

Fyziologie zátěže

poznámky ze semináře

bp1925

RYCHLOSTNĚ- SILOVÉ	RYCHLOSTNÍ	ATLETIKA-SPRINTY	100-400m
		DRÁHOVÁ CYKLISTIKA	200m-1km
		PLAVÁNÍ	50m-100m
		RYCHLOBRUSLENÍ	500m-1km (1,5km)
		IN-LINE BRUSLENÍ	100m-1km
		BOBY	
	SILOVÉ	VZPÍRÁNÍ	
		SILOVÝ TROJBOJ	
	RYCHLOSTNĚ- SILOVÉ	ATLETIKA-SKOKY	dálka, trojskok, výška, tyčka
		ATLETIKA-VRHY, HODY	koule, disk, oštěp, kladivo
		ALPSKÉ LYŽOVÁNÍ	
		SKOKY NA LYŽÍCH	
		SNOWBOARDING	

VYTRVALOSTNÍ	RYCHLOSTNÉ- VYTRVALOSTNÍ	ATLETIKA-STŘEDNÍ TRATĚ	800m-1500m
		DRÁHOVÁ CYKLISTIKA	stíhací závod
		PLAVÁNÍ	200m-400m
		RYCHLOBRUSLENÍ	1500m
		IN-LINE BRUSLENÍ	1500m-3km
		RYCHLOSTNÍ KANOISTIKA	
	SILOVĚ- VYTRVALOSTNÍ	KANOISTIKA-DIVOKÁ VODA	
		VESLOVÁNÍ	
	VYTRVALOSTNÍ	ATLETIKA-BĚHY	3km (5km)-maraton
		ATELTIKA-SPORTOVNÍ CHŮZE	
		ORIENTAČNÍ BĚH	
		DRÁHOVÁ CYKLISTIKA	bodovací závod
		SILNIČNÍ CYKLISTIKA	
		MTB CYKLISTIKA	
		PLAVÁNÍ	1500m
		DÁLKOVÉ PLAVÁNÍ	
		RYCHLOBRUSLENÍ	3-10km
		IN-LINE BRUSLENÍ	5km-maraton
		BĚŽECKÉ LYŽOVÁNÍ	
		BIATLON	

SPORTOVNÍ HRY	KOLEKTIVNÍ	FOTBAL	
		SÁLOVÁ KOPANÁ	
		NOHEJBAL	
		FLORBAL	
		BASKETBAL	
		VOLEJBAL	
		HAZENÁ	
		LEDNÍ HOKEJ	
		POZEMNÍ HOKEJ	
		RUGBY	
		AMERICKÝ FOTBAL	
		BASEBALL	
		SOFTBALL	
		KOLOVÁ	
		VODNÍ PÓLO	
		KOLOVÁ	
	INDIVIDUÁLNÍ	TENIS	
		STOLNÍ TENIS	
		SQUASH	
		BADMINTON	

ESTETICKO- KOORDINAČNÍ		SPORTOVNÍ GYMNASTIKA	
		MODERNÍ GYMNASTIKA	
		AKROBATICKÁ GYMNASTIKA	
		SKOKY NA TRAMPOLÍNĚ	
		AEROBIK	
		TEAMGYM	
		AKROBATICKÝ ROCK AND ROLL	
		KRASOBRUSLENÍ	
		SYNCHRONIZOVÁN É PLAVÁNÍ	
		SKOKY DO VODY	
		KULTURISTIKA A FITNESS	

ÚPOLOVÉ SPORTY		AIKIDO	
		BOX	
		JUDO	
		KARATE	
		KICK-BOX	
		KUNG-FU	
		SUMO	
		ŠERM	
		TAEKWON-DO	
		THAJSKÝ BOX	
		ZÁPAS	
KOMBINOVANÉ - VÍCEBOJE		MODERNÍ PĚTIBOJ	
		TRIATLON	
VÝKONY SPOJENÉ S OVLÁDÁNÍM.....	MOBILNÍCH ZAŘÍZENÍ	SANĚ	
		BOBY	
		SKELETON	
		RAFTING	
	MOBILNÍCH STROJŮ	LÉTÁNÍ A PARAŠUTISMUS	PARAGLAIDING
		MOTORISMUS	
		JACHTING	JACHTING
			WINDSURFING
			KITESURFING
	ZVÍŘAT	JEZDECTVÍ	
		DOSTIHOVÉ ZÁVODY	
SENZOMOTORICKÉ		SPORTOVNÍ STŘELBA	
		LUKOSTŘELBA	
		KUŽELKY	
		BOWLING	
		GOLF	
		CURLING	
		BILIARD	
TECHNICKÉ		SPORTOVNÍ LEZENÍ	lezení na obtížnost, lezení na rychlost, bouldering
		HOROLEZECTVÍ	
EXTRÉMNÍ			

FAKTORY SPORTOVNÍHO VÝKONU

- SOMATICKÉ FAKTORY (somatotyp, poměr sv. vláken)
- KONDIČNÍ (pohybové schopnosti)
- TECHNIKA
- TAKTIKA
- PSYCHIKA
- OSTATNÍ

ANTROPOMETRIE

- systém technik měření vnějších rozměrů lidského těla
- pro hodnocení vyvíjejícího se či stárnoucího organismu
- při výběru dětí jako talentů pro určitý sport.



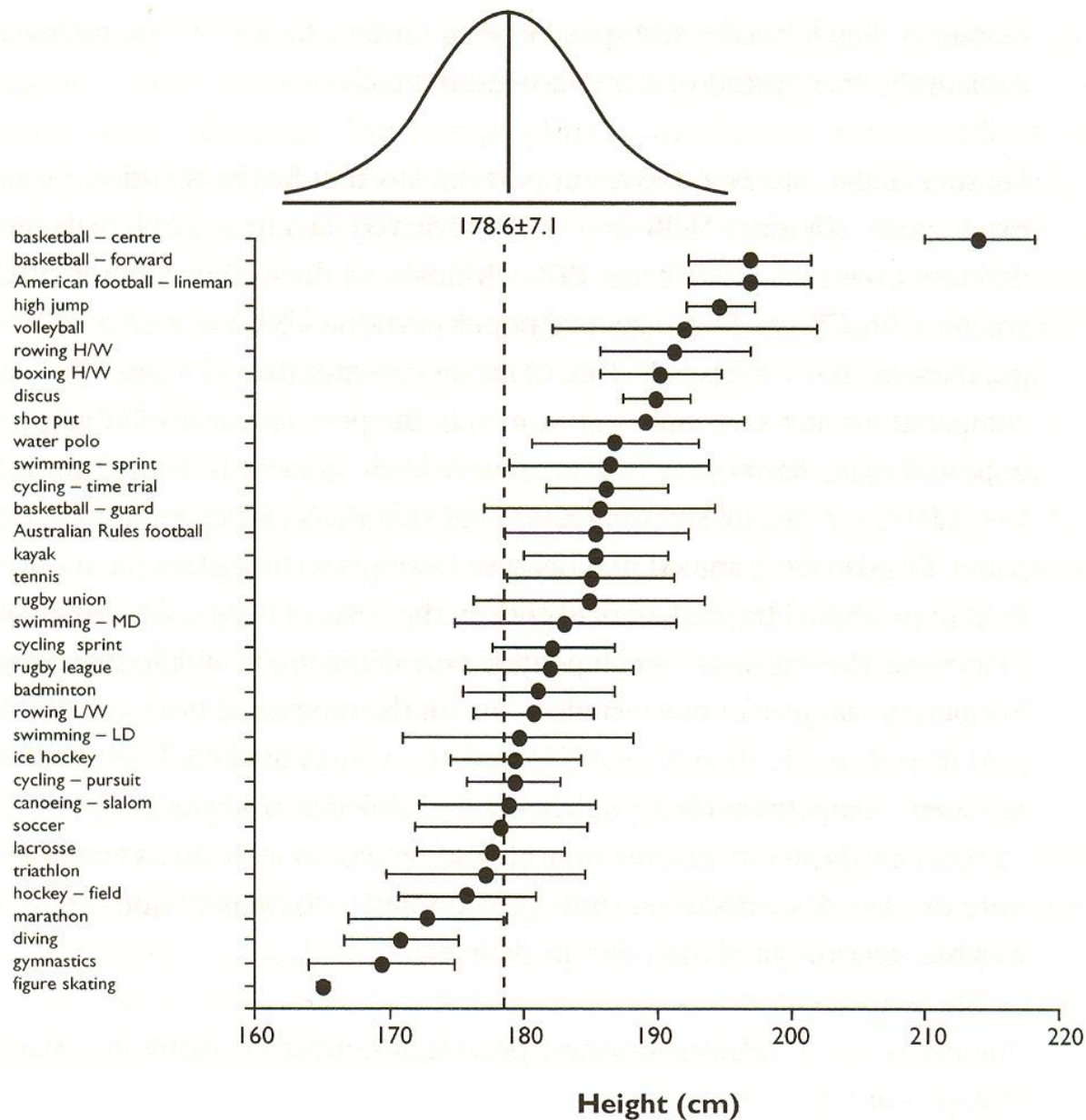


Figure 4 Plot of mean (\pm SD) heights for male athletes in different sports relative to a reference population of non-athletes.

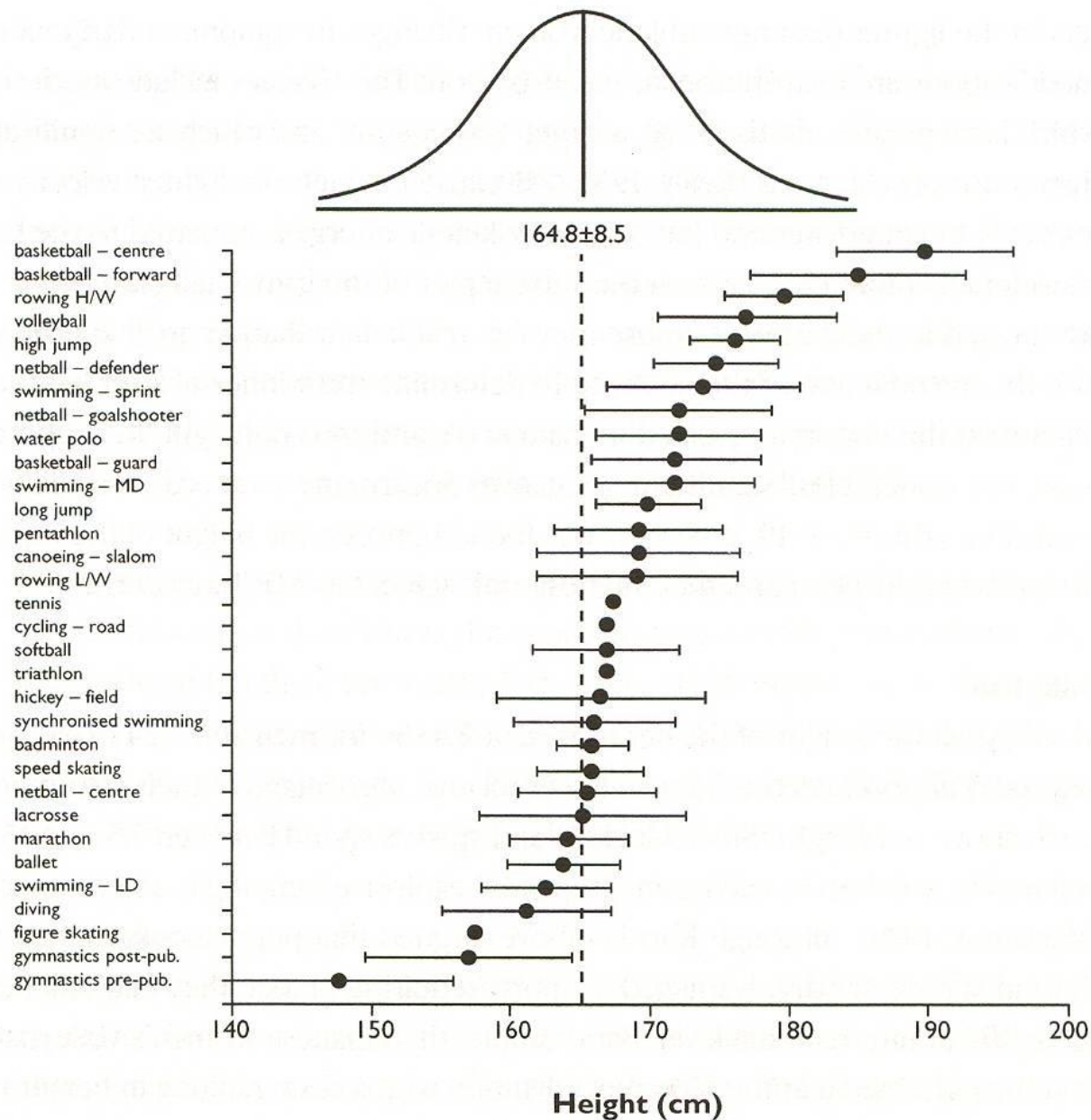


Figure 5 Plot of mean (\pm SD) heights for female athletes in different sports relative to a reference population of non-athletes.

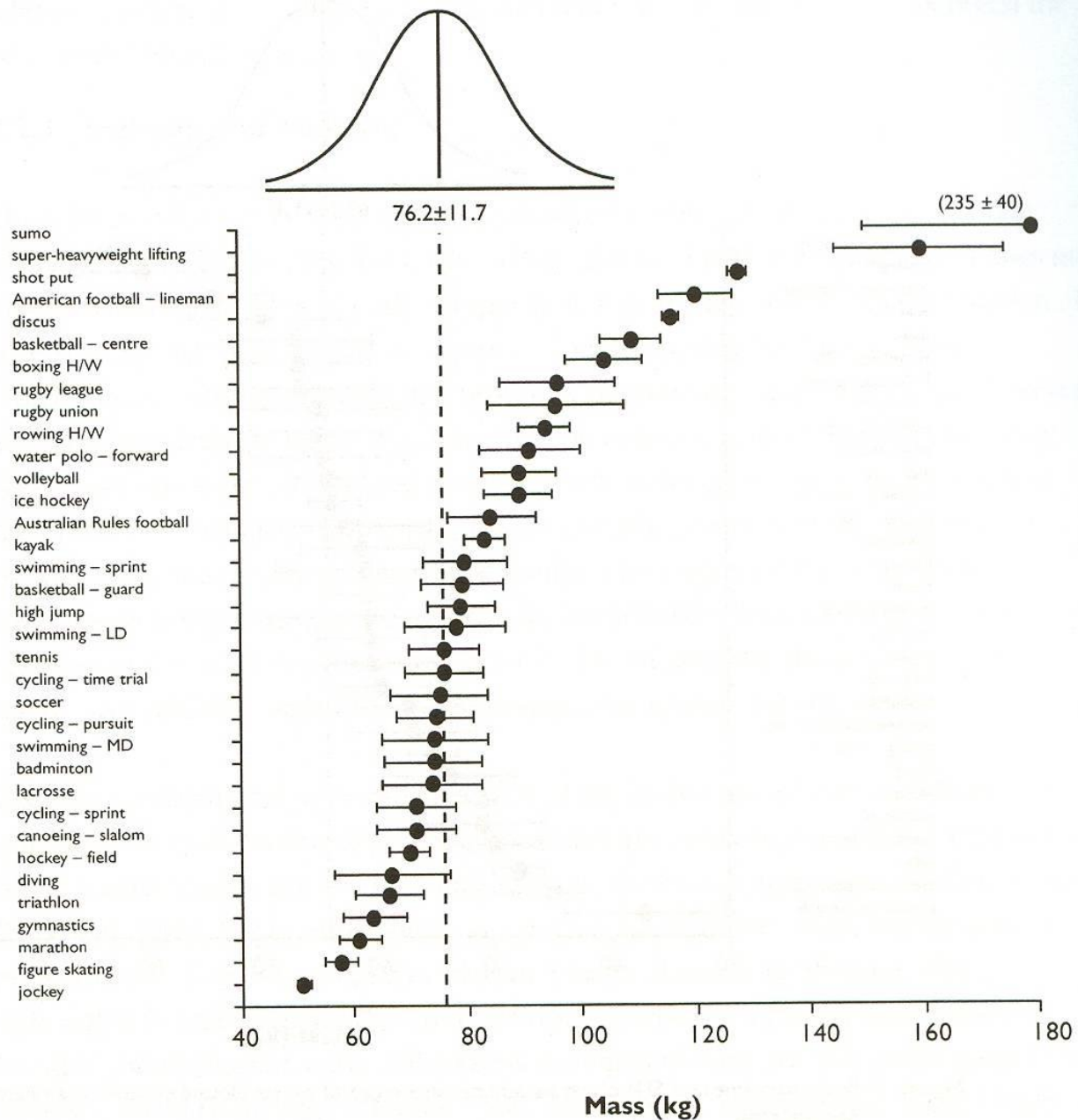


Figure 8 Body mass (mean ± SD) of male athletes in a range of sports plotted relative to a reference group of non-athletes.

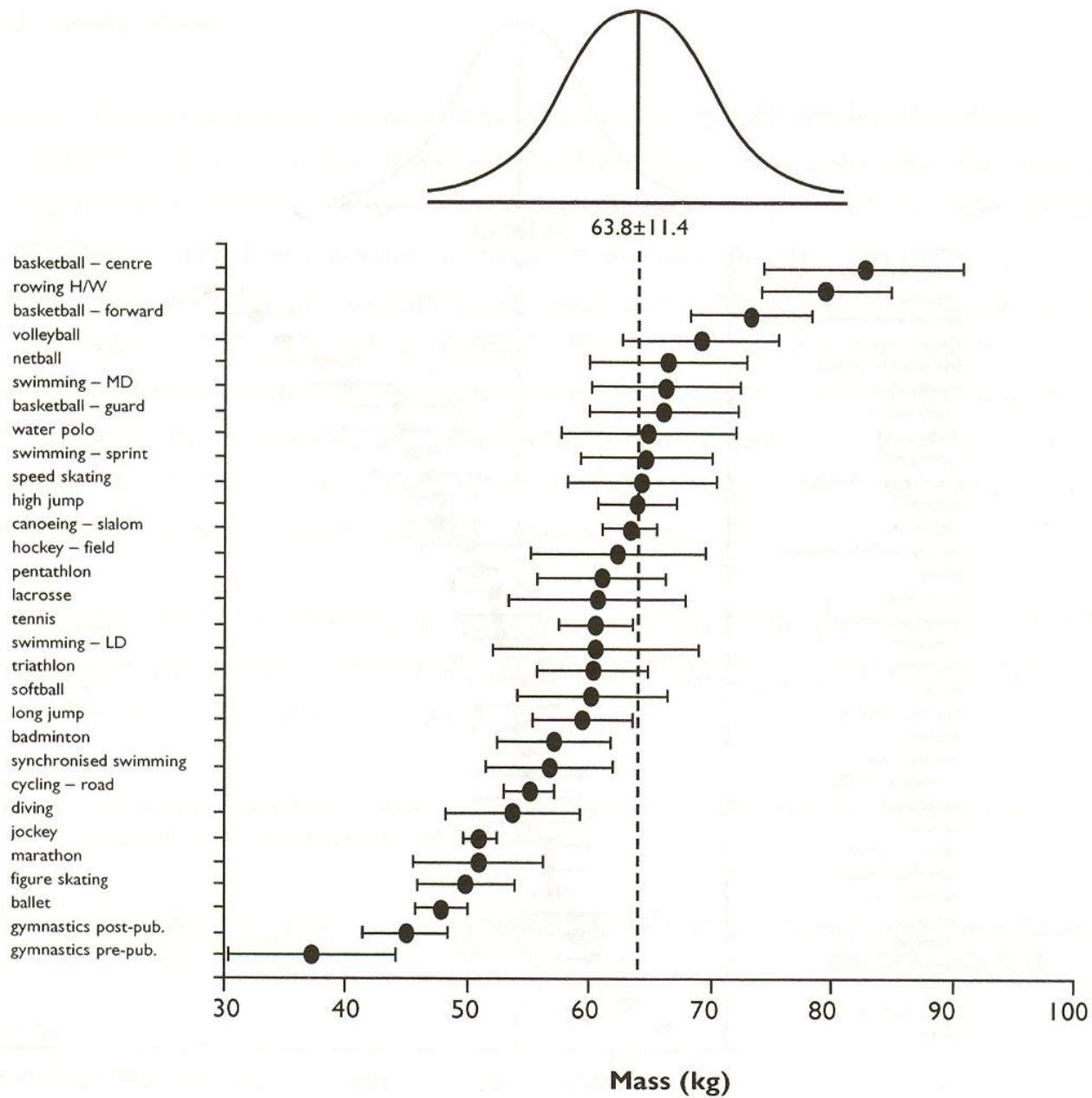


Figure 9 Body mass (mean \pm SD) of female athletes in a range of sports plotted relative to a reference group of non-athletes.

$\geq 18,5$ Endomorph

$18,5 - 24,9$

$24,9 - 29,9$

$29,9 - 34,9$

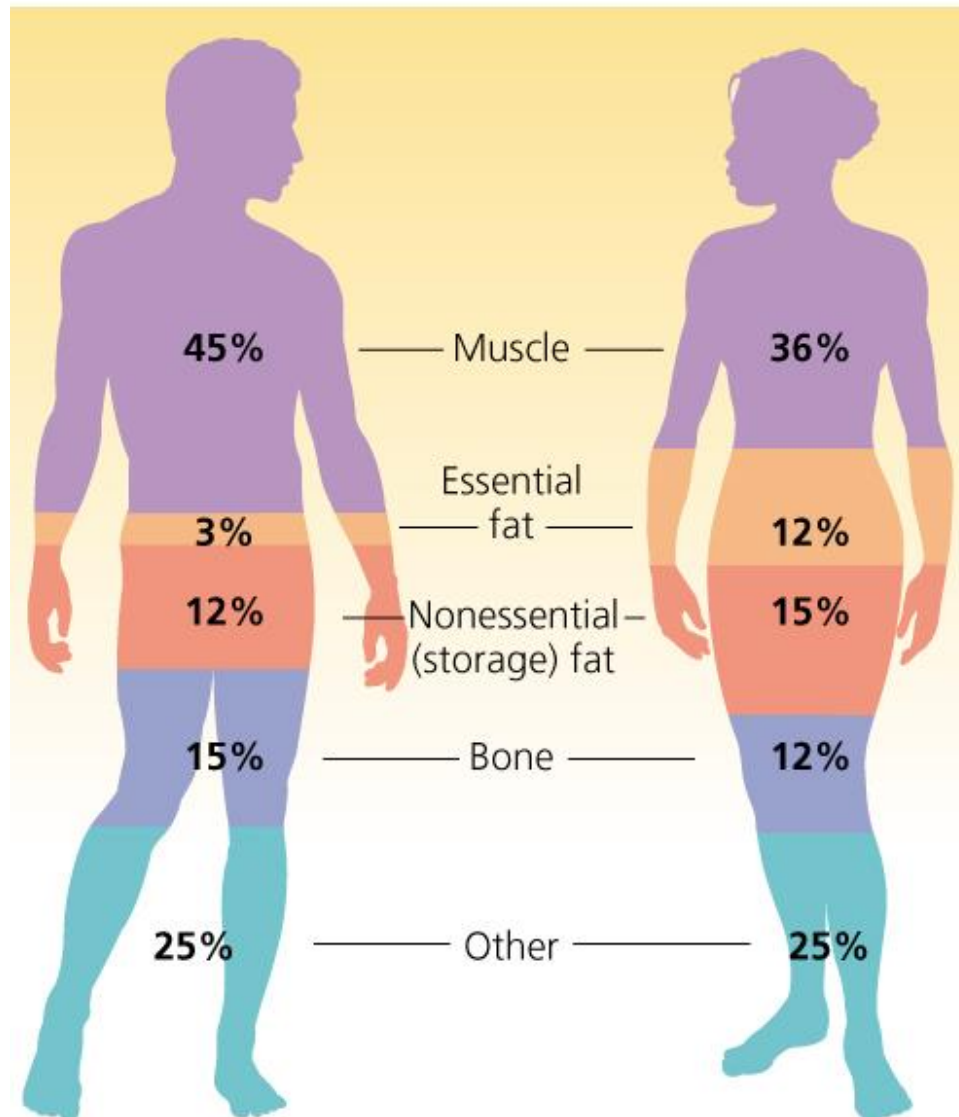
$\geq 30,0$

Table 8. BMI Values of Pro IFBB Bodybuilders that won Mr. Olympia

Year	Name	Height (cm)	Competition Weight (kg)	BMI	Height (feet)	Competition Weight (lbs)
1965 - 1966	Larry Scott	170	93	32.17	5 Ft. 7 in.	205
1967 - 1969	Sergio Oliva	175	109	35.59	5 Ft. 9 in.	240
1970 - 1975, 1980	Arnold Schwarzenegger	188	109	30.83	6 Ft. 2 in.	240
1976, 1981	Franco Columbu	165	84	30.85	5 Ft. 5 in.	185
1977	Frank Zane	175	82	26.77	5 Ft. 9 in.	180
1982	Chris Dickerson	176	86	30.47	5 Ft. 6 in.	190
1983	Samir Bannout	173	88	29.40	5 Ft. 8 in.	195
1984 - 1991	Lee Haney	180	111	34.25	5 Ft. 11 in.	245
1992 - 1997	Dorian Yates	178	122	38.50	5 Ft. 10 in.	268
1998 - 2005	Ronnie Coleman	180	138	42.59	5 Ft. 11 in.	305
2006 - 2007, 2009	Jay Cutler	175	124	40.48	5 Ft. 9 in.	274
2008	Dexter Jackson	166	106	37.55	5 Ft. 6 in.	233

Based on the values of body mass index (BMI) computed in table 8, the chart shown in figure 5 is obtained. This chart shows the evolution of BMI for the winner of Mr. Olympia competition from 1965 to 2009.

Složení těla

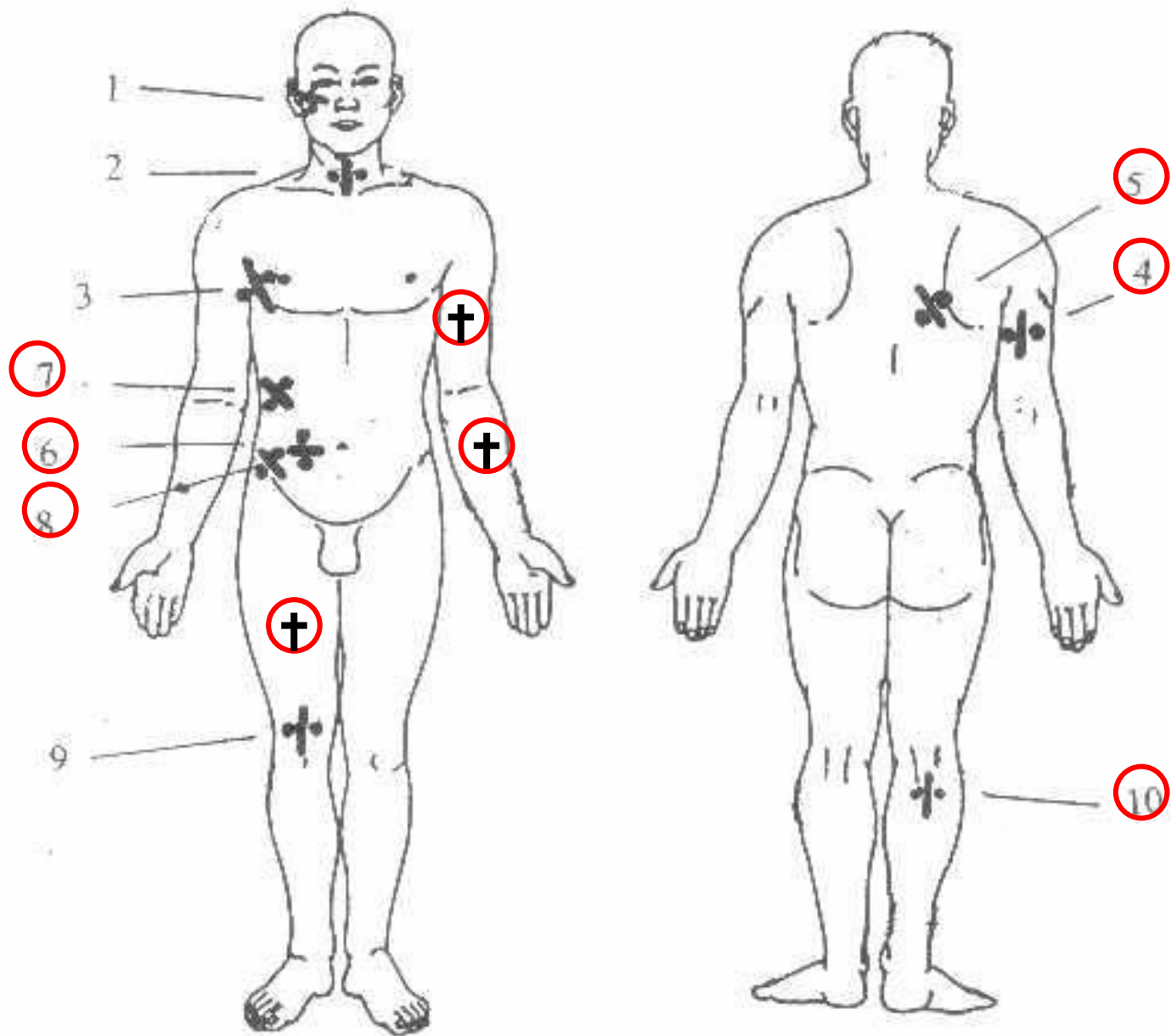


Bioelektrická impedance

- průchod velmi slabého střídavého (5 V, 25 kHz) elektrického proudu naším tělem
- proud volně prochází tekutinami ve svalové tkáni, při prostupu tukovou tkání se setkává s jejím odporem (bioelektrickou impedancí)
- tuková tkáň má velmi nízkou až nulovou vodivost – proč?
- ***Jiné metody?***

Měření kožních řas (dle Pařízkové)

- tvář
- podbradek
- hrudník I
- paže
- záda
- břicho
- hrudník II
- bok
- stehno
- lýtko



Standardní místa snímání tloušťky kožních řas pro stanovení relativní hmotnosti depotní tukové tkáně kaliperem.

Somatotyp

Vyjádření morfologické struktury jedince na základě vzájemného poměru tří složek.

SOMATOTYP

1) Endomorfní komponenta	charakterizuje stupeň tloušťky dle podkožního tuku
2) Mezomorfní komponenta	vyjadřuje stupeň rozvoje svalstva a kostry
3) Ektomorfní komponenta	určuje stupeň štíhlosti, křehkosti a relativní délky končetin

Stanovení somatotypu

- Somatotyp stanovujeme na základě specifických antropometrických měření.
 - Tělesná výška
 - Tělesná hmotnost
- **Šířky** (zápěstí, dolní epifýza femuru, kotník); **obvody** (paže volná, paže kontrakce, předloktí, stehno, lýtko)
- Tloušťka **kožních řas (Harpender, Best)**

Somatogram

- Somatotyp se generuje na základě třech čísel. První číslo označuje **endomorfni**, druhé **mezomorfni** a třetí **ektomorfni** komponentu
- stupnice pro každou komponentu je od nuly, přičemž hodnota komponentu do 2,5 se považuje za nízkou, od 3,0 do 5,0 za průměrnou, od 5,5 do 7,0 za vysokou a od 7,5 hovoříme již o krajním podílu dané komponenty.
- Trojčíslí se pak zanáší do sférického trojúhelníku, na jehož vrcholech jsou zaneseny krajní typy, uprostřed typy vyvážené a uvnitř pak střední typy.

Somatotypy dělíme:

1) podle dominance jednotlivých komponent (Štěpnička 1979)

vyrovnání endomorfové (vyrovnání mezomorfové, vyrovnání ektomorfové)	1 komponenta převládá, 2 a 3 vyrovnané
mezomorfní endomorf (ektomorfní endomorf, endomorfní mezomorf, atd.)	1 komponenta převládá, 2 je vyšší než 3
endomorf - mezomorf (endomorf - ektomorf, ektomorf - mezomorf)	1 komponenta pod 3, 2 a 3 vyrovnané
střední somatotypy	všechny komponenty mezi 3, 4

Kategorie A	nadání pro silové schopnosti
Kategorie B	nejvšestrannější nadání pro sport
Kategorie C	nejhorší předpoklady pro sportovní činnost
Kategorie D	nadání pro vytrvalost a obratnost
Kategorie E	malé nadání z důvodu nízké mezomorfní komponenty

SOMATOCHART

M

N

SDM

Subjects: _____

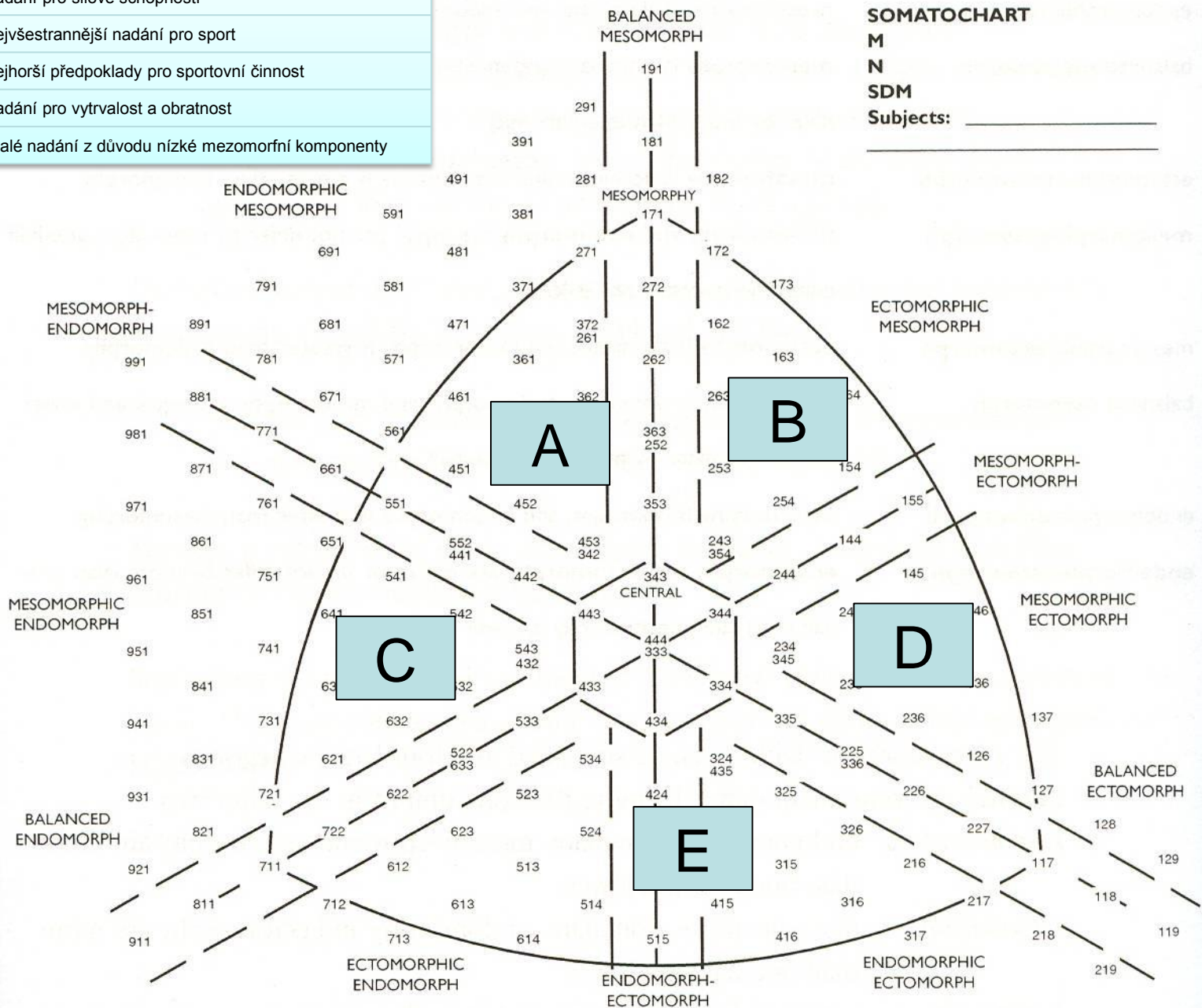


Figure 10 Somatotype categories labelled according to Carter and Heath (1990). Somatoplots falling within the same area are grouped by category.

Příklady některých výhodných tělesných dispozic

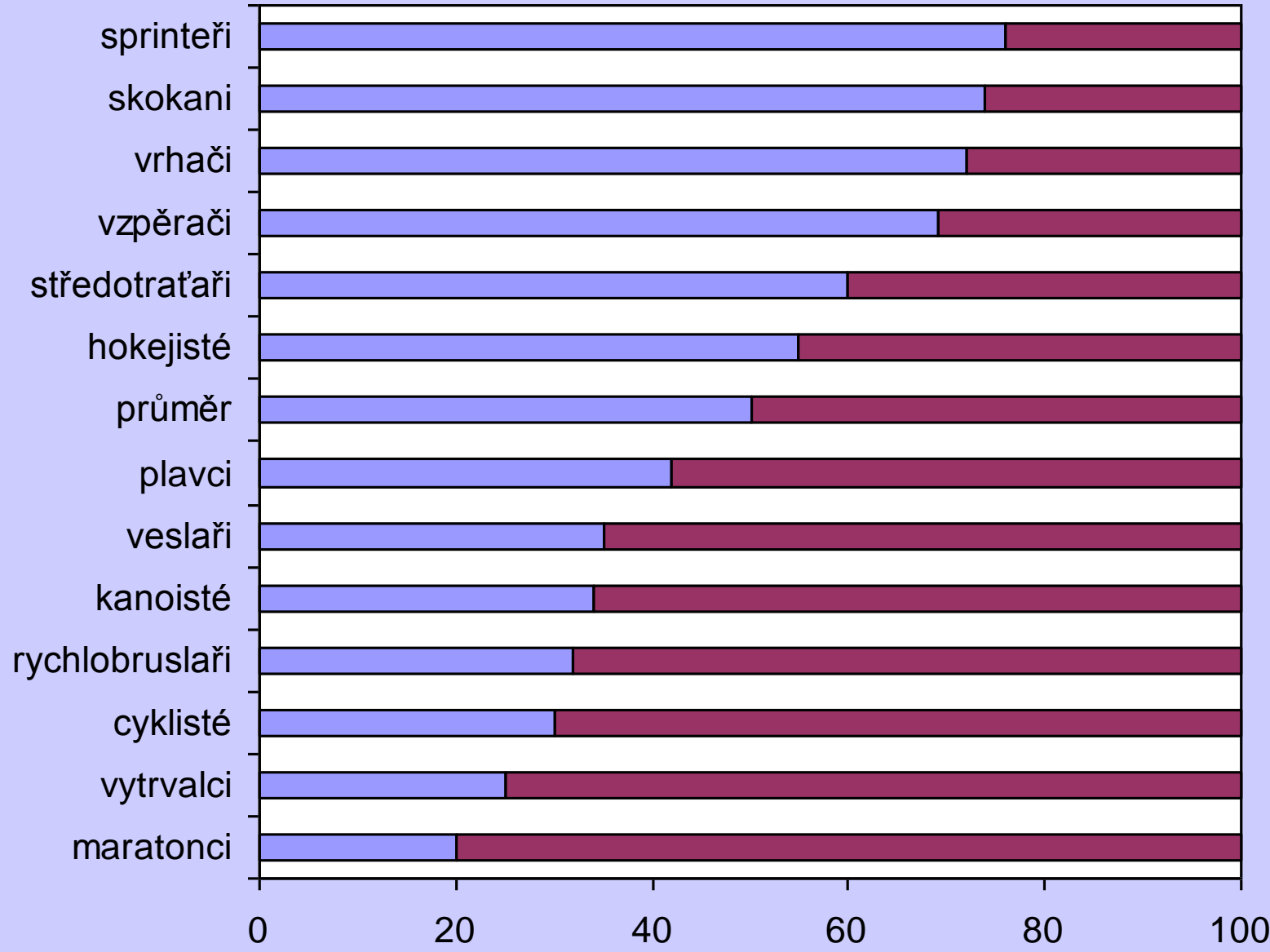
<i>Somatická dispozice</i>	<i>Sport, sportovní disciplína</i>
Vysocí	Basketbal, volejbal
Nízcí a štíhlí s nízkou hmotností	Obratnostní výkony s rychlými a přesnými vzájemnými pohyby různých tělesných segmentů - sportovní gymnastika, skoky na trampolíně, akrobacie
Delší paže, větší ruce a nohy	Plavání (delší a mohutnější záběr ve vodě), rychlostní veslování a pádlování
Štíhlí, s nižší hmotností (astenik, ektomorf)	Vytrvalostní výkony – pohyby celého těla v prostoru na větší vzdálenosti, zvláště do kopce apod. – silniční cyklistika, běh (střední a delší vzdálenosti), horská kola, cyklokros, chůze, plavání, lezci, horolezci, běh na lyžích
S větší svalovou složkou (atlet, mezomorf)	Silové výkony – hody, vrhy náčiní na maximální vzdálenost, rychlostní výkony (sprinty – běh, cyklistika, plavání)
Vyvážené dispozice s potřebnou svalovou hmotou a bez nadbytečné tukové zátěže, střední výšky (štíhlý atlet, mezo-ektomorf)	Asi většina sportovních výkonů a sportů – fotbal, házená, vodáctví, baseball, sjezdové lyžování
Nižší s mohutnější kosterní a svalovou složkou (atlet, mezomorf)	Zvedání těžkých břemen - vzpěrači
Robustní, s větší hmotností (kombinace atlet- pyknik, mezo-endomorf)	Sumo

Svalová vlákna

- 3 typy
- Odráží funkčně-metabolické charakteristiky motorických jednotek



rychlá vlákna pomalá vlákna



Podíl vláken (%)

Pomalé (červené) svalové vlákno (I)

Slow-Twitch (ST) Muscle Fibers

- ◆ Vysoká aerobní (oxidativní) kapacita a odolnost vůči únavě
- ◆ Nízká anaerobní (neoxidativní, glykolitická) kapacita a svalová síla
- ◆ Pomalá kontrakce (110 ms/svalový tah) a myozinová ATPáza
 - ◆ 10–180 vláken v motorické jednotce



Rychlé (červené) svalové vlákno (IIa)

Fast-Twitch (FT_a) Muscle Fibers

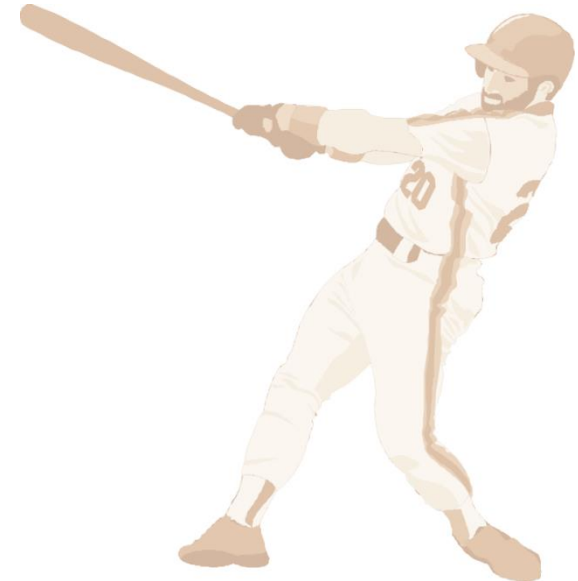
- ◆ Střední aerobní (oxidativní) kapacita a odolnost vůči únavě
- ◆ Vysoká anaerobní (neoxidativní, glykolitická) kapacita a svalová síla
 - ◆ Rychlá kontrakce (50 ms/svalový stah) a myozinová ATPáza
- ◆ 300–800 vláken v motorické jednotce



Rychlé (bíle) svalové vlákno (IIx/IIb)

Fast-Twitch (FT_b/FT_x) Muscle Fibers

- ◆ Nízká aerobní (oxidativní) kapacita a odolnost vůči únavě
- ◆ Vysoká anaerobní (neoxidativní, glycolytická) kapacita s svalová síla
 - ◆ Rychlá kontrakce (50 ms/svalový stah) and myosin ATPase
- ◆ 300–800 vláken v motorické jednotce



Základní vlastnosti sval. vláken (I, IIa, IIx)

Typ I
pomalé červené

Typ IIa
rychlé červené

Typ IIx
rychlé bílé

Rychlost kontrakce	pomalá	rychlá	rychlá
Síla kontrakce	nízká	střední	vysoká
Odolnost vůči únavě	vysoká	střední	nízká
Obsah glykogenu	nízký	vysoký	vysoký
Průměr	malý	střední	velký
Hustota mitochondrií	vysoká	vysoká	nízká
Hustota kapilár	vysoká	vysoká	nízká
Aktivita ATP-ázy	nízká	vysoká	vysoká
Glykolytická kapacita	nízká	vysoká	vysoká

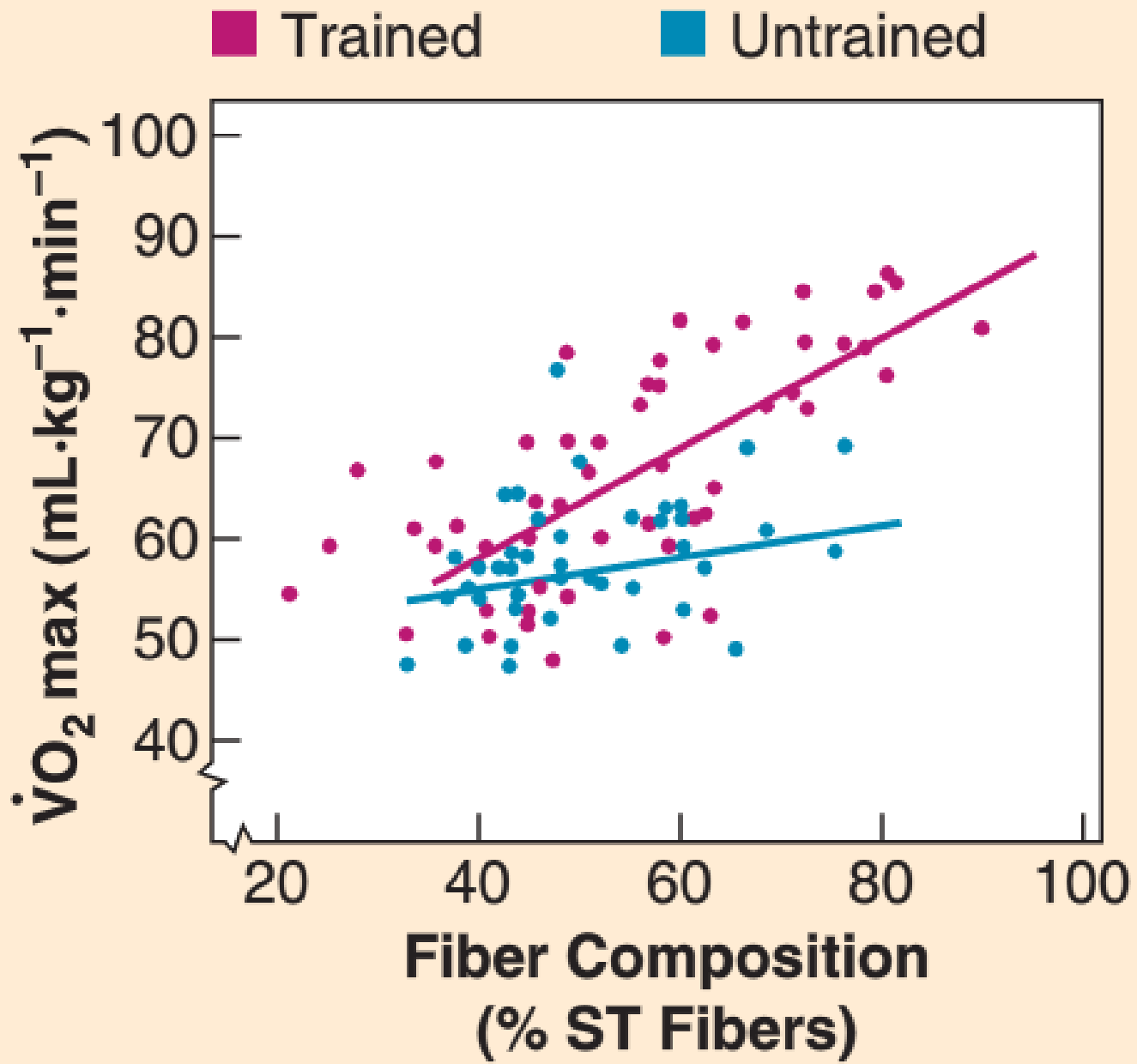
Vliv odlišného řízení pohybové aktivity (tréninku) na vlastnosti kosterního svalu

VYTRVALOST

RYCHLOST

SÍLA

Počet krevní kapilár	↑	?	?
Povrch mitochond. membrán	↑	↑	↓
Příčná aera sval. vláken	variabilní	↑	↑
Ca ²⁺ transportní kapacita	↓	?	?
ATP+CP	↑	↑	↑
Glykogen	↑	↑	↑
Triglyceridy	↑	↑	↑
Štěpení makroergních fosfátů	?	rychlejší	rychlejší
Glykolýza	↓	↑	↑
Oxidace sacharidů	↑	↑	↑
Oxidace volných MK	↑	?	?



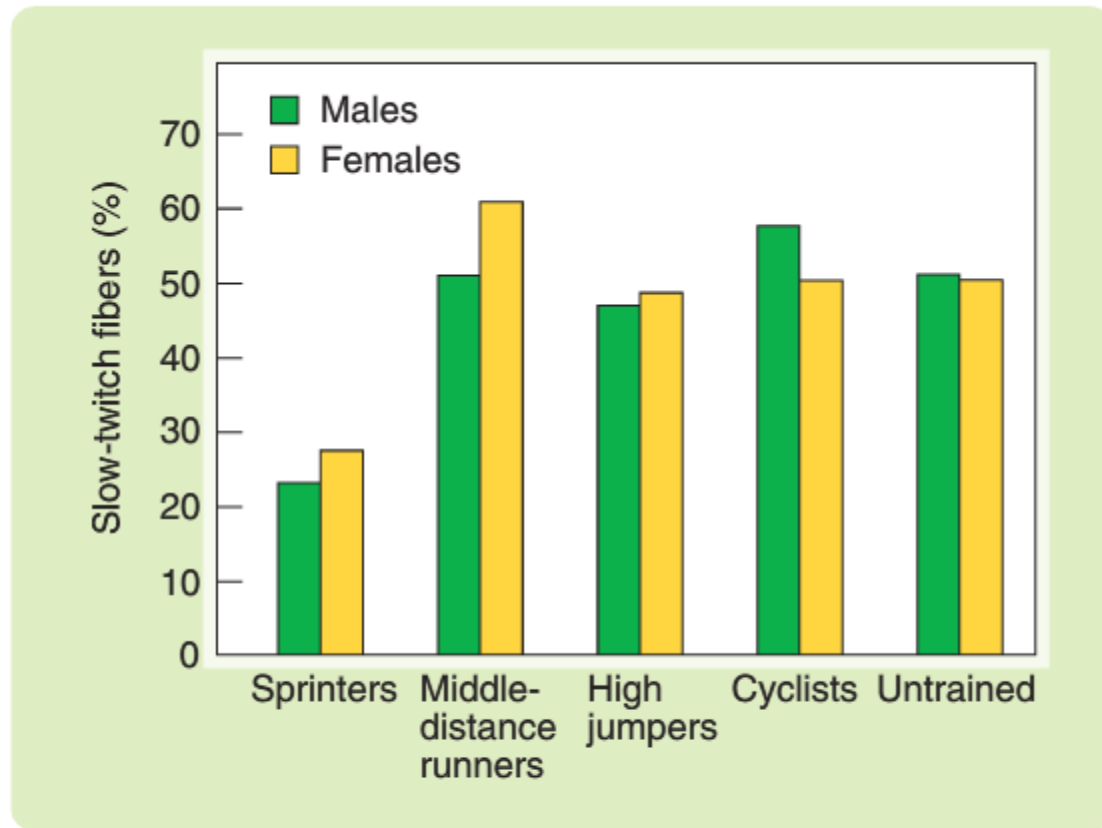


FIGURE 17.18 Fiber Type Distribution among Athletes.

Source: Data from Fox, E. L., R. W. Bowers, & M. L. Foss: *The Physiological Basis for Exercise and Sport*. Dubuque, IA: Brown & Benchmark, 94–135 (1993).

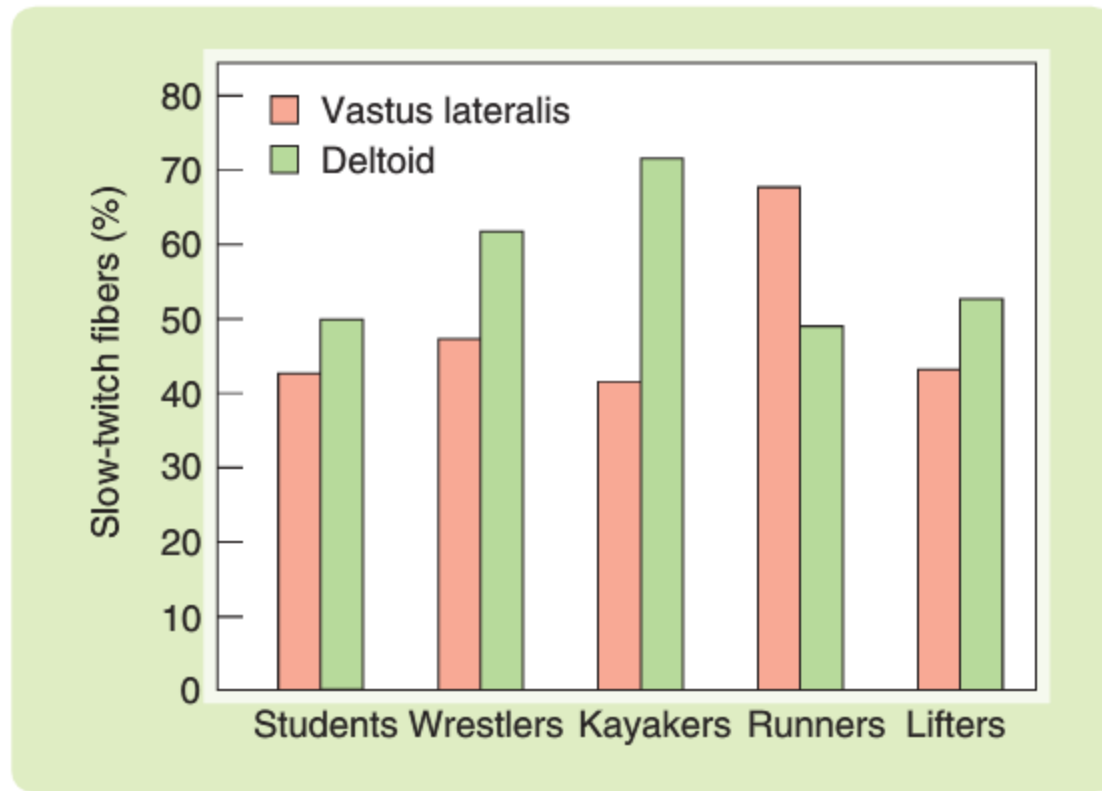


FIGURE 17.19 Fiber Type Distribution of Different Muscle Groups Among Athletes.

Source: Data from Tesch, P. A. & J. Karlsson: Muscle fiber types and size in trained and untrained muscles of elite athletes. *Journal of Applied Physiology*. 59:1716–1720 (1985).

FAKTORY SPORTOVNÍHO VÝKONU

PSYCHIKA

- motivace
- emoce
- adaptace

TECHNIKA

- specifické dovednosti
- pohybové dovednosti



TAKTIKA

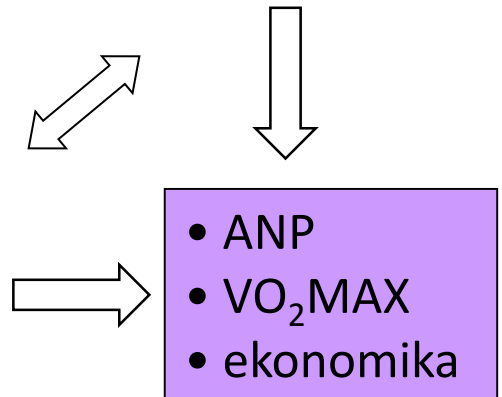
- analytické schopnosti
- taktické myšlení
- předvídavost

SOMATICKÉ FAKTORY

- somatotyp
- výška, hmotnost, %tuku
- svalová vlákna (I, IIa, IIx)

KONDIČNÍ

- rychlost (maximální, reakční...)
- síla (maximální, vytrvalostní...)
- vytrvalost (dlouhodobá, rychlostní ...)
- koordinace
- flexibilita



- ANP
- VO₂MAX
- ekonomika

METABOLICKÁ CHARAKTERISTIKA VÝKONU

TYP ZÁTĚŽE

- KONTINUÁLNÍ
- INTERVALOVÁ se střídáním intenzity zatížení

METABOLICKÁ CHARAKTERISTIKA VÝKONU

TRVÁNÍ VÝKONU

- TRVÁNÍ VÝKONU (např. 10s. , 1 hod. apod.)
- ZÁPASU (např. 3x 2min)
- UTKÁNÍ (např. 2x 45min)

METABOLICKÁ CHARAKTERISTIKA VÝKONU

INTENZITA ZATÍŽENÍ

- NÍZKÁ – hodiny (10-20 h)
- STŘEDNÍ – krátkého trvání – minuty (3-7min) 10-30/40min
– dlouhého trvání – minuty-hodiny (7min – 3h)
30/40-80/90min
90-360min
- SUBMAXIMÁLNÍ – desítky sekund (40-60s)
– minuty (1-3min) 2-10min
- MAXIMÁLNÍ (SUPRAMAXIMÁLNÍ) – sekundy (5-10s) 0-2min

METABOLICKÁ CHARAKTERISTIKA VÝKONU

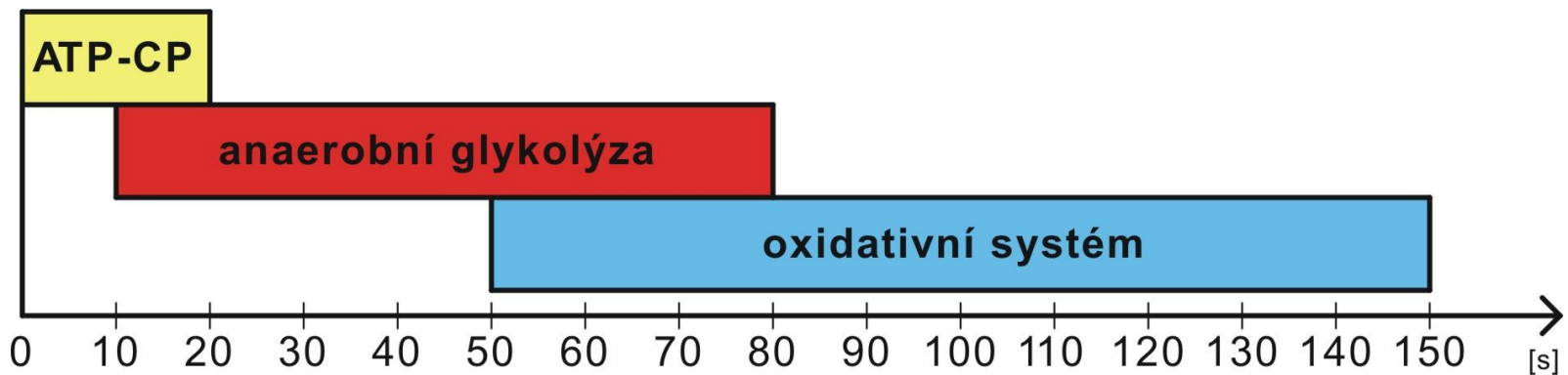
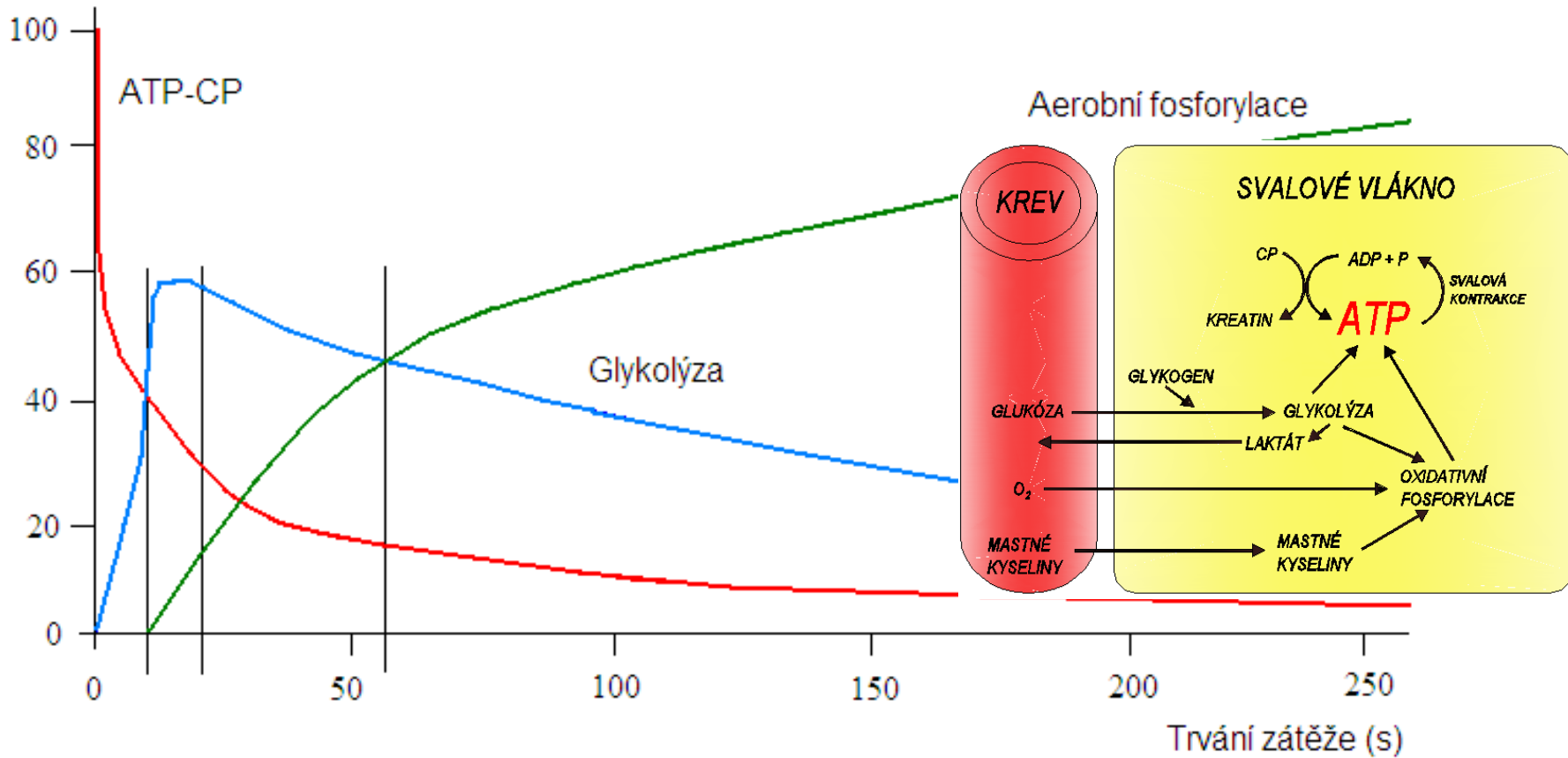
METABOLICKÉ KRYTÍ

- ATP-CP systém
- ANAEROBNÍ GLYKOLÝZA (glykolitická fosforylace)
- AEROBNÍ GLYKOLÝZA, OXIDATIVNÍ FOSFORYLACE

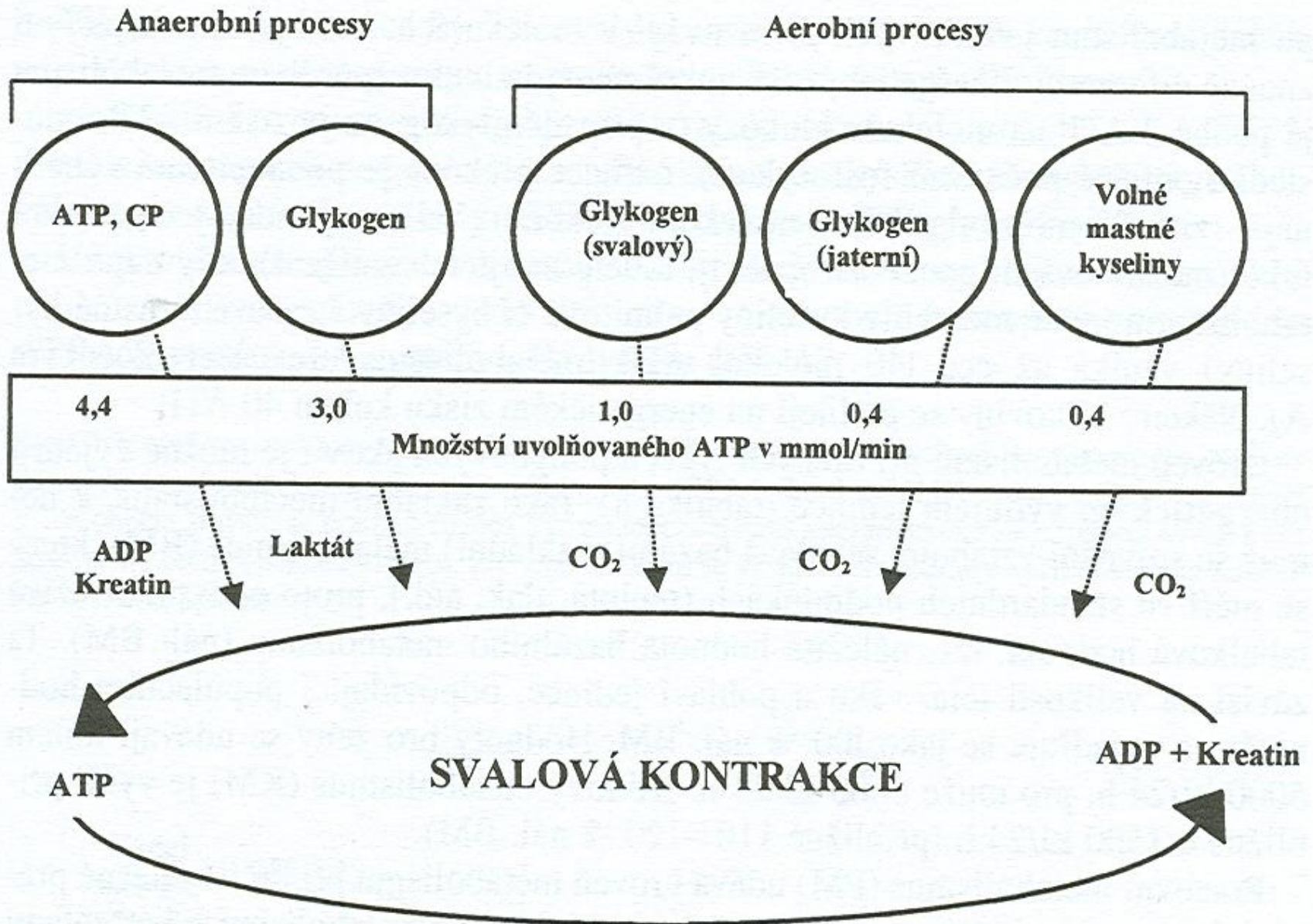
METABOLICKÁ CHARAKTERISTIKA VÝKONU

ZDROJE ENERGIE

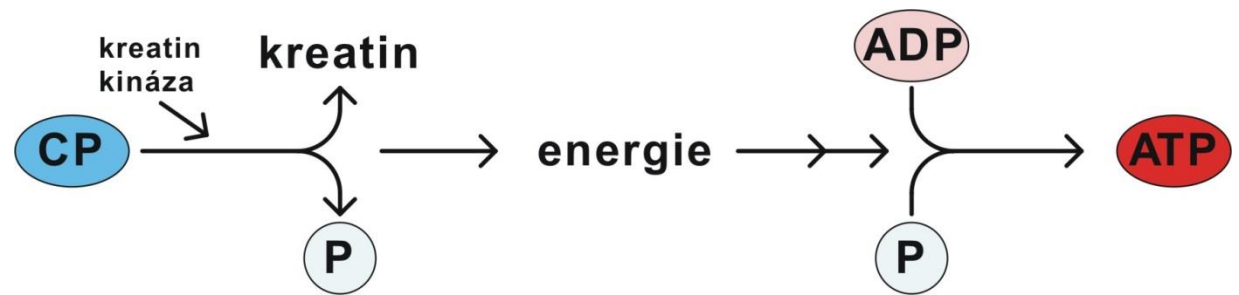
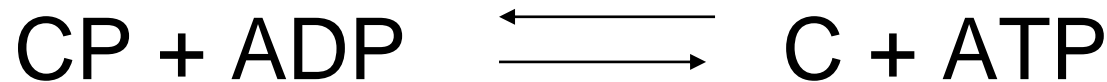
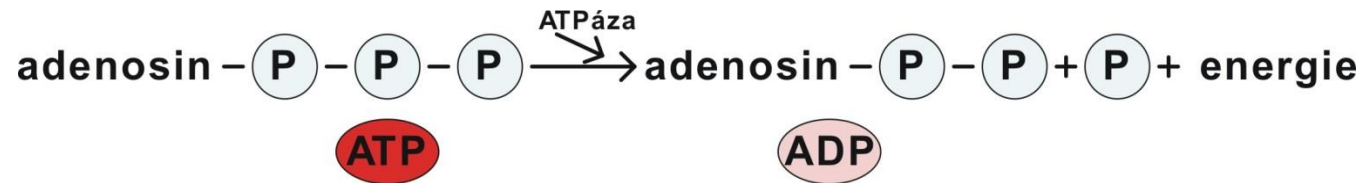
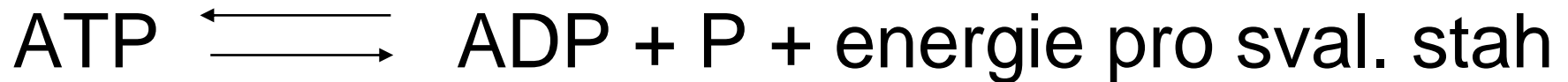
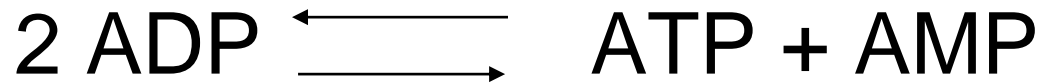
- ATP a CP
- GLYKOGEN (svalový, jaterní)
- VOLNÉ MASTNÉ KYSELINY



METABOLISMUS SVALU



Alaktátový neoxidativní způsob



Laktátový neoxidativní způsob (anaerobní glykolýza, glykolytická fosforylace)

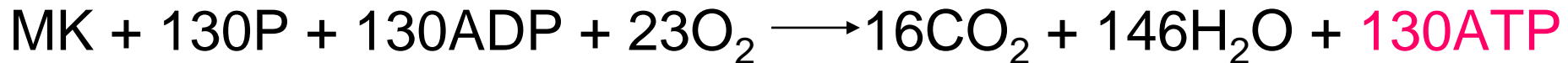
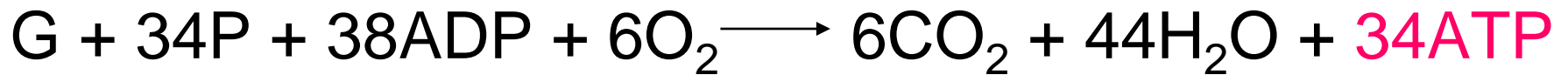


G....glykogen

- metabolická acidóza
- hladina LA v krvi

Oxidativní způsob (aerobní glykolýza, oxidativní fosforylace)

- nedochází k tvorbě laktátu



Využití energetických substrátů (g)

(INTENZITA, VÝKONNOST) (Peronnet et al., 1987)

	10 km		maratón	
	<i>rychle</i>	<i>pomalú</i>	<i>rychle</i>	<i>pomalú</i>
Čas	0:30:00	1:00:00	2:20:00	5:00:00
Krevní glukóza	9,7	13,4	120,5	218
Svalový glykogen	149	134	403	69
Jaterní glykogen	20	11	73,7	104
Mastné kyseliny	7	12	104	229
BCAA	0,7	0,9	15,7	48,5

Pásma energetické krytí

intenzita zatížení	trvání	převážné využití	tvorba	svalová vlákna
rychlostní (max.)				II B
rychlostně-vytr. (submaximální)	15 – 50 s	ATP, CP, anaerobní glykogenolýza a glykol.	maximální	II B a II A
krátkodobá				II B a II A
střední	do 10 min	aerobní glykolýza	střední a <	II A
dlouhodobá	nad 10	aerobní gl., později tuky	malá	I

Anaerobní alaktátové

Anaerobní laktátové

Aerobní alaktátové

	maximální	submaximální	střední - krátká	střední - dlouhá	nízká
trvání	sekundy	desítky sekund	minuty	desítky minut	hodiny
% nál. BM	20 000	10 000	5 000	1 000	500
energetické krytí	ATP-CP systém	anaerobní glykolýza, ATP-CP systém, (aerobní fosforylace)	aerobní fosforylace, (anaerobní glykolýza)	aerobní fosforylace glycidů, lipidů	aerobní fosforylace lipidů, glycidů
zdroje energie	ATP, CP	glykogen, ATP, CP	glykogen	glykogen, volné MK	volné MK, glykogen
energie (kdy)	sval	sval, krev	krev	krev, zásobárny	zásobárny, krev
energie aerobní	0-5%	10-30%	50%	60-90%	90-100%
energie anaerobní	100-95%	90-70%	50%	40-10%	10-0%

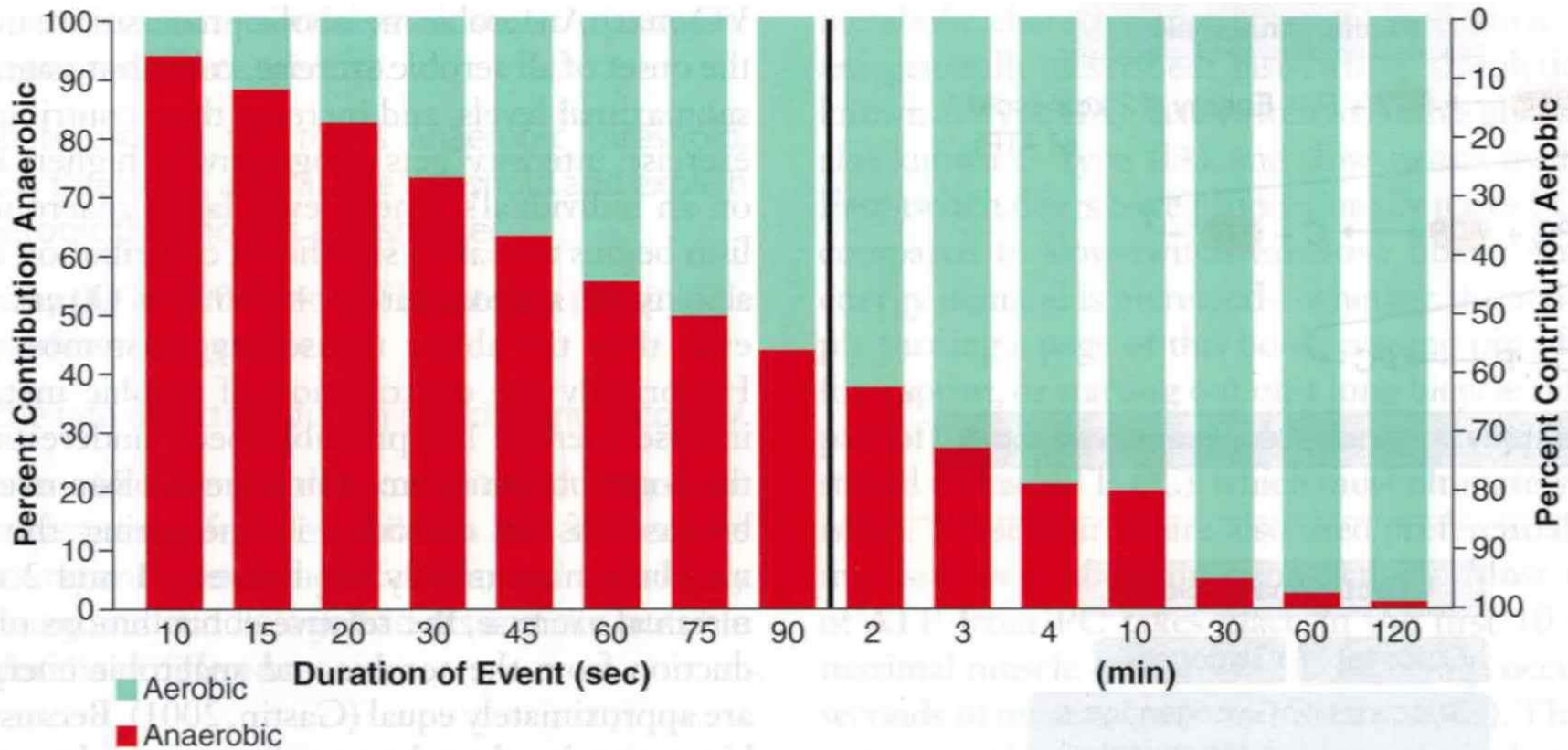


TABLE 2.5 Relative Degree of Fuel Utilization in Muscle for Various Types of Exercise

Fuel	Rest	Exercise Condition				
		Very high-intensity, very short-duration (<3 min), and static contractions	High-intensity (80–85% max), short-duration (<40 min)	High-intensity (70–80% max), moderate-duration (40–150 min)	Moderate-intensity (60–70% max), long-duration (>150 min)	Low-intensity (<50% max), long-duration (>150 min)
Muscle glycogen	Negligible	High	High	High	Moderate	Low
Liver glycogen/ blood glucose	Moderate	Negligible	High	High	Moderate	Moderate
Free fatty acid (FFA)	Moderate	Negligible	Low	Moderate	High	High
Amino acid	Low	Negligible	Negligible	Low	Low	Low

Sources: Based on Felig, P. & J. Wahren: Fuel homeostasis in exercise. *The New England Journal of Medicine*. 293(4):1078–1084 (1975); Pernow, B. & B. Saltin (eds.): *Muscle Metabolism During Exercise*. New York: Plenum (1971).

ENERGETICKÝ VÝDEJ

1 MET

**Odpovídá množství kyslíku, které
člověk spotřebuje v klidu
za 1 min/1 kg hmotnosti**

asi 3,5 ml/kg/min

Tréninková tepová frekvence

- VO_2 (% $VO_{2\max}$)

v *praxi?* ne pomocí metabolických nároků

ale zatížením krevního oběhu

srdeční frekvence

Jaká srdeční frekvence?

maximální tepová rezerva (MTR)

Proč?

SF (% SF max vs. %
MTR)

MTR

rozdíl mezi SF max a SF
v klidu

Absurdní hodnoty?

20 % SF max? -

$$\mathbf{MTR = SF_{max} - SF_{klid}}$$

Efektivní TTF - 60-85 % MTR

- Za dolní hranici zdravých osob se považuje práce mírné intenzity, která odpovídá zhruba 60 % MTR.
- Horní hranice doporučované intenzity tréninku je individuální, ani u dobře trénovaného rekreačního sportovce by **neměla přesáhnout 85 % VO₂ max nebo MTR.**

$$\text{SF}_{\text{cvičení}} = \text{SF}_k + 0,60 (\text{SF}_{\text{max}} - \text{SF}_k)$$

Jaká bude moje optimální tréninková SF?

- **220 – věk**

$$220 - 30 = 190$$

- nebo $208 - (0,7 \times \text{věk})$

SF klid 70

- $\text{SF}_{\text{cvičení}} = \text{SF}_{\text{k}} + 0,60 (\text{SF}_{\text{max}} - \text{SF}_{\text{k}})$

- $\text{SF}_{\text{cvičení}} = 70 + 0,60 (190 - 70) = \mathbf{142}$

- $\text{SF}_{\text{cvičení}} = 70 + 0,85 (190 - 70) = \mathbf{172}$

Jaká bude moje optimální tréninková SF?

- $220 - \text{věk}$

$$220 - 30 = 190$$

- $208 - (0,7 \cdot \text{věk})$

$$208 - (0,7 \times 30) = 187$$

- $\text{SF}_{\text{cvičení}} = \text{SF}_k + 0,60 (\text{SF}_{\text{max}} - \text{SF}_k)$

- $\text{SF}_{\text{cvičení}} = 40 + 0,60 (187 - 40) = \mathbf{128}$

- $\text{SF}_{\text{cvičení}} = 40 + 0,85 (187 - 40) = \mathbf{165}$

Reaktivní změny

Reaktivní změny

- Funkční charakteristika výkonu se liší dle jednotlivých sportovních disciplín a její intenzitě zatížení během výkonu.
- Intenzitu zatížení během sportovních výkonů lze vyjádřit různými fyziologickými parametry.
- **Zatížení oběhového systému** především vyjadřují hodnoty **srdeční frekvence, Q, Qs TK**
- **Reakci dýchacího systému** vyjadřuje **dechová frekvence** a další **parametry respiračního systému**.

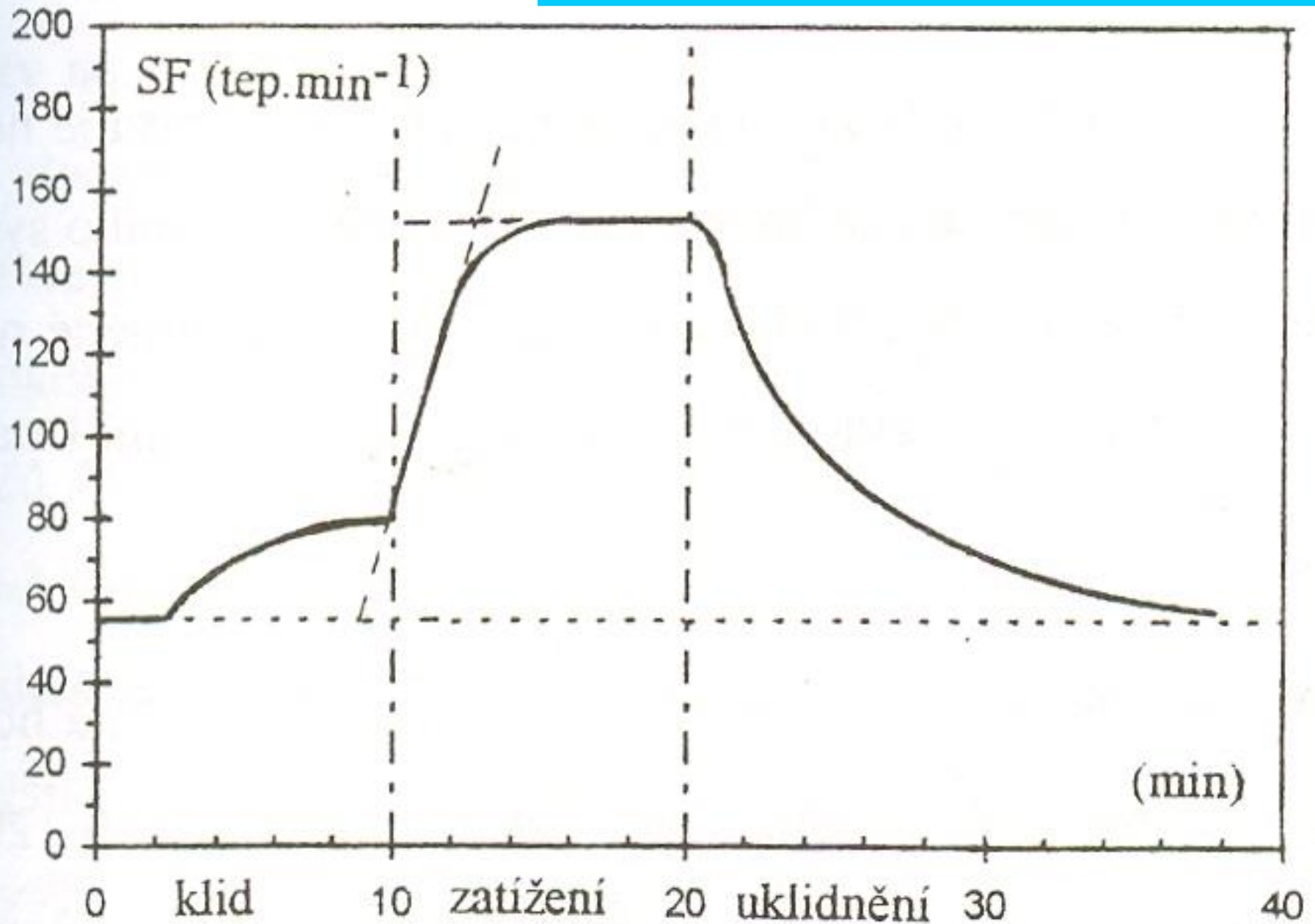
SF

- Na periférii hodnocená jako TF
- Dynamika změn před výkonem, během a po
- **Úvodní fáze** (startovní, předstartovní stavy)
– emoce? podmíněné reflexy?
- **Fáze průvodní** (iniciální fáze, homeostatická
– „steady state“)
- **Fáze následná** – zpočátku strmý návrat,
později pozvolnější (závislost na převaze
ANS, u vagotoniků návrat rychlejší).

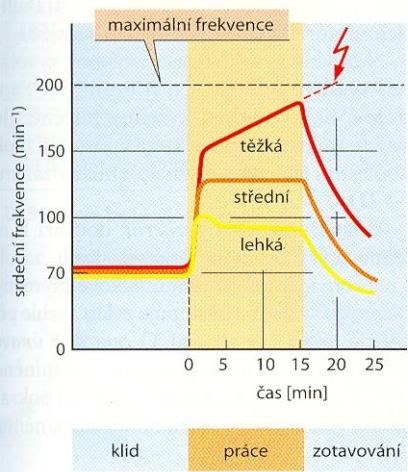
Změny SF při zatížení – 3 fáze

- úvodní (předstartovní zvýšení SF)
- průvodní (zvýšení SF při vlastní činnosti – strmost vzestupu je úměrná intenzitě zatížení, potom dochází k ustálení)
- následná (dochází k návratu SF k výchozím hodnotám)

Změny SF před, při a po zatížení



B. Srdeční frekvence při různě náročné tělesné práci



- Vagotonici (jedinci s nízkou klidovou SF)
- Normotonici (s běžnou klidovou SF)
- Sympatikotonici (klidová SF výrazně vyšší)

Tlak krve

- hlavním činitelem ovlivňující TK jsou činnost srdce a periferní odpor
- při zúžení cév (vasokonstrikci) se periferní odpor a tedy i TK zvýší a naopak, při rozšíření cév (vasodilataci) se oba ukazatele sníží

TK při tělesném zatížení

obecně

- se stoupající velikostí sportovního srdce **stoupá při zatížení systolický tlak** při určité SF
- **diastolický tlak zůstává nezměněný nebo dokonce i mírně klesá**

	sTK	dTK
Krátkodobé zatížení max. intenzity	150-190	80-110
Zatížení submaximální intenzity	180-240	40-100
Dlouhodobé zatížení střední intenzity	130-170	80
Statické krátkodobé zatížení	140-160	80-100

MINUTOVÝ OBJEM SRDCE

Q CARDIAC OUTPUT

- je množství krve, které srdce vyvrhne do krevního oběhu za minutu
- závisí od množství krve vyvrhnutého při jedné kontrakci (**systolický objem/stroke volume – Q_s**) a **počtu srdečních kontrakcí za minutu – SF**.

- potřeba prokrvení v klidu vyžaduje minutový objem asi 5 litrů
- **u trénovaných je Q_S vyšší**
- Stoupá (nejprve pomalu), z klidových 60-80 ml na 120-180 ml
- Maxima dosahuje při SF 110-120 (35-40 % VO_{2max}), pak zůstává konstantní

- **$Q = Q_S * SF$**

	Q_S [ml]	SF [tepů*min ⁻¹]	Q [ml]
netrénovaný	70	70	4 900
trénovaný	100	50	5 000

V KLIDU	SF [1/min]		Q_S [ml]	=	Q [l]
netrénovaný muž	72	x	70	=	5
netrénovaná žena	75	x	60	=	4,5
trénovaný muž	50	x	100	=	5
trénovaná žena	55	x	80	=	4,5
MAX. ZÁTEŽ	SF [1/min]		Q_S [ml]	=	Q [l]
netrénovaný muž	200	x	110	=	22
netrénovaná žena	200	x	90	=	18
trénovaný muž	190	x	180	=	34
trénovaná žena	190	x	125	=	24

Základní pojmy

- Dechová frekvence (DF)
- Dechový objem (DO)
- Minutová ventilace (MV)
- Vitální kapacita (VC)



DECHOVÁ FREKVENCE (DF)

- 12-18 v klidu
- Při stupňovaném zatížení se zvyšuje (individuální – ekonomika dýchání)
- 20-30 dechů/min – 30-40 dechů/min – 40-60 dechů/min
- Zvýšení dechové frekvence může vést ke snížení dechového objemu a minut.ventilace
- **u zátěže cyklického charakteru může být vázána na pohyb**

DECHOVÝ OBJEM (VT)

- Se stoupající intenzitou roste
- Závislý na DF
- v klidu asi 0.5 l, střední výkon asi 1-2 l (30%VC), těžká práce asi 2-3 l (50%VC, u trénovaných až 60-70%VC)
- Bývá vyjadřován podílem na **vitální kapacitě (VC) = statický ukazatel max. hodnoty měřený v klidových podmínkách (3-5 l)**
- VC - ovlivnitelná předchozí zátěží: při mírné (rozdýchání) se může ↑, při střední se nemění, při vysoké pro únavu dýchacích svalů může i klesnout na 60% výchozí hodnoty

MINUTOVÁ VENTILACE (V)

- $V = V_T \times DF$
- Závislá na intenzitě práce
- Reaguje na potřeby dodávky kyslíku ale i na potřebě vyloučit CO₂
- **Hyperventilace - zvýšený pCO₂**
(dráždění chemoreceptorů dýchacího centra) – meziprodukt oxidace v Krebsově cyklu + neutralizace vznikající acidózy

Ventilační ekvivalent kyslíku (VEO₂)

- Ukazatel skutečného využití kyslíku z dané ventilace
- = **množství vzduchu potřebného pro spotřebu 1 l O₂**; podíl z V a VO₂
- Max. zatížení 28 l (33 l u žen) na 1 l O₂
 - Čím nižší hodnota, tím lepší stupeň využití kyslíku

Čím více O₂ dopraveno k pracujícím svalům, tím větší aerobní produkce energie (větší rychlost běhu, pozdější přechod na anaerobní krytí, déle trvající zátěž)

AP (aerobní práh)

- maximální intenzita při které přestává „výhradní“ aerobní krytí
- intenzita od které se začíná zapojovat anaerobní krytí a tak vzniká laktát
- hladina laktátu (2 mmol/l krve)

AnP (anaerobní práh)

- maximální intenzita při které začíná převládat anaerobní krytí
- intenzita při které dochází k narušení dynamické rovnováhy mezi tvorbou a metabolizací laktátu
- hladina laktátu (4 mmol/l krve) a začíná se zvyšovat. Kolem 8 mmol/l krve nemožnost pokračovat (trénování až 30 mmol).

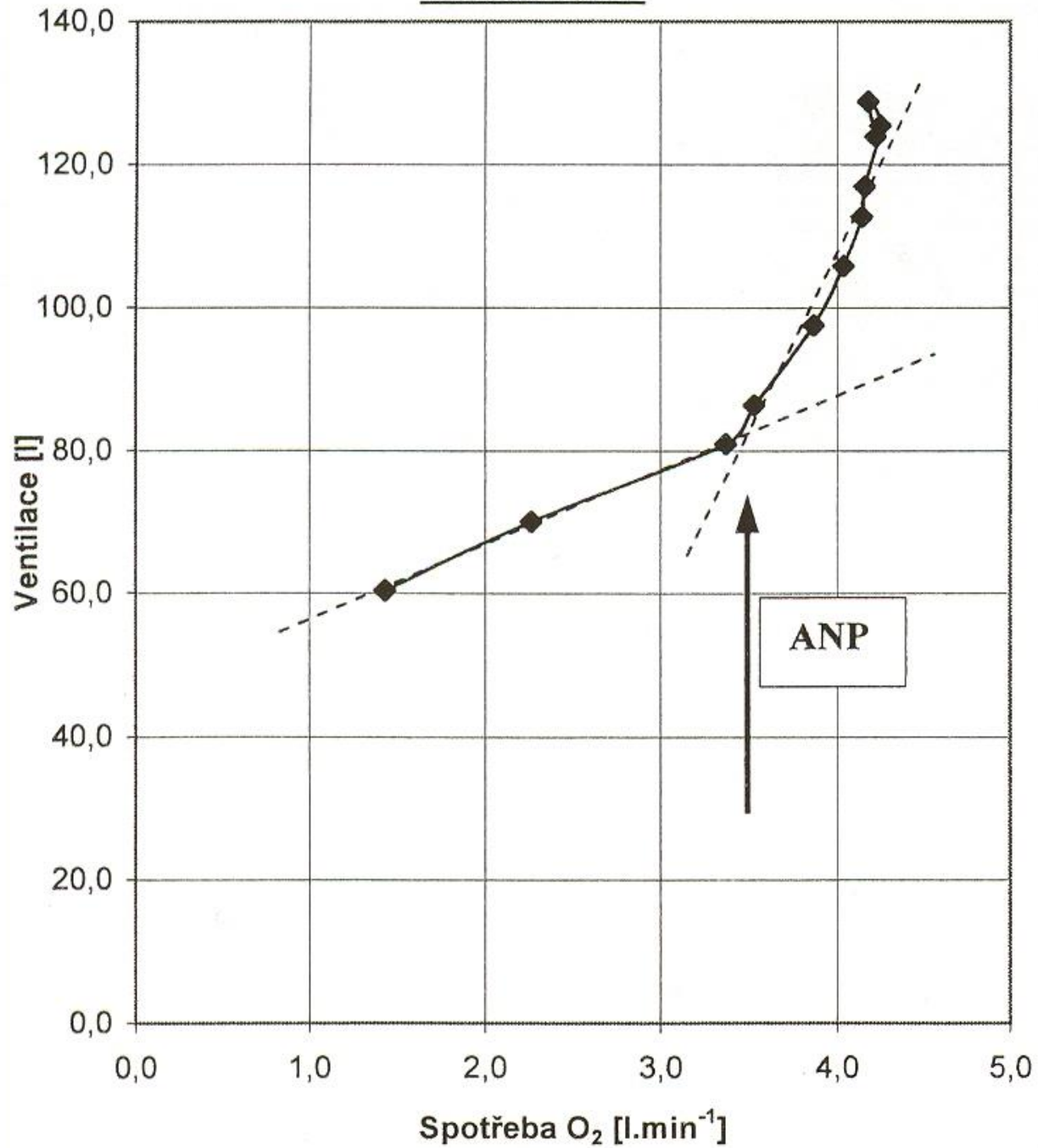
Anaerobní práh

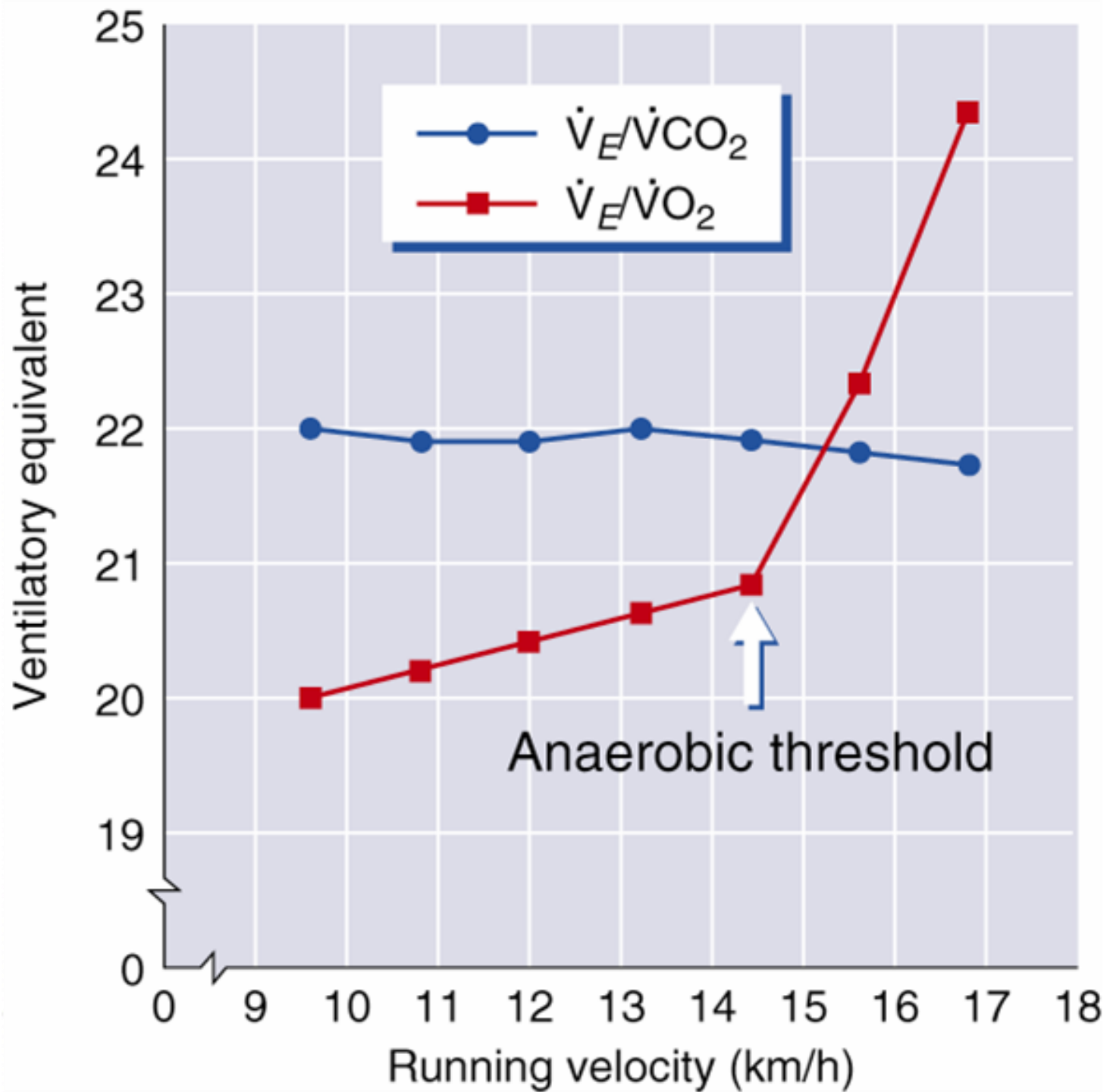
- ukazatel aerobních schopností
- je předěl mezi převážně oxidativním (aerobním) a převážně neoxidativním (anaerobním) krytím energetických nároků
- je to určitý časový úsek v průběhu stupňovaného zatížení, kdy začne prudce narůstat podíl neoxidativní úhrady energie spolu s kumulací krevního laktátu

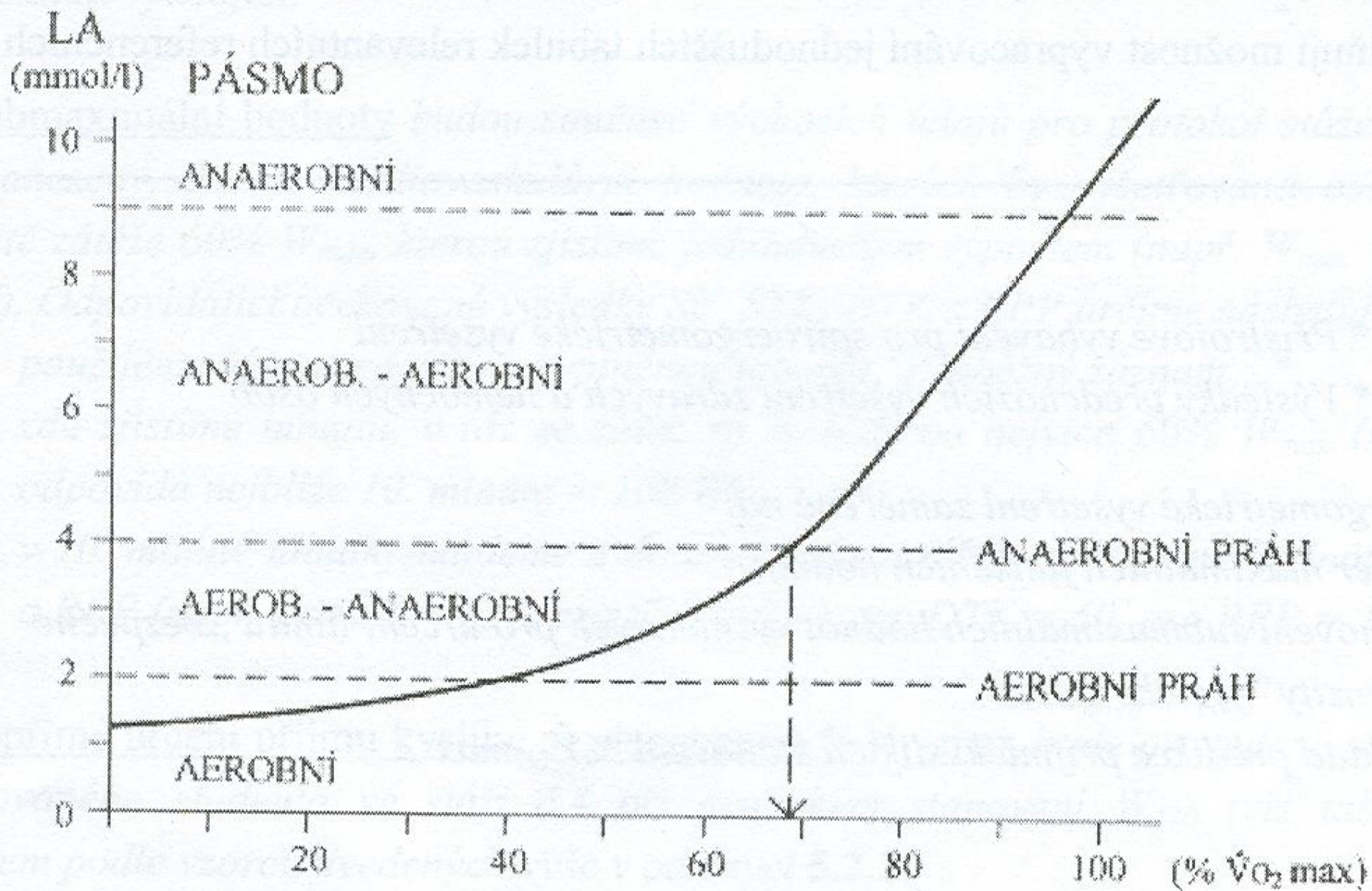
Stanovení ANP na základě ventilačních parametrů

- 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 trvající 1 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

Ventilační ANP







Testem mluvení (test du parler - Croteau a kol.)

- lze přibližně odhadnout a stanovit intenzitu blížící se anaerobnímu prahu: Zátěžová zvyšující se ventilace začne bránit schopnosti souvislého hovoru. Taková intenzita zátěže by se snad mohla nazvat „práh mluvení“.

BORGOVA ŠKÁLA SUBJEKTIVNÍHO VNÍMÁNÍ INTEZITY ZÁTĚŽE - RPE (rating of perceived exertion)

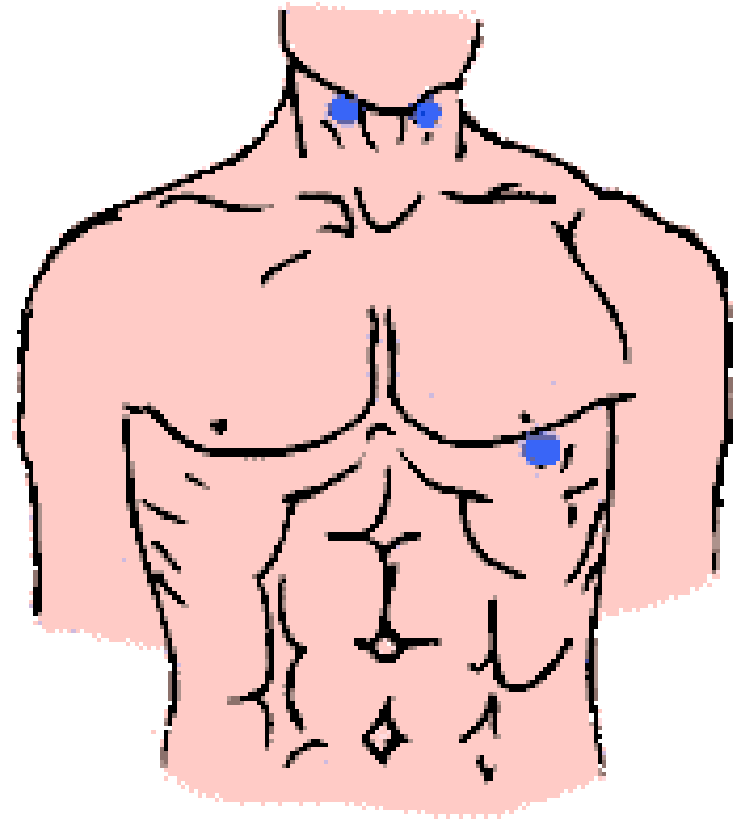
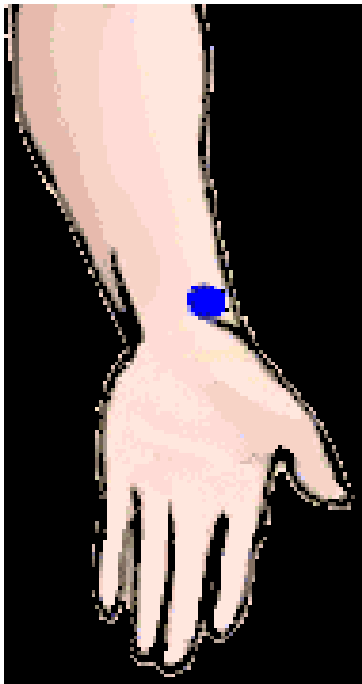
6		14	
7	velmi, velmi lehká	15	namáhavá
8		16	
9	velmi lehká	17	velmi namáhavá
10		18	
11	lehká	19	
12		20	velmi, velmi namáhavá
13	poněkud namáhavá		

Srdeční frekvenci můžeme zjišťovat těmito způsoby:

- auskultací (poslechem) na hrotě srdce
- z křivky EKG záznamu (vzdálenost R-R)
- palpací (hmatáním) pulzu
- přístroji založenými na fotometrickém, piezoelektrickém nebo elektrickém principu

Palpační metoda

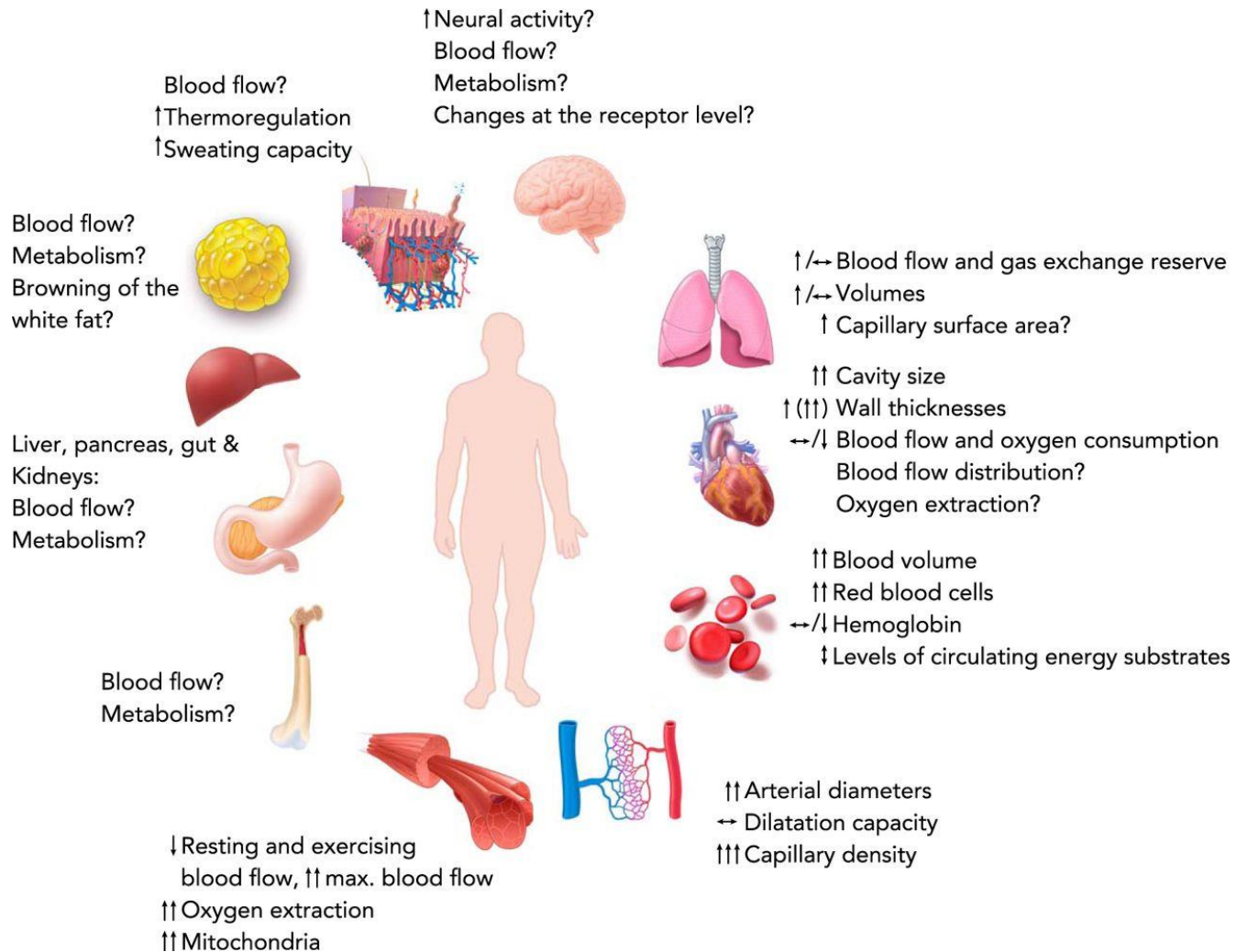
- Tep se nejčastěji zjišťuje v místech, kde tepny procházejí blízko kožního povrchu, například na tepně vřetení na zápěstí, na krkavici ad.



- průměrná klidová frekvence člověka je 72 tepů za minutu
- v dětském věku je vyšší
- tepová frekvence se zvyšuje při horečce, při práci a při rozčílení
- při námaze se tepová frekvence zvýší dvojnásobně, do dvou až tří minut dosáhne opět původní klidové hodnoty
- u sportovců se po skončení zátěže vrací tepová frekvence na výchozí hodnotu rychleji

Adaptace

Long-term adaptations of human organs to repeated exposures of mainly endurance exercise
illustrated are the long-term adaptations of human organs to repeated exposures to mainly endurance-type physical exercise, which are discussed in the text in detail org...



Adaptace

- obecný biologický děj, který je vyvolaný pouze **dlouhodobým (týdny, měsíce)** **kontinuálním** nebo **přerušovaným** podnětem (tréninkem).
- Tyto biologicky výhodné změny vedou k **zachování homeostázy** za různých vnějších podmínek.
- Fyziologické adaptace **umožňují** v rámci daných genetických předpokladů **reagovat optimálně** a do jisté míry specificky na podnět.

Specifické adaptace

- **vypovídají o dlouhodobých změnách**, ke kterým v organismu dochází vlivem dlouhodobého tréninku v dané disciplíně.
- Mezi nejběžnější **adaptace na vytrvalostní trénink** patří např. excentrická hypertrofie srdce (hmotnost srdce u netrénovaného jedince je okolo 310g u trénovaného vytrvalce až 550g), vaskularizace svalových vláken, srdeční bradykardie.
- Typickou **adaptací na rychlostně-silový trénink** je hypertrofie rychlých svalových vláken.
- Strukturální změny/funkční změny

Proč se moje hmotnost po měsíci cvičení nezmění?

Aerobic exercise effects

- ↑ Muscle tissue
- ↑ Blood volume
- ↑ Muscle glycogen
- ↑ Body water
- ↓ Body fat

130



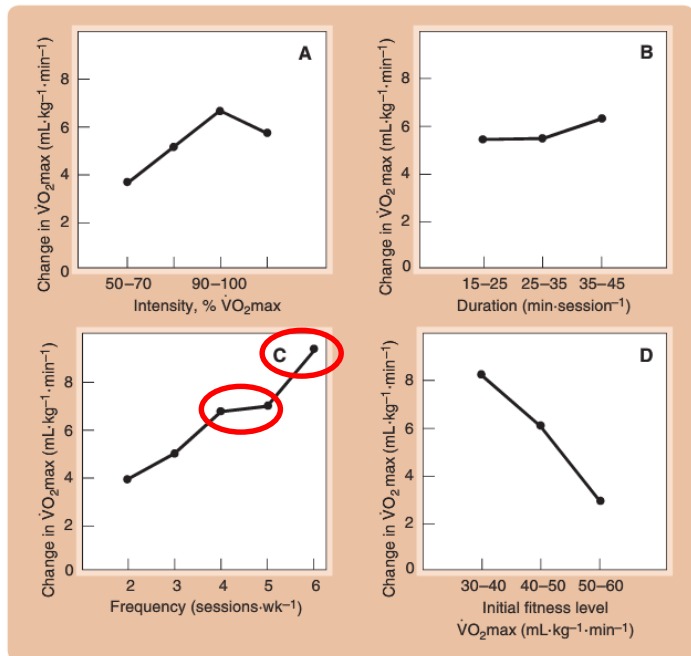
Start exercise program

130

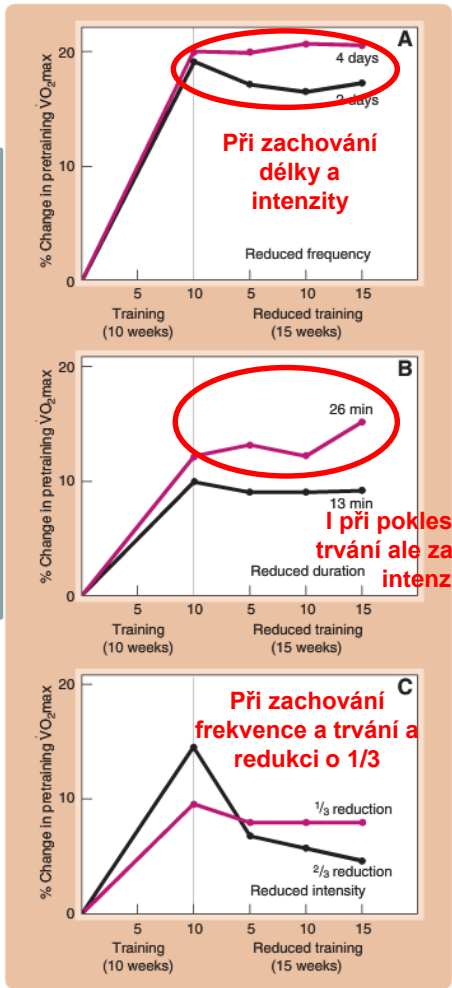


One month later

PA a (des)adaptační změny VO2max



10 týdnů tréninku (40 min/den, 6 x týdně) a následně redukce **frekvence/trvání/intenzity** ?

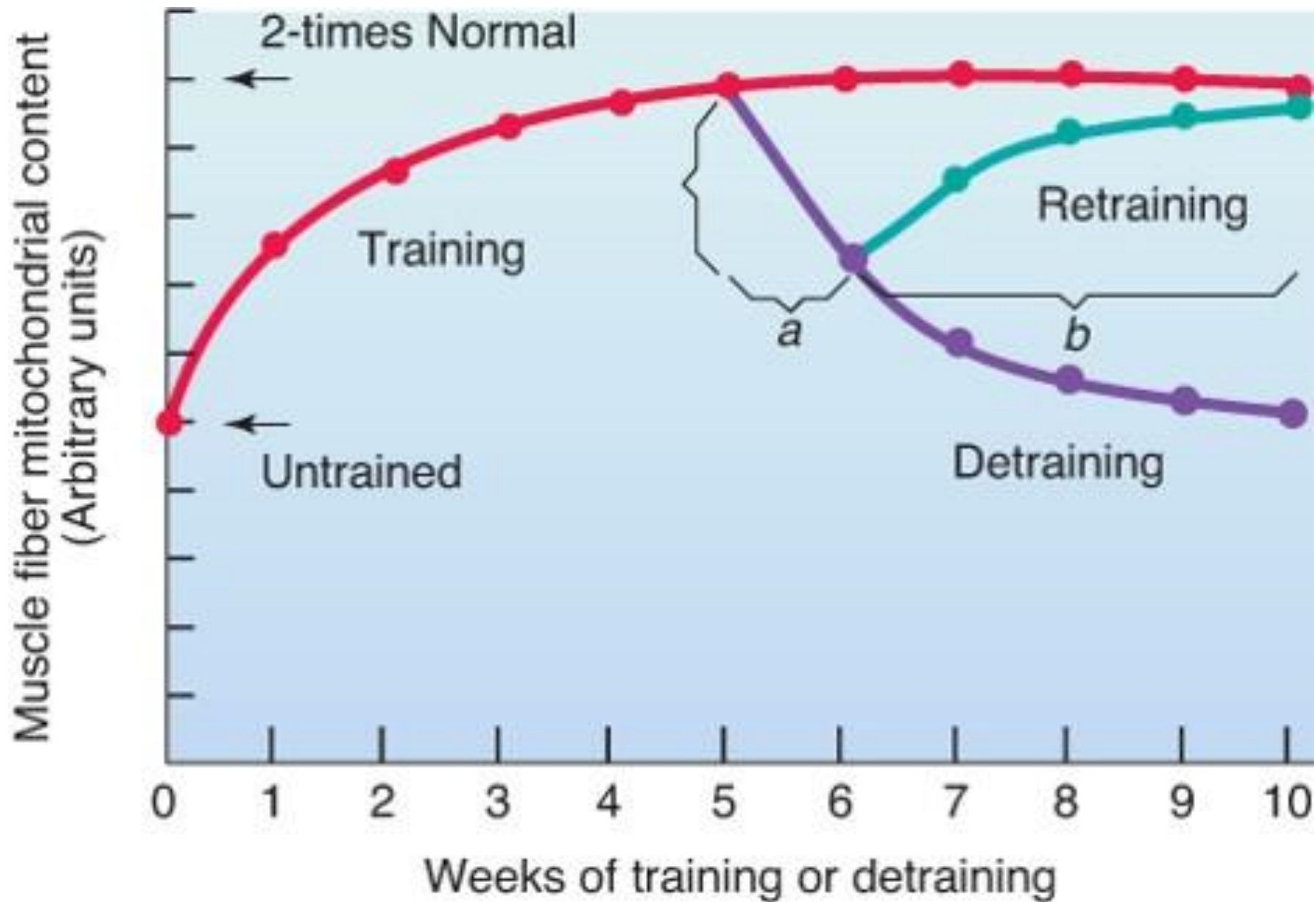


Čím vyšší intenzita, tím progresivnější změny VO2max
Větších změn dosáhneme při déletrvající zátěži střední/vysoké intenzity

Bez změn <TJ/týden

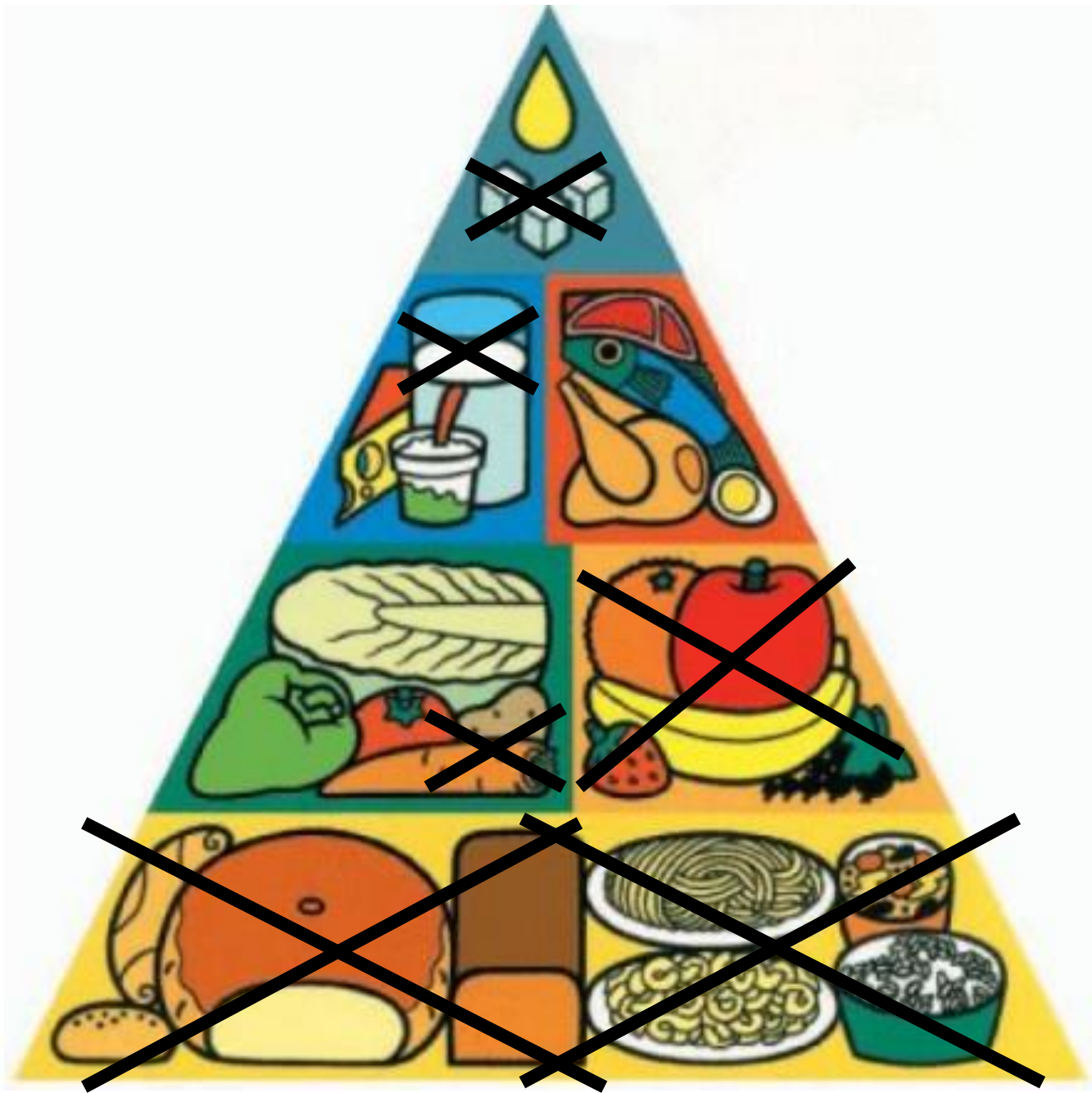
Progrese nezávislá na intenzitě, délce, frekvenci při nízké iniciální zdatnosti

FIGURE 13.3 Effects of Reducing Exercise Frequency, Intensity, and Duration on Maintenance of $\dot{V}O_{2max}$.



Nízkosacharidová strava

příklad metabolické adaptace



2016

Evidence that supports the prescription of low-carbohydrate high-fat diets: a narrative review

Timothy David Noakes,¹ Johann Windt^{2,3}

European Journal of Sport Science, 2015
Vol. 15, No. 1, 13–20, <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2014.959564>

ORIGINAL ARTICLE

NUTRITION

Routledge
Taylor & Francis Group



ELSEVIER

Rethinking fat as a fuel for endurance exercise

JEFF S. VOLEK¹, TIMOTHY NOAKES², & STEPHEN D. PHINNEY³

¹Kinesiology Program, Department of Human Sciences, The Ohio State University, Columbus, OH, USA, ²Discovery Health Professor of Exercise and Sports Science, Department of Human Biology, University of Cape Town and Sports Science Institute of South Africa, Newlands, South Africa, ³School of Medicine (Emeritus), University of California Davis, Davis, CA, USA

^aDepartment of M.L.S., Faculty of Medicine, University of Cape Town
^bDepartment of Surgery, Faculty of Medicine, University of Cape Town
^cDepartment of Physiology, Faculty of Medicine, University of Cape Town

Manuscript received October 1, 2008; accepted April 1, 2009

Skeletal muscle adaptation: training twice every second
vs. training once daily

Anne K. Hansen, Christian P. J.
Jesper Løvind Andersen, Bengt

„Train low, compete
high“

L. M. Burke

- **Podpora metabolické adaptace**
 - ↑ klidových hodnot svalového glykogenu;
 - ↑ max. aktivita mitochondriálních enzymů (CS, HAD);
 - ↑ oxidace tuků.

→ Redukce závislosti na sacharidech.

- **Podpora výkonnosti ??** (Hawley, 2013)



ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

Metabolism

www.metabolismjournal.com



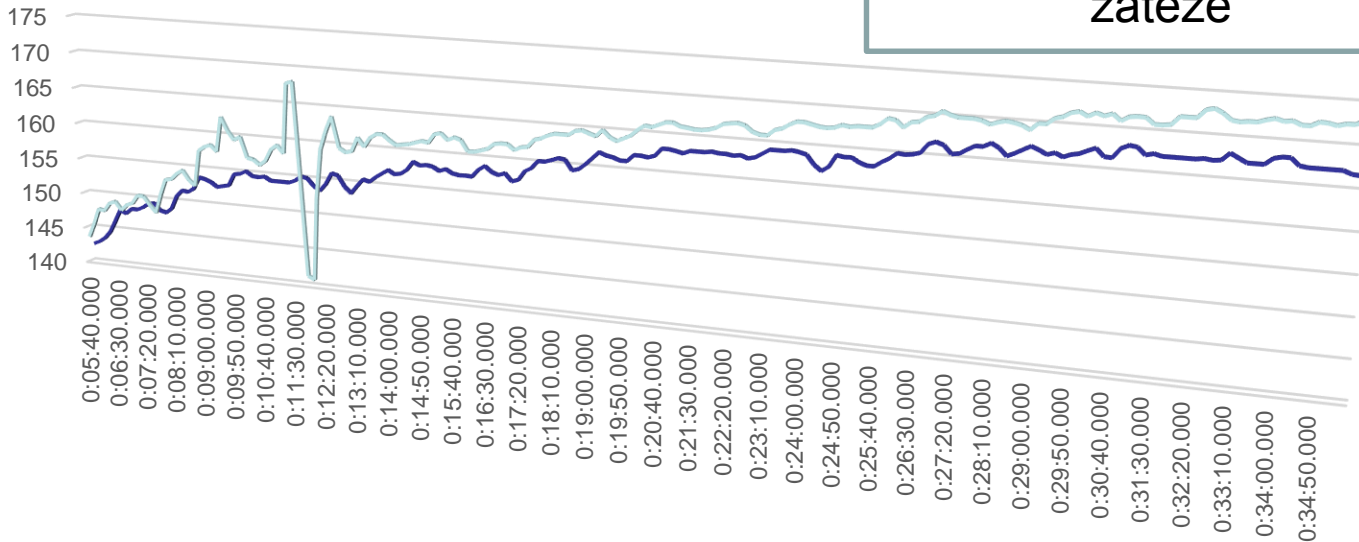
Metabolic characteristics of keto-adapted ultra-endurance runners



Jeff S. Volek^{a,b,*}, Daniel J. Freidenreich^{a,b}, Catherine Saenz^{a,b}, Laura J. Kunces^a, Brent C. Creighton^a, Jenna M. Bartley^a, Patrick M. Davitt^a, Colleen X. Munoz^a, Jeffrey M. Anderson^a, Carl M. Maresh^{a,b}, Elaine C. Lee^a, Mark D. Schuenke^c, Giselle Aerni^a, William J. Kraemer^{a,b}, Stephen D. Phinney^d

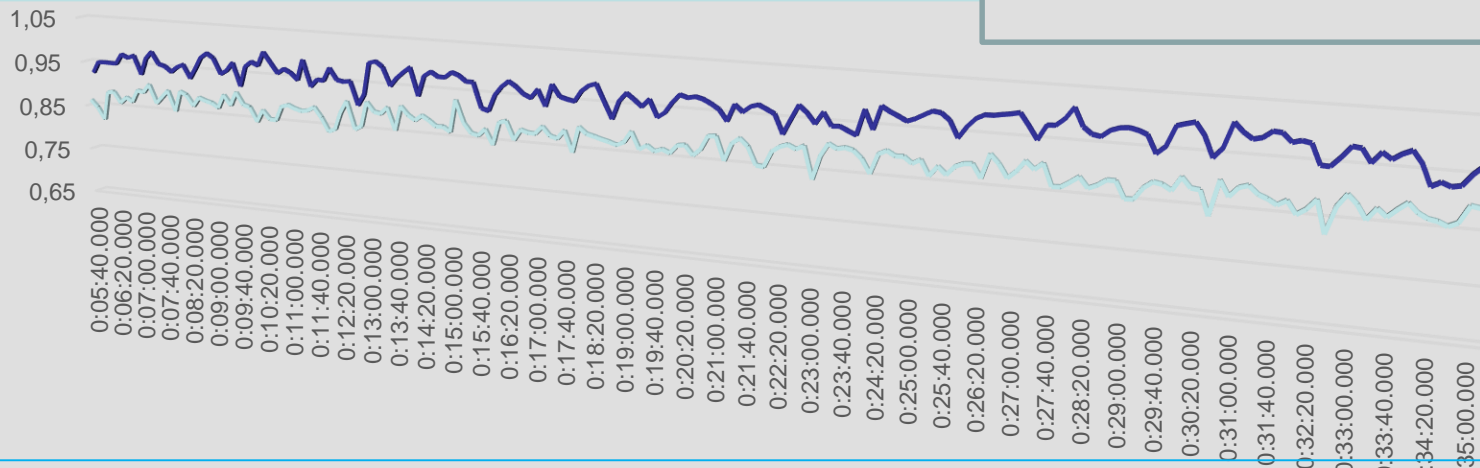
HR

Subjektivní vnímání
zátěže



RER

adaptace

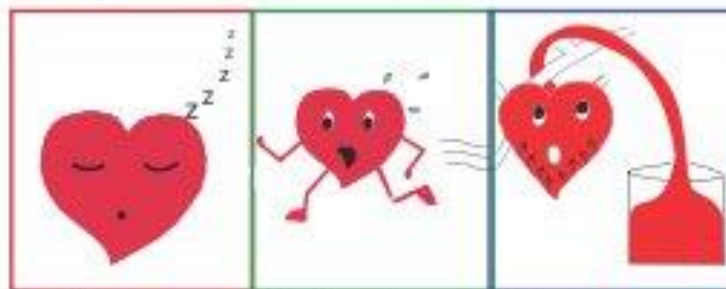
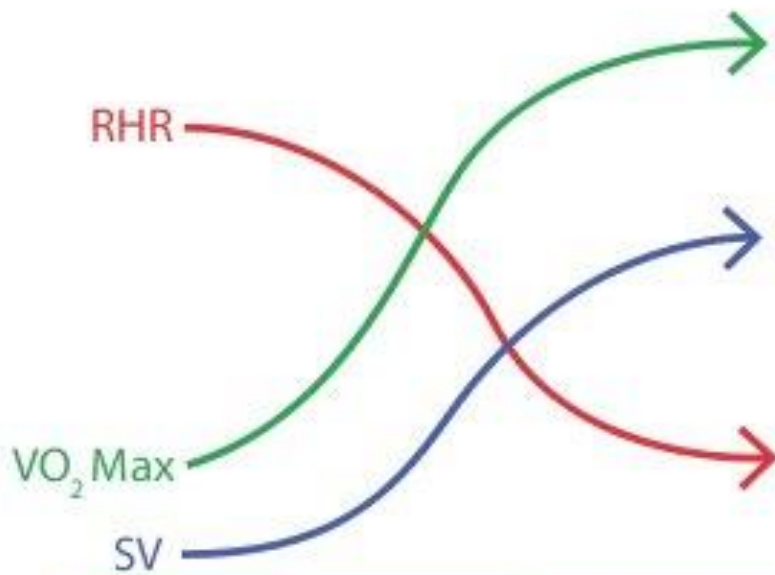


KULYKOVÁ, Veronika. Vliv nízkosacharidové stravy na vytrvalostní výkon [online]. Brno, 2017 [cit. 2017-10-04].

Available from: <http://is.muni.cz/th/409352/fsp_s_m/>. Master's thesis. Masaryk University, Faculty of Sports

Studies.

AEROBIC EX. →

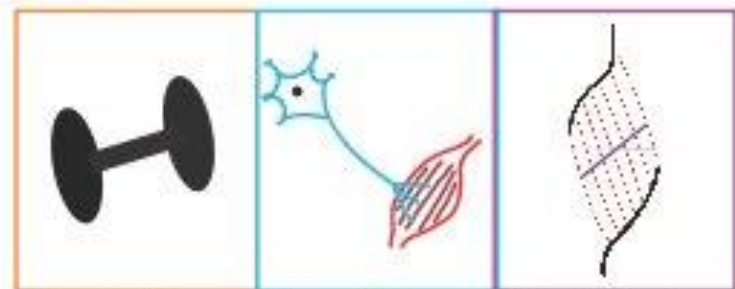
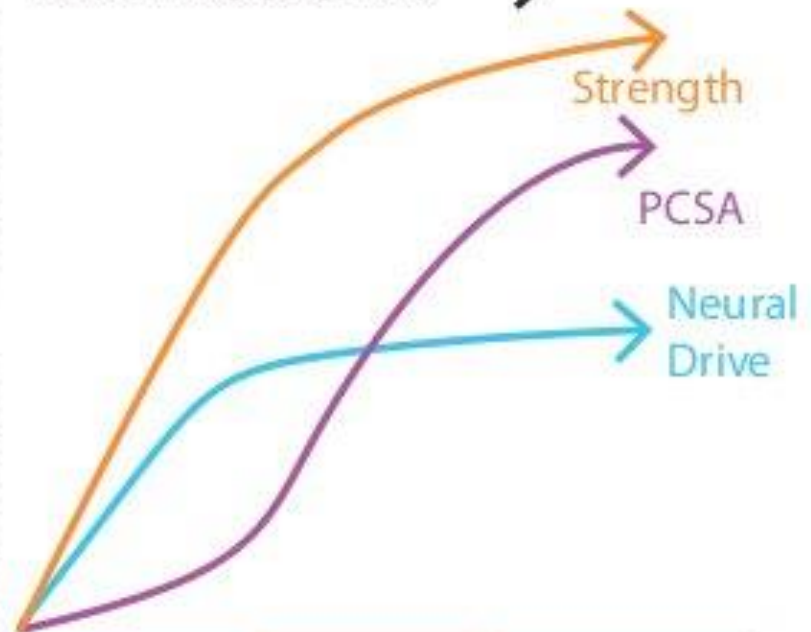


Resting
Heart
Rate (RHR)

Maximal
Oxygen
Consumption
(VO₂ Max)

Stroke
Volume (SV)

ANAEROBIC EX. →



Strength

Neural
Drive

Physiologic
Cross-Sectional
Area (PCSA)

ZVÝŠENÍ ENZYMATICKÉ AKTIVITY

- ↑ aktivity myozinové ATPázy (myokináza, resp. **kreatinkináza**) - **sprinty**
- ↑ aktivity glykolytických enzymů (hexokináza, fosforyláza, **fosfofruktokináza**)
- ↑ aktivity oxidativních enzymů (sukcinátdehydrogenáza, malátdehydrogenáza, **citrátsyntáza, hydroxyacyl-CoA-dehydrogenáza**)

FUNKČNÍ ADAPTACE

oběhový a dýchací systém

- zvýšená kapacita (ekonomizace srdeční práce)

- **anaerobní** - sprinty a střední tratě

- **aerobní**

- ↑ **klidový Q_s** ↑ **zátěžový Q_s**

- Klidový Q , ↑ zátěžový Q

- SFmax?*

- sportovní bradykardie* (vagotonie) – 4-6 týdnů (-12-15tepů),

- Mechanika dýchání

- ↑ **VC** (5-8 M, resp. 3,5-4,5 Ž, 120-140 %nál.VC),

- ↓ **klidová DF**, ↑ **VO₂max**, ↑ úroveň ANP,

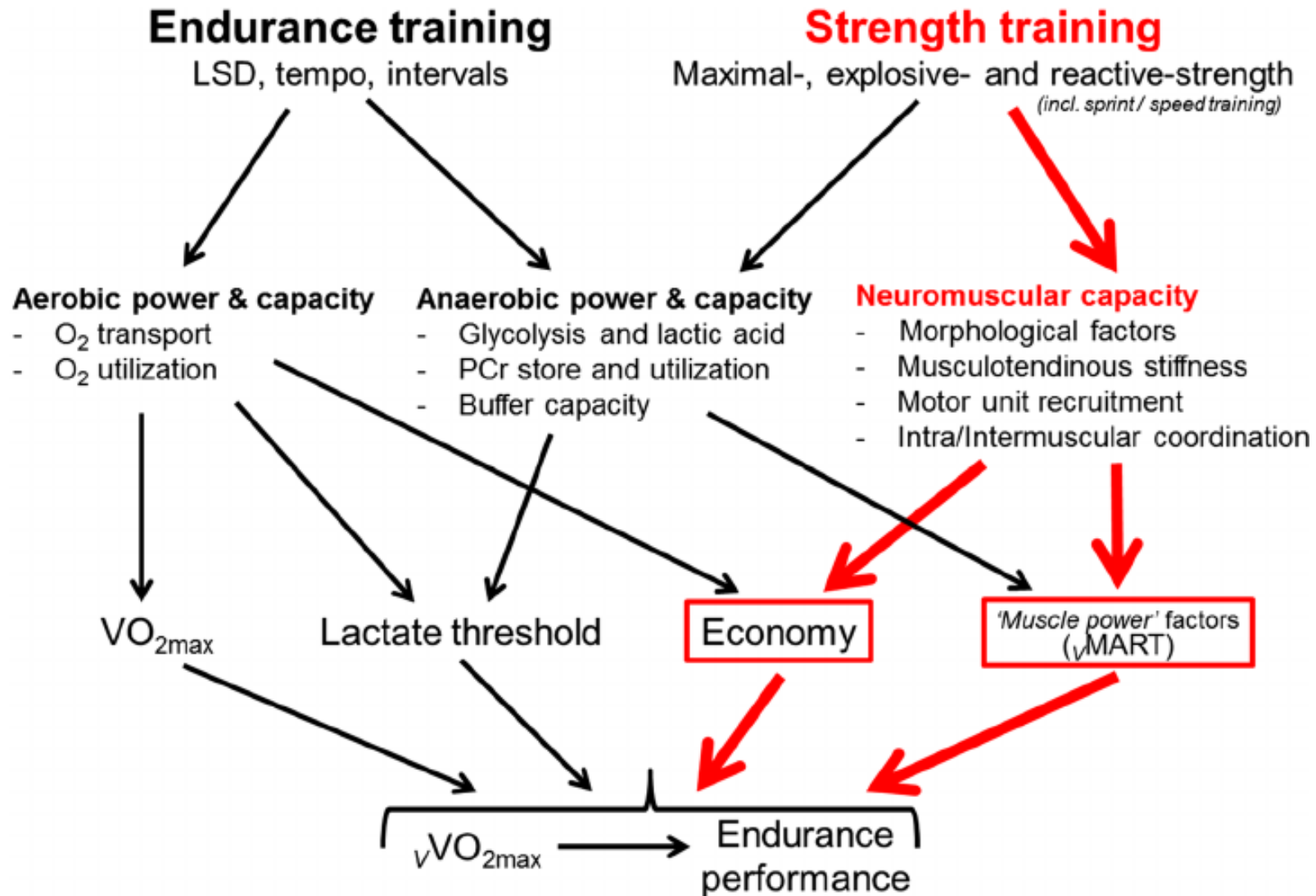
- lapse ekonomika pohybu

- Lepší využitá kyslíku ze stejného množství krve

MORFOLOGICKÉ ZMĚNY

- Srdce-hypertrofie:
 - **excentrická** – rozšíření srdečních komor, kapilarizace (levá, 310 g – 550 g) *sportovní srdce*
 - **koncentrická** – nebývá zvětšeno, silnější komorová stěna, velikost dutin menší než u průměrné populace (nižší tepový objem)
- svaly:
 - hypertrofie rychlých svalových vláken dolních končetin – sprinty
 - hypertrofie pomalých svalových vláken, vaskularizace svalů (↑ množství kapilár) – střední a dlouhé tratě
 - nervosvalová koordinace – lepší technika – snížení ekonomické náročnosti pohybu

Beattie, Kris & Kenny, Ian & Lyons, Mark & Carson, Brian. (2014). The Effect of Strength Training on Performance in Endurance Athletes. Sports Medicine. 44. 845-865. 10.1007/s40279-014-0157-y.



FUNKČNÍ ADAPTACE (smysly)



- zlepšení funkcí smyslových analyzátorů:
 - **zrakový** (periferní vidění)
 - **prostorová orientace**
 - **kinestetický** (rozlišování silových, prostorových a časových parametrů pohybu)
 - **vestibulární** (zachycuje polohu hlavy v prostoru)





RTC –
přípravné
/závodní
období?

Energetické
zásoby?

Enzymatická
aktivita?

VO₂, VC,
DF, ANP

Disciplíny?

Délka trvání
výkonu?

BMI?

Pohybové
schopnosti?

Limitující faktory
sportovního
výkonu?

Intenzita
zatížení?
SF
La

těl.tuk?

Poranění,
poškození?
Akutní/chronické?
Distenze,
distorze, fraktury,
ruptury...

VO₂ max ?
SF max ?

Metabolické
krytí?

svalová
vlákna?

Energetický
výdej?

Zdroje energie?

Somatotyp?



RTC –
přípravné
/závodní
období?

Energetické
zásoby?

Enzymatická
aktivita?

VO₂, VC,
DF, ANP

Disciplíny?

Délka trvání
výkonu?

BMI?

Pohybové
schopnosti?

Limitující faktory
sportovního
výkonu?

Intenzita
zatížení?
SF
La

těl.tuk?

VO₂ max ?
SF max ?

Metabolické
krytí?

svalová
vlákna?

Energetický
výdej?

Zdroje energie?

Somatotyp?

Příklady analýzy 2 sportů

cyklistika

Jednodenní závody 3-7h
flegmatici
Rolžložení sil
Ektomorfní mesomorf
Střední až submaximální intenzita
anaerobní glykolýza, aerobní glykolýza
glykogen, volné mastné kyseliny
Anaerobní vs. aerobní krytí 10:90
8-12 000 kJ
SF 120-160 /max 190
La 3-6
↑ glykogen
↑ klidový Qs , ↑ zátěžový Qs , ↑ zátěžový Q, bradykardie, ↑ VC, ↓ klidová DF, ↑ VO2max, úroveň ANP, ekonomika pohybu
excentrická hypertrofie srdce
hypertrofie pomalých svalových vláken, vaskularizace svalů, ↑ počet mitochondrií
Tělesný tuk 5 (M) resp. 10 (Ž) %
Nízká tělesná hmotnost
Vysoké hodnoty VO2 max
Soutěžní období březen-říjen
zlomenina klíční kosti
zlomenina zápěstí,
Poranění hlavy
prohloubená hrudní kyfóza

basket

4x10 min
dribling, střelba, přihrávka
rozpětí paží
ATP a CP, glykogen
Mezomorfní ektomorf
Střední až maximální intenzita
ATP-CP systém, anaerobní glykolýza, aerobní fosforylace
Anaerobní vs. aerobní krytí 40:60
La 7-12
SF 150-170 /max 180
VO2 50-60 ml/min/kg
↑ ATP a CP, ↑ glykogen
síla (explozivní), rychlost (reakční, akční), koordinace (orientační, diferenciatní, synaptická, adaptační), vytrvalost (aerobní, anaerobní)
hypertrofie rychlých svalových vláken
zlepšení funkcí smyslových analyzátorů: zrakový (periferní vidění), prostorová orientace a ↑ taktilní čítí
Tělesný tuk 10 (M) resp. 15 % (Ž)
Důležité tělesné parametry
Antropometrické rozdíly mezi sportovci
Soutěžní období říjen-duben
distorze hlezenního a kolenního kloubu
podvrtnutí a naražení či distorze prstů ruky
zánět ramenního kloubu
taktika
3500-4200 kJ