

LITERATURA

- Havlíčková L. a kol.: Fyziologie tělesné zátěže I.-obecná část. Praha, Karolinum 2000 (1997).
- Havlíčková L. a kol.: Fyziologie tělesné zátěže II.-speciální část – 1. díl. Praha, Karolinum 1993.
- Heller J.: Fyziologie tělesné zátěže II. – speciální část – 3. díl. Praha, Karolinum 1996.
- Máček M., Máčková J.: Fyziologie tělesných cvičení. Brno 2002.
- Melichna J.: Fyziologie tělesné zátěže II. – speciální část – 2. díl. Praha, Karolinum 1995.
- Rokyta, R.: Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech. Praha, ISV 2000.

Zátěžové testy aerobních schopností

Stanovení ANP

W170

Forma energetických zásob

Kreatinfosfát

Glykogen

Tuky

Zdroj energie

Glukoza

Mastné kyseliny

anaerob
(alaktat)

anaerob
(laktat)

aerob

aerob

Trvání energetické

pohotovosti

7 až 10 sec

40 až 50 sec

60 až 90 min

několik hodin

ATP

Laktát+ATP

Energet. bohaté fosfáty (ATP)

Energetická připravenost

pro

Krátkodobý výkon

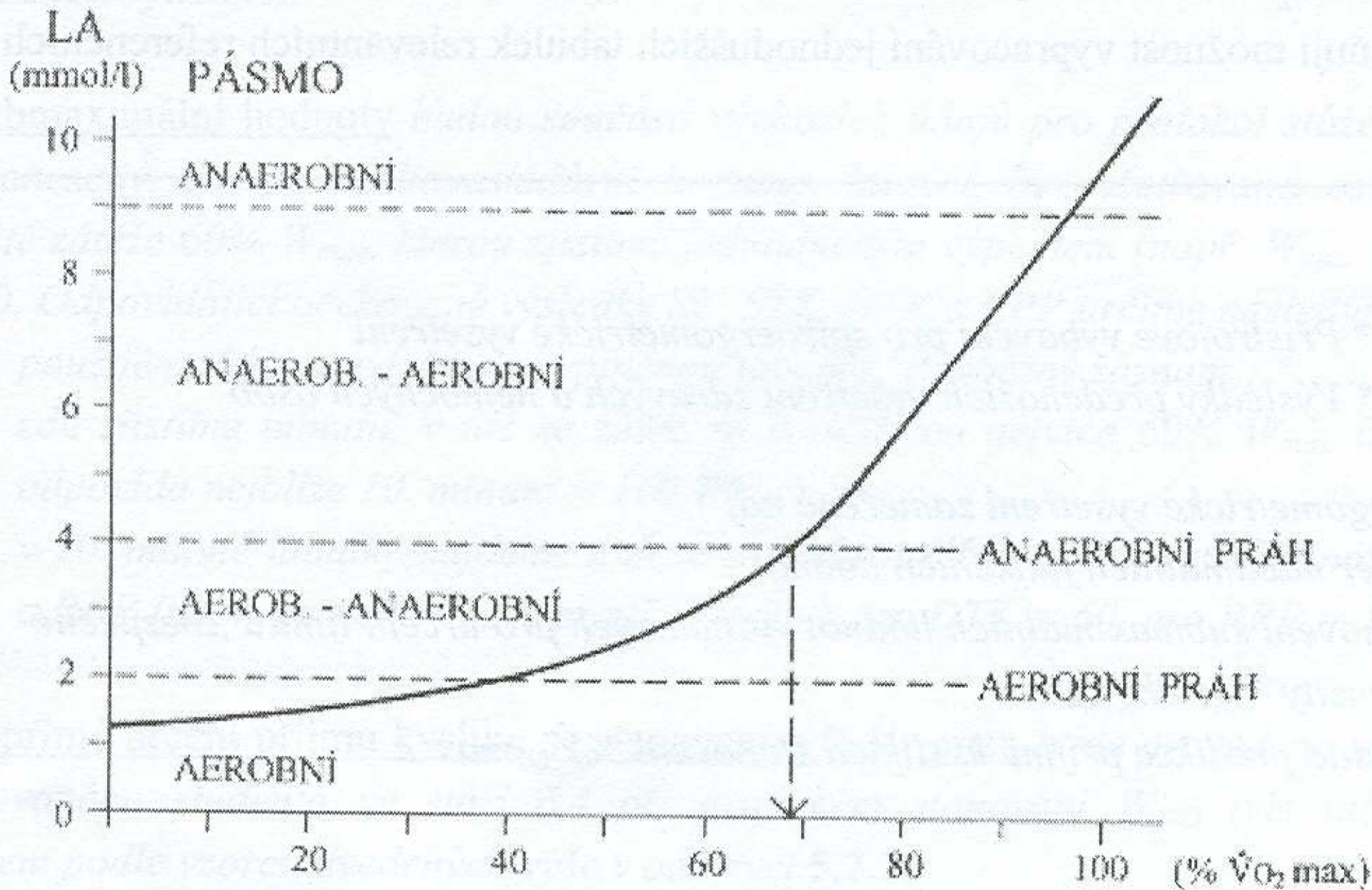
Střednědobý výkon

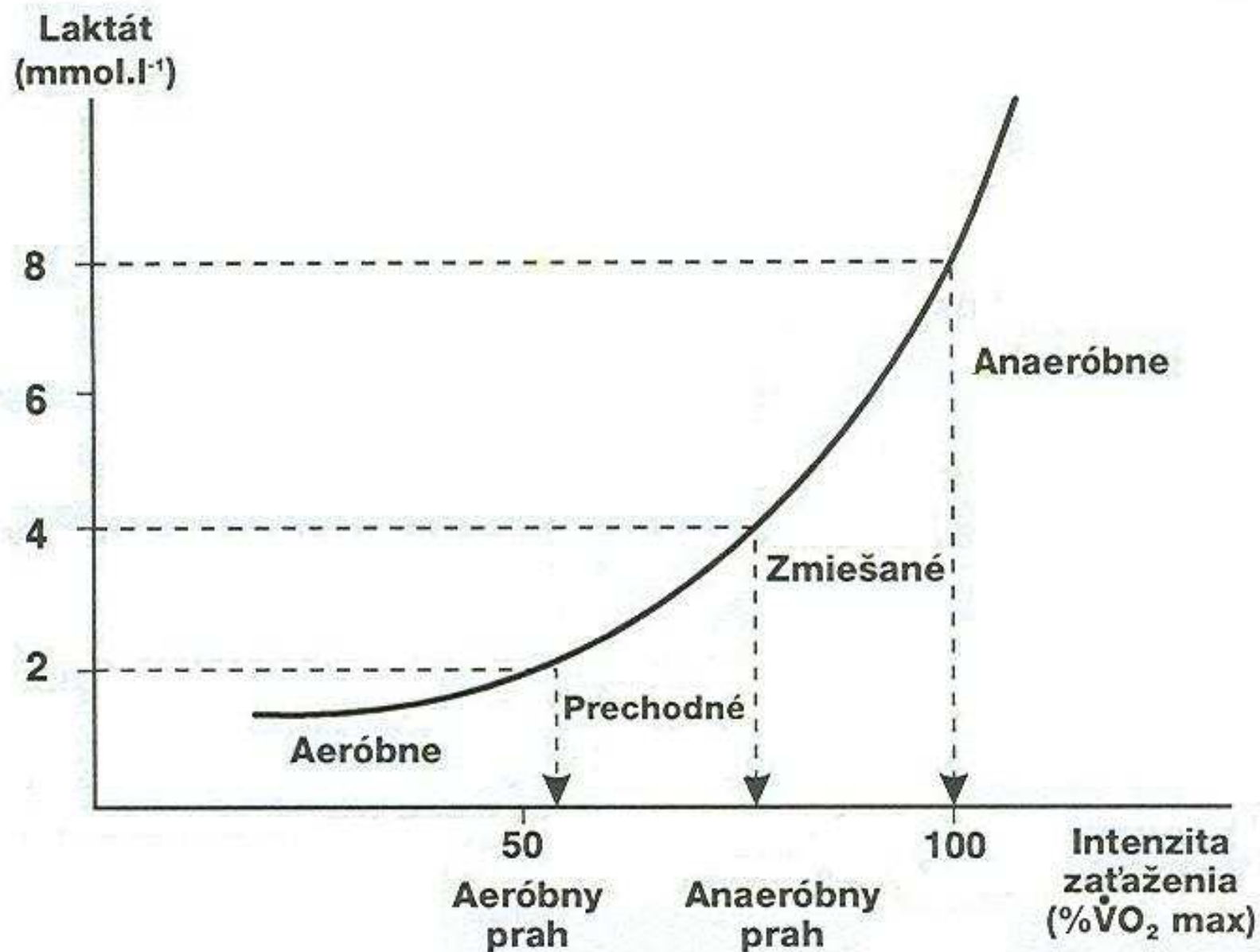
Dlouhodobý výkon

Anaerobní práh

- ukazatel aerobních schopností
- je předěl mezi převážně oxidativním (aerobním) a převážně neoxidativním (anaerobním) krytím energetických nároků
- je to určitý časový úsek v průběhu stupňovaného zatížení, kdy začne prudce narůstat podíl neoxidativní úhrady energie spolu s kumulací krevního laktátu

- je intenzita zatížení, při které se výrazněji aktivují anaerobní energetické procesy
- energetické nároky svalové práce nízké intenzity dokáže organismus po dosažení rovnovážného stavu plně krýt aerobním způsobem





Obraz 1. Aeróbny prah, anaeróbny prah a metabolické pásma podľa vzťahu intenzity svalovej činnosti a hladiny laktátu v krvi.

Stanovení ANP na základě ventilačních parametrů

- ANP je kvantitativním vyjádřením schopnosti využívat co nejvyšší podíl maximální spotřeby kyslíku při déle trvajícím zatížení
- i trénovaný jedinec může snášet zatížení na úrovni $VO_2\text{max}$ nejvíce 10 – 15 min.
- když zatížení trvá déle, musí být jeho intenzita nižší
- trénovaný využívá při práci trvalí hod. okolo 80% $VO_2\text{max}$, netrénovaný o 20-30% méně
- při vyšší intenzitě (nad 50% $VO_2\text{max}$) se začínají aktivovat rychlá svalová vlákna, které uvolňují část energie anaerobním způsobem, bez ohledu na dodávku kyslíku

- práh je nalezen v průběhu pravidelně se zvyšující zátěže v začátku prudšího nárůstu ventilace, výdeje CO₂, kulminace kyslíku

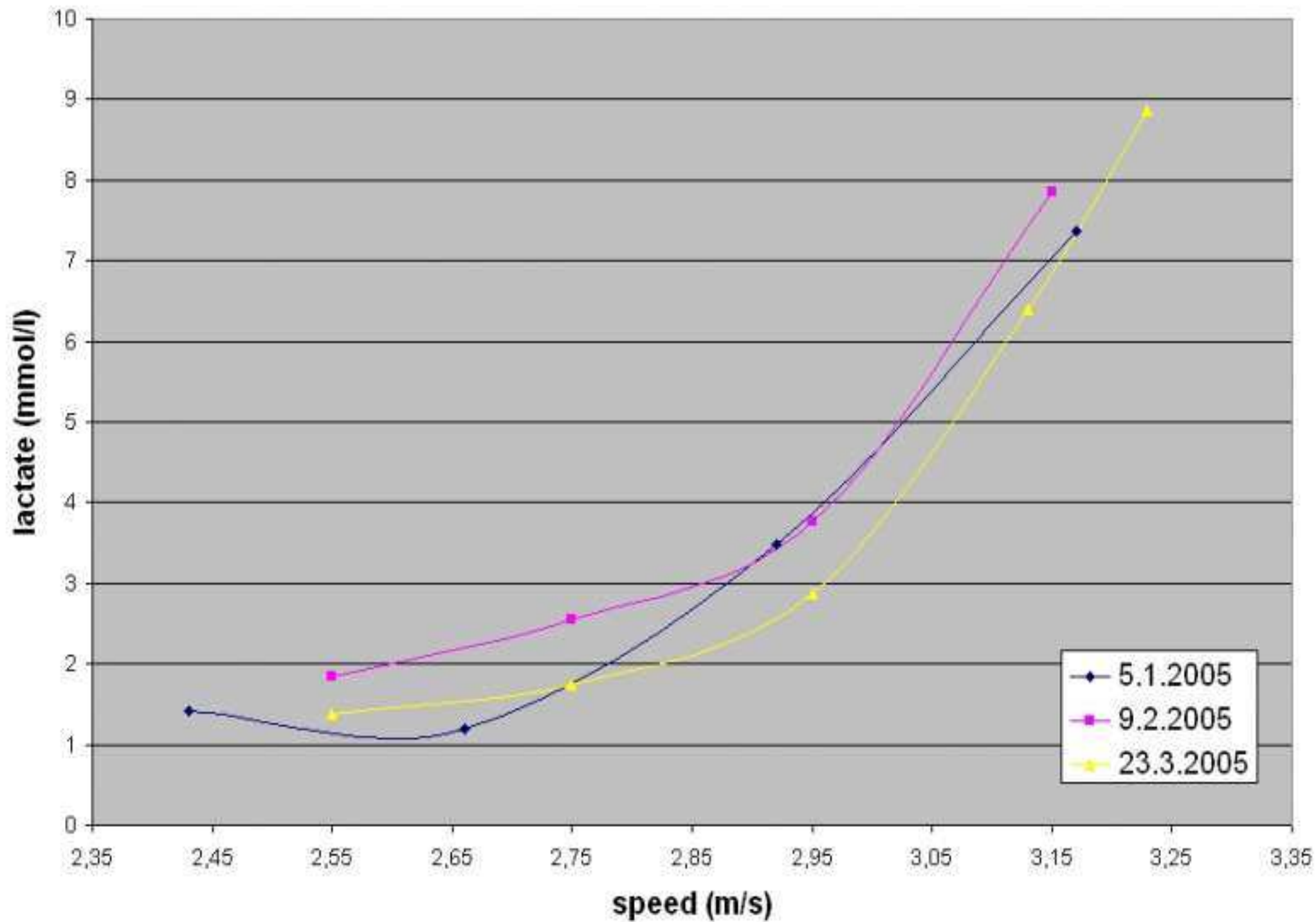
Stanovení ANP pomocí laktátové křivky



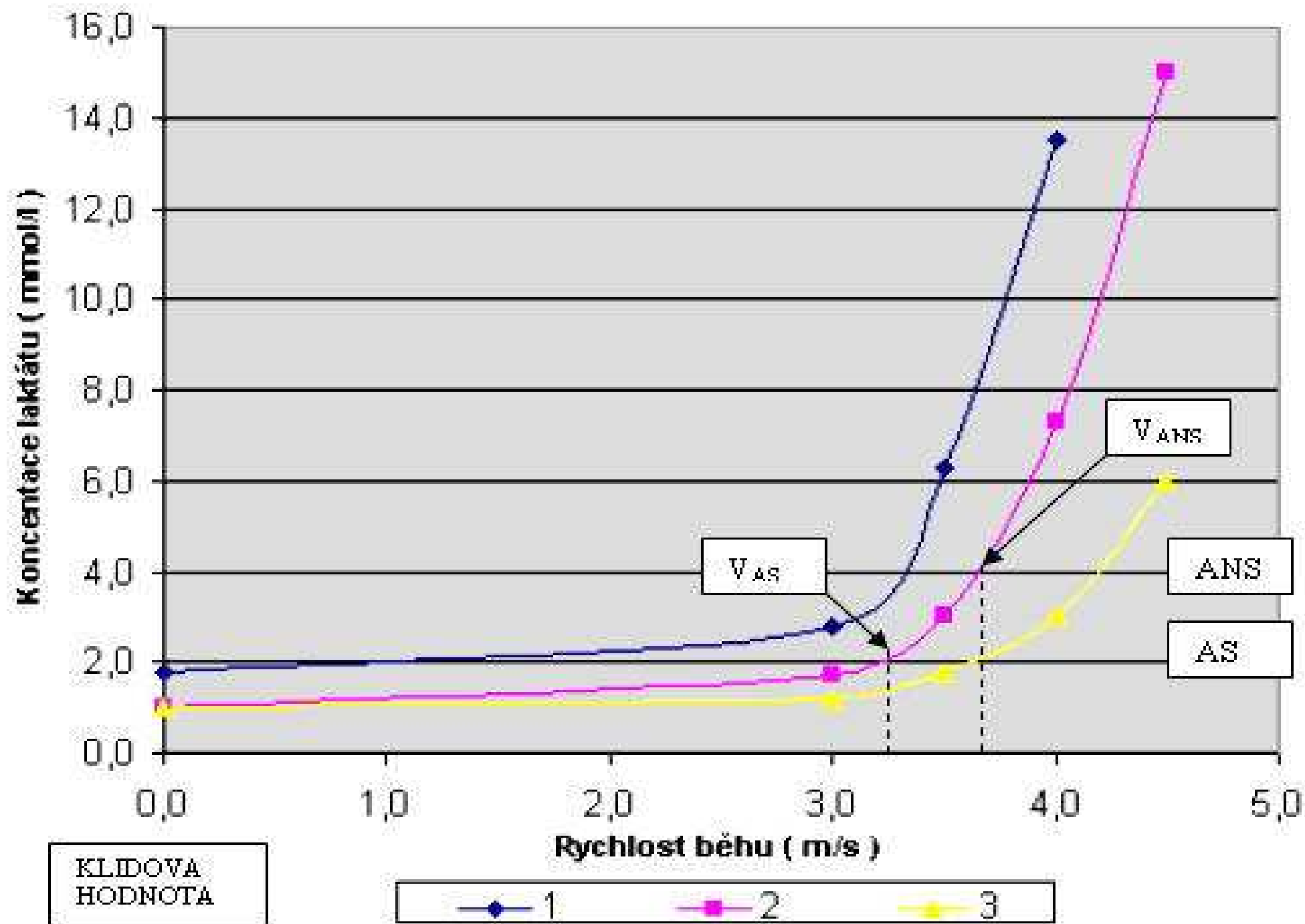
- konečným produktem anaerobní glykolýzy je kyselina mléčná – laktát
- laktát proniká ze svalů do krve, což se projeví zvýšením jeho hladiny v krvi nad klidové hodnoty (méně jako 2mmol/l)
- Produkovaný laktát však vychytávají a odbourávají nepracující svaly a srdce. Proto jeho hladina při déle trvajícím zatížení závisí od úrovně jeho tvorby a odbourávání.

- když kapacita tvorby nepřesáhne možnosti odstraňování, zůstává jeho koncentrace relativně stálá (dynamická rovnováha)
- když však produkce převýší možnosti odbourávání, dynamická rovnováha se poruší a při déle trvajícím zatížení dochází k progresivnímu hromadění – kumulaci laktátu s následným zvyšováním jeho koncentraci v krvi
- nahromaděný laktát působí jako rozhodující faktor únavy a vede k výraznému snížení intenzity zatížení, případně k jeho přerušení
- intenzita, při které dochází k narušení dynamické rovnováhy krevního laktátu odpovídá ANP (okolo 4mmol/l)

Lactate curve



ZÁVISLOST KONCENTRACE LAKTÁTU NA ZÁTĚŽI



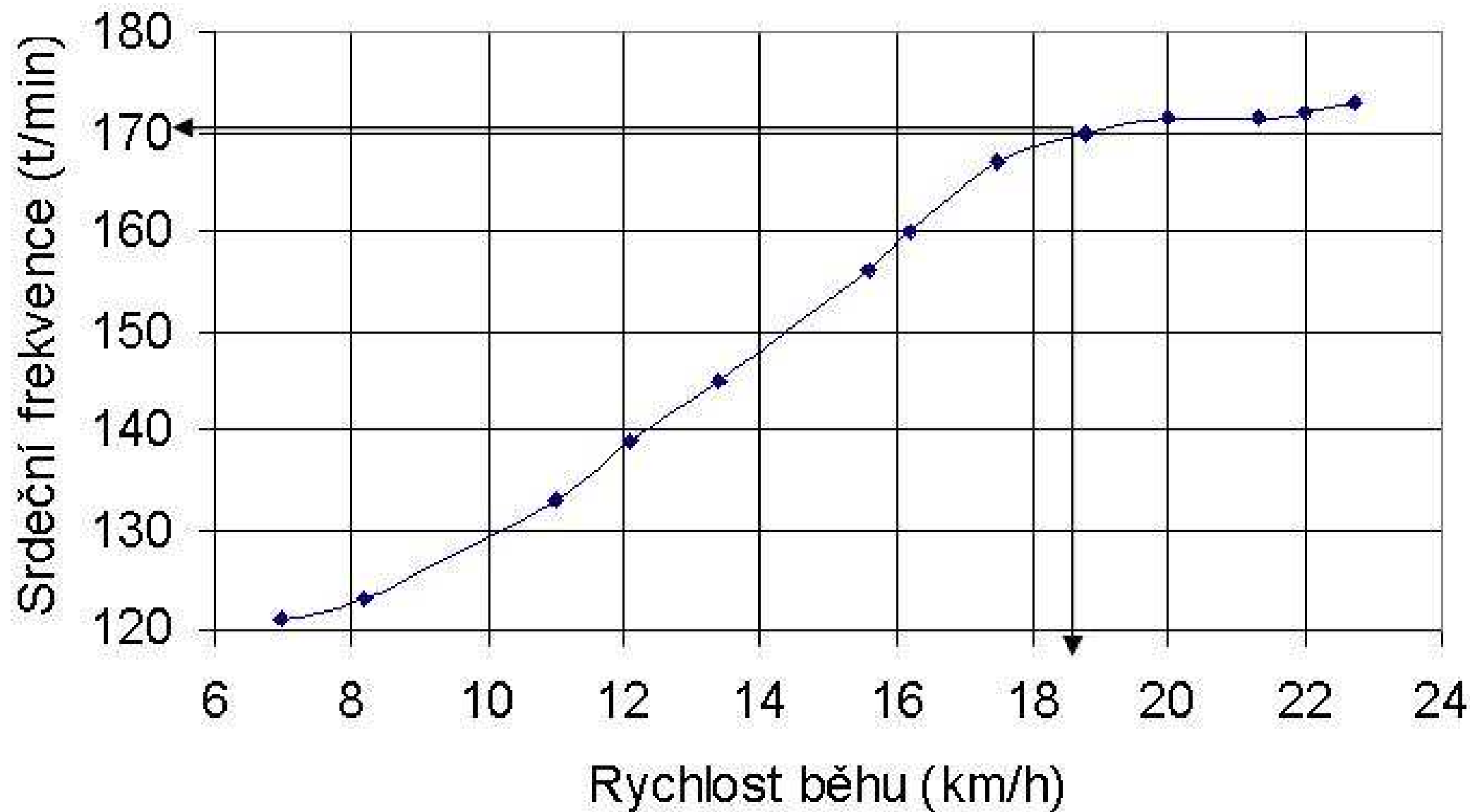
Stanovení ANP Conconiho testem

- princip tohoto testu je založen na určité zákonitosti závislosti SF od intenzity zatížení
- při postupném zvyšování intenzity zatížení, vyjádřené rychlostí běhu, je přibližně od 120 pulsů tato závislost lineární
- při intenzitě, která odpovídá ANP, dojde k narušení linearit křivky. Přes zvyšování intenzity SF nestoupá už lineárně, ale pozvolněji
- je to způsobené zlepšením extrakce kyslíku z arteriální krve při zvýšení kyselosti v pracujících svalech

Cíl testu

- cílem testu je zjistit intenzitu zatížení, při které dojde k deflexi (odklonu od lineárního průběhu) křivky
- zvyšování rychlosti po 200m o 0,5-1 km/hod.

Anaerobní práh (Conconiho test)



Hodnocení běžecké vytrvalosti

		prahová rychlost
Rekreační běžci	Velmi slabá	nižší jako 9 km/h
	Slabá	9 – 12 km/h
	Dobrá	12 – 14 km/h
	Velmi dobrá	vyšší jako 14 km/h
	Vytrvalci	16 km/h a vyšší
	Vytrvalci špičkové úrovně	vyšší jako 20 km/h

Test W 170

PWC = Physical Working Capacity

Test W170

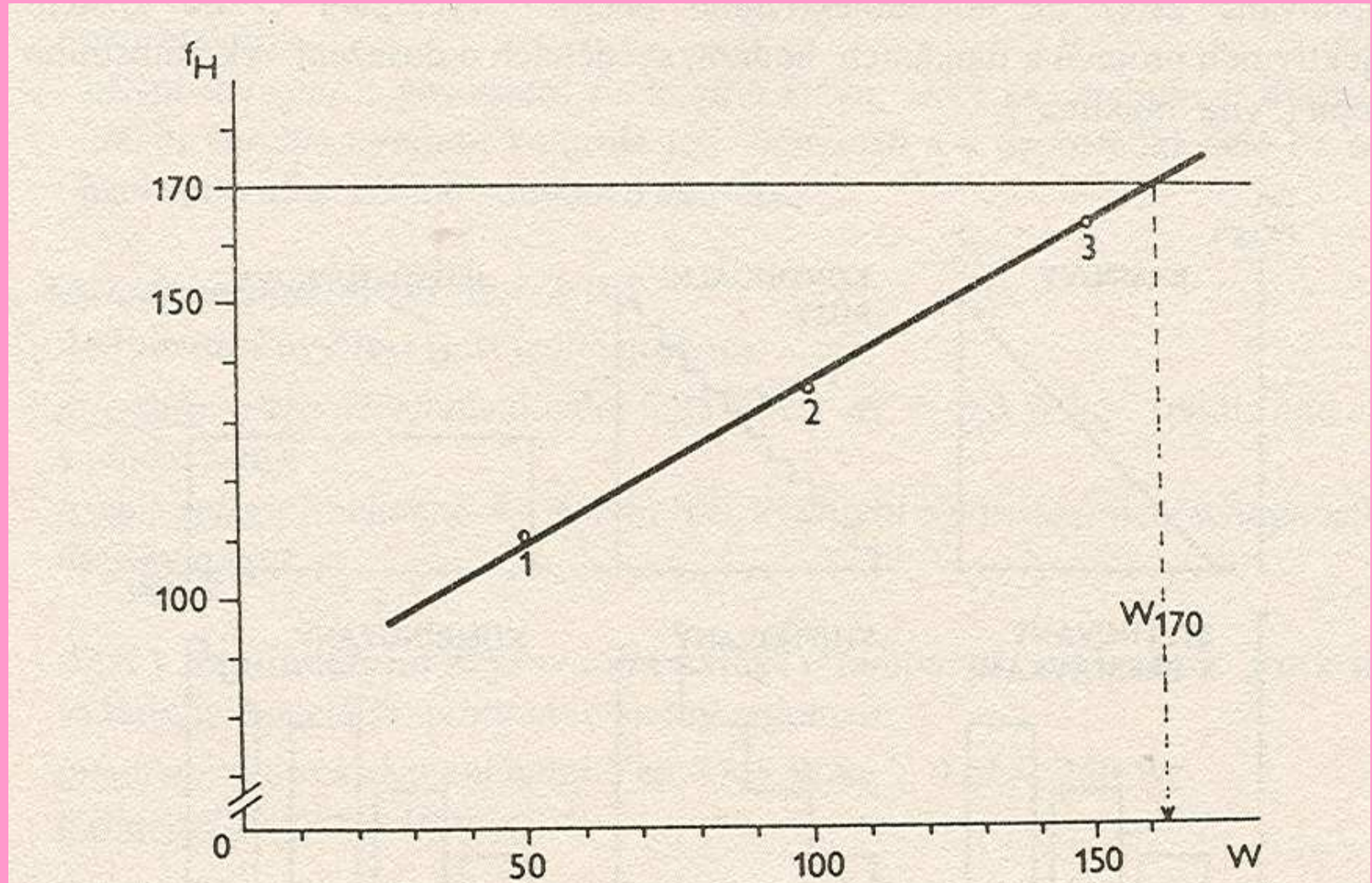
- je stanovení výkonu, který je testovaná osoba schopna provádět při srdeční frekvenci 170 za minutu (na bicyklovém ergometru) [W];
- pro interindividuální hodnocení je vhodné výkon přepočítat na kg hmotnosti [W/kg]; hodnoty nepřímo ukazují na míru adaptace především kardiovaskulárního systému na vytrvalostní výkon

- počet srdečních stahů 170 za minutu je u mladého, zdravého člověka obvykle horní hranicí funkční odezvy krevního oběhu, na pohybové zatížení stupňované intenzity, kdy je ještě možno dosáhnout rovnováhu mezi energetickými nároky pohybové činnosti a možnostmi jejich uspokojování aerobním způsobem
- při této frekvenci se ještě udržuje optimální srdeční objem

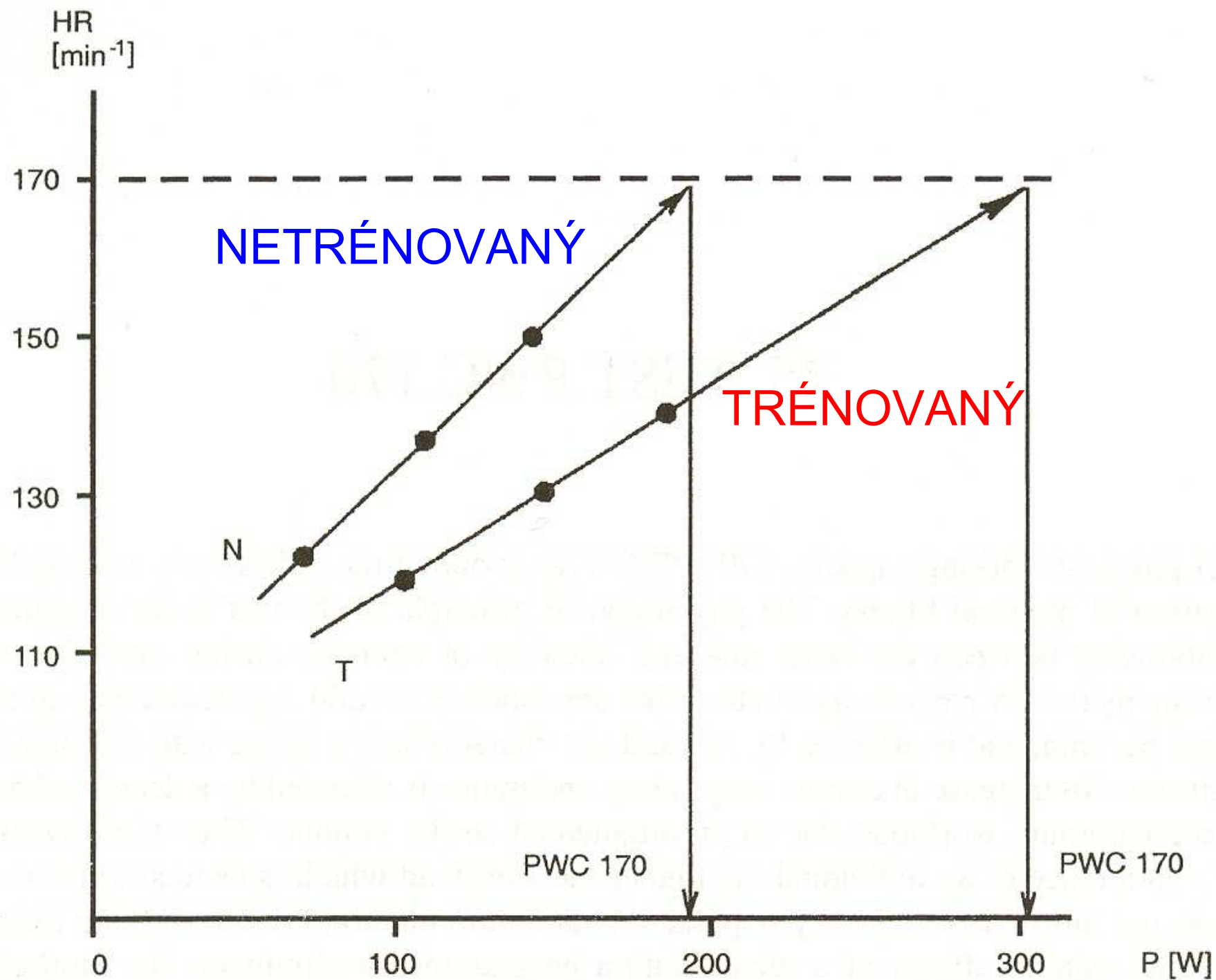
- čím je vytrvalostní trénovanost vyšetřované osoby vyšší, tím vyšší výkon při uvedené pulsové frekvenci dosáhne
- u méně zdatných jedinců, případně starších lidí se místo W_{170} hodnotí pracovní kapacita při frekvenci pulsů 150, resp. $120 \cdot \text{min}^{-1}$

- W_{170} se považuje za určitý ukazatel všeobecné zdatnosti a výkonnosti zdravých netrénovaných osob, rekreačních i výkonnostních sportovců
- pro vrcholové sportovce není tento ukazatel dost citlivý

- Stanovení indexu W_{170} je založeno na kladném lineárním vztahu mezi vzestupem intenzity zatížení a SF



Obr. 4.11 Princip určení indexu W_{170} : body 1-3 označují hodnoty srdeční frekvence, změřené vždy v poslední minutě každého stupně zatížení



Věk (r)	MUŽI		ŽENY	
	[W]	[W/kg]	[W]	[W/kg]
20	185	2,7	106	1,8
25	193	2,7	109	1,8
30	194	2,6	112	1,8
35	195	2,6	115	1,8
40	195	2,5	118	1,8
45	195	2,4	121	1,8

Průměrné hodnoty W_{\max} a W_{170} zjištěné u zdravé čs. populace při výzkumu IBP
(SELIGER V. et al., 1977 – zkráceno – in: Placheta a kol, 1999)

VĚK (roky)	W_{\max} (W)		$W_{\max} \cdot \text{kg}^{-1}$		W_{170} (W)		$W_{170} \cdot \text{kg}^{-1}$	
	MUŽI	ŽENY	MUŽI	ŽENY	MUŽI	ŽENY	MUŽI	ŽENY
12	163	142	4,4	3,5	93	67	2,5	1,6
15	246	186	4,2	3,4	152	95	2,6	1,7
18	278	190	4,1	3,3	178	103	2,6	1,8
25	283	185	3,8	3,1	193	109	2,6	1,8
35	264	174	3,4	2,7	195	115	2,5	1,8
45	242	164	3,1	2,4	195	121	2,5	1,8
55	220	154	2,7	2,1	195	127	2,4	1,7

MUŽI

Disciplína	W*kg ⁻¹	Disciplína	W*kg ⁻¹
Silniční cyklistika	4,0	Házená	3,1
Orientační běh	3,8	Plavání	3,1
Běh na lyžích	3,8	Tenis	3,0
Běh – střední tratě	3,8	Stolní tenis	3,0
Dráhová cyklistika	3,7	Zápas	3,0
Vytrvalostní běh	3,6	Judo	3,0
Lední hokej	3,6	Vodní pólo	3,0
Veslování	3,5	Horolezectví	2,9
Kanoistika	3,4	Sport. gymnastika	2,9
Basketbal	3,4	Šerm	2,8
Fotbal	3,4	Lukostřelba	2,8
Atletika - skoky	3,3	Box	2,0
Jezdectví	3,3	Ragby	2,8
Lyžování - sjezd	3,2	Badminton	2,0
Atletiky - sprinty	3,2	Atletika - vrhy	2,6
Volejbal	3,2	Vzpírání	2,4

ŽENY

Disciplína	W*kg ⁻¹	Disciplína	W*kg ⁻¹
Běh – střední tratě	3,2	Sport. gymnastika	2,8
Orientační běh	3,0	Atletika - vrhy	2,6
Basketbal	2,9	Atletika - skoky	2,6
Tenis	2,9	Volejbal	2,5
Běh na lyžích	2,9	Stolní tenis	2,4
Plavání	2,8	Házená	2,3
Atletika - sprinty	2,8	Moder. gymnastika	2,2
Šerm	2,8	Jachting	2,1

$VO_2\text{max}$ – maximální spotřeba kyslíku

- je nejvyšší dosažený minutový příjem kyslíku během maximální zátěže do vyčerpání
- pro posuzování schopností k vytrvalostnímu výkonu
- vhodné přepočítat na kg hmotnosti ($VO_2\text{max/kg}$)

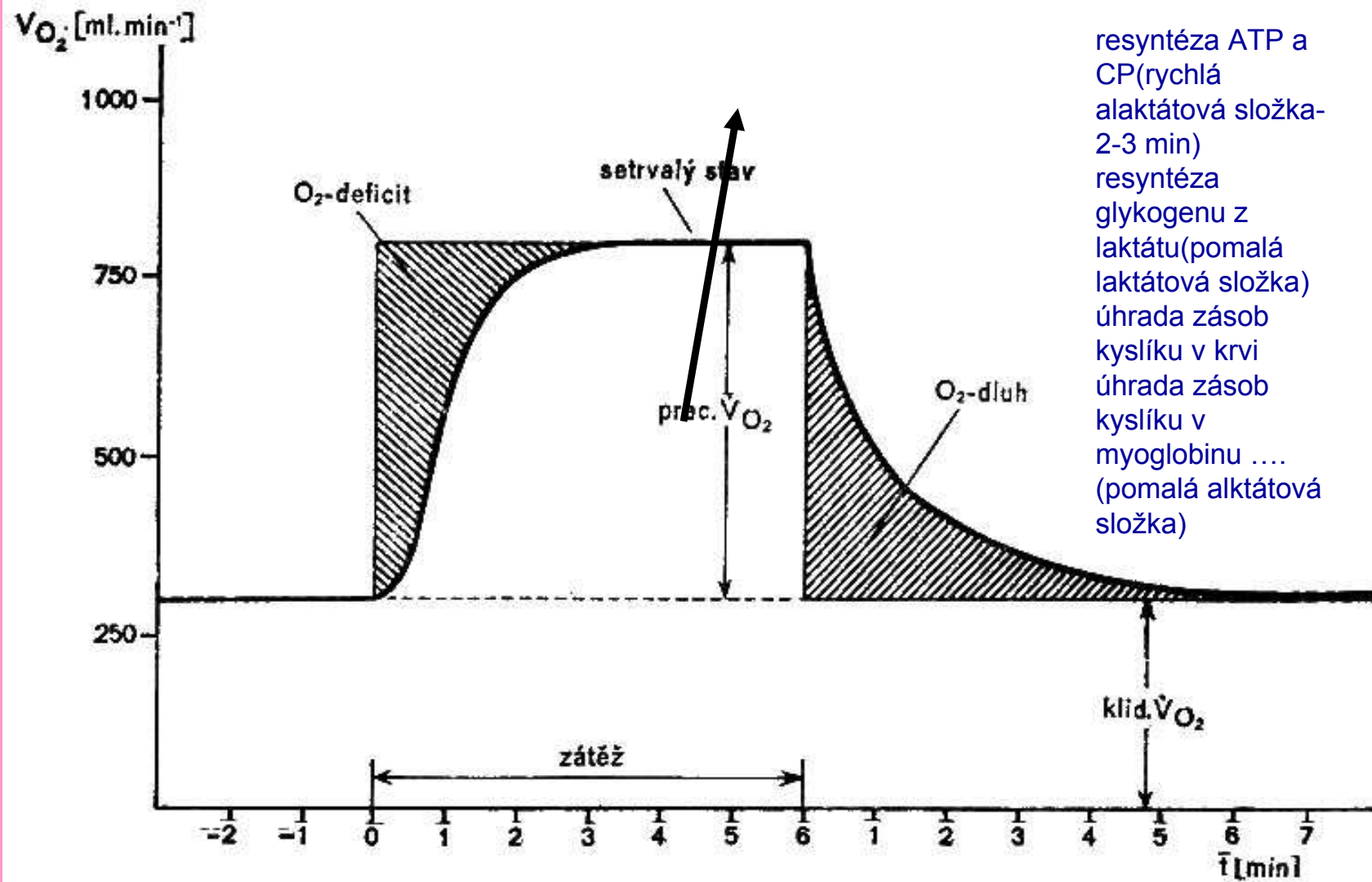
Zátěžové testy anaerobních schopností

Kyslíkový dluh/kyslíkový deficit

Wingate test

ANAEROBNÍ TESTY

- jsou testy zaměřené na hodnocení schopnosti využít neoxidativních (anaerobních) energetických metabolických cest pro syntézu adenosintrifosfátu v pracujících svalech.
- **Maximální kyslíkový deficit** (maximal level of oxygen deficit) je teoretické množství kyslíku, které chybí (v průběhu maximální kontinuální zátěže do vyčerpání) do úrovně maximálního příjmu kyslíku [1]
- **Maximální kyslíkový dluh** (oxygen debt), maximální zotavovací kyslík je množství kyslíku, které převyšuje klidový příjem kyslíku (po skončení maximální zátěže do vyčerpání) [1]



resyntéza ATP a CP (rychlá alaktátová složka - 2-3 min)
 resyntéza glykogenu z laktátu (pomalá laktátová složka)
 úhrada zásob kyslíku v krvi
 úhrada zásob kyslíku v myoglobinu
 (pomalá alaktátová složka)

Wingate test

- (Wingate anaerobic test WAnT)
- během 30 sec šlapání maximální rychlostí na bicyklovém ergometru s konstantním odporem (individuálně nastaveným momentem síly)
- zjišťuje se nejvyšší dosažený výkon [W] a počítá celková práce [J].

