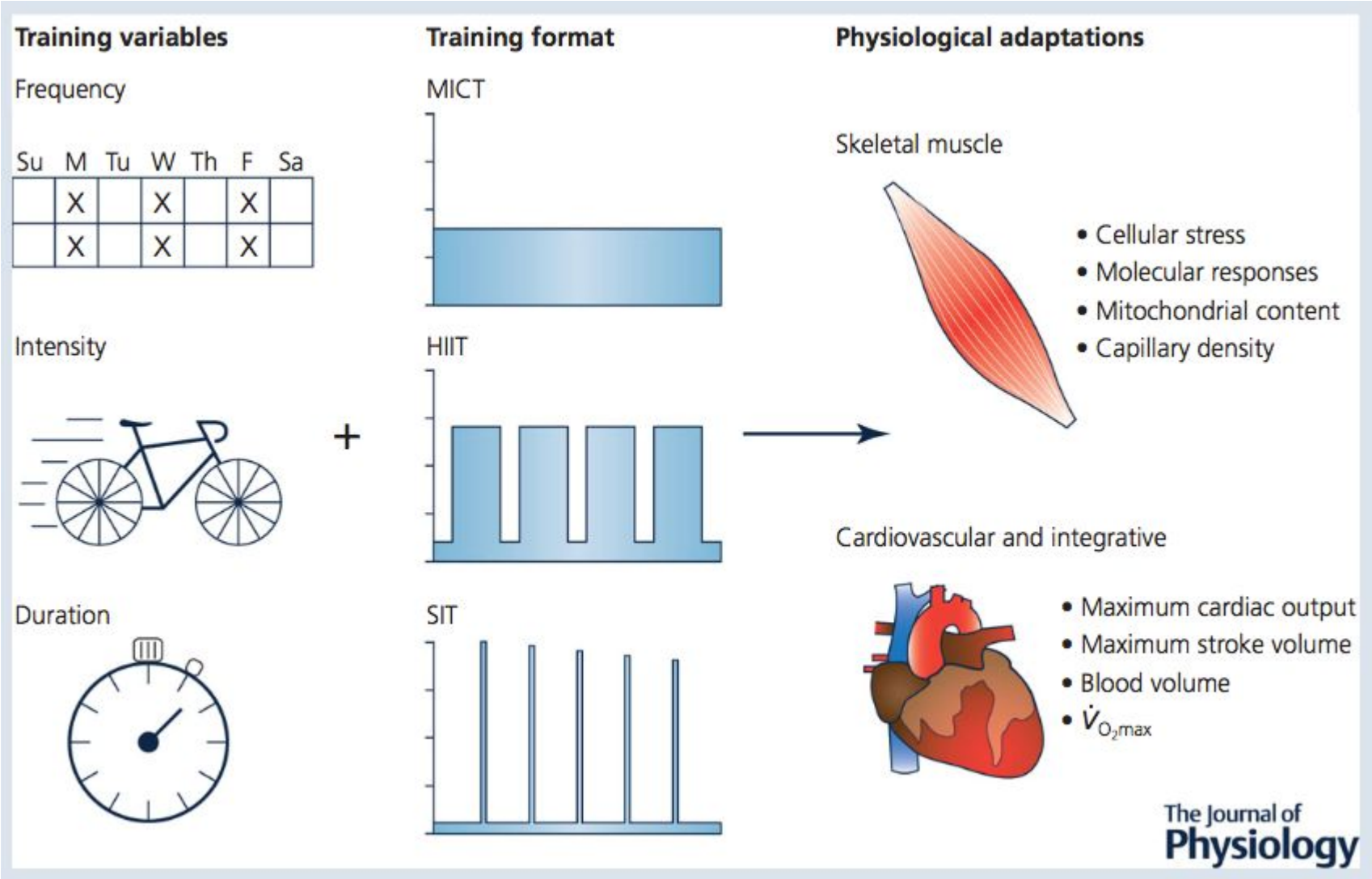
# Intervaltraining

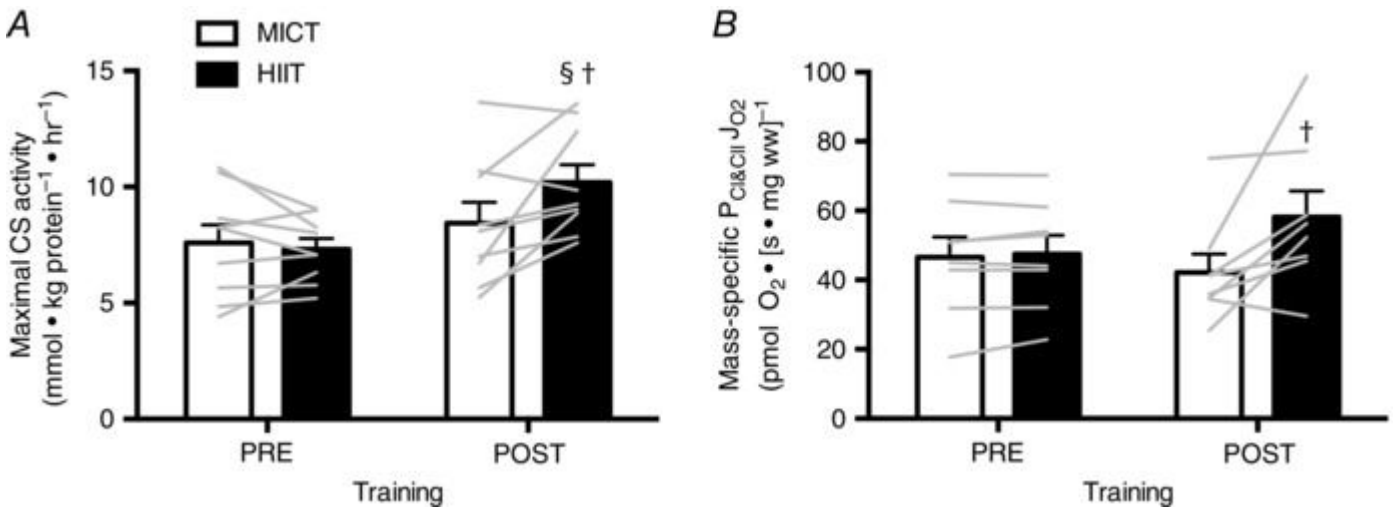


# VO2max

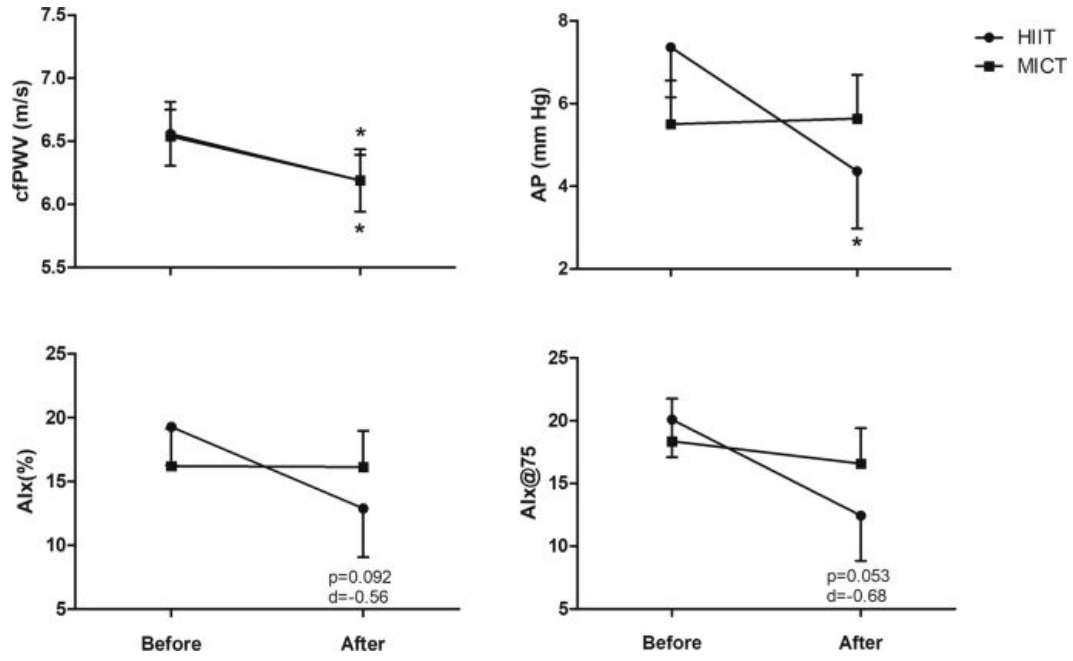

A
L-HIIT VO2MAX
VO2 (mls/kg/min)
45
40
35
30
25
20
15
**
PRE w/error
PRE
POST
POST w/error
B
H-HIIT VO2MAX
VO2 (mls/kg/min)
45
40
35
30
25
20
15
*
PRE w/error
PRE
POST
POST w/error


Training variables
Training format
Physiological adaptations
Frequency
Su M Tu W Th F Sa
X X X X
X X X X
Intensity
Duration
MICT
HIIT
SIT
Skeletal muscle
• Cellular stress
• Molecular responses
• Mitochondrial content
• Capillary density
Cardiovascular and integrative
• Maximum cardiac output
• Maximum stroke volume
• Blood volume
• $\dot{V}_{O_2max}$
The Journal of Physiology




Mitochondrial function

Vascular function



*Bedankt voor uw aandacht!!*

*Zijn er nog vragen?*