



# A terheléses vizsgálatok értékelése

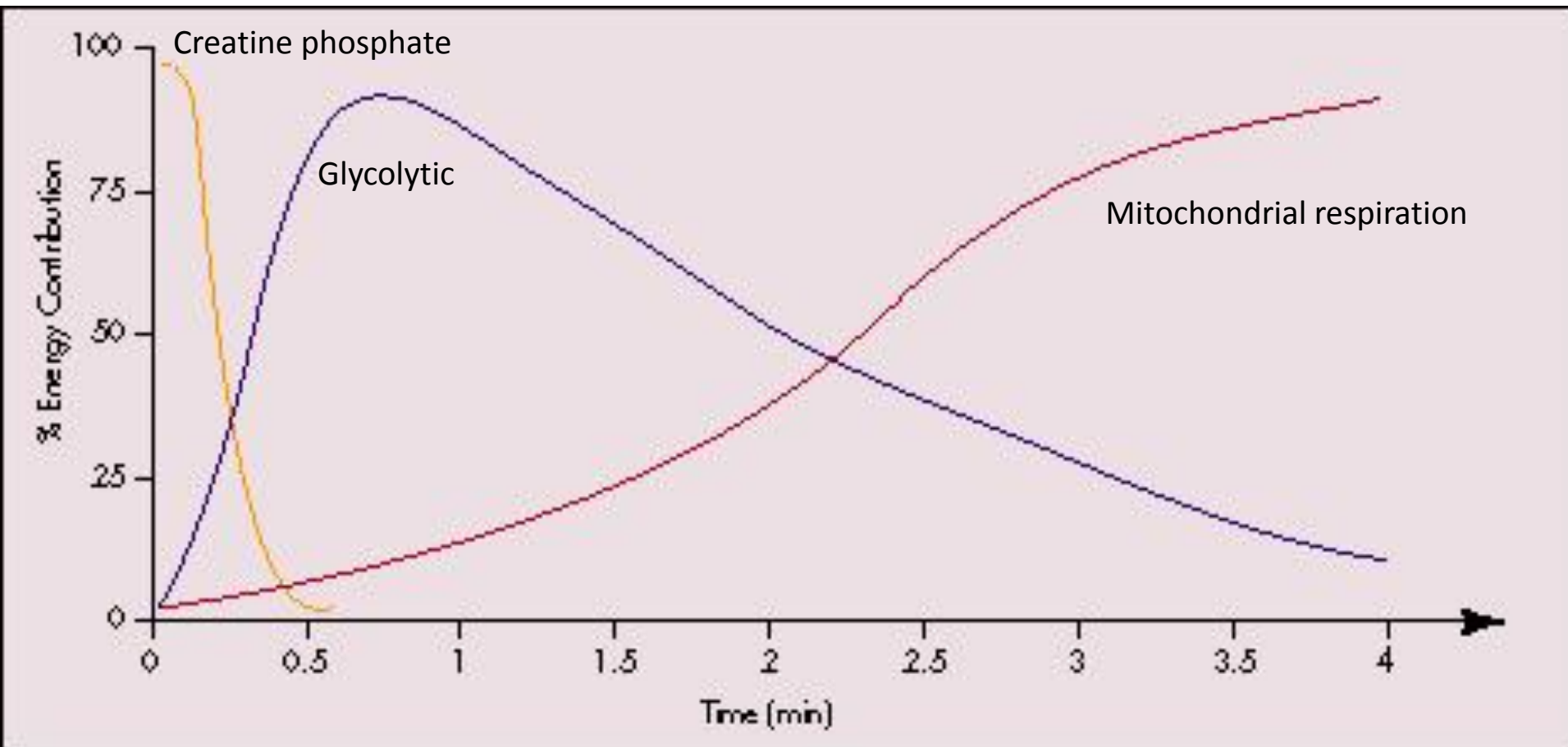
Szabó Tamás

NSK SDI

# Mik a teljesítményt meghatározó tényezők?

- Testalkat
- **Energiaellátó rendszer**
- Technikai tudás
- Taktikai tudás
- Pszichés jellemzők
- Külső körülmények
- És a többi...

## Energiaforrások



# A GÁZCSERÉS TERHELÉSES VIZSGÁLATOK A SPORTBAN

- KICSIT MISZTIKUSNAK TŰNNEK
- SOKAN TÚLZOTT ELVÁRÁSSAL VANNAK
- A SZAKMA SOKSZOR ELBESZÉL A FEJEK FELETT
- SOK SPORTOLÓ – KEVÉS LABOR
- A PÉNZZEL EGYÜTT SARLATÁNOK IS MEGJELENNEK
- NEM KELLŐKÉPPEN DEFINIÁLT A HASZON

# MI A GYAKORLATI HASZON?



# MI A GYAKORLATI HASZON?



# MI A GYAKORLATI HASZON?





# MI A GYAKORLATI HASZON?



# MI A GYAKORLATI HASZON?



# MI A GYAKORLATI HASZON?



# INDOKOLTAK-E A FENTI VIZSGÁLATOK?

- MINDEN BIZONNYAL, CSAK MEG KELL FOGALMAZNI A VIZSGÁLANDÓ PROBLÉMÁT
- KÖZÖS NEVEZŐ:
  - MEGISMERNI A DOLGOK TERMÉSZETÉT
  - ADALÉK A TEVÉKENYSÉG ÉLETTANÁHOZ
  - ESETLEG EGYÉNI JELLEMZŐK VIZSGÁLATA...

# Mit értékelünk a terheléses vizsgálatok kapcsán?

- Az alkalmazott módszerek és értékelés függ a kérdésfeltevéstől.
- A paralimpiai sportolók esetében a kérdésfeltevés is nagyon bonyolult.
- Ennek okai elsősorban a sérülés, diszfunkció minősítésétől függnnek.

# A gázcserés vizsgálat célja

PROVOKÁLNI AZ ENERGIAELLÁTÓ RENDSZERT

Aerob

Anaerob

DIAGNÓZIST ADNI

TERHELHETŐSÉG

FUNKCIÓK, ADAPTÁCIÓ MINŐSÍTÉSE

A FIZIKAI TELJESÍTMÉNY-ÉLETTANI MUTATÓK  
ÖSSZEFÜGGÉSE

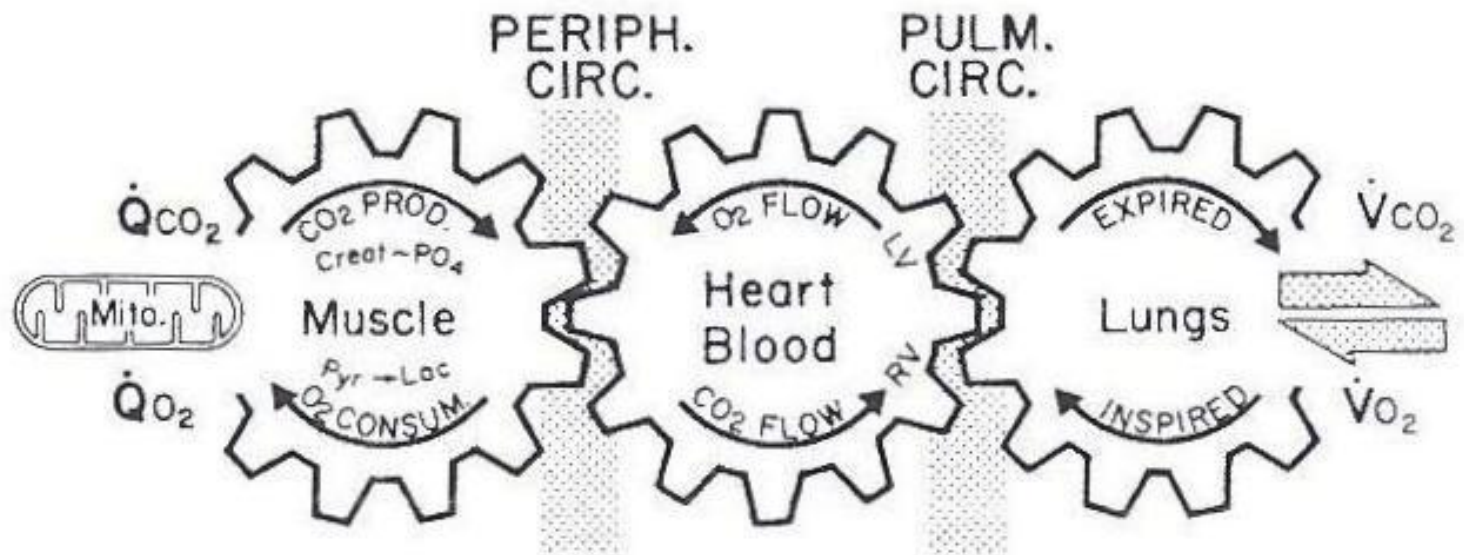
BEAVATKOZÁS AZ EDZÉSMUNKÁBA

PROGNÓZIS

MUSCLE  
ACTIVITY

$O_2$  &  $CO_2$   
TRANSPORT

VENTILATION  
( $\dot{V}_A + \dot{V}_D = \dot{V}_E$ )

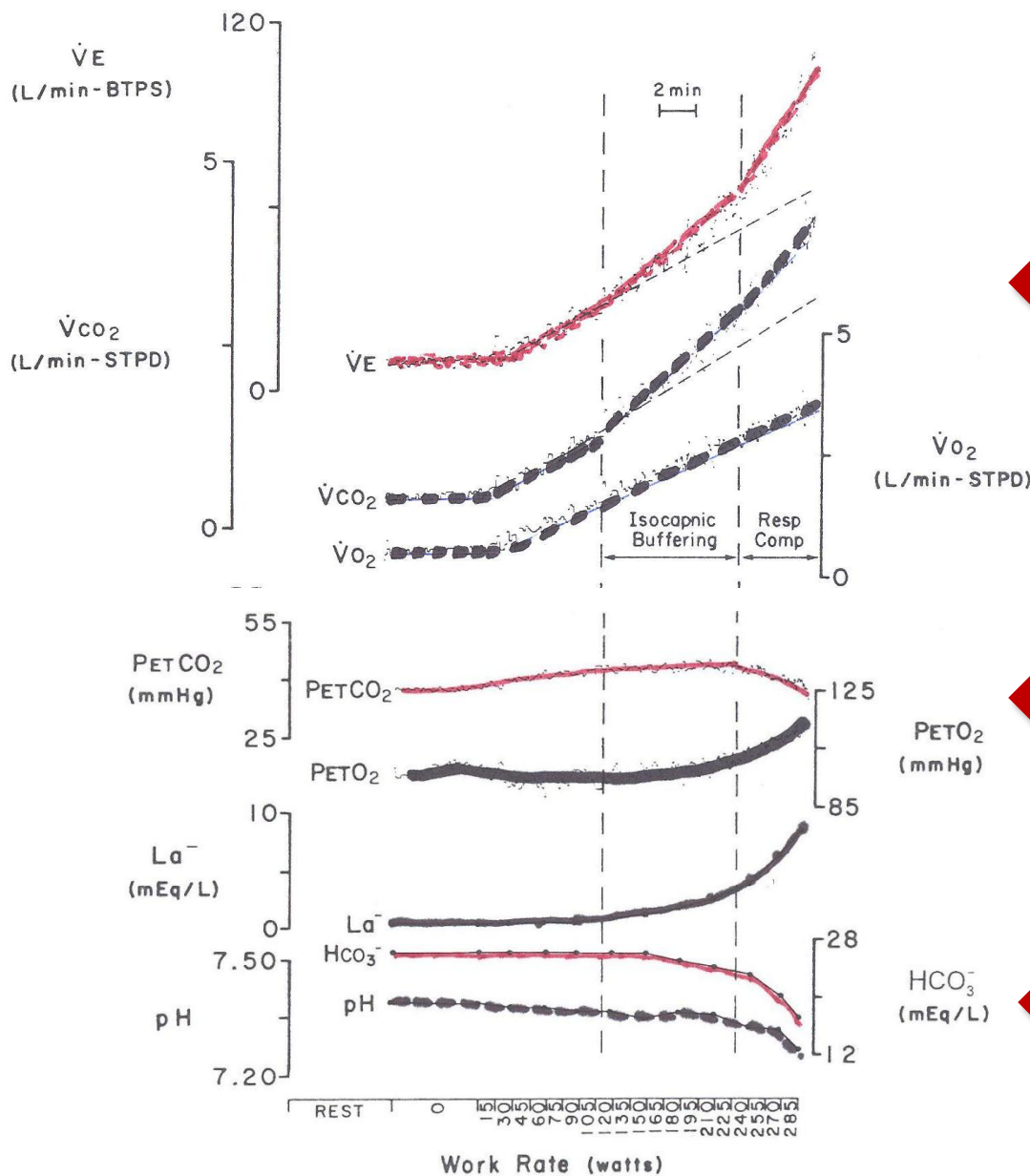


Physiological  
Responses:

|                           |         |               |         |                      |
|---------------------------|---------|---------------|---------|----------------------|
| $\uparrow \dot{Q}_{CO_2}$ | Dilate  | $\uparrow SV$ | Recruit | $\uparrow \dot{V}_T$ |
| $\uparrow \dot{Q}_{O_2}$  | Recruit | $\uparrow HR$ | Dilate  | $\uparrow f$         |

(Spiro)Ergometria a klinikai és a sportági gyakorlatban

2011. április 20.



LINEÁRIS-NEM  
LINEÁRIS  
VÁLTOZÁSOK

OXIGÉN-  
SZÉNDIOXID  
TENZIÓK A  
VÉRZEN

„DRÁMAI”  
TENDENCIA!



%

HÉRAKLÉSZ-ALAP

HÉRAKLÉSZ-BAJNOK

HÉRAKLÉSZ-CSILLAG

OLIMPIAI CSAPAT

Nemzetközi szint

Hazai élvonal

Amatőr sport

Nem sportolók

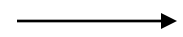
6

10

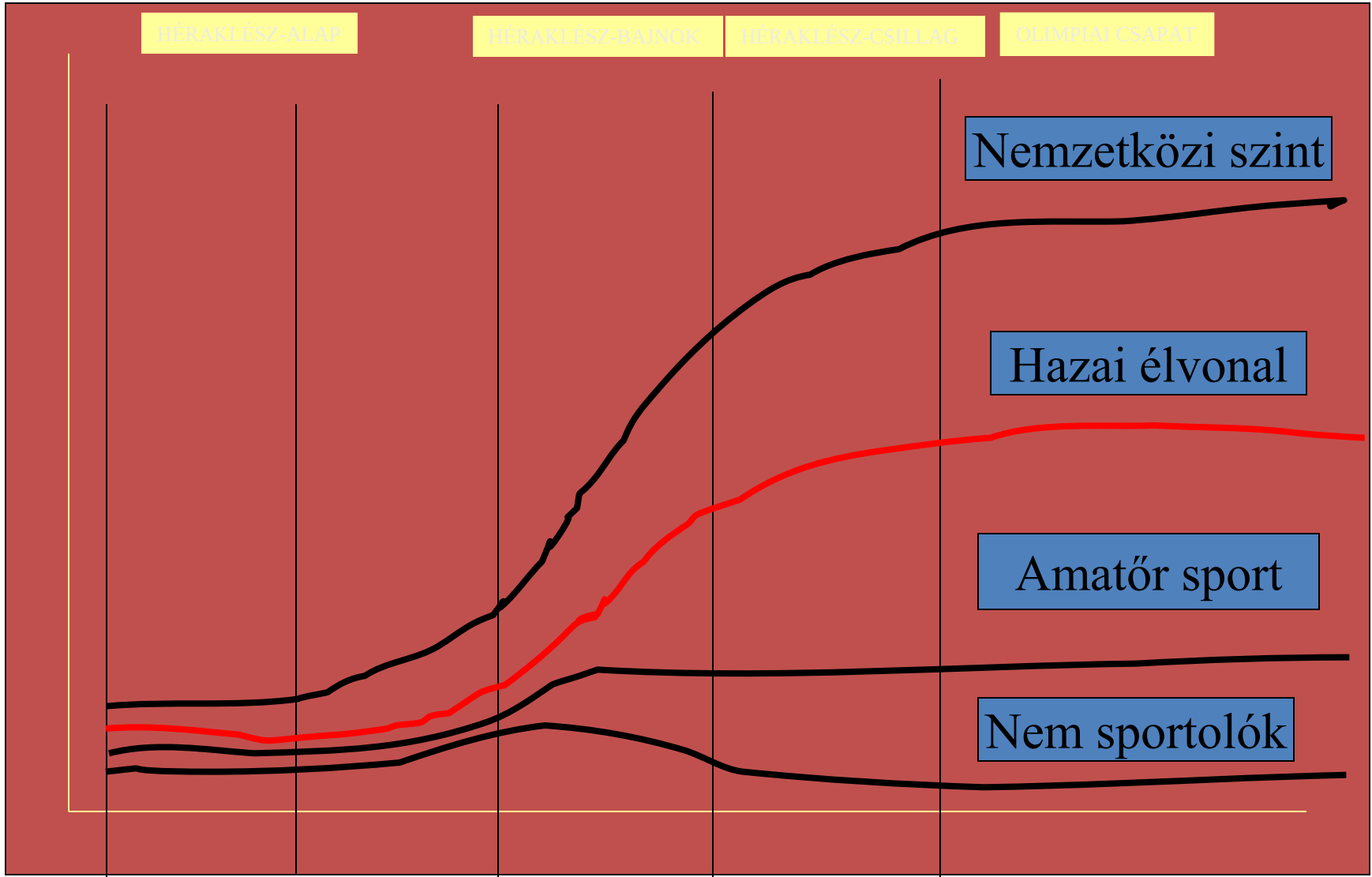
14

19

23



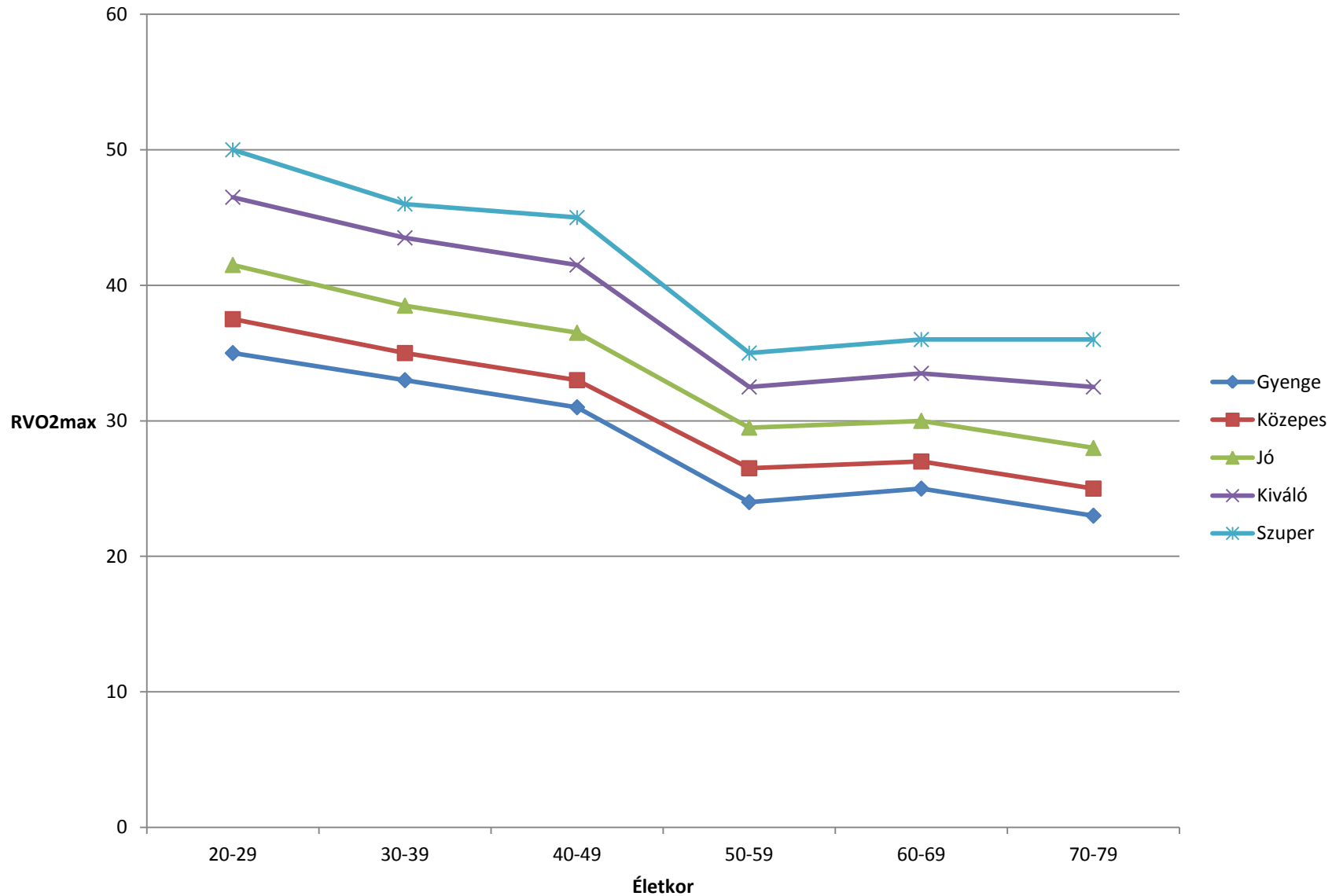
életkor



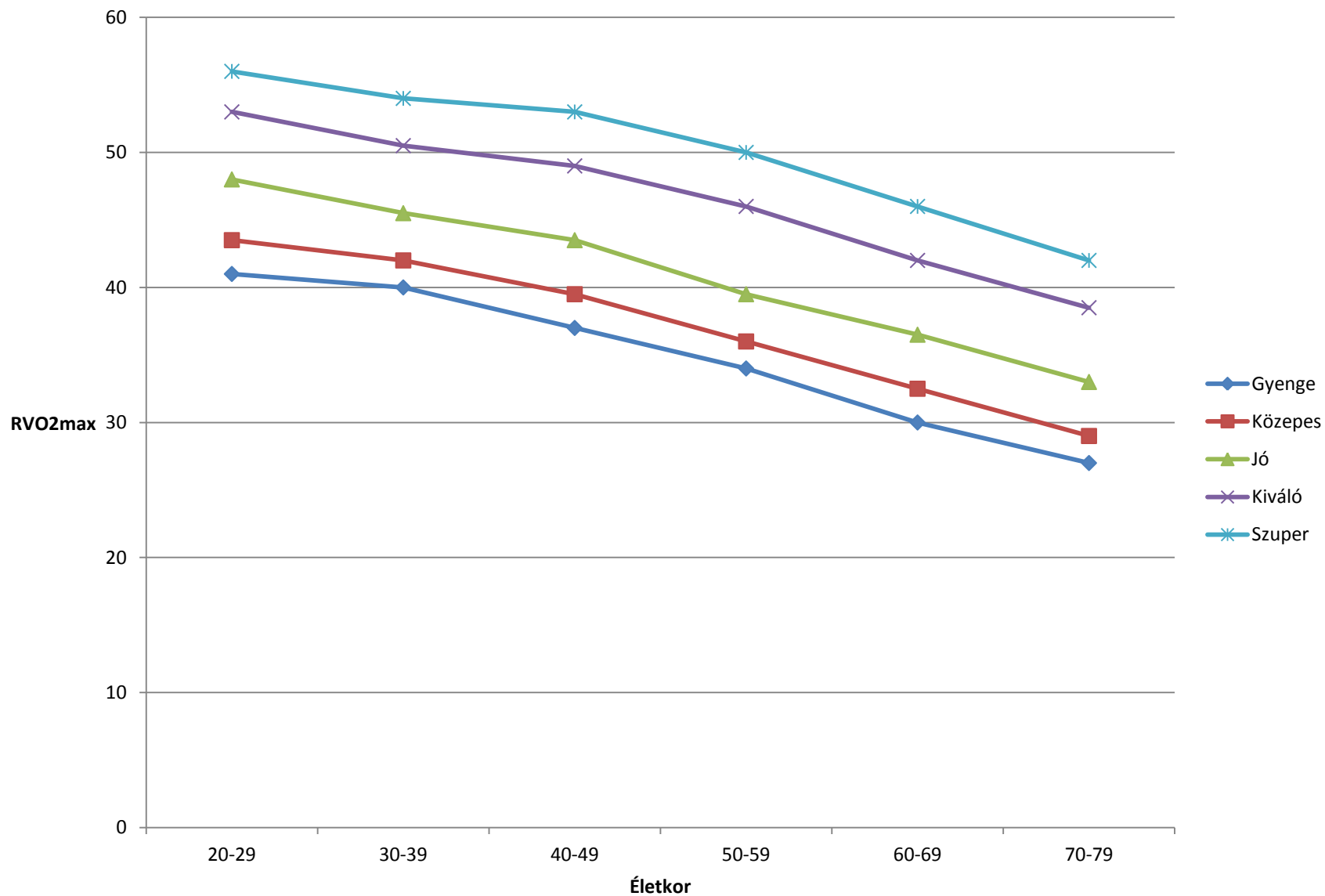
## Kardio-respiratórikus teljesítőkéesség RVO2max

| Életkor        | Gyenge                      | Közepes      | Jó           | Kiváló       | Szuper     |
|----------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>NŐK</b>     |                             |              |              |              |            |
| <b>20-29</b>   | <b><math>\leq 35</math></b> | <b>36-39</b> | <b>40-43</b> | <b>44-49</b> | <b>50+</b> |
| <b>30-39</b>   | <b><math>\leq 33</math></b> | <b>34-36</b> | <b>37-40</b> | <b>41-45</b> | <b>46+</b> |
| <b>40-49</b>   | <b><math>\leq 31</math></b> | <b>32-34</b> | <b>35-38</b> | <b>39-44</b> | <b>45+</b> |
| <b>50-59</b>   | <b><math>\leq 24</math></b> | <b>25-28</b> | <b>29-30</b> | <b>31-34</b> | <b>35+</b> |
| <b>60-69</b>   | <b><math>\leq 25</math></b> | <b>26-28</b> | <b>29-31</b> | <b>32-35</b> | <b>36+</b> |
| <b>70-79</b>   | <b><math>\leq 23</math></b> | <b>24-26</b> | <b>27-29</b> | <b>30-35</b> | <b>36+</b> |
| <b>FÉRFIAK</b> |                             |              |              |              |            |
| <b>20-29</b>   | <b><math>\leq 41</math></b> | <b>42-45</b> | <b>46-50</b> | <b>51-55</b> | <b>56+</b> |
| <b>30-39</b>   | <b><math>\leq 40</math></b> | <b>41-43</b> | <b>44-47</b> | <b>48-53</b> | <b>54+</b> |
| <b>40-49</b>   | <b><math>\leq 37</math></b> | <b>38-41</b> | <b>42-45</b> | <b>46-52</b> | <b>53+</b> |
| <b>50-59</b>   | <b><math>\leq 34</math></b> | <b>35-37</b> | <b>38-42</b> | <b>43-49</b> | <b>50+</b> |
| <b>60-69</b>   | <b><math>\leq 30</math></b> | <b>31-34</b> | <b>35-38</b> | <b>39-45</b> | <b>46+</b> |
| <b>70-79</b>   | <b><math>\leq 27</math></b> | <b>28-30</b> | <b>31-35</b> | <b>36-41</b> | <b>42+</b> |

## Nők kardiorespiratórikus teljesítőképessége RVO2max ml/kg/min



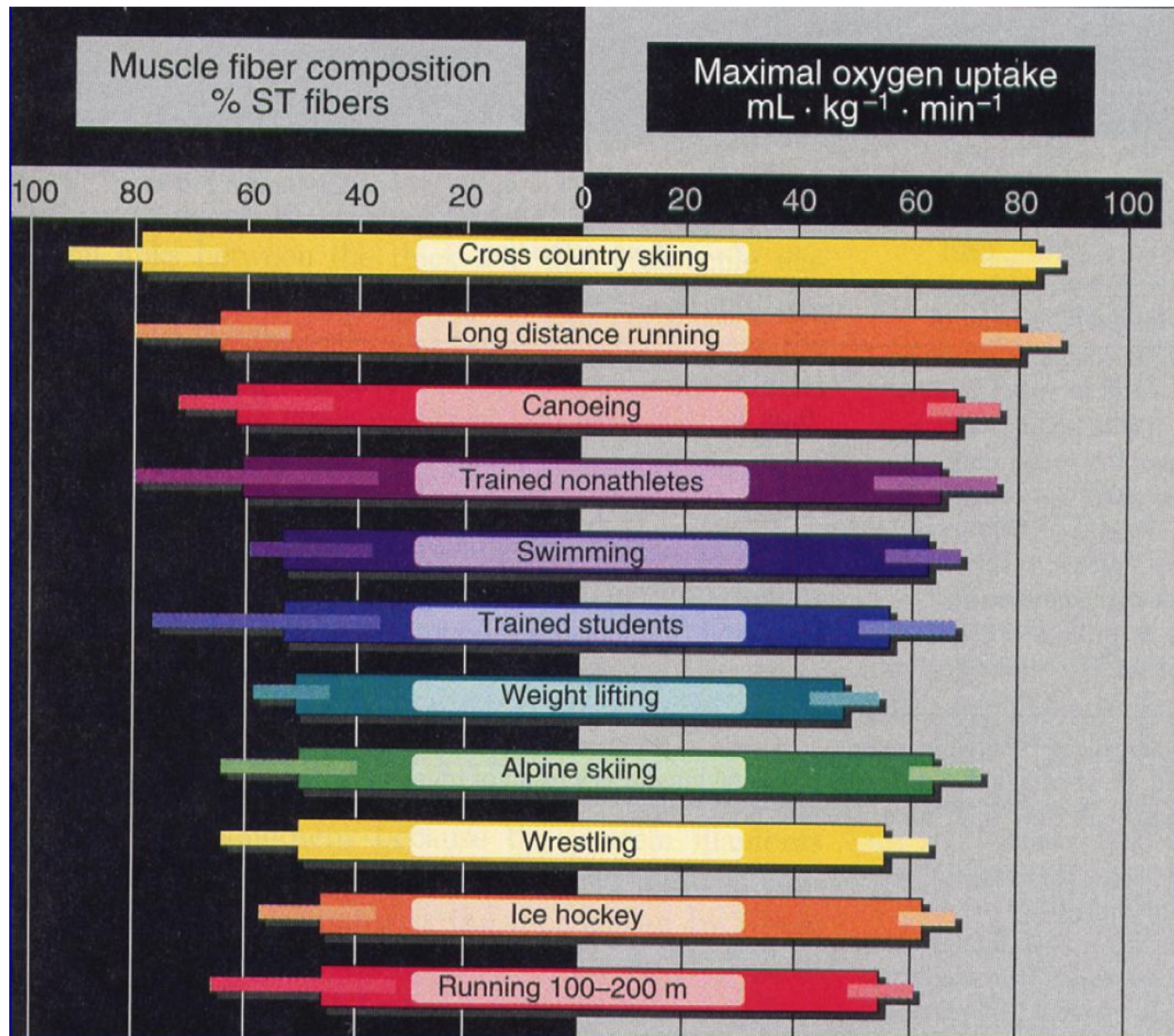
## Férfiak kardiorespiratórikus teljesítőképessége RVO2max ml/kg/min



|                  |      | EXERCISE ZONES |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                                           |
|------------------|------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------------------------|
|                  |      | AGE            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                                           |
|                  |      | 20             | 25  | 30  | 35  | 40  | 45  | 50  | 55  | 65  | 70  |                                           |
| BEATS PER MINUTE | 100% | 200            | 195 | 190 | 185 | 180 | 175 | 170 | 165 | 155 | 150 | VO2 Max (Maximum effort)                  |
|                  | 90%  | 180            | 176 | 171 | 167 | 162 | 158 | 153 | 149 | 140 | 135 | Anaerobic (Hardcore training)             |
|                  | 80%  | 160            | 156 | 152 | 148 | 144 | 140 | 136 | 132 | 124 | 120 | Aerobic (Cardio training / Endurance)     |
|                  | 70%  | 140            | 137 | 133 | 130 | 126 | 123 | 119 | 116 | 109 | 105 | Weight control (Fitness / Fat burn)       |
|                  | 60%  | 120            | 117 | 114 | 111 | 108 | 105 | 102 | 99  | 93  | 90  | Moderate activity (Maintenance / Warm up) |
|                  | 50%  | 100            | 98  | 95  | 93  | 90  | 88  | 85  | 83  | 78  | 75  |                                           |



















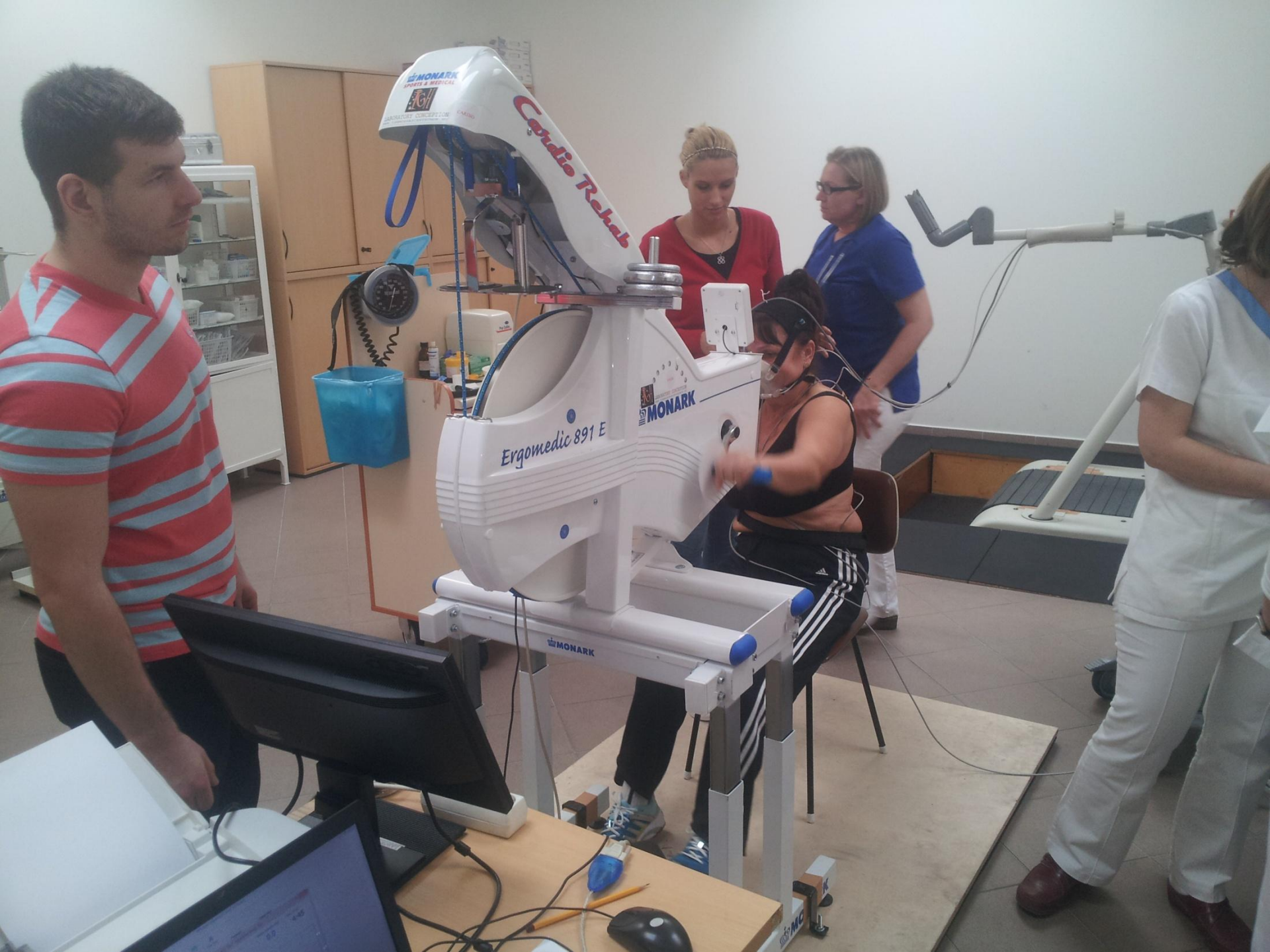












## Paralimpiai Sportolók Oxigénfelvétele ( $VO_2$ max, $VO_2$ VT)

| Sportág                  | N  | $VO_2$ max<br>(ml/kg/min) | $VO_2$ VT  | AT % |
|--------------------------|----|---------------------------|------------|------|
| Északi ülő si            | 5  | 51,0 ± 6,9                | 38,3 ± 5,7 | 75   |
| Kerekesszékes távolsági  | 6  | 48,1 ± 6,3                | 35,5 ± 5,9 | 73   |
| Kerekesszékes kosárlabda | 13 | 36,9 ± 3,7                | 26,0 ± 2,1 | 70   |
| Kerekesszékes vívás      | 6  | 34,4 ± 5,8                | 23,2 ± 3,9 | 67   |
| Kerekesszékes tenisz     | 4  | 33,1 ± 2,8                | 24,0 ± 2,3 | 72   |

## Hazai Paralimpiai Sportolók Oxigénfelvétele ( $VO_2$ max, $VO_2$ VT)

| Sportág     | N | $VO_2$ max<br>(ml/kg/min) | $VO_2$ VT | AT % | $La^+$<br>(mmol/l) |
|-------------|---|---------------------------|-----------|------|--------------------|
| Ülőröplabda | 1 | 19,5                      | 15,6      | 80   | 6,1                |
| Ülőröplabda | 1 | 29,6                      | 17,9      | 60   | 12,6               |
| Ülőröplabda | 1 | 27,3                      | 19,2      | 70   | 7,7                |
| Sportlövő   | 1 | 27,3                      | 21,7      | 79   | 10,1               |
| Ülőröplabda | 1 | 26,4                      | 23,6      | 89   | 8,6                |
| Ülőröplabda | 1 | 26,8                      | 19,2      | 71   | 9,4                |





## Paralimpiai Sportolók Oxigénfelvétele ( $VO_2$ max, $VO_2$ VT)

| Sportág                  | N  | $VO_2$ max<br>(ml/kg/min) | $VO_2$ VT  | AT % |
|--------------------------|----|---------------------------|------------|------|
| Északi ülő si            | 5  | 51,0 ± 6,9                | 38,3 ± 5,7 | 75   |
| Kerekesszékes távolsági  | 6  | 48,1 ± 6,3                | 35,5 ± 5,9 | 73   |
| Kerekesszékes kosárlabda | 13 | 36,9 ± 3,7                | 26,0 ± 2,1 | 70   |
| Kerekesszékes vívás      | 6  | 34,4 ± 5,8                | 23,2 ± 3,9 | 67   |
| Kerekesszékes tenisz     | 4  | 33,1 ± 2,8                | 24,0 ± 2,3 | 72   |

## Hazai Paralimpiai Sportolók Oxigénfelvétele ( $VO_2$ max, $VO_2$ VT)

| Sportág     | N | $VO_2$ max<br>(ml/kg/min) | $VO_2$ VT | AT % | $La^+$<br>(mmol/l) |
|-------------|---|---------------------------|-----------|------|--------------------|
| Ülőröplabda | 1 | 19,5                      | 15,6      | 80   | 6,1                |
| Ülőröplabda | 1 | 29,6                      | 17,9      | 60   | 12,6               |
| Ülőröplabda | 1 | 27,3                      | 19,2      | 70   | 7,7                |
| Sportlövő   | 1 | 27,3                      | 21,7      | 79   | 10,1               |
| Ülőröplabda | 1 | 26,4                      | 23,6      | 89   | 8,6                |
| Ülőröplabda | 1 | 26,8                      | 19,2      | 71   | 9,4                |

# A nemzetközi minta összetétele

- Paraplégia szegmensek szerint, incomplete-complete lézió
- Poliomyelitis
- Alsó végtag amputációja térd alatt
- Alsó végtag amputációja térd felett
- Minősítések: IPC Sport Class

## Paralimpiai Sportolók Oxigénfelvétele ( $VO_2$ max, $VO_2$ VT)

| Sportág                  | N  | $VO_2$ max<br>(ml/kg/min) | $VO_2$ VT  | AT % |
|--------------------------|----|---------------------------|------------|------|
| Északi ülő si            | 5  | 51,0 ± 6,9                | 38,3 ± 5,7 | 75   |
| Kerekesszékes távolsági  | 6  | 48,1 ± 6,3                | 35,5 ± 5,9 | 73   |
| Kerekesszékes kosárlabda | 13 | 36,9 ± 3,7                | 26,0 ± 2,1 | 70   |
| Kerekesszékes vívás      | 6  | 34,4 ± 5,8                | 23,2 ± 3,9 | 67   |
| Kerekesszékes tenisz     | 4  | 33,1 ± 2,8                | 24,0 ± 2,3 | 72   |

## Hazai Paralimpiai Sportolók Oxigénfelvétele ( $VO_2$ max, $VO_2$ VT)

| Sportág     | N | $VO_2$ max<br>(ml/kg/min) | $VO_2$ VT | AT % | $La^+$<br>(mmol/l) |
|-------------|---|---------------------------|-----------|------|--------------------|
| Ülőröplabda | 1 | 19,5                      | 15,6      | 80   | 6,1                |
| Ülőröplabda | 1 | 29,6                      | 17,9      | 60   | 12,6               |
| Ülőröplabda | 1 | 27,3                      | 19,2      | 70   | 7,7                |
| Sportlövő   | 1 | 27,3                      | 21,7      | 79   | 10,1               |
| Ülőröplabda | 1 | 26,4                      | 23,6      | 89   | 8,6                |
| Ülőröplabda | 1 | 26,8                      | 19,2      | 71   | 9,4                |



# **Metabolikus alkalmazkodás**

# Akut alkalmazkodás

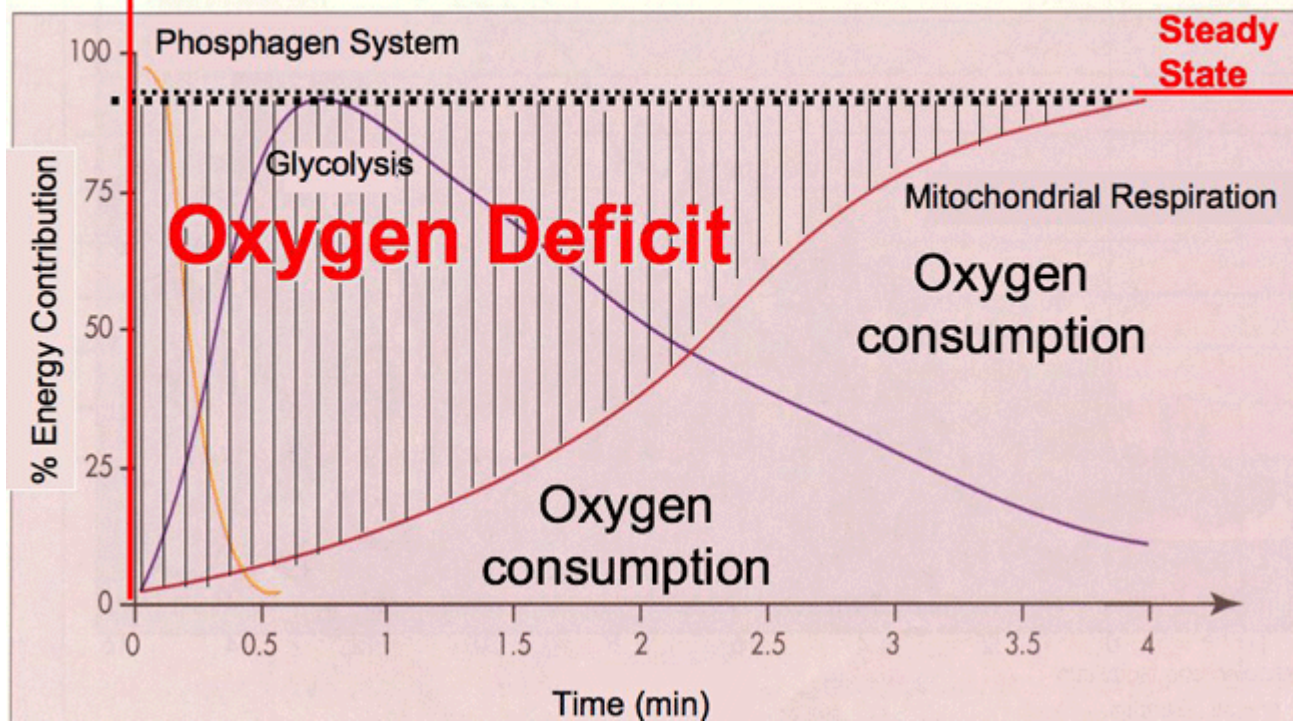
Ha meg akarjuk érteni a metabolikus alkalmazkodást terhelés alatt, akkor tudnunk kell, hogy a három fő mobilizálható energiaforrás hogyan viselkedik!

- ✱ Creatine phosphate

- ✱ Glycolysis

- ✱ Mitochondrial respiration

Start of exercise



## Mik határozzák meg a $\dot{V}O_2\text{max}$ értékét?

Egy sor fiziológiai és metabolikus faktor. Általánosan elfogadott tény, hogy a  *$\dot{V}O_2\text{max}$  indikátora a maximális kardiorespiratorikus kapacitásnak*. Ezen túl más tényezők is hatással vannak a becsült/mért értékekre:

- D egészség/betegség

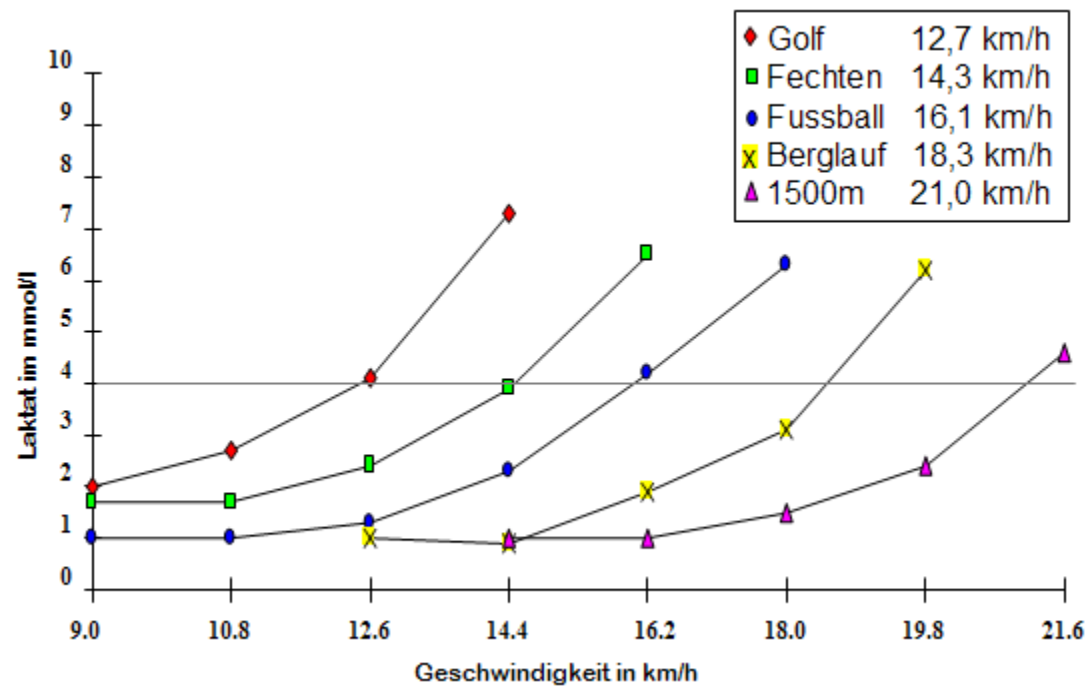
- D **genetika** (motoros egységek aránya, a szív nagysága, hematológiai jellemzők, stb.)

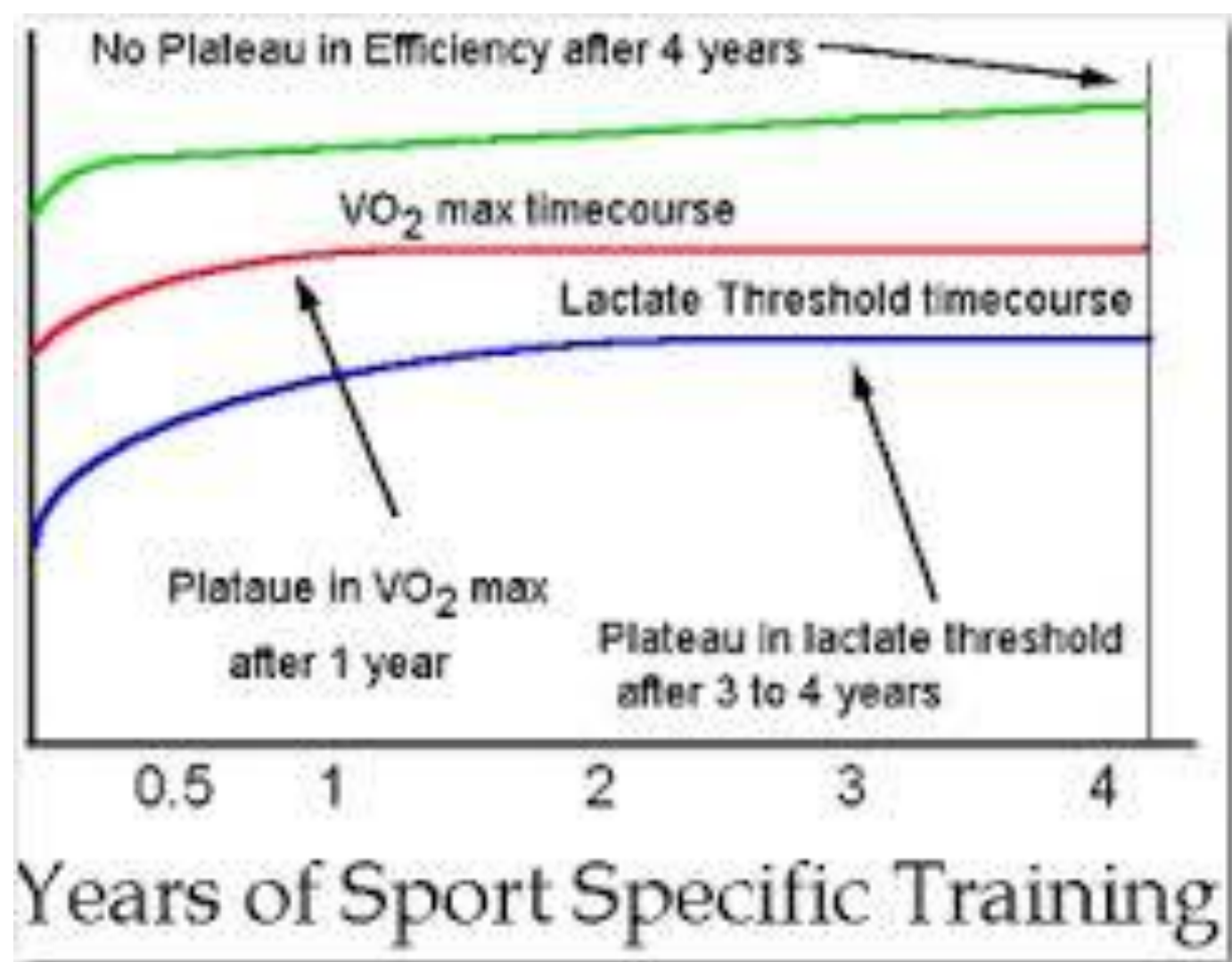
- D training státus

- D **terhelési mód**

- D a dolgoztatott izomtömeg/kiesett funkciók







# Hova tovább?

- Más a „civil” és parasportolók menedzselése.
- Az MPB elkezdte az erőfeszítéseket a parasportolók tudományos , diagnosztikai támogatásának megszervezésére.
- Ahány klasszifikált csoport, annyi helyszín, főként személyektől függő ellátás.
- Egy általános gondozó rendszer felépítése szükségesnek látszik, ennek infrastruktúrája, humán erőforrása biztosítandó.

KÖSZÖNÖM FIGYELMÜKET

K



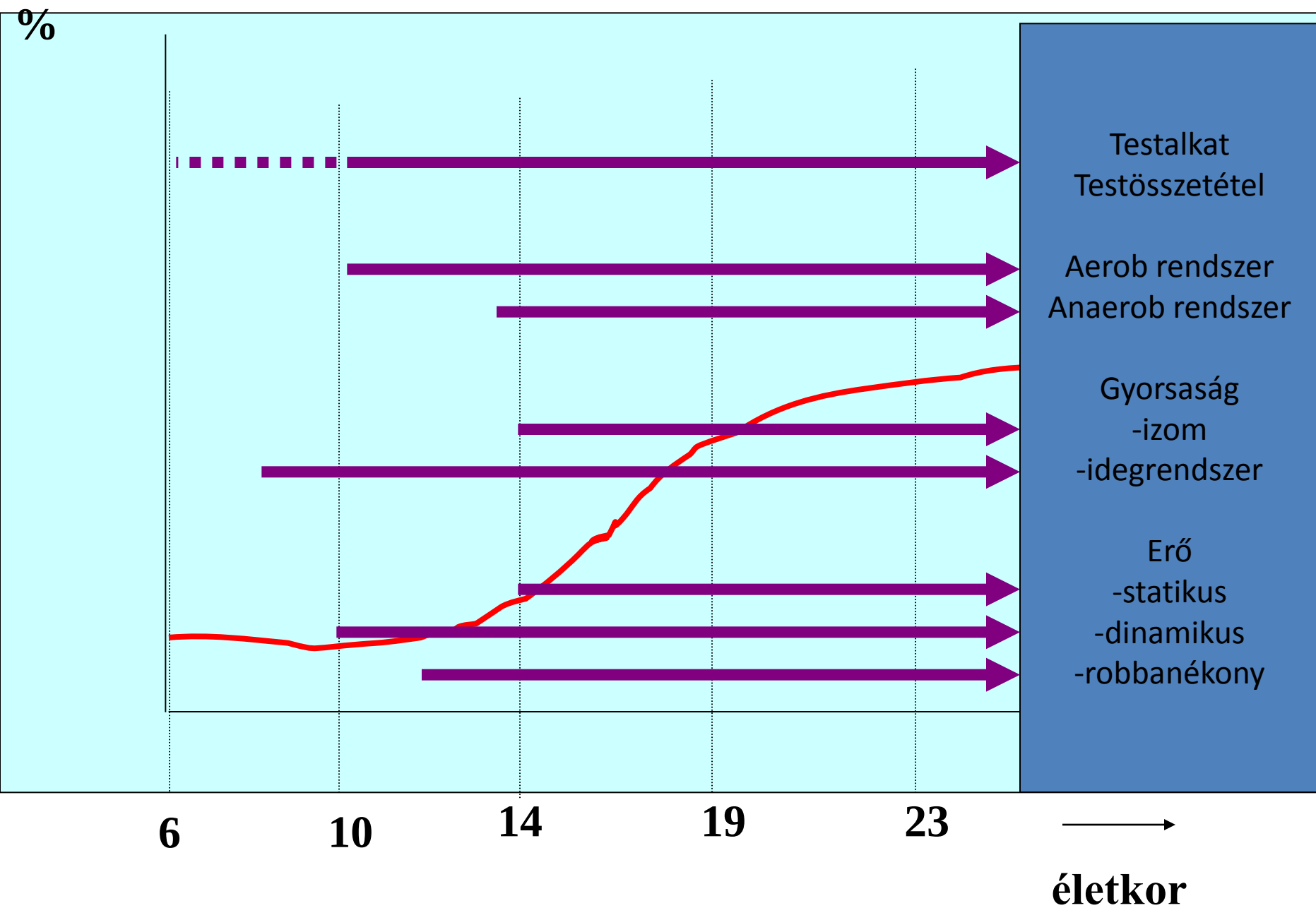


# MI A TEENDŐ?

- Úgy tűnik, az aerob munka terhelhetőség esetén minden életkorban alkalmazható.
- Az intenzitás meghatározásához célszerű az életkorhoz becsült maximális pulzusszámot alapul venni (220-életkor).
- A prevenció céljából végzett fizikai aktivitásnál célszerű elkerülni az anaerob terheléseket.
- A folyamatos „karbantartás” szükséges.

# INFÓSZERZÉS A SPORTBAN:

- VALÓBAN EGÉSZSÉGES?
- MILYEN FIZIKAI TELJESÍTMÉNYHEZ RENDELJÜK A MÉRT ADATOKAT?
- AZ ENERGIAELLÁTÓ RENDSZEREK EGYÉNI JELLEMZŐI
- PROGNOSZTIKUS ÉRTÉKEK
- TERHELHETŐSÉG, ÚTMUTATÁS



## TERHELÉSES VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

**Nyugalmi értékek** **Pulzus (bpm):** 69 **Vérnyomás (Hgmm):** 120 / 80

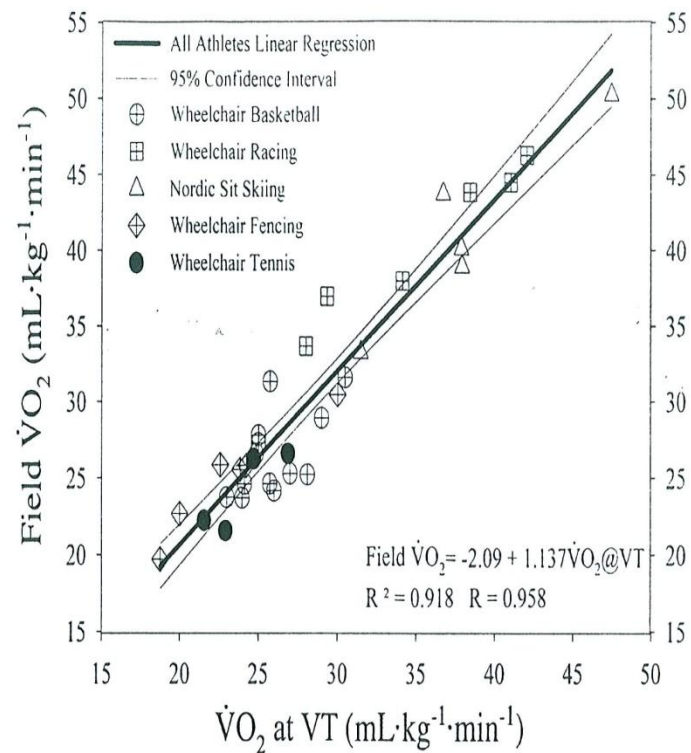
| Maximális szív-keringési adatok | Becsült értékek | Mért értékek | Mért/becsült arány |
|---------------------------------|-----------------|--------------|--------------------|
| VO2 (ml/kg/min)                 | 43.5            | 70.3         | 162                |
| VO2 (l/min)                     | 3.240           | 4.981        | 154                |
| VCO2 (l/min)                    | 252             | 5.509        |                    |
| Work (Watts)                    |                 | 0            |                    |
| Anaerobic Threshold (AT)(l/min) | > 1.296         | 3.753        |                    |
| AT (% Predicted Max VO2)        | > 40%           | 116          |                    |
| Heart Rate (bpm)                | 182             | 171          | 94                 |
| O2 Pulse (ml/beat)              | 17.9            | 29.1         | 163                |
| Systolic Blood Pressure (Max)   | 192             | 170          | 88                 |
| Diastolic Blood Pressure (Max)  | 85-105          | 40           |                    |
| Heart Rate Reserve (bpm)        | <15             | 11           |                    |
| <b>Maximális légzési adatok</b> |                 |              |                    |
| VE Max (l/min) BTPS             | 137.3           | 153.0        | 111                |
| Tidal Volume (VT) (L)           | 3.086           | 3.251        | 105                |
| Respiratory Rate (RR)           | <50             | 47           |                    |
| Breathing Reserve (%)           | 20-40           | -1           |                    |
| <b>Gázcsere adatok</b>          |                 |              |                    |
| End Tidal CO2 (Peak PetCO2)     |                 | 39.9         |                    |
| End Tidal O2 (Peak PetO2)       |                 | 108.2        |                    |
| VE/VO2 @ AT                     |                 | 24           |                    |
| VE/VCO2 @ AT                    |                 | 23           |                    |
| VD/VT (Est) @ Rest              | 0.30            | 0.18         | 59                 |
| VD/VT (Est) Peak                | 0.18            | 0.08         | 45                 |
| Respiratory Quotient (RQ)(Peak) | 1.1-1.3         | 1.11         |                    |
| SpO2 (O2 Sat--Pulse Ox) @ Peak  | 97              |              |                    |

### Kalibrálási eredmények

Áramlási kapacitás: 3.00 Kilégz.átl. 2.95

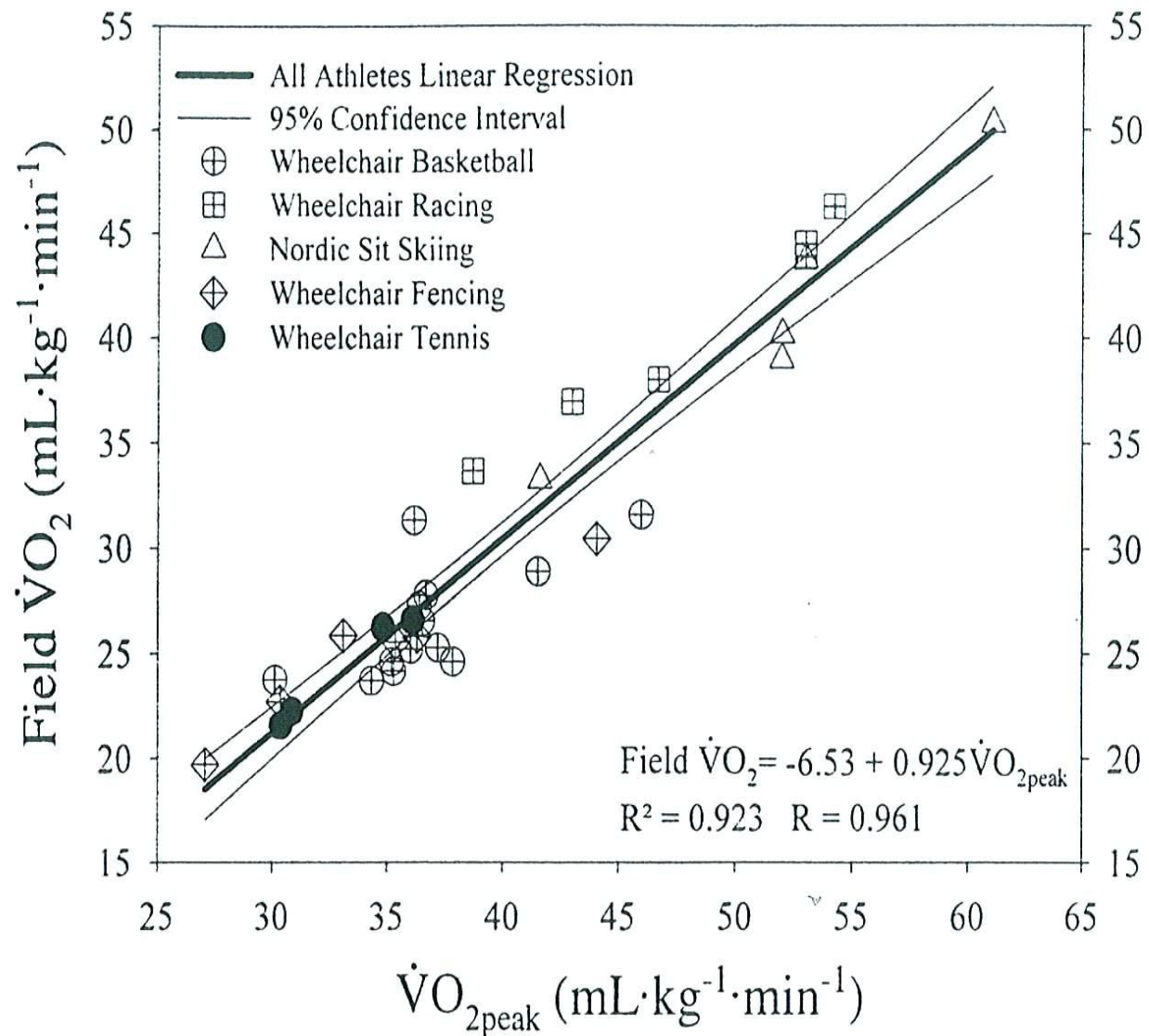
Belégz.átl. 3.04

| Gáz kal.:                   | Cal 1 O2 | Cal 1 CO2 | Cal 2 O2 | Cal 2 CO2 | Levegő O2 | Levegő CO2 |
|-----------------------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Becsült</b>              | 16.00    | 4.00      | 26.00    | 0.00      |           |            |
| <b>Mért</b>                 | 16.02    | 4.01      | 26.04    | 0.01      | 20.92     | 0.05       |
| <b>Transzit (ms)</b>        | 0.607    | 0.493     |          |           |           |            |
| <b>Válaszolási idő (ms)</b> | 0.118    | 0.089     |          |           |           |            |



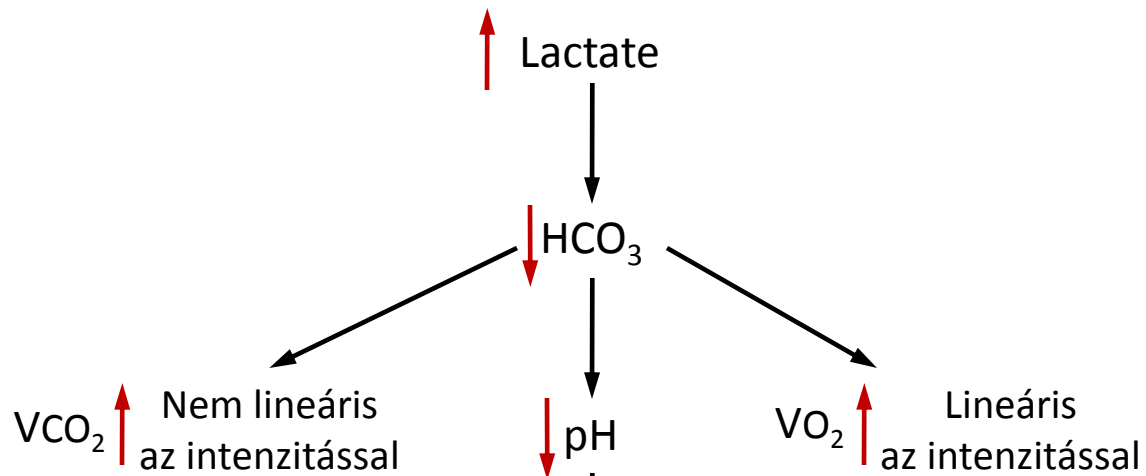
**FIGURE 2**—Relationship between the oxygen uptake during the field test (field  $\dot{V}O_2$ ) and the oxygen uptake at VT during incremental arm cranking exercise ( $\dot{V}O_2$  at VT) in the athletes participating in the five Paralympic sports ( $N = 34$ ).





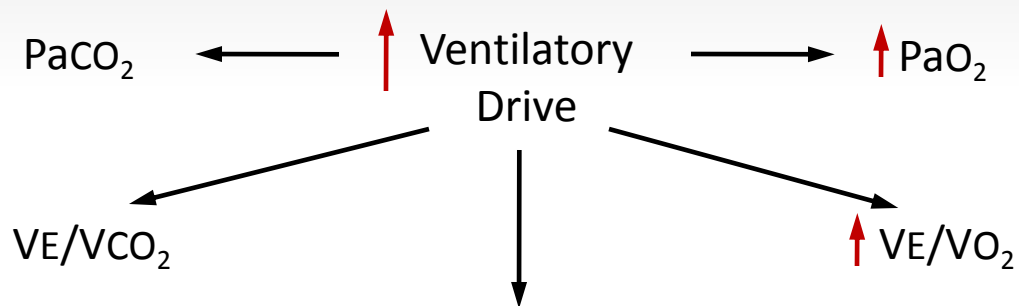
**FIGURE 1**—Relationship between the oxygen uptake during the field test (field  $\dot{V}O_2$ ) and peak oxygen uptake during incremental exercise.

I.



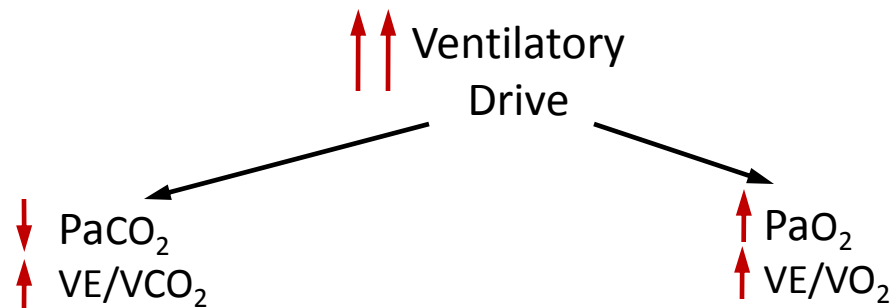
II.

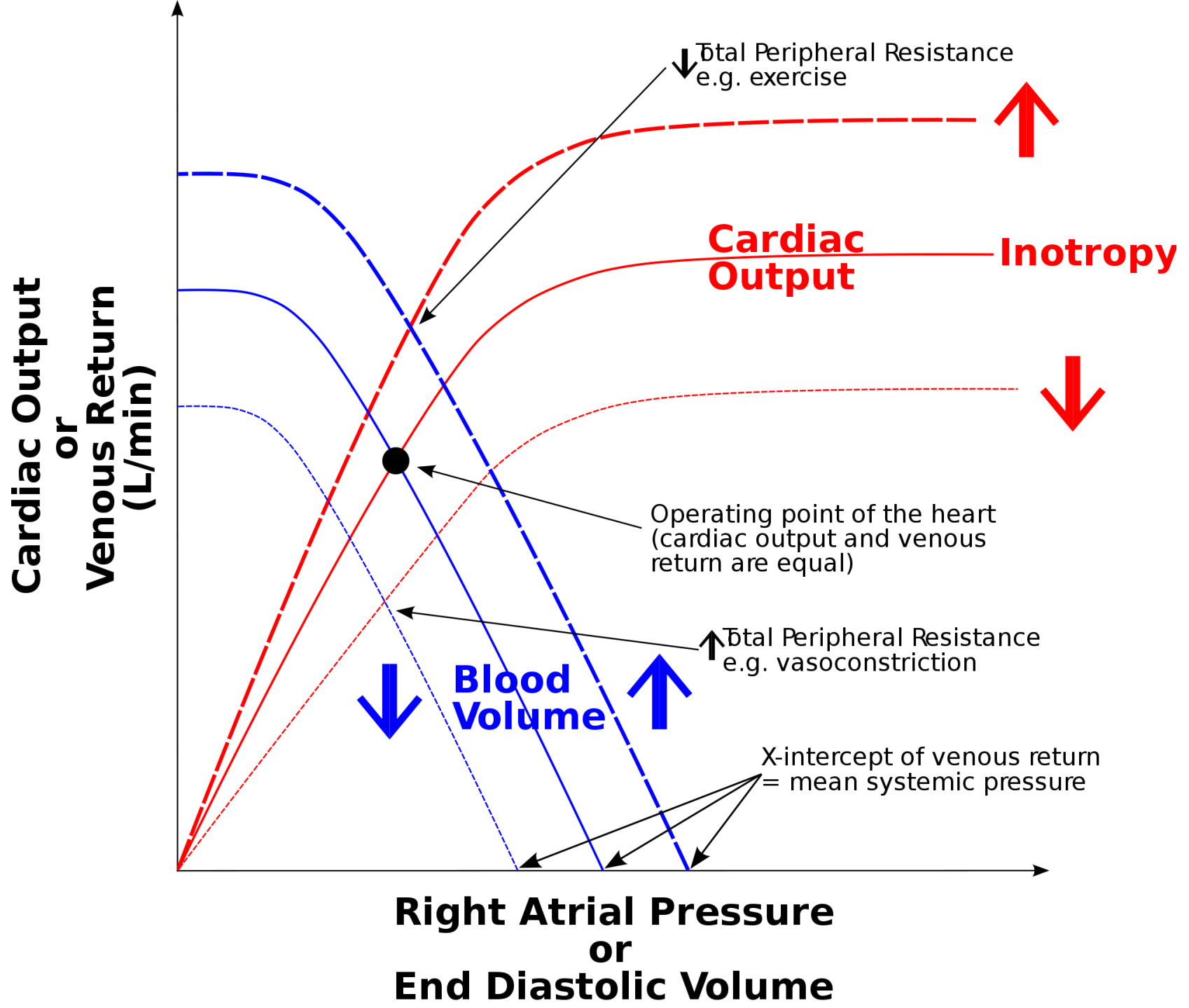
Isocapnic Buffering

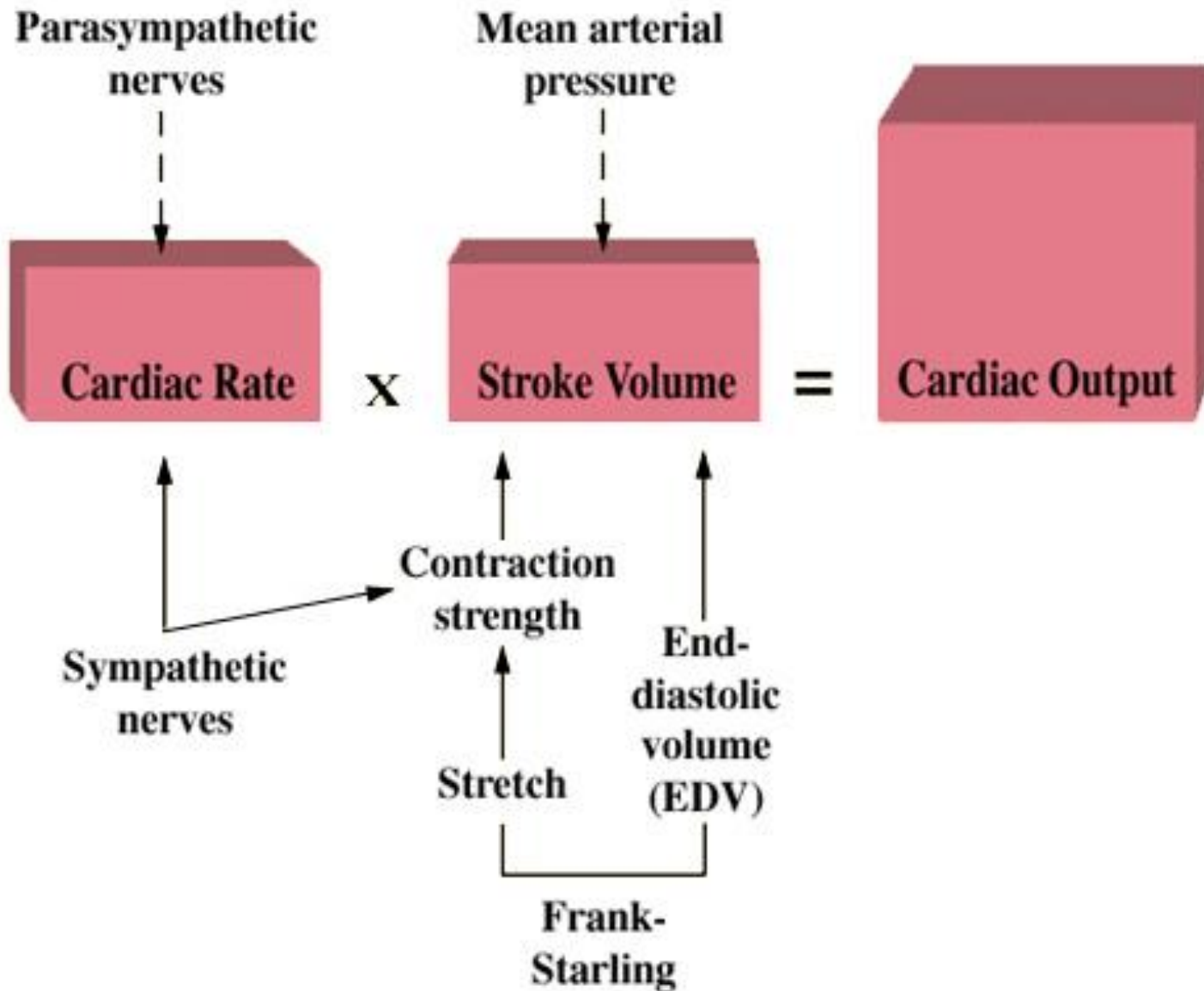


III.

Resp. Comp. for Metab. Acidosis







# Edzés adaptáció

Az izom metabolikus adaptációja eredményezi a hosszú távú állóképességi javulást. Specificitás elve.

| <i>Metabolic Pathway</i>                | <i>Adaptation</i>               | <i>Consequence</i>                                                                                                                           |
|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i>Mitochondrial respiration</i></b> | ↑ Number & size of mitochondria | ↑ Rate of mitochondrial respiration<br>↑ Capacity to oxidize CHO<br>↑ Sensitivity to stimulation<br>↓ Oxygen deficit<br>↓ Lactate production |
|                                         | ↑ Activity of TCA cycle enzymes | ↑ Capacity to oxidize acetyl CoA                                                                                                             |



| <i>Metabolic pathway</i>         | <i>Adaptation</i>                                                                | <i>Consequence</i>                                                                                                 |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Mitochondrial respiration</i> | ↑ Activity of $\beta$ -oxidation enzymes                                         | ↑ Capacity to oxidize lipid<br>sparing of muscle glycogen                                                          |
| <i>Glycogen</i>                  | ↑ Concentration                                                                  | ↑ time to exhaustion                                                                                               |
| <i>Glycolysis</i>                | ↑ Activity of phosphorylase<br>↑ LT<br>↑ Lactate removal<br>↓ Lactate production | ↑ Capacity of glycolysis<br>↑ Maximal steady state<br>↑ Capacity to normalize blood & muscle lactate<br>↓ Acidosis |

Table 6.1:, cont'd.

| <i>Metabolic pathway</i>  | <i>Adaptation</i> | <i>Consequence</i>     |
|---------------------------|-------------------|------------------------|
| <i>Creatine phosphate</i> | ↑ Threshold       | ↑ Maximal steady state |
| <i>Buffering capacity</i> | No change         |                        |

Az izom metabolikus adaptációja rövid idejű erőedzés esetén.

| <i>Metabolic pathway</i>         | <i>Adaptation</i>           | <i>Consequence</i>              |
|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| <i>Mitochondrial respiration</i> | Small ↑                     | May improve recovery            |
| <i>Glycogen</i>                  | ↑ Concentration             | ↑ Fuel for glycolysis           |
| <i>Glycolysis</i>                | ↑ Activity of phosphorylase | ↑ Rate of glycolysis            |
|                                  | ↑ Activity of PFK           | ↑ Rate of glycolysis            |
| <i>ATP</i>                       | Small ↑                     | ↑ Tolerance of intense exercise |

| <i>Metabolic pathway</i>         | <i>Adaptation</i> | <i>Consequence</i>                                    |
|----------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
| <i><b>Creatine phosphate</b></i> | Small ↑           | ↑ Capacity to rapidly regenerate ATP                  |
| <i><b>Buffering capacity</b></i> | ↑ Capacity        | Delays fatigue from acidosis<br>↑ ATP from glycolysis |

---

## Cardiorespiratory adaptations due to regular aerobic exercise

- 4) Increased O<sub>2</sub> extraction
  - a. Improved ability to remain “aerobic” at higher intensities
  - b. Increased capillary density
  - c. Increased mitochondrial density
  - d. Increased ability to create ATP