

Fyziologické aspekty sportovní přípravy závodníků SCM

MUDr. Jiří Dostal, Ph.D.

Centrum sportovní medicíny, Praha

High Performance Program, Český olympijský výbor, Praha

EWU, Arizona State University, Georgia

Program

- Vývoj mladého sportovce. Realita a tvrdá data
- Fyziologie vývoje mladého sportovce
- Přenos do kanoistiky pro rozvoj dalších generací

Věk není jen číslo

- Kalendářní – obvyklá forma komunikace
- Biologický – jaká definice – kostní, hormonální
- Tréninkový – počet let, které sportovec strávil systematickým a strukturovaným tréninkem

Biologický vs. kalendářní věk

Kostní věk - RTG zápěstí

... říkají tomu „zlatý standard“ ???

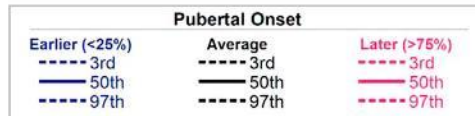
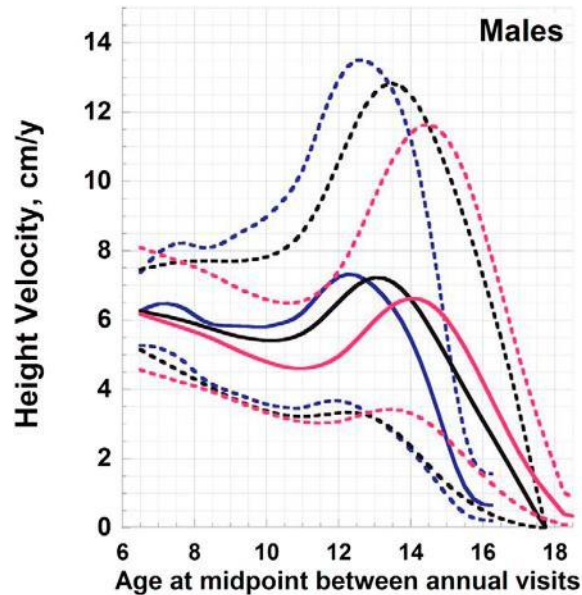
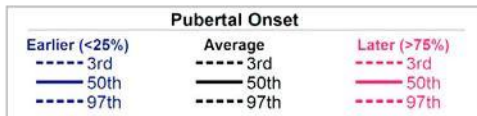
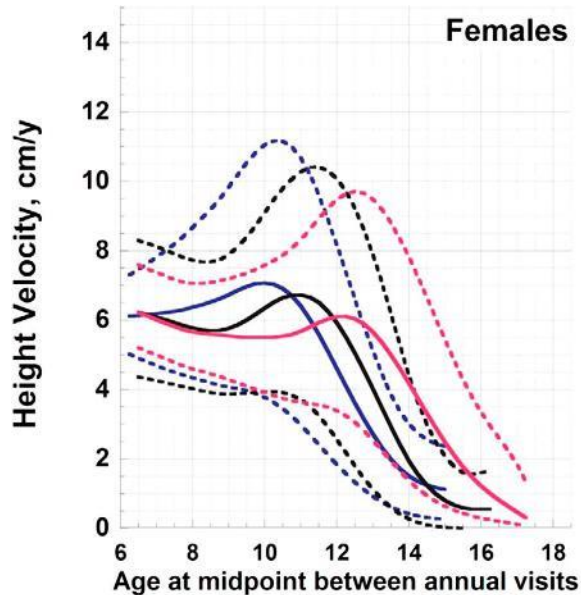
Hormonální věk – pohlavní znaky ???

Pohybová zralost

Růstové grafy a růstová akcelerace

Starší o 1 den nebo 1 rok? (1.1. vs. 31.12.)

Roční přírůstek výšky (PHV)



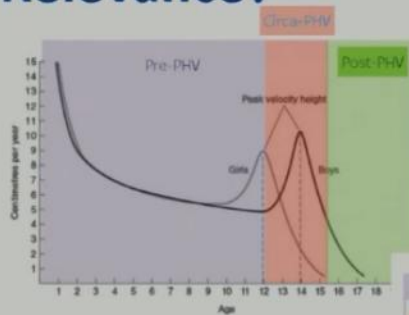
Pro trénink lepší než RG

Může (měl by) provádět TVL

Nutnost mít jednoho TVL – trvalé sledování

Praktické použití PHV

Relevance?



Aspetar Academy

10 dětí věk +/- 1,8 roku

Kostní věk +/- 6,5 let

PHV nezávisle na kostním věku

Začátek kritického období

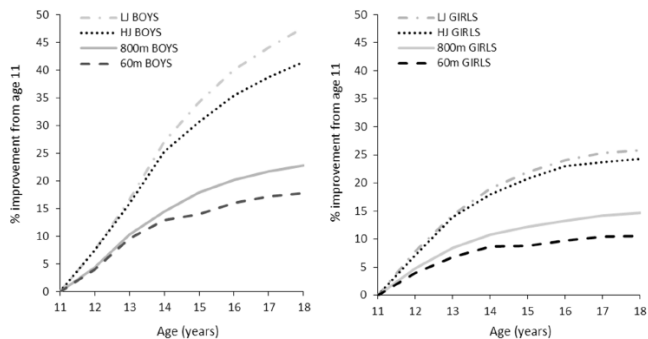
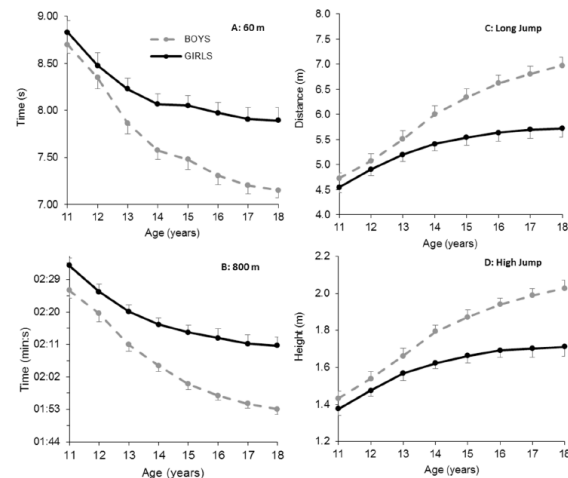


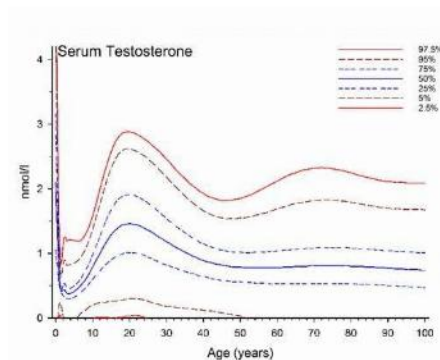
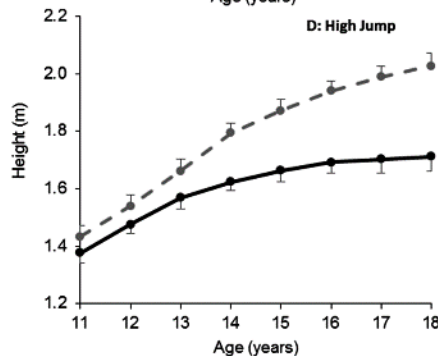
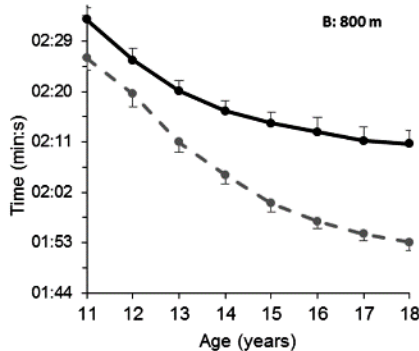
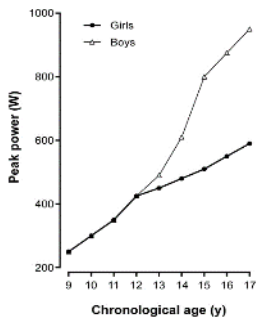
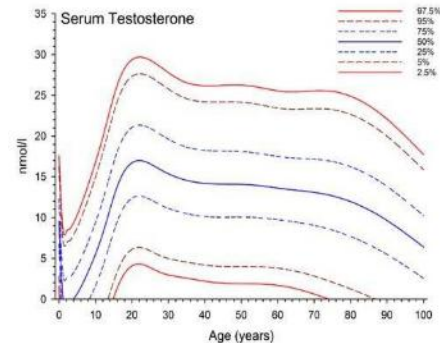
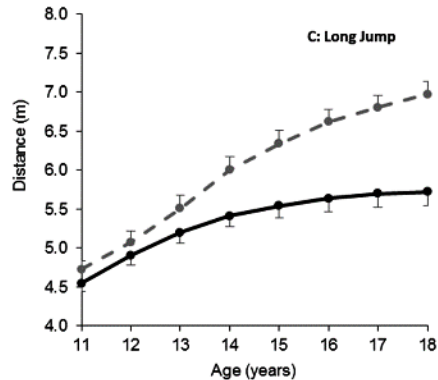
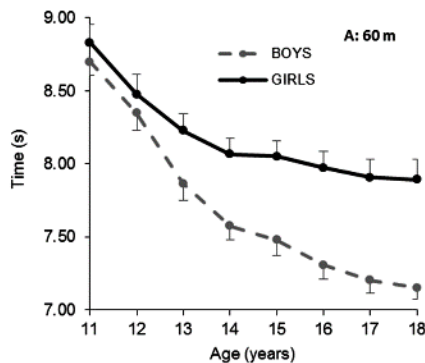
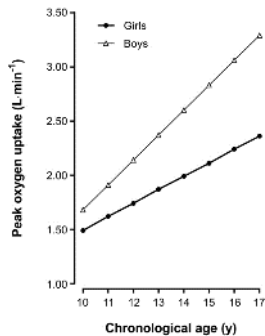
Fig 2. Percentage improvement in performance from age 11 to 18 in long jump, high jump, 60 m sprint and 800 m. Data are mean for top 100 Norwegian male (panel A) and female (panel B) performers in each discipline.

Do 12 let nebo nástupu puberty není rozdíl mezi chlapci a dívkami

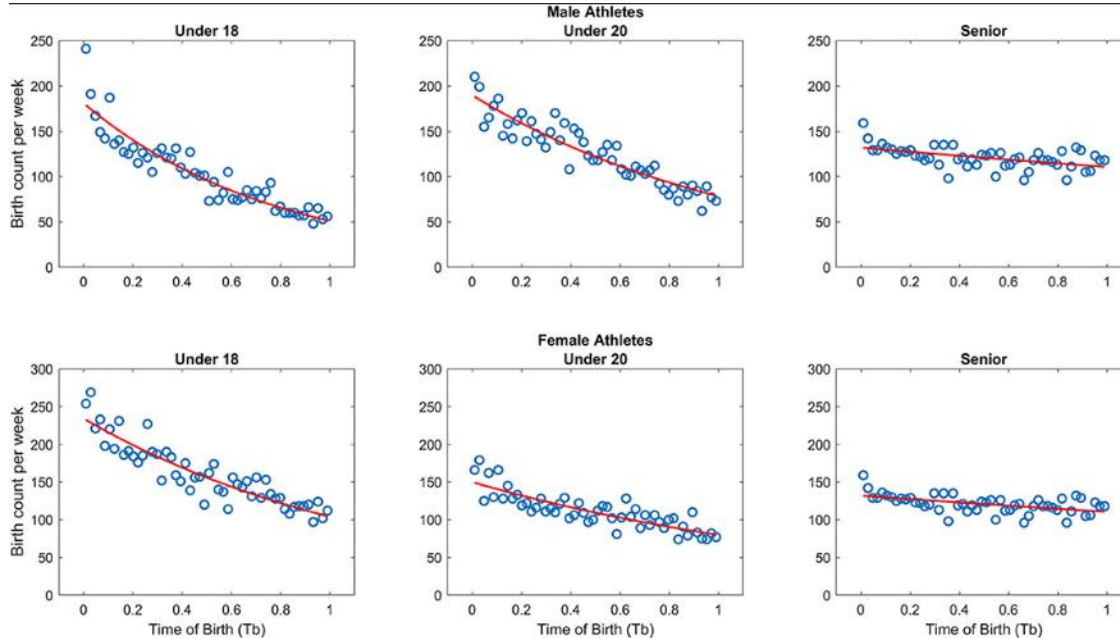
Chlapci od 14 akcelerují růst výkonu, dívky jej zpomalují



Vše začíná testosteronem

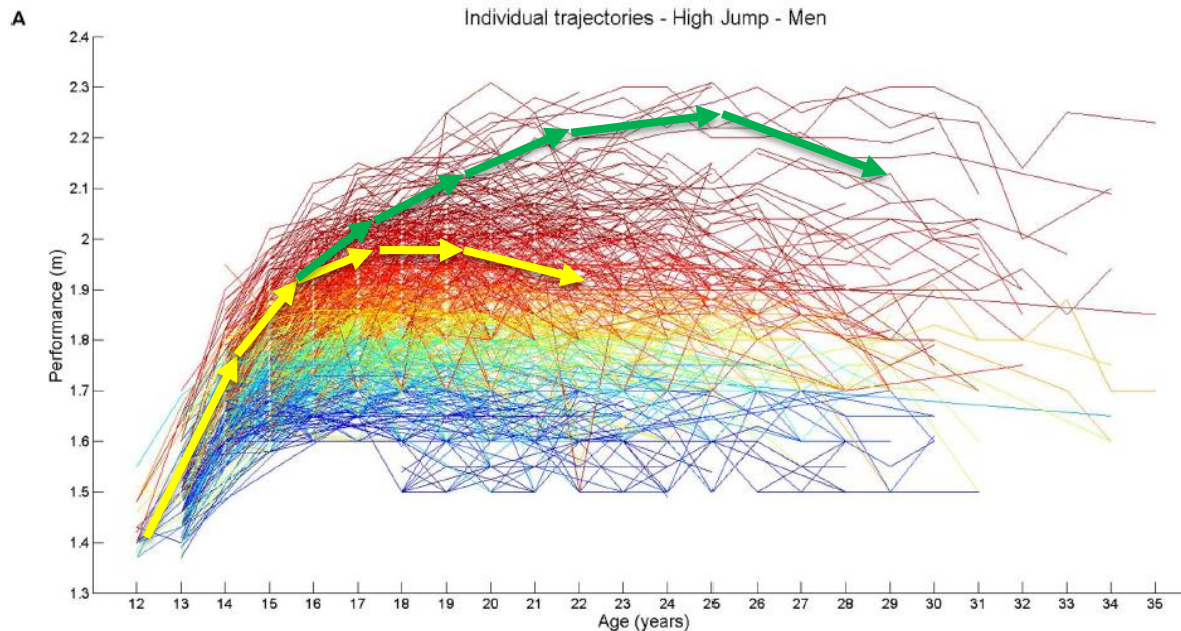


Narození 31.12. nebo 1.1.



Narození v lednu 2,5-4x zvyšuje šanci být top sportovec než v prosinci

Jak se liší světová špička od domácí



Základ je položen ve 14 letech, ale...

Vše se rozhoduje v nárůstu výkonu v U23

Pro úspěch v dospělých je nutné:

1. Být nadprůměrný 14-18
2. Nárůst výkonu trvá U23

Klasický talent management selhává

Itálie

Percentages of top-level adult athletes that were considered top-level when they were younger than 18 yo.

Disciplines		Age (years)			
		14	15	16	17
Sprint	Males	0	10	7	22
	Females	14	21	29	34
Hurdles	Males	0	0	26	40
	Females	15	30	40	35
Discus throw	Males	2	23	23	38
	Females	14	20	35	50
Shot put	Males	2	12	12	33
	Females	7	23	38	43
90% confidence intervals (for age)		2–11	11–23	18–34	31–42
90% confidence intervals (overall)		17–26			

Cyklistika – celý svět

Altogether, 27,454 results of 8004 athletes from 108 countries were collected. We found that 29.4% of the elite athletes had participated in junior World Championships, and that 34% of the participants in junior World Championships later participated in major elite competitions.

Austrálie

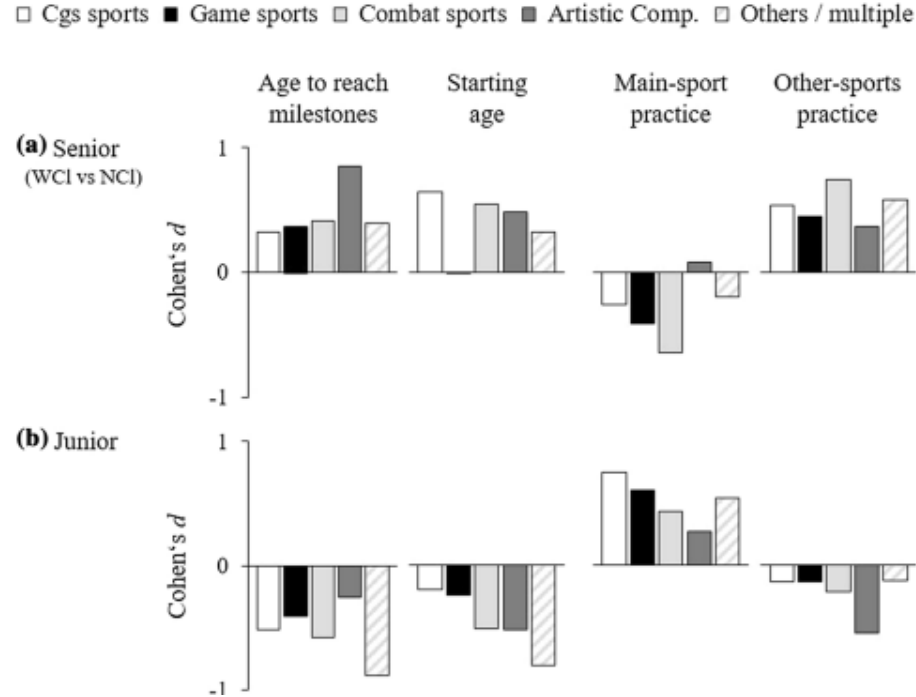
Overall our findings provide further support to the DMSP model recommendation that young athletes are not physically or psychosocially ready to enter the investment stage at least age 16 years (and often closer to 18 years).

Studie UCI

In conclusion, the traditional measures such as $\dot{V}O_{2peak}$, $\dot{V}O_2$ at RCP, $\dot{V}O_2$ at V_T , are useful in identifying the young cyclists who can excel in their age category. However, none of them can be used for talent identification and to predict the competitive level that can be reached in adulthood.

Uspěť v juniorech a seniorech je úplně něco jiného

Fig. 2 Effects of the most relevant predictors on performance in different types of sports. Comparisons between **a** senior WCI and NCI and **b** relatively higher- and lower-performing junior athletes. Cgs sports (white bars, $n = 1420$), game sports (black bars, $n = 4106$), combat sports (light grey bars, $n = 174$), artistic composition sports (dark grey bars, $n = 141$), and others/multiple sports (striped bars, $n = 818$). Note the sign of effects for age-related and activity-related predictors: A positive effect indicates that higher performance was associated with later (higher) ages and with greater activity amounts (and vice versa). 95% confidence interval omitted for clarity. Cgs performance is measured in centimeters, grams, or seconds, NCI national class, WCI world class



Uspěť v juniorech a seniorech je úplně něco jiného

Junior

- Musí začít dříve
- Rychlý progres k výsledku
- Raná specializace
- Pouze jeden sport
- Neorganizovaný sport nemá vliv na výsledek

Senior

- Může začít později
- Postupný progres
- Pozdní specializace
- Více sportů do jun. kat.
- Neorganizovaný sport nemá vliv na výsledek

Opravdu mládež trénuje podobně?



5-7 trénink. hodin / týden



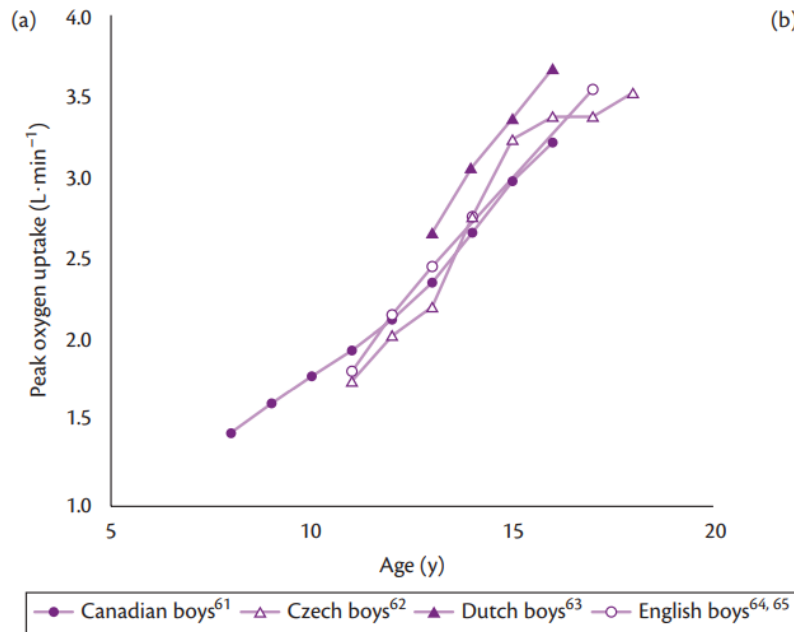
10-12 trénink. hodin / týden



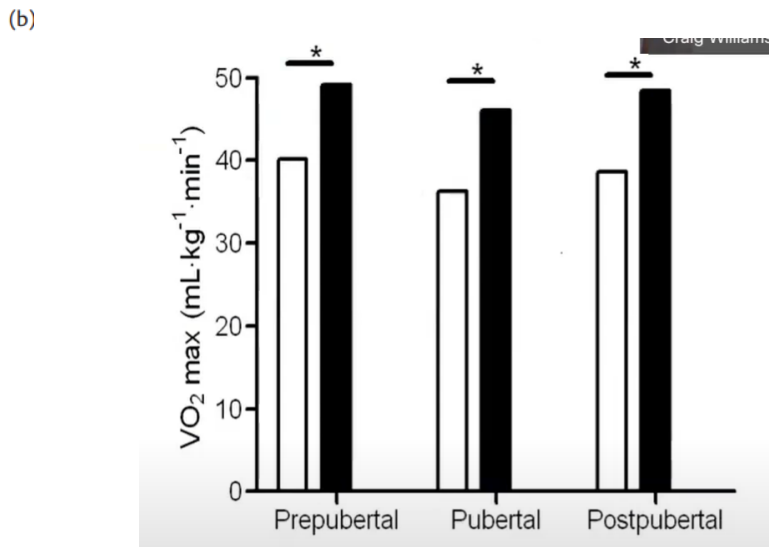
Ve 14 letech (2012) měla 32
trénink. hodin / týden

Definice MOV: „Elite young athlete“ =
dítě, které má sportovní supertalent a
které absolvuje superspecializovaný
trénink, které je pod dohledem
expertů a vystaveno velmi časnému
závodění

Děti se zlepší sami od sebe, ale můžeme jim pomoci... kdykoliv



Armstrong Van Mechlen 2017



Mc Narry 2011



Motivační konečná



Sportovní různorodost do 13 (16) let

Diverzifikace ne specializace

Vnitřní motivace ke sportu a výkonu

Externí motivace riziková

Krize identity – kdo jsem a co tu dělám

Realistické cíle (interní i tlak okolí)

Proč nám sehlává výběr talentů

- Protože metodika odpovídá 70-80 letům (neboli výběr z poválečné generace)
- Protože není adresný na sociální změny
- Kantova dichotomie – Viděné neskutečné – neviděné reálné.... Měříme to co umíme měřit, ale jak to je důležité?

Oscar Svendsen

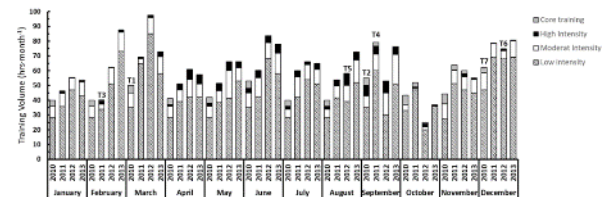
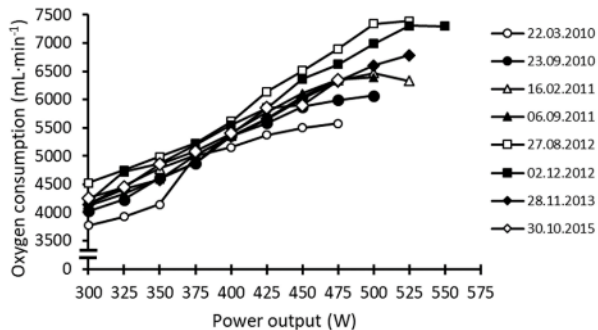


*10.4.1994

VO₂max 74 (2010) – 97ml/kg/min (2012)

Závodil 2011 – 2014, TT J WCH 2012

Ukončení kariéry pro ztrátu výkonu a zranění



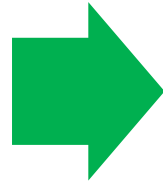
	22.03.2010	23.09.2010	16.02.2011	06.09.2011	27.08.2012	02.12.2012	28.11.2013	30.10.2015
Body mass (kg)	74.7	72.7	74.6	75.1	76.5	78.7	79	80.6
% change from first test	N/A	-2.7%	-0.1%	0.5%	2.4%	5.3%	5.8%	7.9%
Body height (cm)	191	191.5	193	193	193	193	193	193
% change from first test	N/A	0.3%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
VO ₂ max (mL·min ⁻¹)	5575	6064	6472	6389	7397	7307	6831	6205
% change from first test	N/A	8.8%	16.1%	14.6%	32.7%	31.1%	22.5%	11.3%
VO ₂ max (mL·min ⁻¹ ·kg ⁻¹)	74.6	83.4	86.8	85.1	96.7	92.8	86.5	77.0
% change from first test	N/A	11.8%	16.2%	14.0%	29.6%	24.4%	15.9%	3.2%
VE _{max} (mL·min ⁻¹)	156	170	171	183	186	187	197	185
% change from first test	N/A	9.0%	9.5%	17.5%	19.1%	19.6%	25.9%	18.5%
RER _{max}	1.05	1.07	1.06	1.07	1.03	1.03	1.04	1.07
% change from first test	N/A	1.9%	1.0%	1.9%	-1.9%	-1.9%	-1.0%	1.9%
Expired O ₂	17.22	17.65	17.03	17.18	16.85	16.91	17.30	17.41
Expired CO ₂	3.88	3.99	4.13	3.96	4.14	4.14	3.74	3.67
W _{max} (W)	475	500	512	500	525	537	525	475
% change from first test	N/A	5.3%	7.8%	5.3%	10.5%	13.2%	10.5%	0%
W _{max} (W·kg ⁻¹)	6.4	6.9	6.9	6.7	6.9	6.8	6.6	5.9
% change from first test	N/A	8.2%	7.9%	4.7%	7.9%	7.4%	4.5%	-7.3%
HR _{max} (beats·min ⁻¹)	190	196	196	193	189	192	192	194
% change from first test	N/A	3.2%	3.2%	1.6%	-0.5%	1.1%	1.1%	2.1%

Otázka, která se nabízí

- Neměli bychom my jako jedna z nejlepších (či vůbec nejlepší) země toto replikovat a publikovat data pro kanoistiku?
- Máme svým způsobem jako leader morální povinnost vůči ostatním státům udávat směr?

Základní pravidlo co znáte

Trénink



Zlepšení

Základní pravidlo co znáte

Trénink

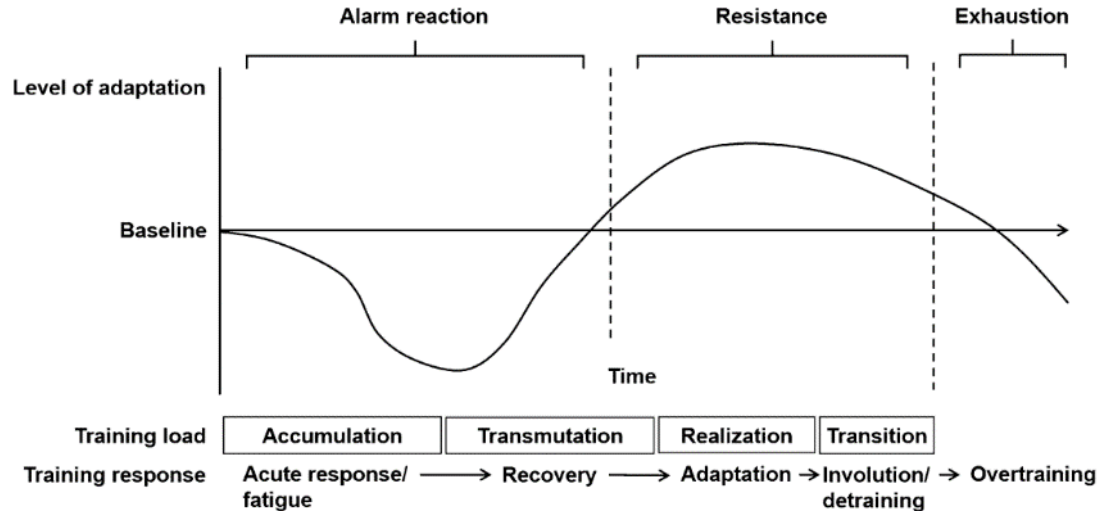


Zlepšení

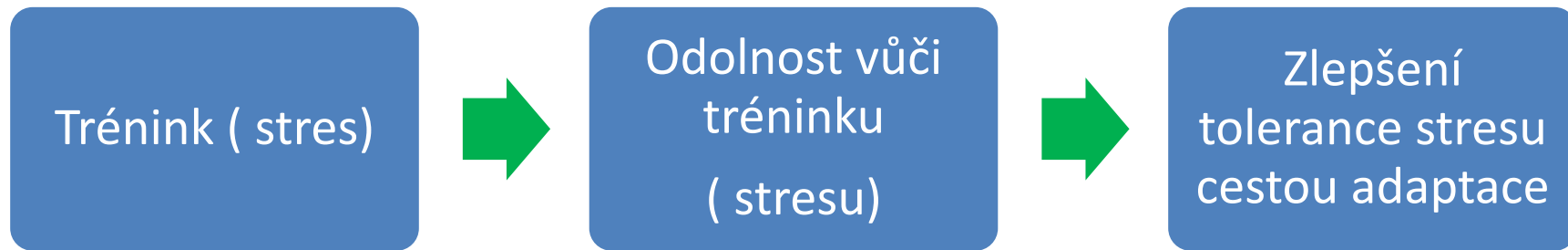
Lev Pavlovič Matvejev + Hans Seleye



Superkompenzace



Zlepšení není výsledkem tréninku, ale výsledkem obrany organismu na stres



Realita superkompenzace v roce 2025

Trénink ještě nikoho nikdy neudělal silnějším a rychlejším

Adaptace/adaptovatelnost (řízený zánět) je klíčová

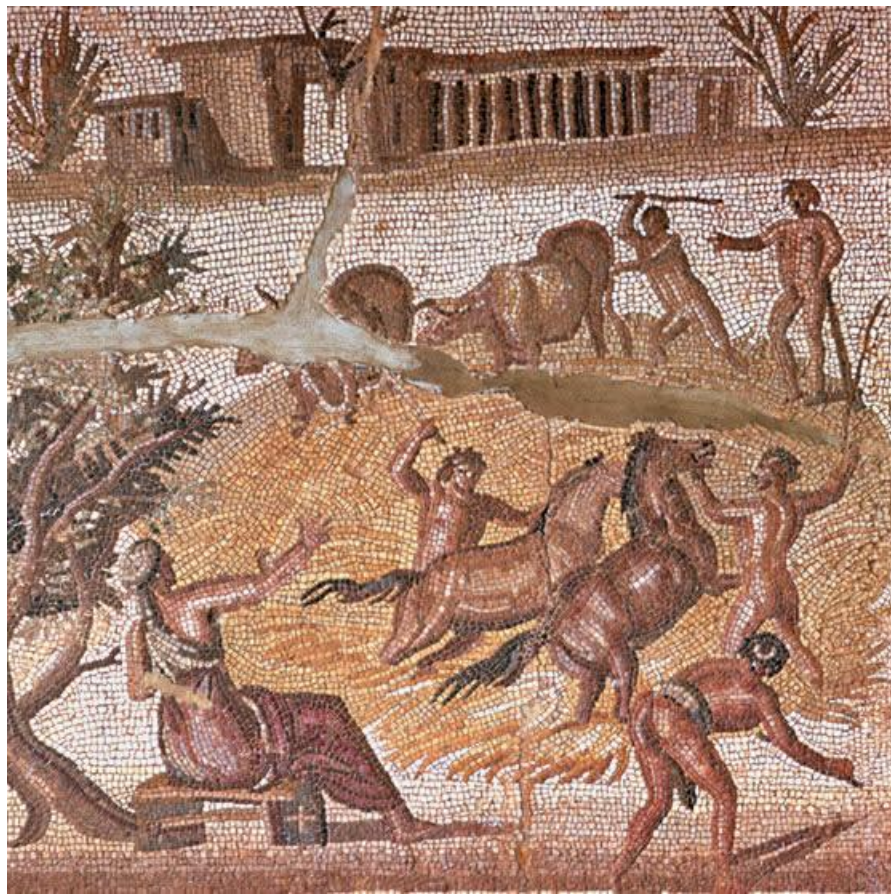
Superkompenzace je aktivní proces

Co to je to kondice?

Co to je to kondice?

Conditio (lat.) = děláání, vytváření

Conditio (středověk) = stav, pozice, situace



Co to je to kondice?

Stav potřebný ke správnému provedení úkolu
danému sportovci

Co to je to kondice?



Co to je to kondice?



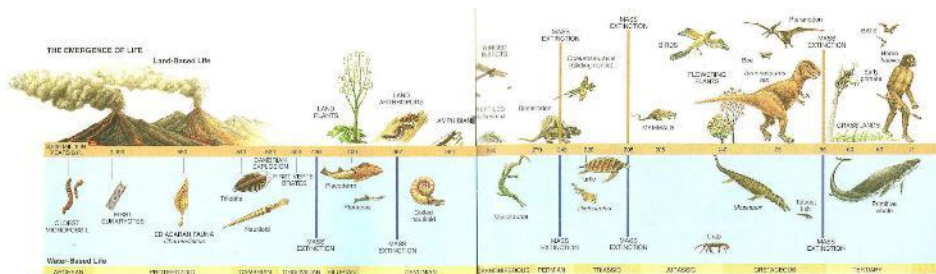
Udržení stabilního prostředí



Schopnost návratu do stabilního prostředí

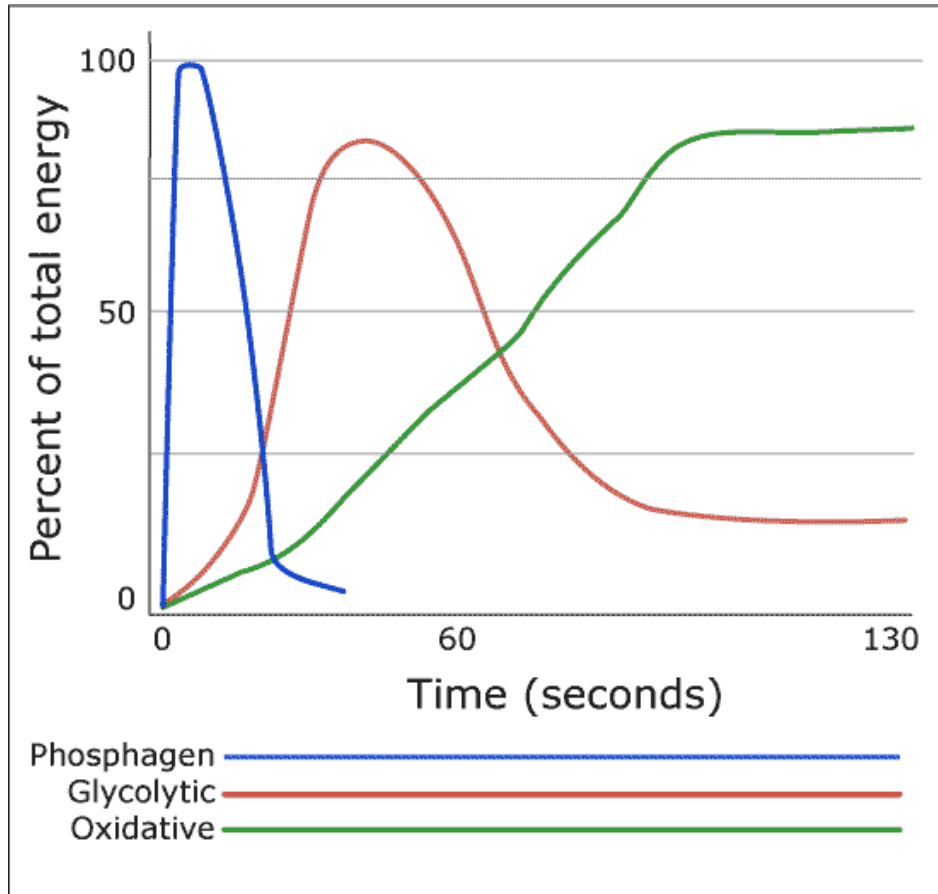
Co to je stabilní prostředí (homeostáza)

Samoregulační proces, při kterém biologický systém udržuje stabilitu. Selhání tohoto procesu vede k selání organismu.



Energy Systems in Sport

- This diagram shows the contributions of each energy system during particular sports/ activities.
 - **ATP-PC** system 95% in golf swing.
 - **Lactic** system 55% in swimming 50 metres.



Sport	ATP-PCr & Glycolysis	Glycolysis & Oxidative	Oxidative
Basketball	60	20	20
Fencing	90	10	0
Field Events	90	10	0
Golf swing	95	5	0
Gymnastics	80	15	5
Hockey	50	20	30
Rowing	20	30	50
Running (distance)	10	20	70
Skiing	33	33	33
Soccer	50	20	30
Swimming (distance)	10	20	70
Swimming (50m freestyle)*	40	55	5
Tennis	70	20	10
Volleyball	80	5	15

Taken from Foss ML and Keteyian S. (1998) *The Physiological Basis of Exercise & Sport: 6th Edition.*

* Stager JM and Tanner DA. (2005) *Swimming: 2nd Edition.*

Energetické krytí výkonu v kanoistice

TABLE 4. Total energetic contributions during 500- and 1,000-m whole time trial.*†

Test	AOD (ml·kg ⁻¹)	% Aerobic	% Anaerobic
500 m	18.16 ± 4.88‡	78.30 ± 1.85‡	21.70 ± 1.84‡
1,000 m	9.34 ± 1.38	86.61 ± 1.86	13.38 ± 1.85

*AOD = accumulated oxygen deficit; % aerobic = aerobic energy contribution in % of the total energy used for each test; % anaerobic = anaerobic energy contribution in % of the total energy used for each test.

†Data are presented as mean ± SE of the 7 male elite kayakers.

‡Significantly different from 1,000-m values ($p < 0.05$).

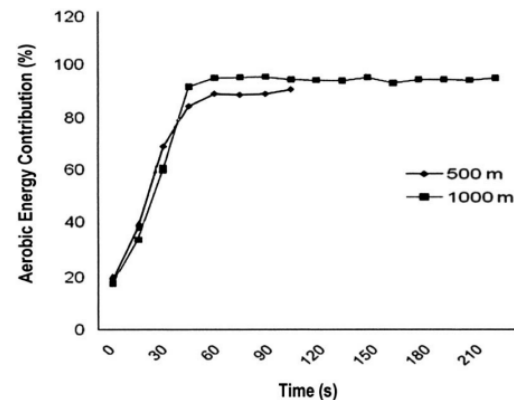
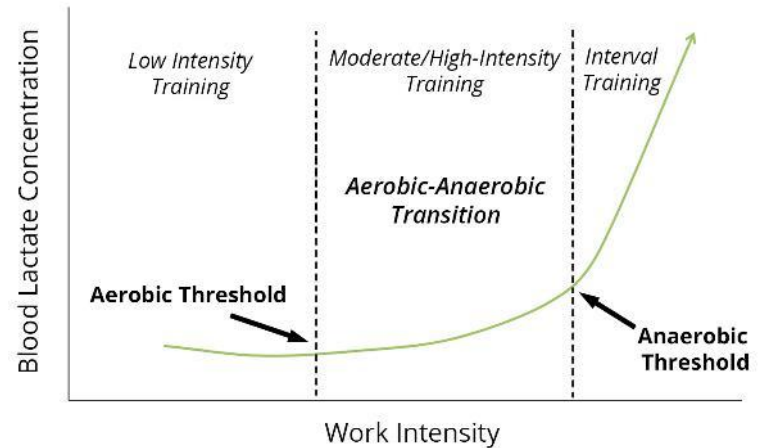
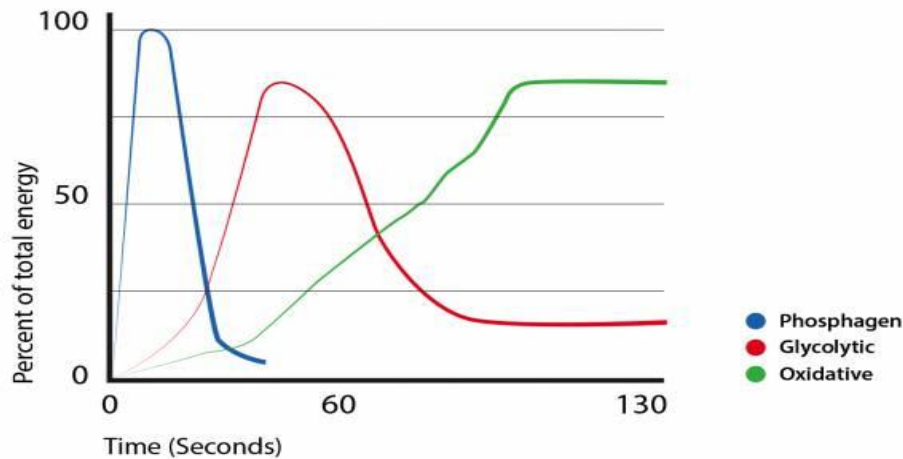


Figure 2. Aerobic energy contribution to the 500- and 1,000-m kayaking. The evolution of the aerobic energy contribution to 500- and 1,000-m kayaking activities was determined from the calculation of the accumulated oxygen deficit component throughout each test. Data are presented as a percentage of the total energy used for each test.

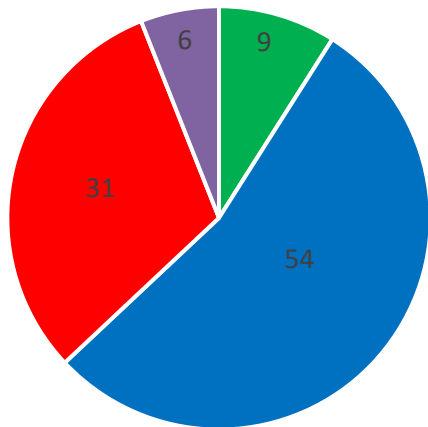
Zouhal, JSCR, 2012

Základ co jste už 100x viděli



Energetické krytí 10 sec sprintu

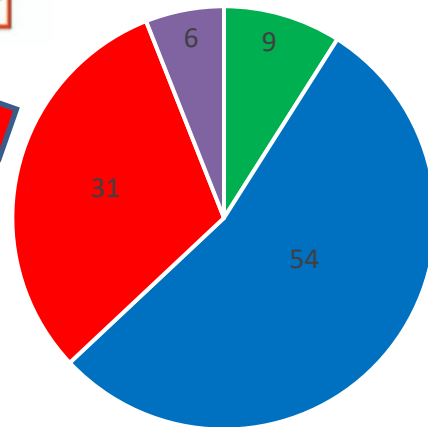
% energetického krytí



■ ATP ■ PCR ■ Glykol ■ Oxi

	Before Match	After an Intense Period in the First Half
Muscle lactate (mmol·kg ⁻¹ d.w.)	4.2 ± 0.5 (2.7–6.1)	15.9 ± 1.9* (6.4–29.3)
Muscle H ⁺ (nmol·kg ⁻¹ d.w.)	57 ± 2 (54–60)	111 ± 9* (91–130)
Muscle pH (-log H ⁺)	7.24 ± 0.02 (7.17–7.30)	6.98 ± 0.03* (6.80–7.09)

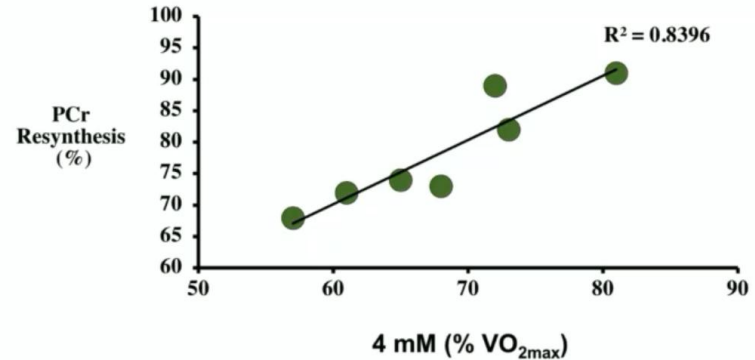
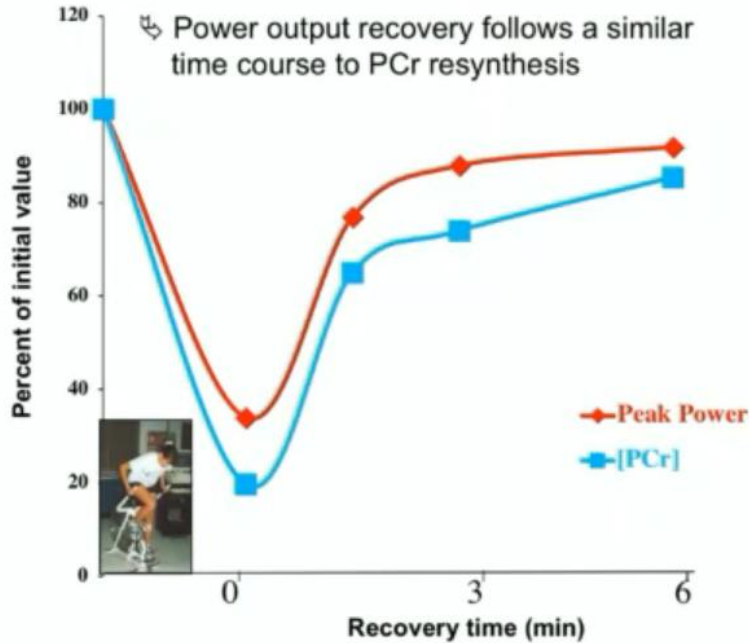
Jenže co s tím....



■ ATP ■ PCR ■ Glykol ■ Oxi



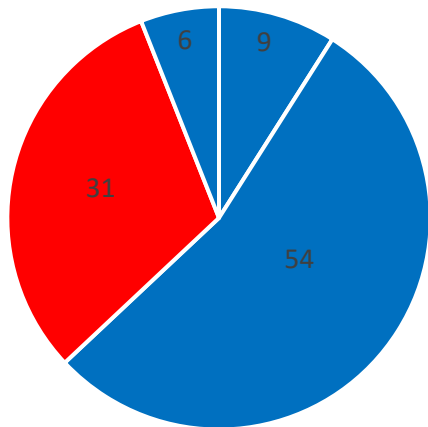
Základem resyntézy PCr je oxidativní systém



Resyntéza PCr je závislá na oxidativním systému
Úroveň zejména ANP – a její výše vůči VO_{2max}

Energetické krytí 10 sec sprintu

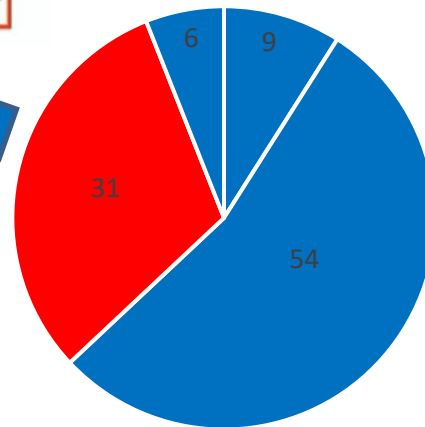
% energetického krytí



■ ATP ■ PCR ■ Glykol ■ Oxi

	Before Match	After an Intense Period in the First Half
Muscle lactate (mmol·kg ⁻¹ d.w.)	4.2 ± 0.5 (2.7–6.1)	15.9 ± 1.9* (6.4–29.3)
Muscle H ⁺ (nmol·kg ⁻¹ d.w.)	57 ± 2 (54–60)	111 ± 9* (91–130)
Muscle pH (-log H ⁺)	7.24 ± 0.02 (7.17–7.30)	6.98 ± 0.03* (6.80–7.09)

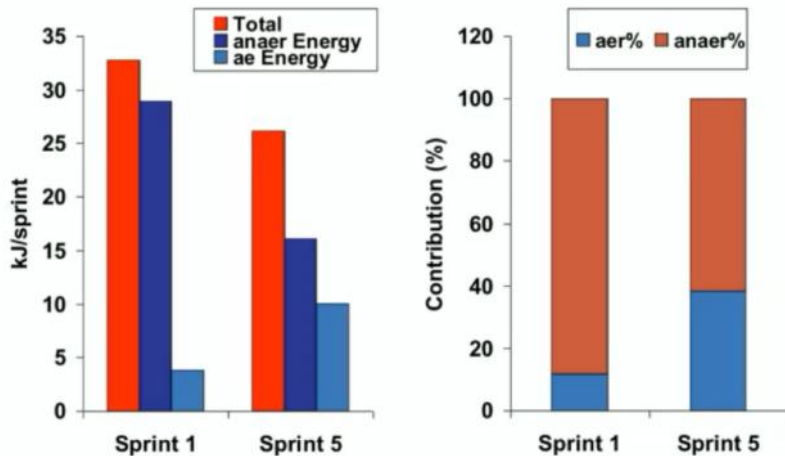
Jenže co s tím....



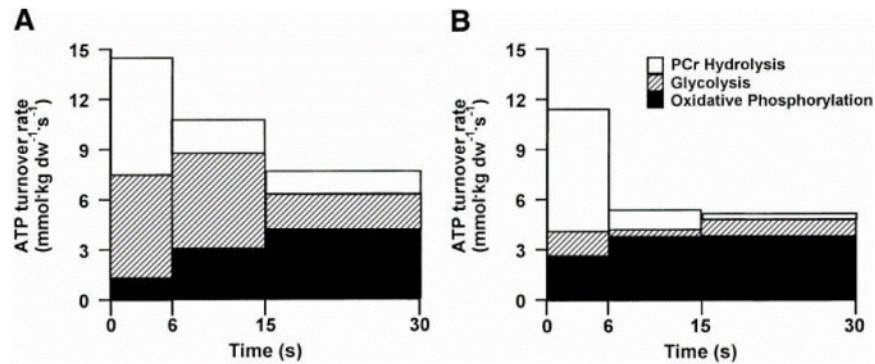
■ ATP ■ PCR ■ Glykol ■ Oxi



Jenže u opakovaného sprintu je to ještě jinak...



1 a 5 sprint je zásadně jiný!



6, 15 a 30 sec je zásadně jiný!

Základní metabolickou podstatou
výkonu slalomáře je oxidativní
(aerobní) systém

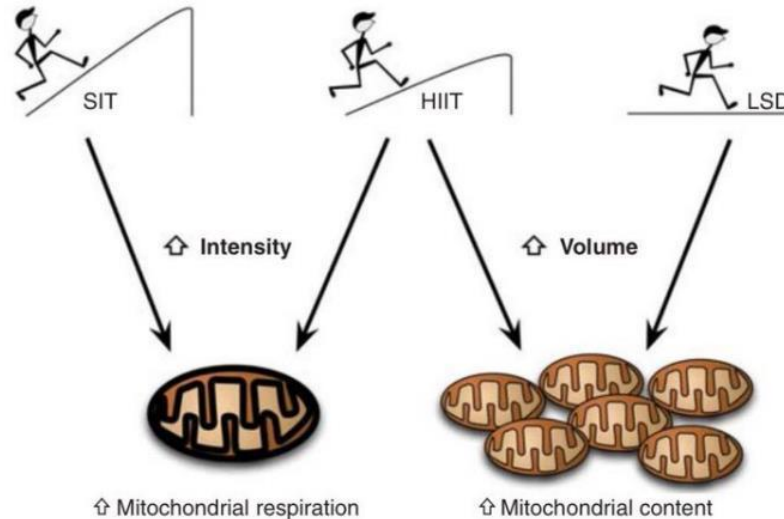
Ale proč to máme dělat, když ...

- My jsme to nikdy nedělali a nevadilo to
- Nejsme vytrvalci, jsme technický sport
- XX to nedělal/a a má hodně zlatých z OH/MS/ME
- To přeci nikoho nebaví
- Nikdo okolo to nedělá a jaké mají dobré výsledky

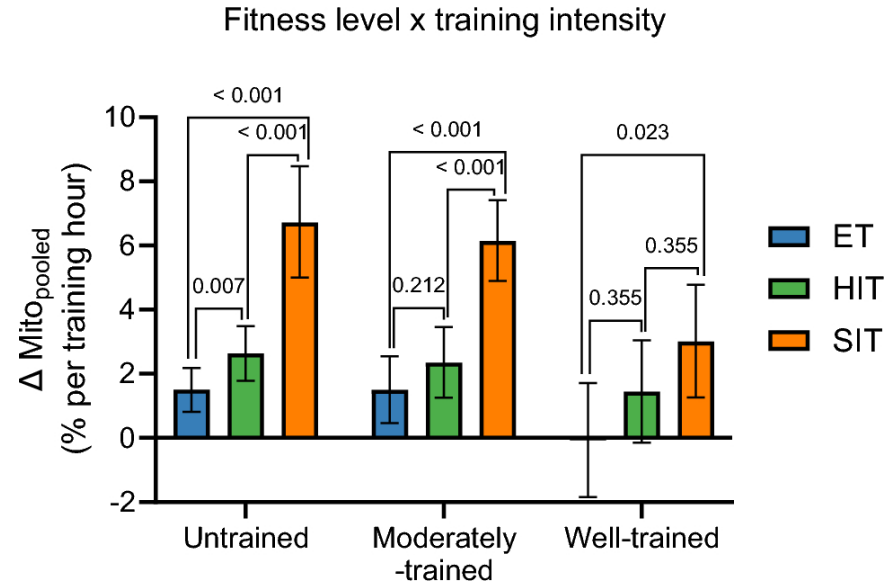
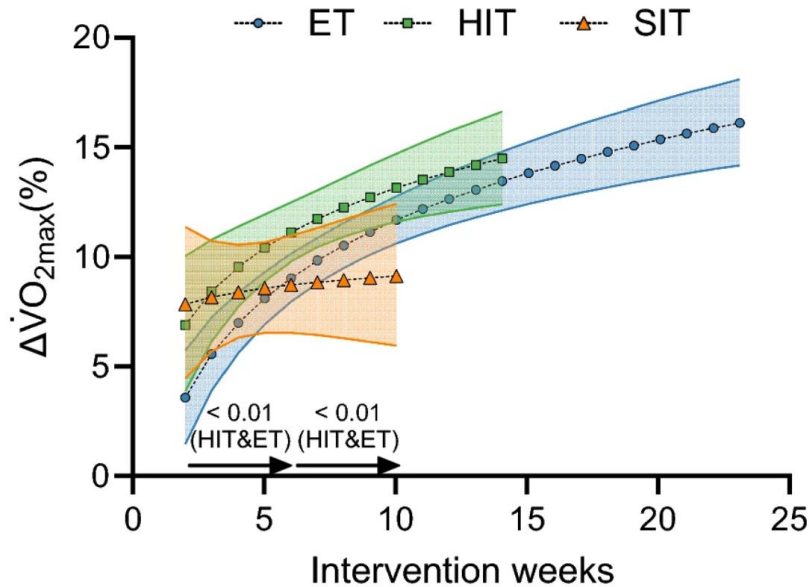
Proč má slalomář trénovat „vytrvalost“

- Netrénujeme vytrvalost, ale základ odolnosti oproti všem negativním vlivům
 - Tréninku - přetrénování
 - Nemocí – infekce a selhání imunity, depresivní stavy
 - Zranění – rychlý návrat do tréninku
 - Biologickému stárnutí závodníka
 - ...a dalším faktorům

Jak trénovat oxidativní systém



Na VO2Max funguje jakýkoliv trénink – ale jen někomu a někdy



Seilerova hierarchie tréninku



- 45 000 diváků



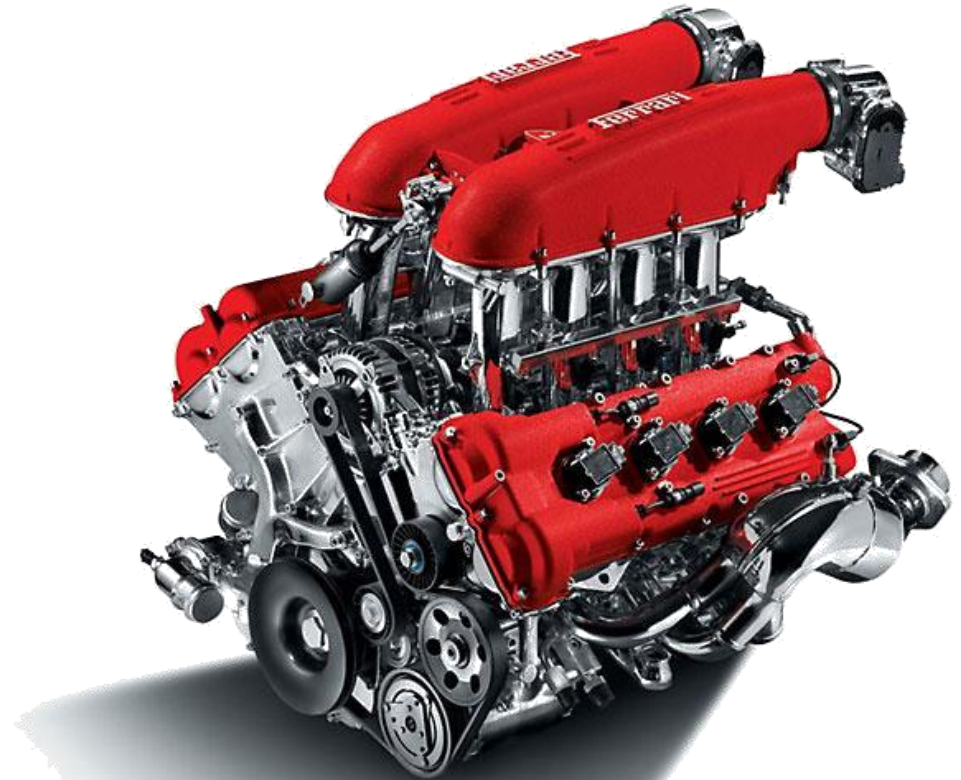
- 1 500 000 kroků/ rok



- 250 tréninkových hodin/ rok, co nejsou nikde v tréninkovém deníku!



Objem ničím nenahradíš



Objem = strukturální trénink

- Vytváří strukturu = kvalitu tkání a jejich postupnou adaptaci
- Vytváří pohybový automatismus
- Pozitivní vliv na imunitní systém = regenerace
- **Nízká intenzita, vysoký počet opakování – hry, běh, kolo, cokoliv...**

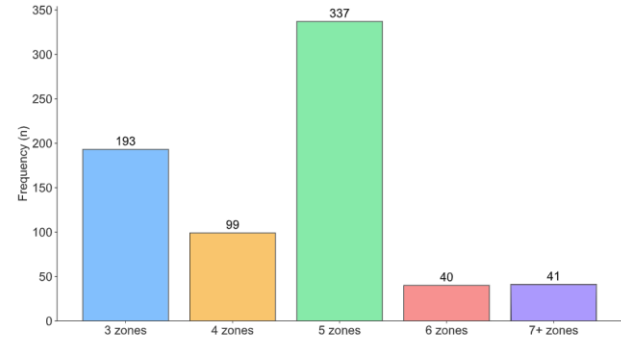
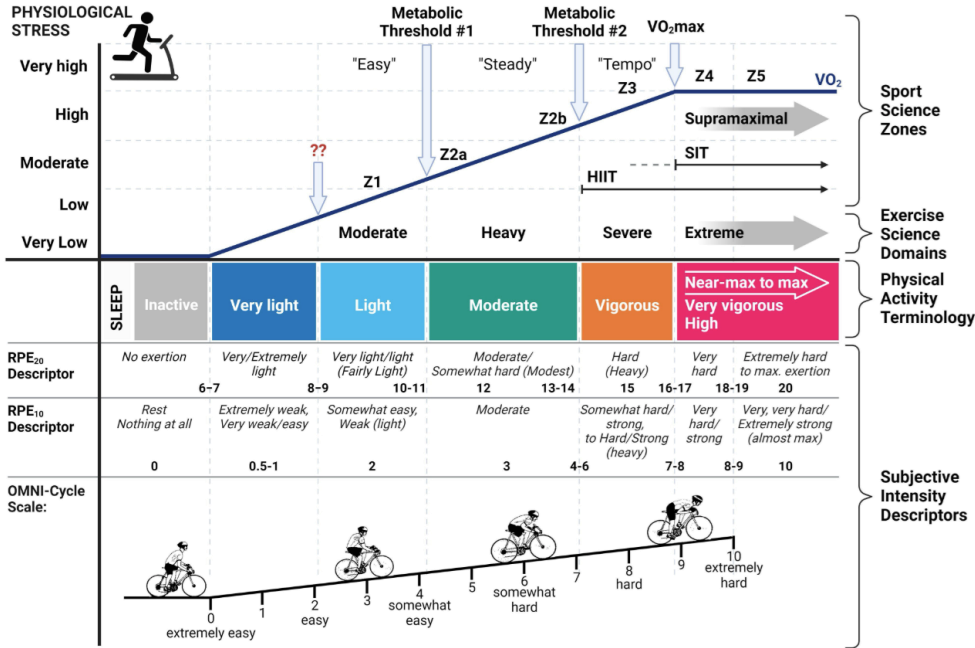


Fig. 2. Frequency distribution of the number of intensity zones used in practice by the total sample (n=710).

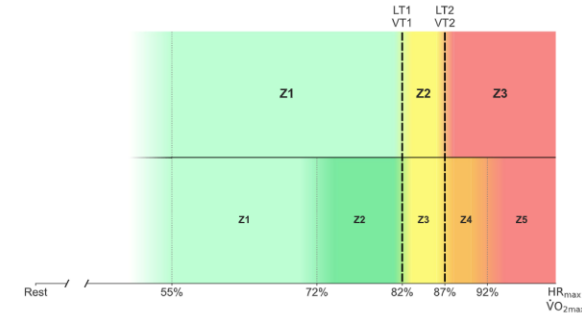


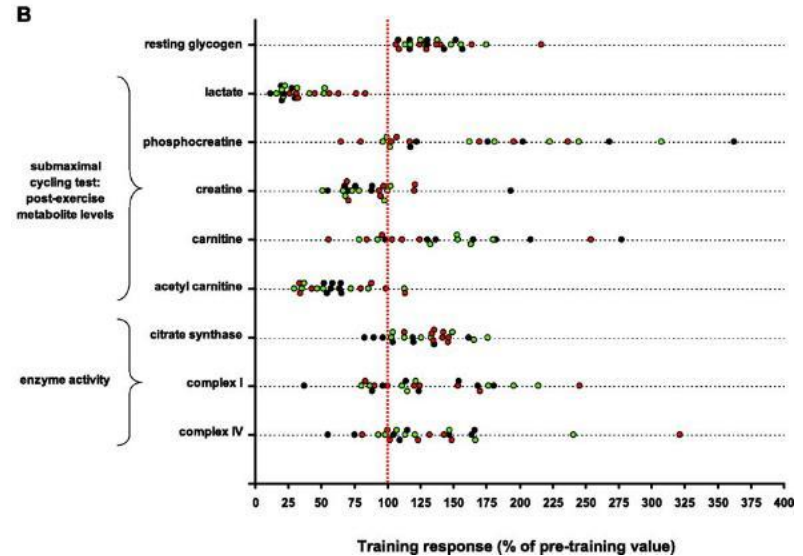
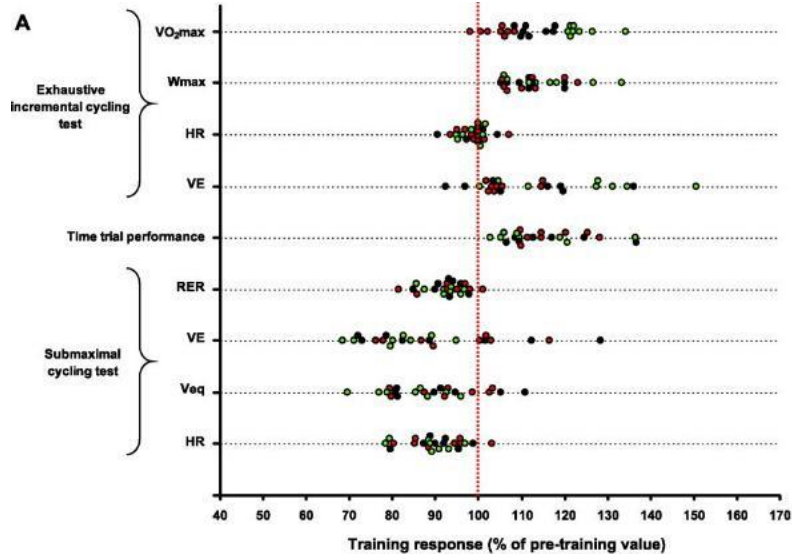
Fig. 1. Alignment of the 3- and 5-zone scales anchored by two common lactate/ventilatory turn points (black dashed lines) defining a threshold region (yellow). The figure is adapted from Sitko et al.² with permission. The original version can be found in Seiler¹. HR_{max} = maximal heart rate; LT1 = lactate turn point 1; LT2 = lactate turn point 2; VO_{2max} = maximal oxygen uptake; VT1 = ventilatory turn point 1; VT2 = ventilatory turn point 2.

A co na to zóna 2

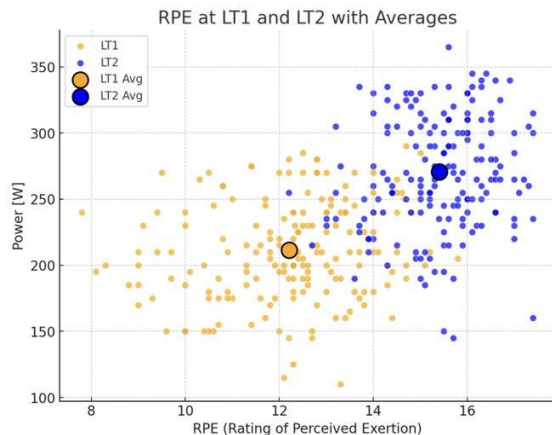
- Totální buzz na sociálních mediích
- „Jediná věc co potřebujete znát“ – P. Attia, R. Patrick a další
- Není to nic jiného, než základní vytrvalost

Identický trénink, různé odpovědi

6 týdnů tréninku 4x týdně 45 min 70%
VO2max



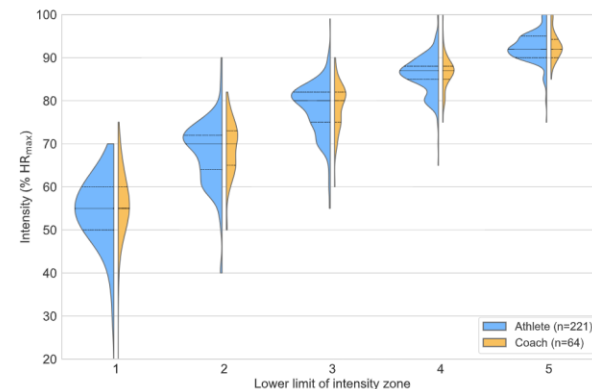
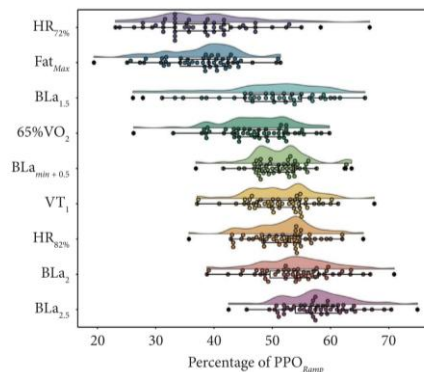
Nikdo neví kde zóna 2 začíná a kde končí



Research Article

Zone 2 Intensity: A Critical Comparison of Individual Variability in Different Submaximal Exercise Intensity Boundaries

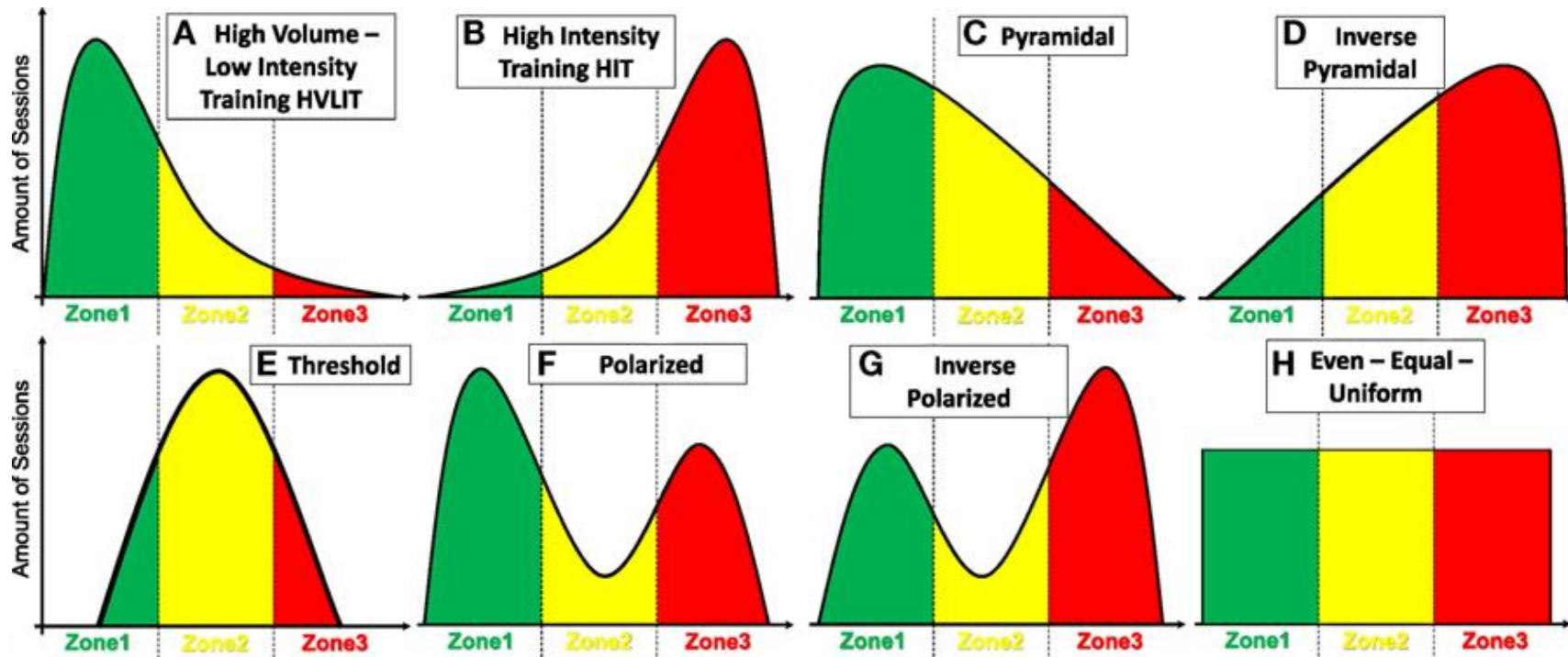
Benedikt Meixner^{1,2,3}, Luca Filipas^{4,5}, Hans-Christer Holmberg^{6,7}, and Billy Sperlich¹



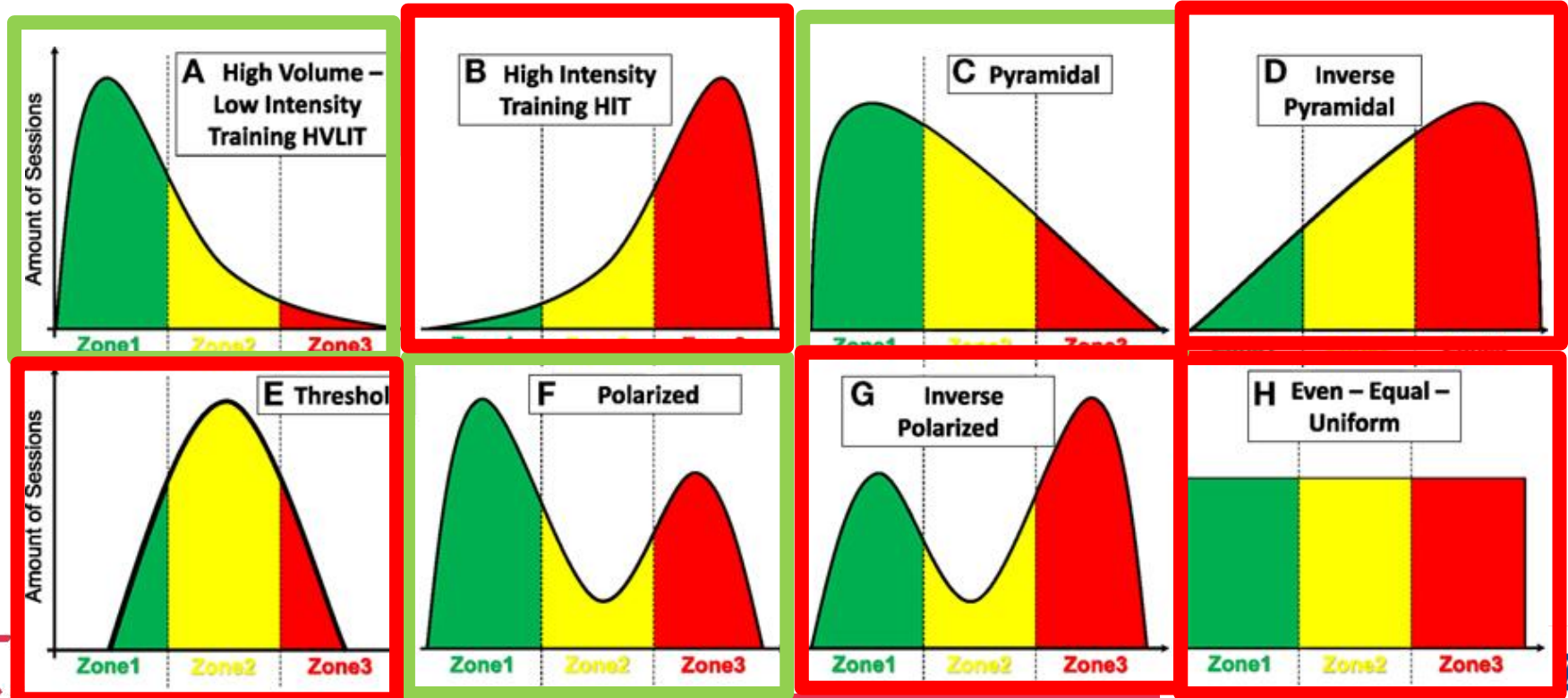
Problém zóny 2

- Nikdo neví kde začíná a kde končí
- Nefunguje na všechny stejně – na někoho skoro vůbec
- Nikdo neví jak velký objem je nutný

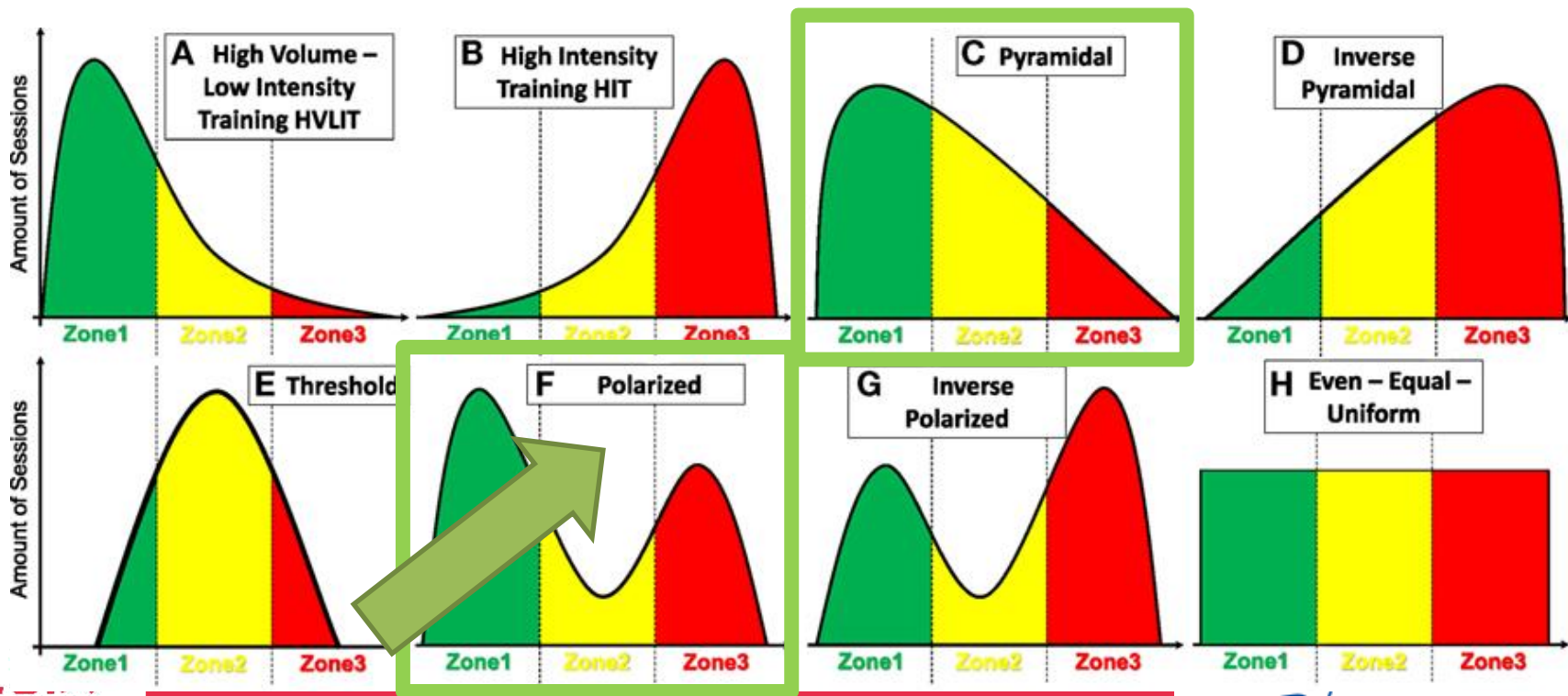
Distribuce tréninkových intenzit



Distribuce tréninkových intenzit



Až na malé výjimky Vám stačí toto



Pravidlo 4-1-1 /3-2-1

- 3-4x OV - pomalý klus/kolo/lyže apod...
- 1-2x síla zaměřená na max sílu – ne KT
- 1-2x vysoké intervaly

- OV-HIIT-OV-OV-Síla-OV
- Pokud je únava, tak místo OV regenerační int.

Jak na intenzity

- Super jednoduché – fast faster, slow slower
- 1x týdně (max 2x u špičky v přípravném období)
- Délka intervalu 4-8 min (8 min jen u špičky)
- Počet opakování 4-6, mezi interval do uklidnění
- Případně dobře udělaný fartlek
- Děti – hry (jakékoliv) a neřešit nic víc

Co nás naučil doping

Paměťová funkce (nejen) svalových buněk

[Sci Rep.](#) 2018; 8: 1898.

Published online 2018 Jan 30. doi: [10.1038/s41598-018-20287-3](#)

PMCID: PMC5789890

PMID: [29382913](#)

Human Skeletal Muscle Possesses an Epigenetic Memory of Hypertrophy

[Robert A. Seaborn](#),^{1,2} [Juliette Strauss](#),² [Matthew Cocks](#),² [Sam Shepherd](#),² [Thomas D. O'Brien](#),² [Ken A. van Someren](#),³ [Phillip G. Bell](#),³ [Christopher Murgatroyd](#),⁴ [James P. Morton](#),² [Claire E. Stewart](#),² and [Adam P. Sharples](#)^{3,1,2}

[Author information](#) · [Article notes](#) · [Copyright and License information](#) [Disclaimer](#)

[J Physiol.](#) 2013 Dec 15; 591(Pt 24): 6221–6230.

Published online 2013 Oct 28. doi: [10.1113/jphysiol.2013.264457](#)

PMCID: PMC3892473

PMID: [24167222](#)

A cellular memory mechanism aids overload hypertrophy in muscle long after an episodic exposure to anabolic steroids

[Ingrid M Egner](#),¹ [Jo C Bruusgaard](#),^{1,2} [Einar Eftedal](#),¹ and [Kristian Gundersen](#)¹

[Author information](#) · [Article notes](#) · [Copyright and License information](#) [Disclaimer](#)

[Am J Physiol Cell Physiol.](#) 2019 May 1; 316(5): C649–C654. doi: [10.1152/ajpcell.00050.2019](#). Epub 2019 Mar 6.

Elevated myonuclear density during skeletal muscle hypertrophy in response to training is reversed during detraining.

[Dunagan CM](#)^{1,2}, [Murach KA](#)^{1,2}, [Enck KK](#)², [Jones SR](#)², [Crow SE](#)², [Enlund DA](#)^{1,2}, [Vechetti JJ](#)^{3,2}, [Eigueiredo VC](#)^{1,2}, [Leviton BM](#)⁴, [Satin JL](#)^{3,2}, [McCarthy JJ](#)^{3,2}, [Peterson CA](#)^{1,2}

Author information

- 1 Department of Rehabilitation Sciences, University of Kentucky, Lexington, Kentucky.
- 2 Center for Muscle Biology, University of Kentucky, Lexington, Kentucky.
- 3 Department of Physiology, University of Kentucky, Lexington, Kentucky.
- 4 Center for Molecular Medicine, University of Kentucky, Lexington, Kentucky.

[Front Neurol.](#) 2018; 9: 698.

Published online 2018 Aug 24. doi: [10.3389/fneur.2018.00698](#)

PMCID: PMC6117390

PMID: [30197620](#)

Endocrine Crosstalk Between Skeletal Muscle and the Brain

[Julien Delezie](#) and [Christoph Handschin](#)*

[Author information](#) · [Article notes](#) · [Copyright and License information](#) [Disclaimer](#)

Doping začíná tam, kde poškození z těžkého tréninku je větší než rizika plynoucí z dopingového programu (G. Rodčenko, film Ikarus)

Poučení z vrcholové praxe

Dovednostní sporty musí trénovat odolnost -
vytrvalost - schopnost rychlé regenerace

Vytrvalostní a rychlostně vytrvalostní sporty
musí trénovat dovednost

Ale proč to máme dělat, když ...

- My jsme to nikdy nedělali a nevadilo to
- Nejsme vytrvalci, jsme technický sport
- XX to nedělal/a a má hodně zlatých z OH/MS/ME
- To přeci nikoho nebaví
- Nikdo okolo to nedělá a jaké mají dobré výsledky

Jsme v roce 2025 a bez toho,
abychom změnili přístup v této
oblasti riskujeme, že dopadneme
jako jiné kdysi skvělé české sporty,
které zaspaly a dnes to jinž
nedoženu

Děkuji za pozornost



MUDr. Jiří Dostal

Centrum sportovní medicíny z.s.

Sokolská 35/1662 (náměstí I.P. Pavlova)

120 00, Praha 2

Tel: +420 722 050 450

Email: dostal@centrumsportmed.cz

Web: www.centrumsportmed.cz