MINISTRY
OF EDUCATION, SCIENCE,
RESEARCH AND SPORT
OF THE SLOVAK REPUBLIC

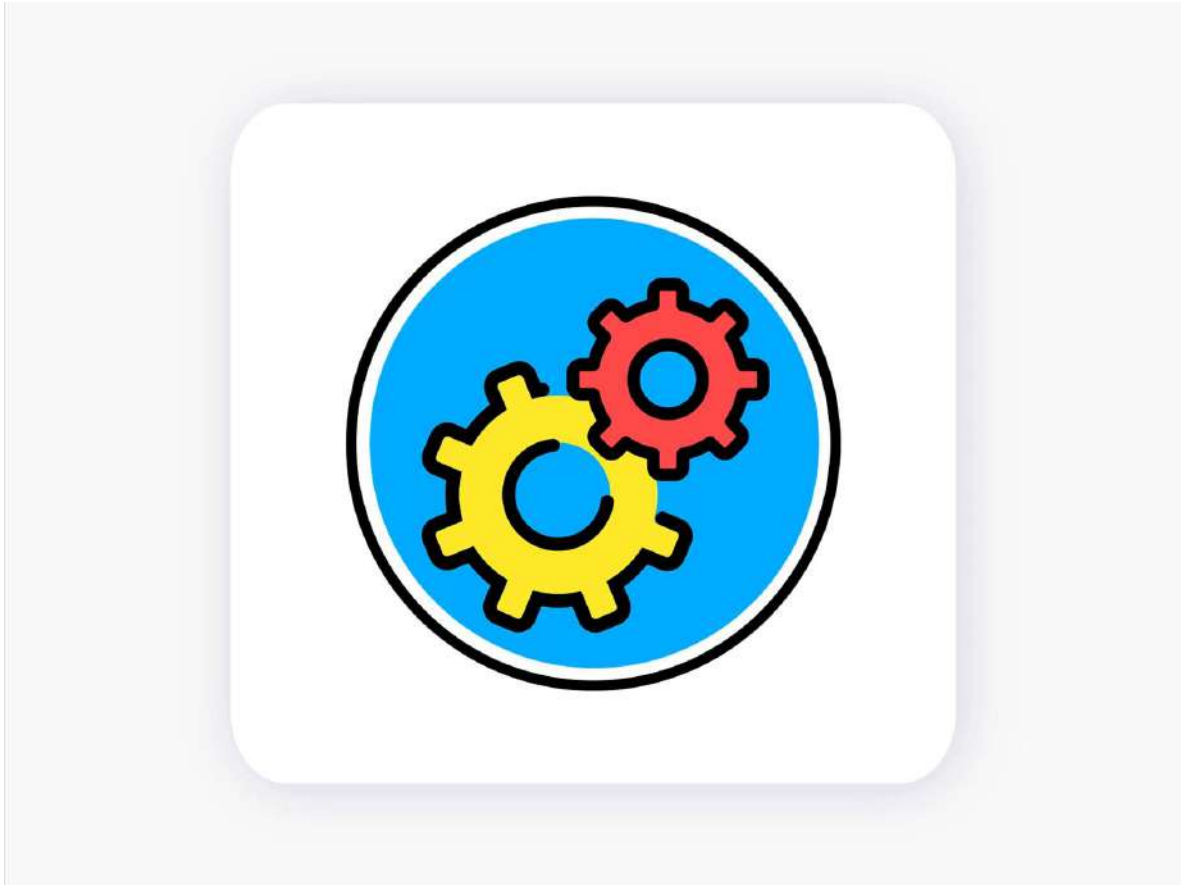
NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM

Potrebujeme vedieť tréningové zóny športovca?

NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM
DIAGNOSTIKA

Mgr. Leonard Lendvorský, PhD.

Čo robí športovcov úspešnými?

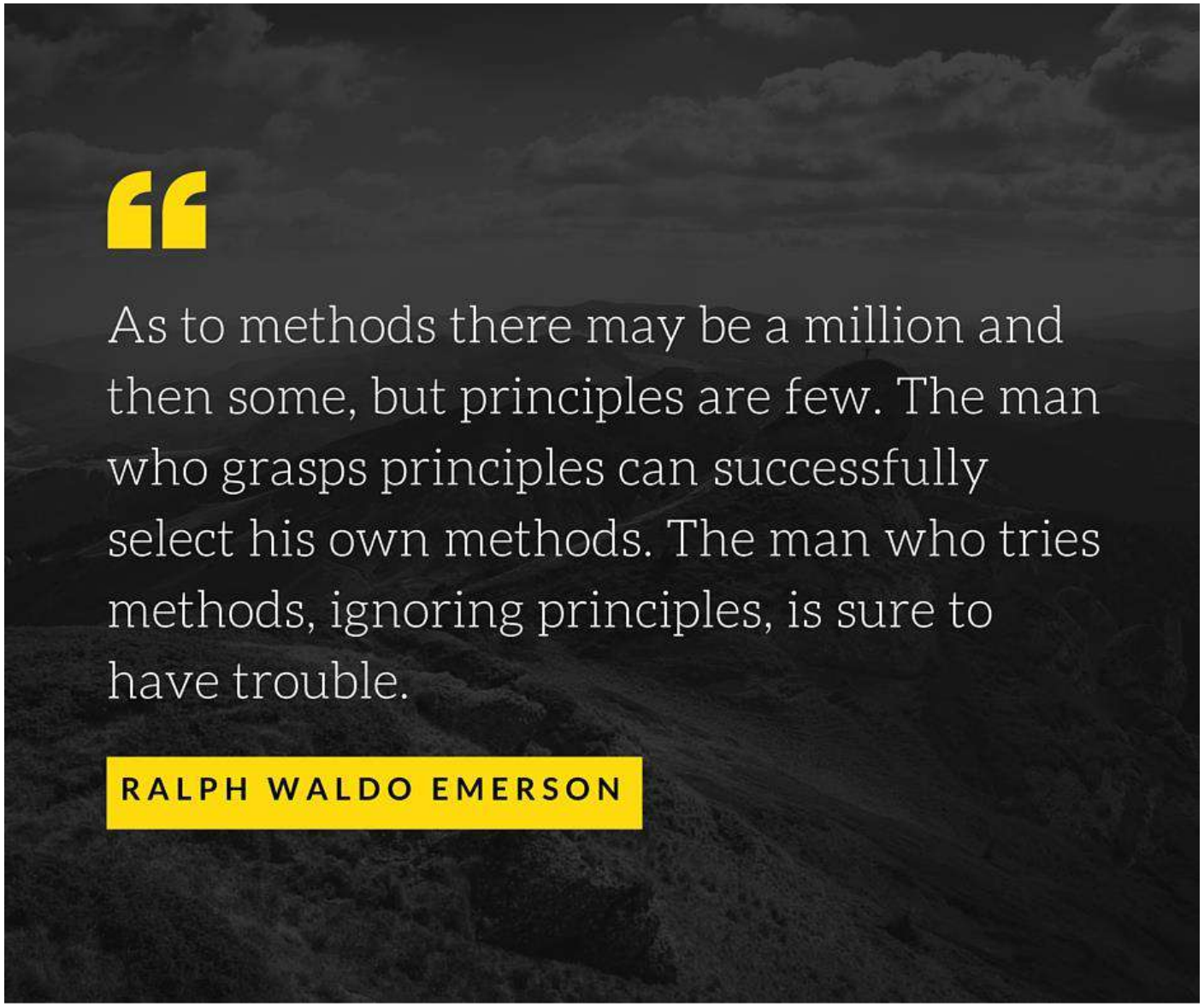


SYSTÉM

- Súbor tréningových metód tvoriacich komplex

METÓDA

- Postup, technika, alebo spôsob


“
As to methods there may be a million and then some, but principles are few. The man who grasps principles can successfully select his own methods. The man who tries methods, ignoring principles, is sure to have trouble.
RALPH WALDO EMERSON

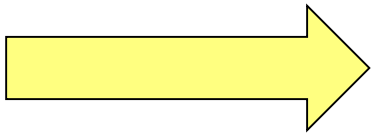
Ako nastaviť systém a zvoliť správne metódy?

Zóna	Srdcová frekvencia (% max)	Intenzita	Test Reči	Tabuľka úsilia
Zóna 1	50 - 60	Veľmi ľahká	Môžeš hovoriť bez námahy	1
Zóna 2	60 - 70	Ľahká	Nemôžeš spievať	2
Zóna 3	70 - 80	Stredne náročná	Môžeš hovoriť max. 30 sek	3
Zóna 4	80 - 90	Náročná	Môžeš hovoriť max. 10 sek	4
Zóna 5	90 - 100	Maximum	Nemôžeš hovoriť	5

Jednoduchá tabuľka tréningových zón

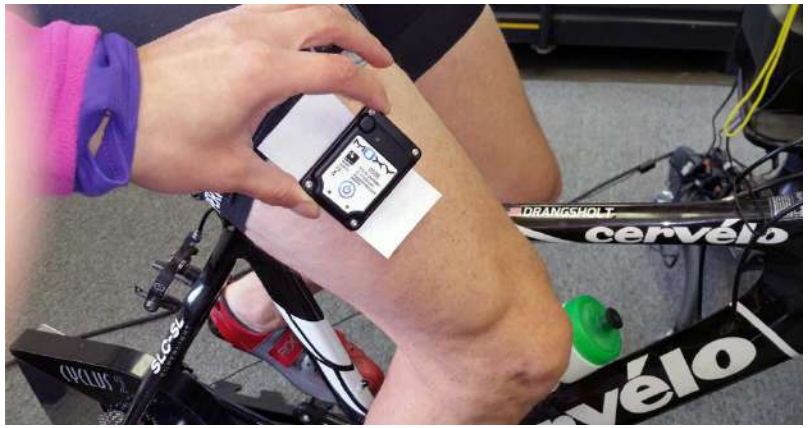
Diagnostika športovca

- Spiroergometrické vyšetrenie
- Laktátová krivka
- Diagnostika s Moxy monitorom



PRAH ÚNAVY
ANAERÓBNY PRAH
LAKTÁTOVÝ PRAH
VENTILAČNÝ PRAH

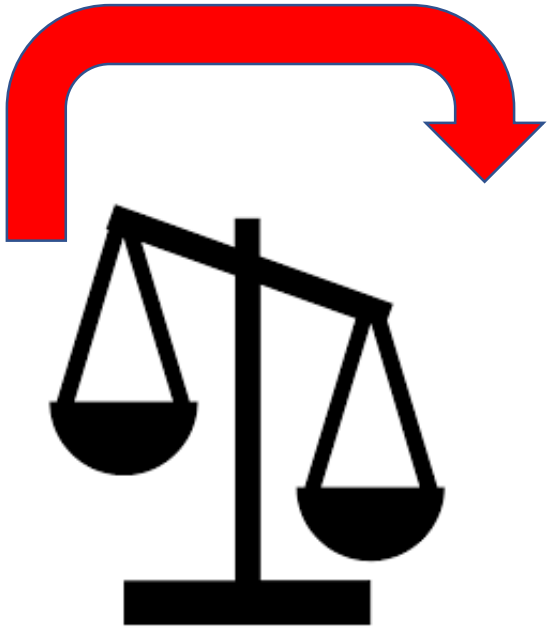
NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM
DIAGNOSTIKA



Bio feedback

Prah únavy (FT) je intenzita, pri ktorej už nedokážeme udržať homeostázu

- Ca^{2+}
- Dodávka O2
- CO2/H+
- Krvný laktát



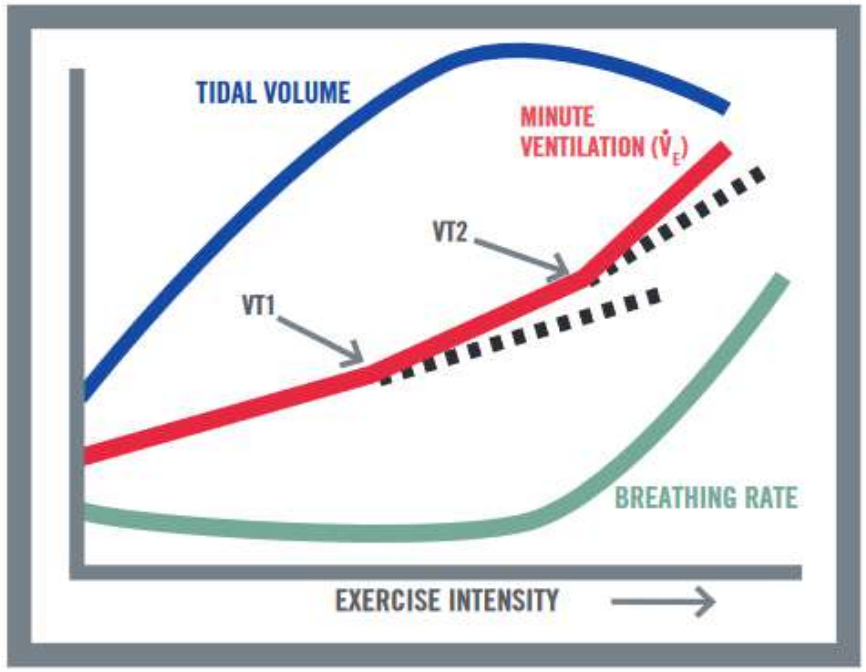
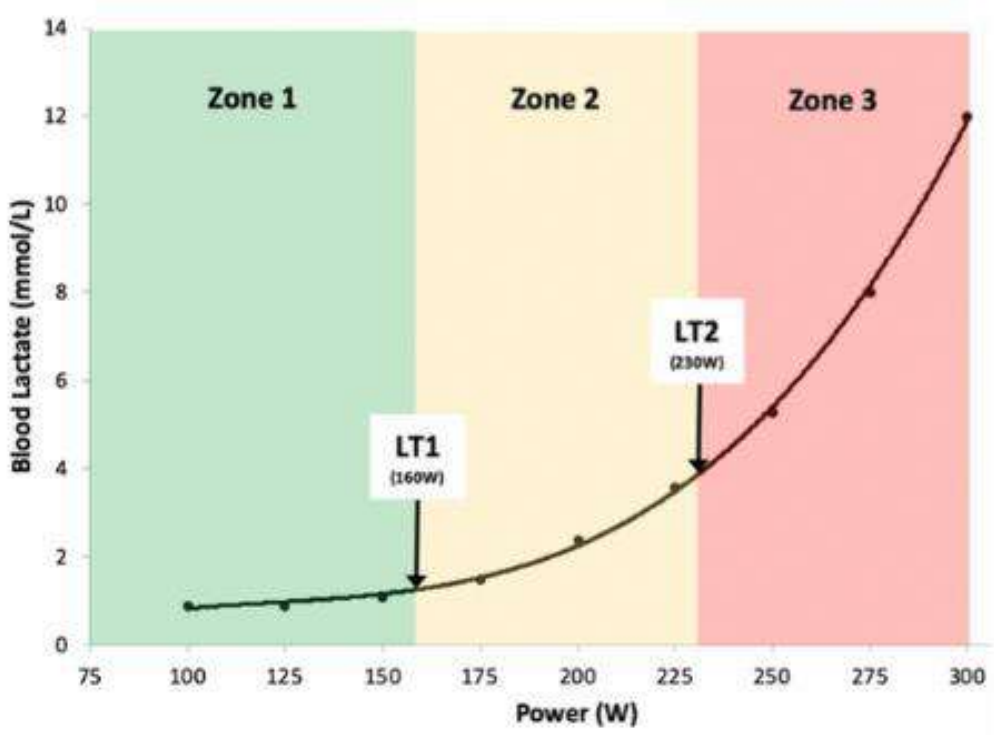


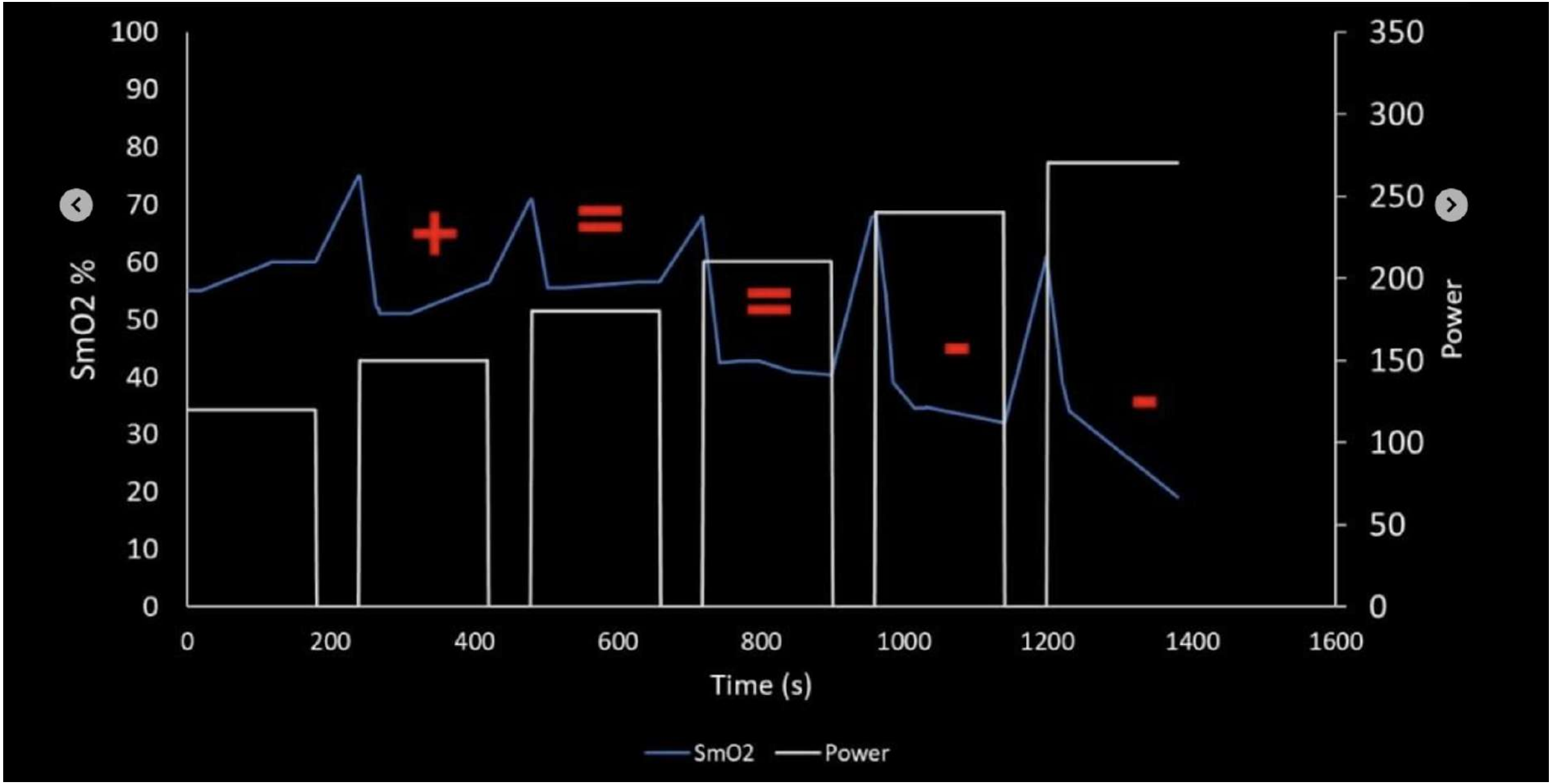
Figure 1
Ventilatory effects during aerobic exercise

Note: VT1 = First ventilatory threshold; VT2 = Second ventilatory threshold



https://vo2master.com/intro-to-metabolic-testing/

NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM DIAGNOSTIKA


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
SmO2 %
350
300
250
200
150
100
50
0
Power
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
Time (s)
+
=
=
-
-
SmO2
Power

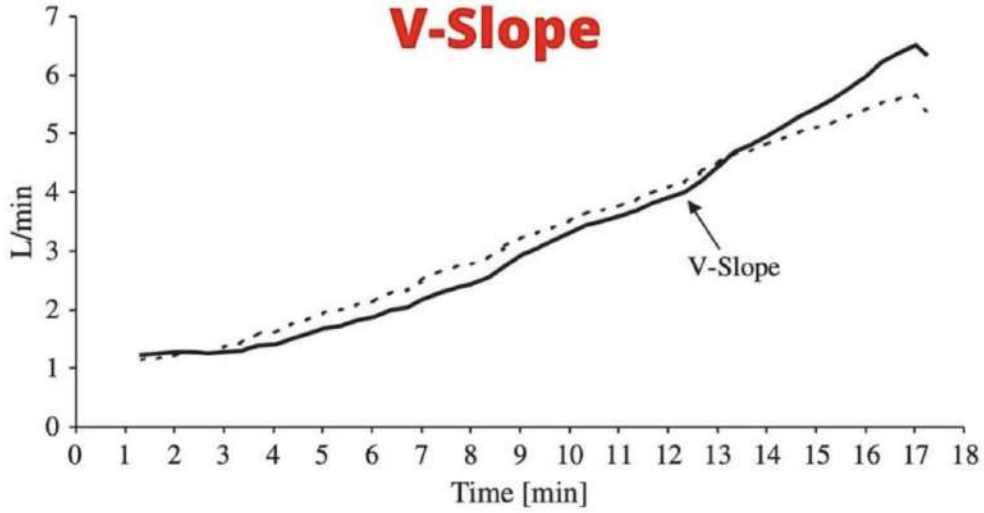
> Scand J Med Sci Sports. 2006 Feb;16(1):27-34. doi: 10.1111/j.1600-0838.2004.00424.x.

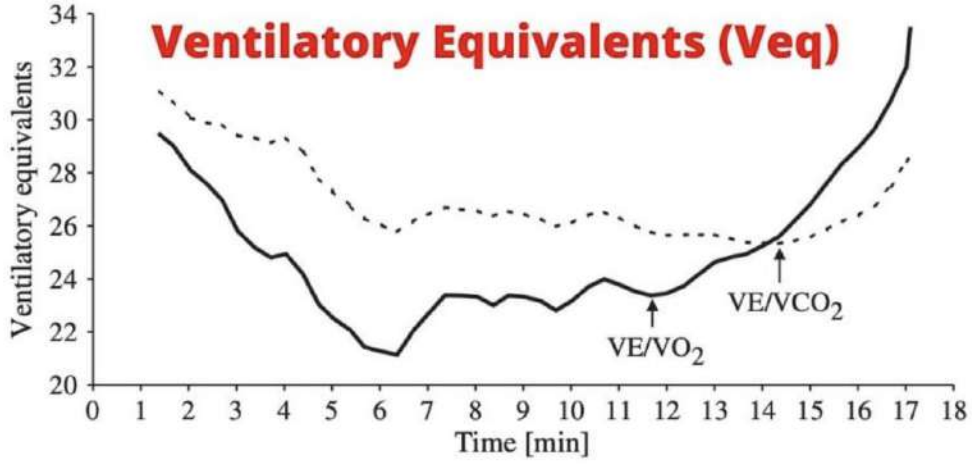
Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance

Markus Amann [1], Andrew W Subudhi, Carl Foster

Affiliations + expand

PMID: 16430678 DOI: 10.1111/j.1600-0838.2004.00424.x





NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM DIAGNOSTIKA

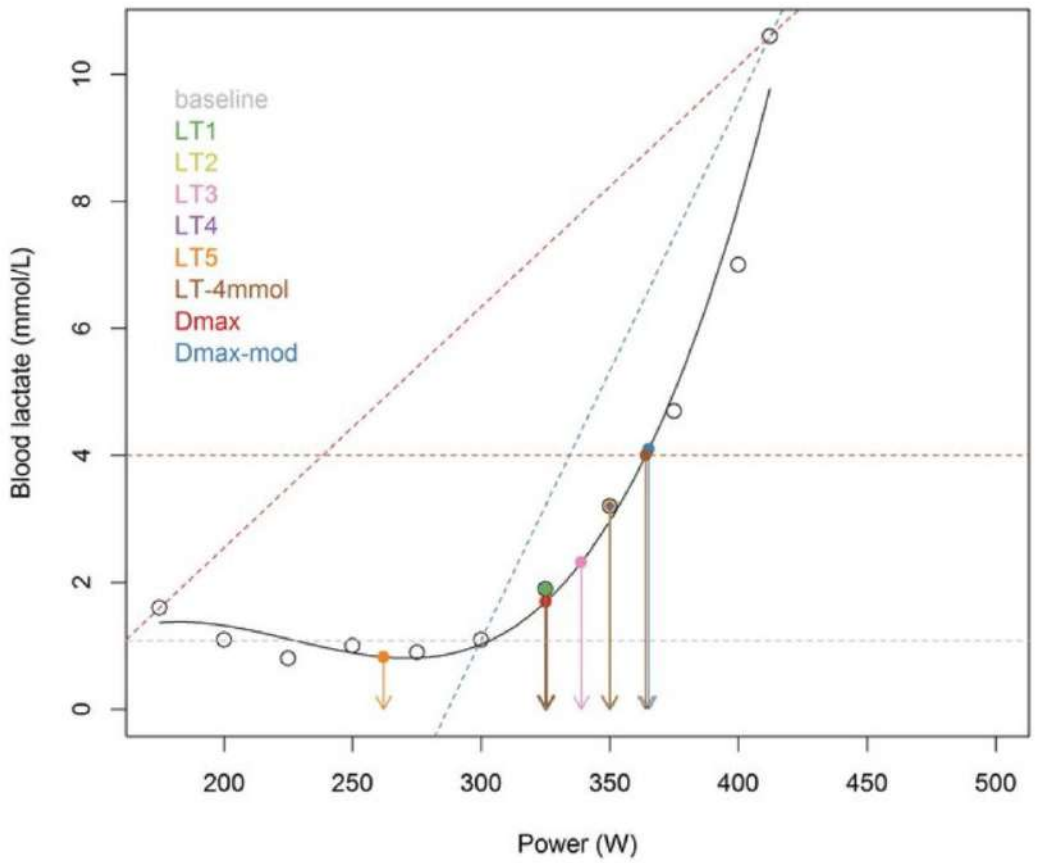
Article | Full-text available

Repeatability and predictive value of lactate threshold concepts in endurance sports

November 2018 · PLoS ONE 13(11):e0206846 · Follow journal

DOI: 10.1371/journal.pone.0206846

Jules A. A. C. Heuberger · Pim Gal · Frederik Stuurman · Show all 6 authors · Adam F. Cohen



NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM DIAGNOSTIKA

J Physiol. 2021 Feb;599(3):737-767. doi: 10.1113/JP279963. Epub 2020 Nov 19.

The anaerobic threshold: 50+ years of controversy

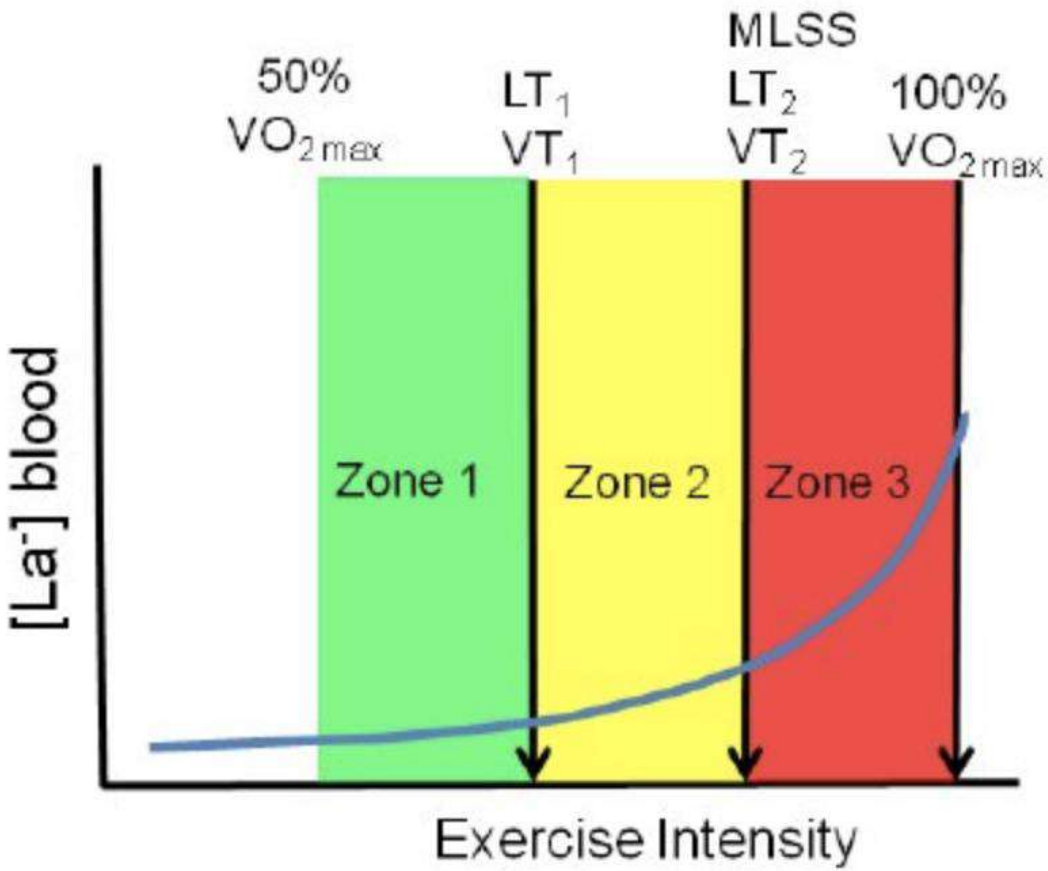
David C Poole [1], Harry B Rossiter [2], George A Brooks [3], L Bruce Gladden [4]

Affiliations + expand

PMID: 33112439 DOI: 10.1113/JP279963

Free article

Tréningové zóny očami športových fyziológov



See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/225005036

Intervals, Thresholds, and Long Slow Distance: the Role of Intensity and Duration in Endurance Training

Article · January 2009

CITATIONS
215

READS
38,532

2 authors:

Stephen Seiler
Universitetet i Agder
185 PUBLICATIONS 5,836 CITATIONS
SEE PROFILE

Espen Tønnessen
Kristiania University College
65 PUBLICATIONS 2,507 CITATIONS
SEE PROFILE

	Parameter	Hodnota	Jednotka	Hodnotenie maximálnej spotreby kyslíka (VO2max)
Spotreba kyslíka	VO2max	69,3	ml/kg/min	Slabé / Priemer / Dobré / Veľmi dobré / Vynikajúce
	VO2Anp	58,6	ml/kg/min	
	VO2AP	46,4	ml/kg/min	< 40 / 40-45 / 46-51 / 52-57 / 58 <
	ANP	85	% z VO2max	
	AP	67	% z VO2max	
Srdcová frekvencia	PF max	192	úderov/min	
	PF ANP	174	úderov/min	
	PF AP	152	úderov/min	
	ANP	91	% z PF max	
	AP	79	% z PF max	
Výkon	Max	360	W	
	VO2 max	350	W	
	ANP	270	W	
	AP	190	W	
Laktát (3. min)		13,46	W	

Fyziologické parametre		
Parameter	Hodnota	Jednotka
RQ max	1,09	
VE max	154	L/min
Rf max	55	1/min
METS max	19,7	

Poznámky

Oproti poslednému testovaniu z 3.11.2021 výrazné zvýšenie maximálnej spotreby kyslíka. V absolútnych hodnotách z 3,7 litra na 4,5 litra. Výrazné zlepšenie maximálneho výkonu o 40 wattov. Maximálna spotreba kyslíka ešte rástla ku koncu testu nemusela to byť konečná hodnota, limitáciou boli silové schopnosti. Svedčí o tom aj RQ 1,09. Maximálna frekvencia dýchania pomerne nízka 55 nádychov / min.

Tréningové zóny stanovené na základe spiroergometrie				
Názov zóny	Výkon (Watt)		PF (úder/min)	
Aktívna regenerácia			113	141
Zóna AP	180	200	142	153
Zmiešaná aeróbno-anaeróbna zóna			154	171
Zóna ANP	263	275	172	175
Anaeróbno-aeróbna zóna			176	a viac

	SF	LA mmmol/l	Výkon w	Relatívny výkon (W/kg)
1	133	1,58	200	2,6
2	140	1,86	230	3,0
3	150	2,40	260	3,4
4	161	4,27	290	3,8
5	171	7,46	320	4,2
6	180	13,33	369	4,9
LA 10	13,3	SF max	185	

Aeróbny prah			
SF	LA mmmol/l	Rel. Výkon	Výkon w
143	2,2	3,2	240

Anaeróbny prah			
SF	LA mmmol/l	Rel. Výkon	Výkon w
164	5,1	3,9	298

Tréningové zóny	Výkon (W)		Srdcová frekvencia	
Zóna aktívnej pohybovej regenerácie			126	132
AP zóna	235	245	133	144
Zmiešaná aeróbno anaeróbna zóna			145	161
ANP zóna	296	300	162	165
Anaeróbno aeróbna zóna			166	a viac

LA: koncentrácia laktátu v kapilárnej krvi

SFmax: maximálna hodnota srdcovej frekvencie dosiahnutá v teste

Relatívny výkon: Výkon prepočítaný na kilogram telesnej hmotnosti

LA10: koncentrácia laktátu v 10.minúte po teste

NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM
DIAGNOSTIKA

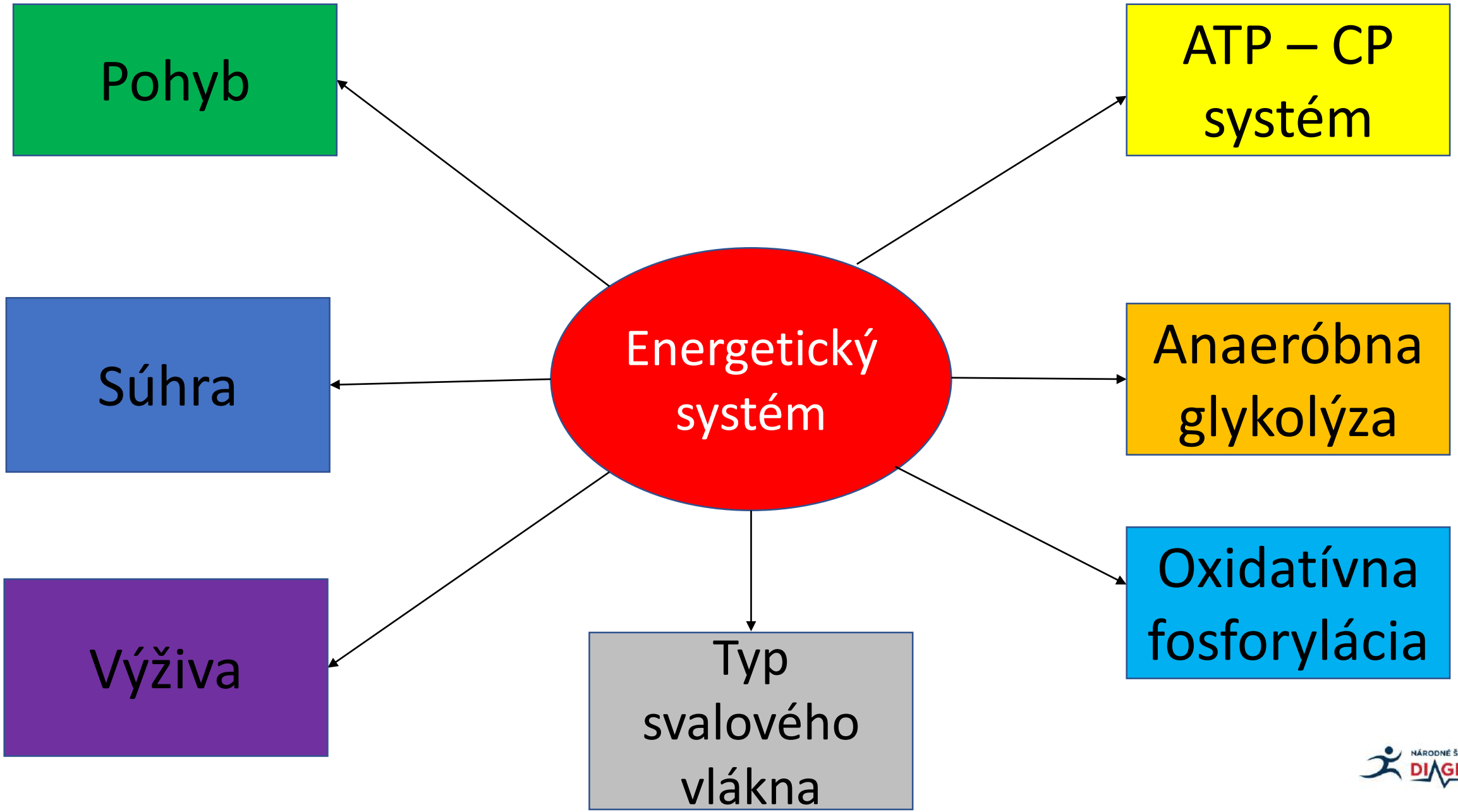
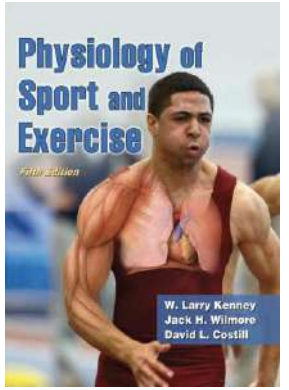

Pohyb
Súhra
Výživa
Energetický systém
ATP – CP systém
Anaeróbna glykolýza
Oxidatívna fosforylácia
Typ svalového vlákna

TABLE 2.3 Characteristics of the Various Energy Supply Systems

Energy system	Oxygen necessary?	Overall chemical reaction	Relative rate of ATP formed per second	ATP formed per molecule of substrate	Available capacity
ATP-PCr	No	PCr to Cr	10	1	<15 s
Glycolysis	No	Glucose or glycogen to lactate	5	2-3	~1 min
Oxidative (from carbohydrate)	Yes	Glucose or glycogen to CO_2 and H_2O	2.5	36-39*	~90 min
Oxidative (from fat)	Yes	FFA or triglycerides to CO_2 and H_2O	1.5	>100	days

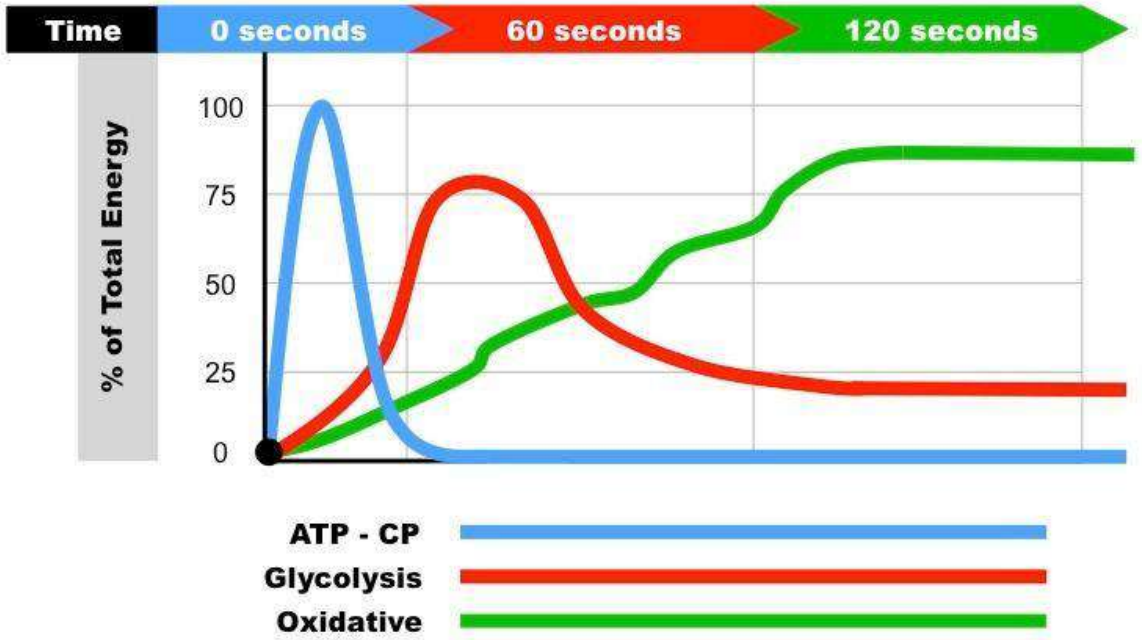
Kenney et al. 2012

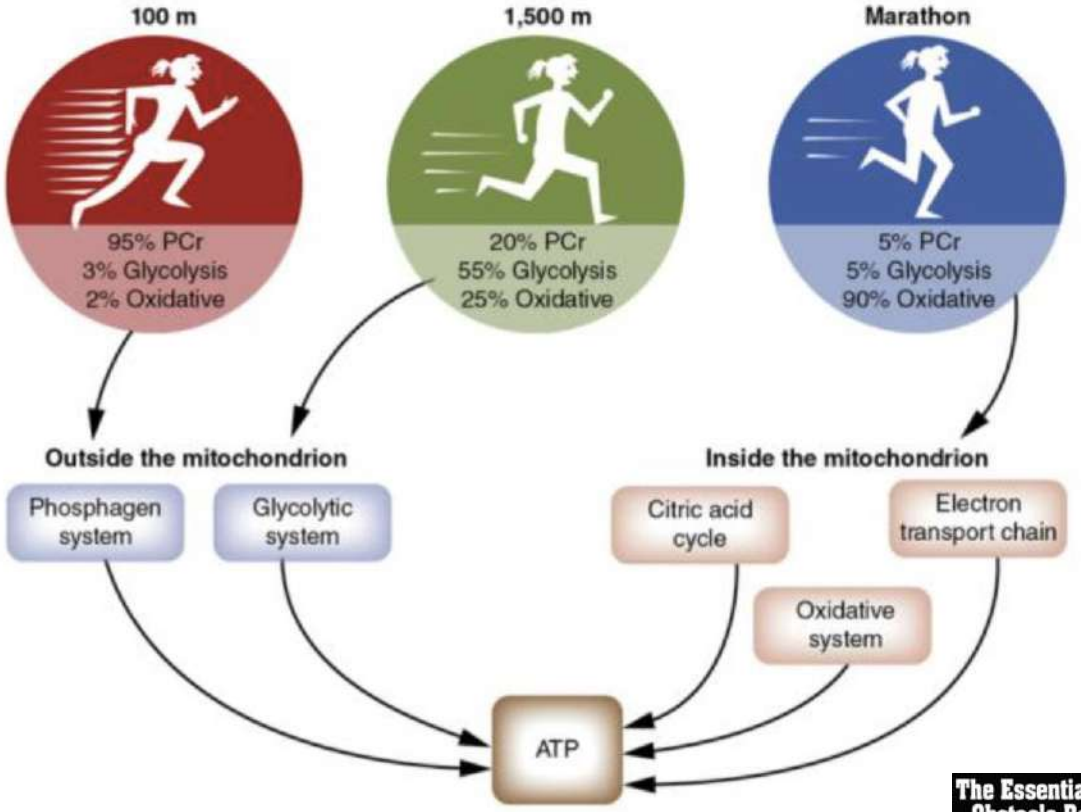


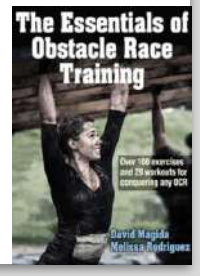
NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM DIAGNOSTIKA

- **ČASTÁ CHYBA pri energetických systémoch**
- **Neexistuje tlačidlo ON/OFF**

NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM
DIAGNOSTIKA


Time
0 seconds
60 seconds
120 seconds
% of Total Energy
100
75
50
25
0
ATP - CP
Glycolysis
Oxidative


100 m
1,500 m
Marathon
95% PCr
3% Glycolysis
2% Oxidative
20% PCr
55% Glycolysis
25% Oxidative
5% PCr
5% Glycolysis
90% Oxidative
Outside the mitochondrion
Inside the mitochondrion
Phosphagen system
Glycolytic system
Citric acid cycle
Electron transport chain
Oxidative system
ATP


The Essentials of Obstacle Race Training

Tréningové zóny

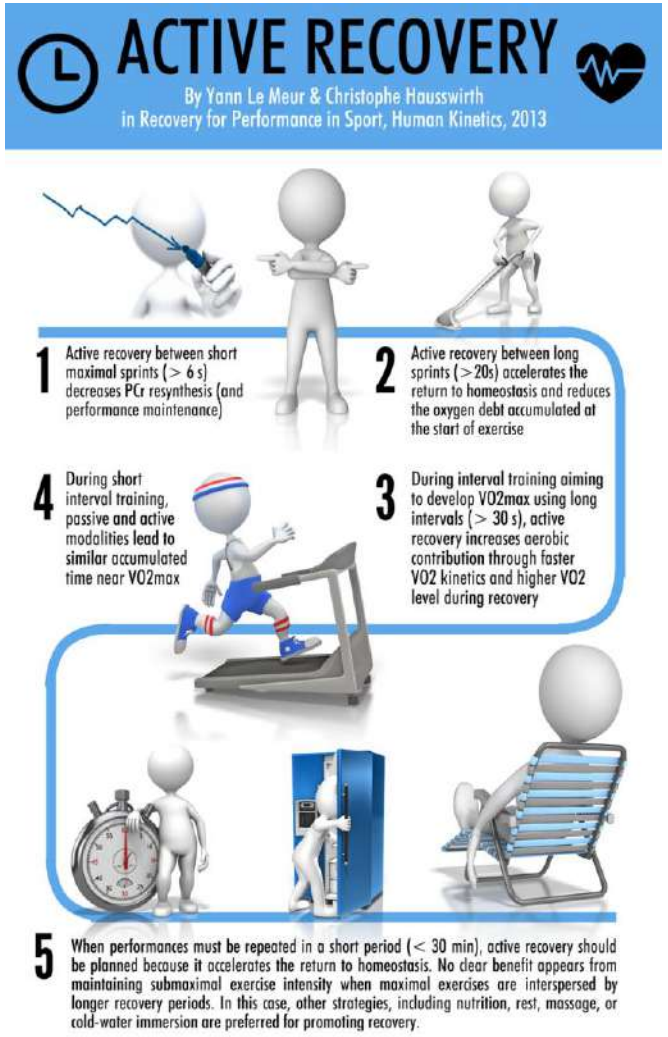
Tréningové zóny stanovené na základe spiroergometrie				
Názov zóny	Tempo (min/km)		PF (úder/min)	
Aktívna regenerácia			107	146
Zóna AP	04:53	05:02	147	158
Zmiešaná aeróbno-anaeróbna zóna			159	176
Zóna ANP	03:39	03:43	177	180
Anaeróbno-aeróbna zóna			181	a viac

Tréningové zóny stanovené na základe spiroergometrie				
Názov zóny	Výkon (Watt)		PF (úder/min)	
Aktívna regenerácia			113	141
Zóna AP	180	200	142	153
Zmiešaná aeróbno-anaeróbna zóna			154	171
Zóna ANP	263	275	172	175
Anaeróbno-aeróbna zóna			176	a viac

NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM
DIAGNOSTIKA

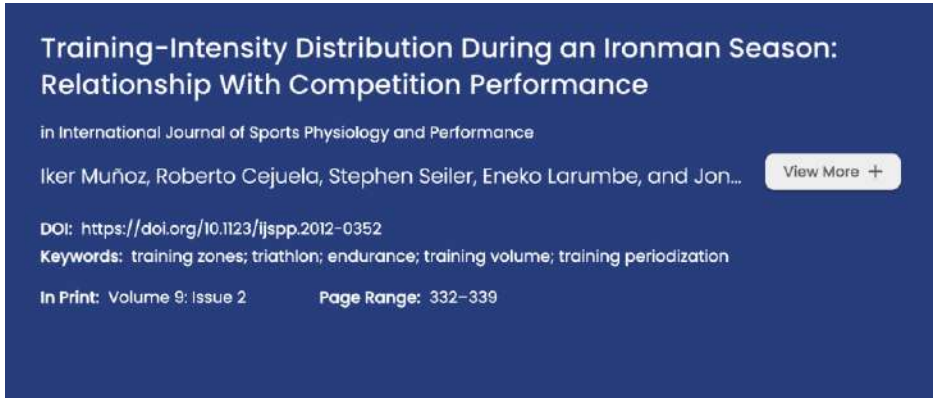
Zóna 1, Aktívna regenerácia

- Plánovaná aktívna regenerácia pomáha obnoveniu homeostázy
- Zvyšuje krvný prietok vo svalovom tkanive, čo môže prispieť k odstráneniu metabolického odpadu, zníženi svalového opuchu a bolesti (Dupuy et al. 2018)



Zóna 1, viac ako 1 hod

- Zvýšenie hustoty mitochondrií vo svale, zmnoženie kapilár (Muňoz et al. 2014)
- Efektívne využitie tuku ako zdroju energie
- Zníženie incidencie civilizačných chorôb – diabetes typu 2, karcinóm hrubého čreva, symptómy depresie (Tse et al. 2020)
- Zlepšenie kardiometabolického zdravia (Sabag et al. 2022)


Training-Intensity Distribution During an Ironman Season: Relationship With Competition Performance

in International Journal of Sports Physiology and Performance

Iker Muñoz, Roberto Cejuela, Stephen Seiler, Eneko Larumbe, and Jon...

View More +

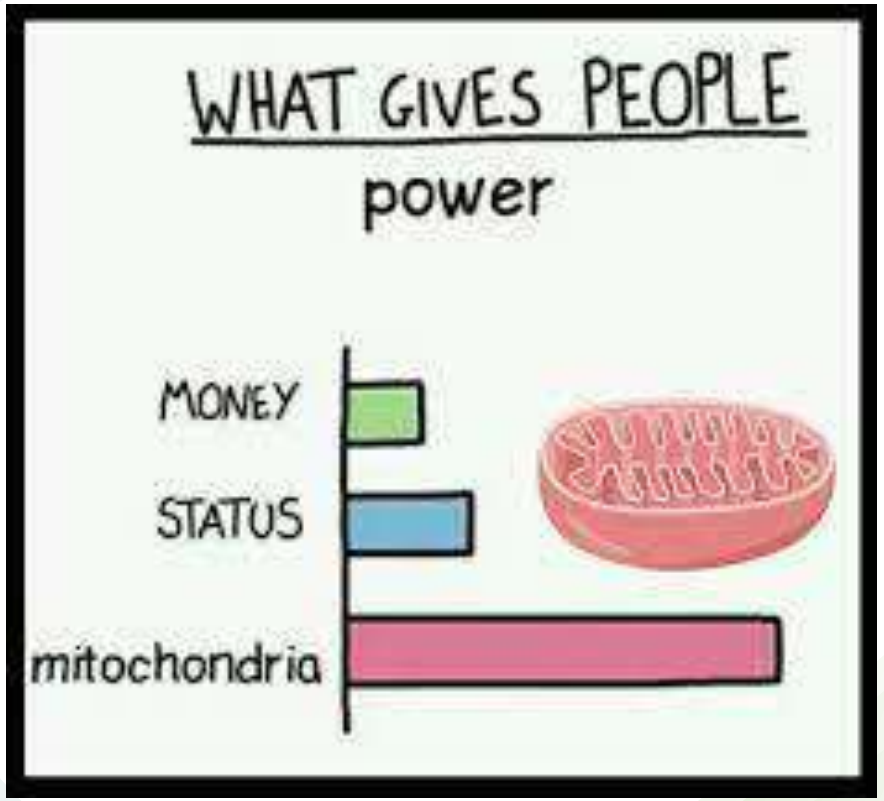
DOI: https://doi.org/10.1123/ijspp.2012-0352

Keywords: training zones; triathlon; endurance; training volume; training periodization

In Print: Volume 9: Issue 2 Page Range: 332–339

Zóna 2, Zóna AP

- Stimulácia oxidácie mastných kyselín
- Relatívne vysoký stimul na vyvolanie zmien bez prílišného rizika pretrénovania
- Najvyššia intenzita, pri ktorej trénujete prevažne pomalé svalové vlákna
- Stimuluje zvýšenie mitochondriálnej biogenézy

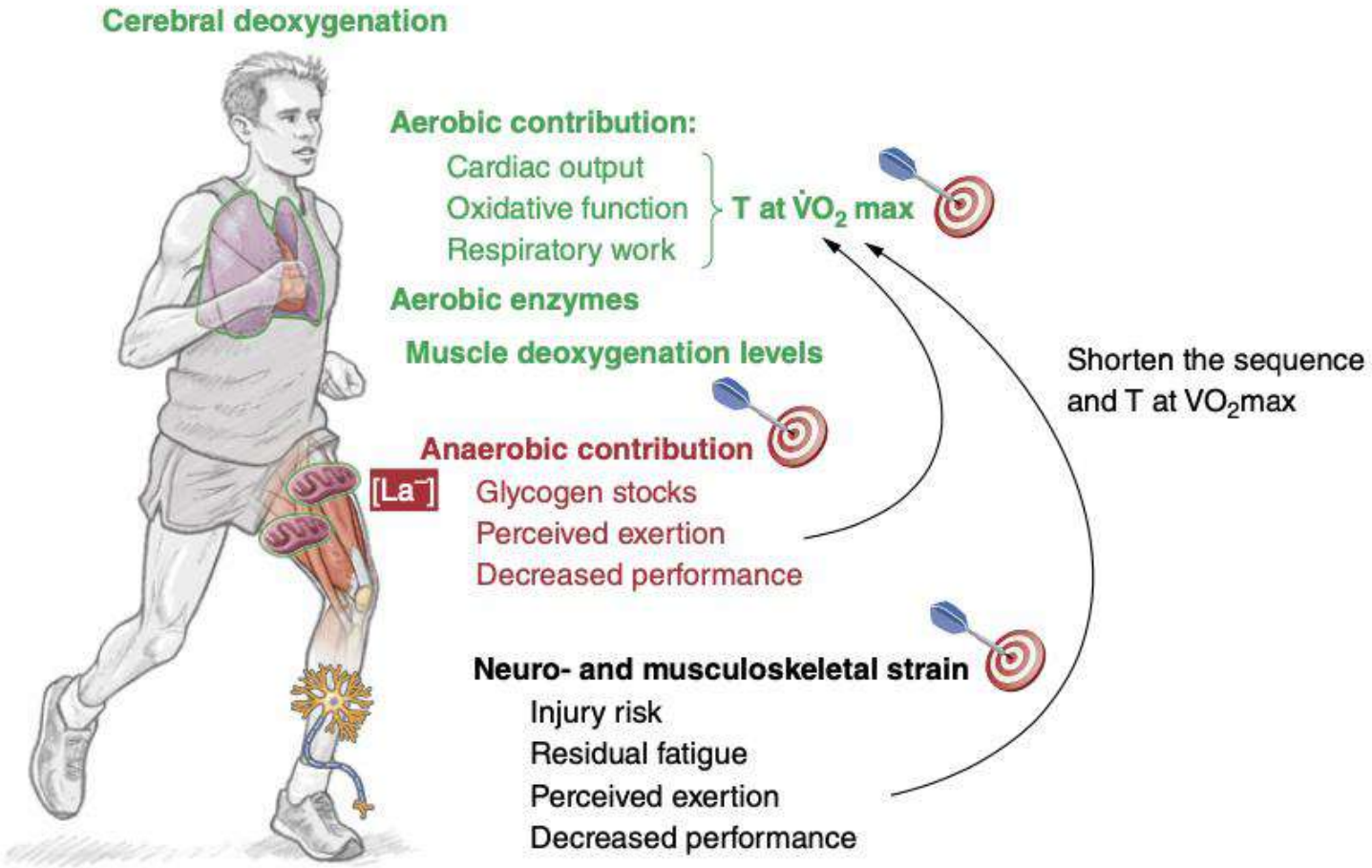


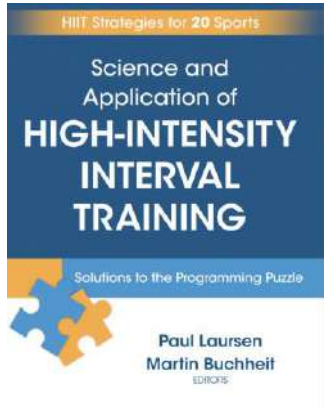
NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM
DIAGNOSTIKA

Zóna 3 - 4, zóna ANP

- Tréning v zóne ANP umožňuje posúva únavový prah bližšie k VO2max – umožňuje vám podávať výkon s vyšším % maximálneho aeróbneho výkonu (Sjodin et al.1992, Neiss et al. 1992, Franch et al. 1998, Carter et al. 1999).
- Zvyšuje výkon a rýchlosť pri cvičení v okolí zóny ANP (Enoksen et al. 2011, Hopker et al. 2009, Phillip et al. 2008).
- Predlžuje čas vyčerpania pri laktátovom rovnovážnom stave (Billat et al. 2004)
- Poskytuje silný stimul na zvýšenie VO2 max (Phillips et al. 2008, Billat et al. 2004).

Zóna 5, anaeróbno – aeróbna zóna, VO2 max





INTERVAL TRAINING

Long Intervals Train Your Heart, Sprints Train Your Muscles

Reference: Rosenblat et al. Sports Med 2022

Designed by ©YLMSportScience

32 studies, consisting of both:

A High-intensity interval training (HIIT, 1-5 min intervals at an intensity that is hard but below maximal aerobic power – ex: 5 x 5:00 with 2:30 recovery)

B Sprint interval training interventions (SIT, all-out sprints typically lasting 30 s or less, with several minutes recovery – ex: 4 x 30 s 4:00 recovery)

were analyzed to determine their influence on the central and peripheral factors influencing VO2max

RESULTS

1 There was no difference in the changes in VO2max between HIIT and SIT

2 Improvements in the central and peripheral factors influencing VO2max are dependent on the interval type:

- Only HIIT leads to a clear improvement in cardiac function
- Both HIIT and SIT increased maximal aerobic enzyme activity, while changes in other peripheral measures (capillary density, mitochondrial respiration) only occurred with SIT

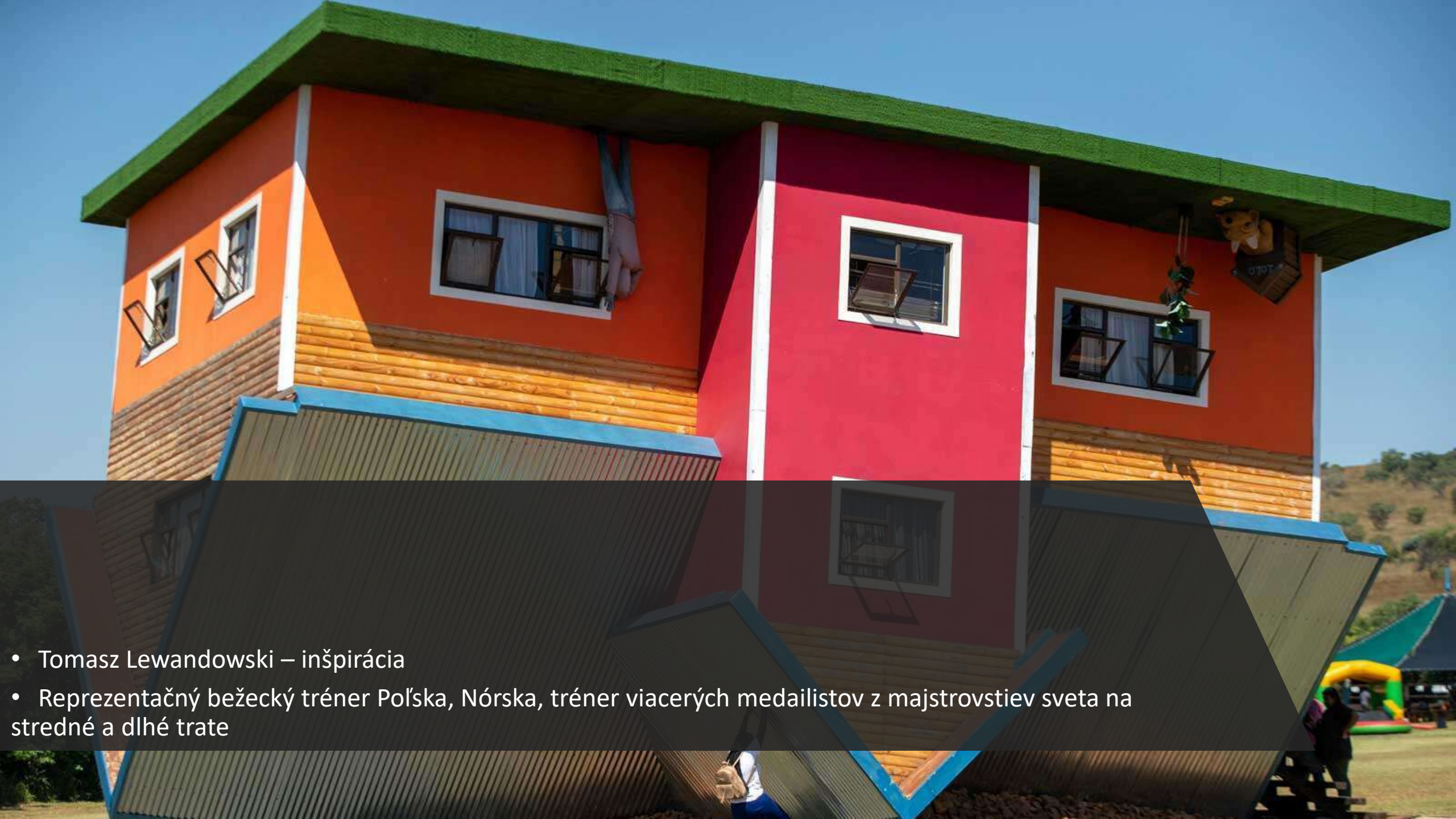
Images provided by PresenterMedia

NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM DIAGNOSTIKA

Zóna	Srdcová frekvencia (% max)	Krvný laktát (mmol/L)	RPE	Efektívny čas zaťaženia
Zóna 1	50 - 72	0,9 – 1,5	1 - 2	1 – 6 h
Zóna 2	72 - 82	1,5 – 2,5	2 - 3	1 – 3 h
Zóna 3	82 - 87	2,5 – 4,0	3 - 4	50 – 90 min
Zóna 4	88 - 93	4,0 – 6,0	4 - 6	30 – 60 min
Zóna 5	94 - 100	6,0 >	7 – max	< 30 min

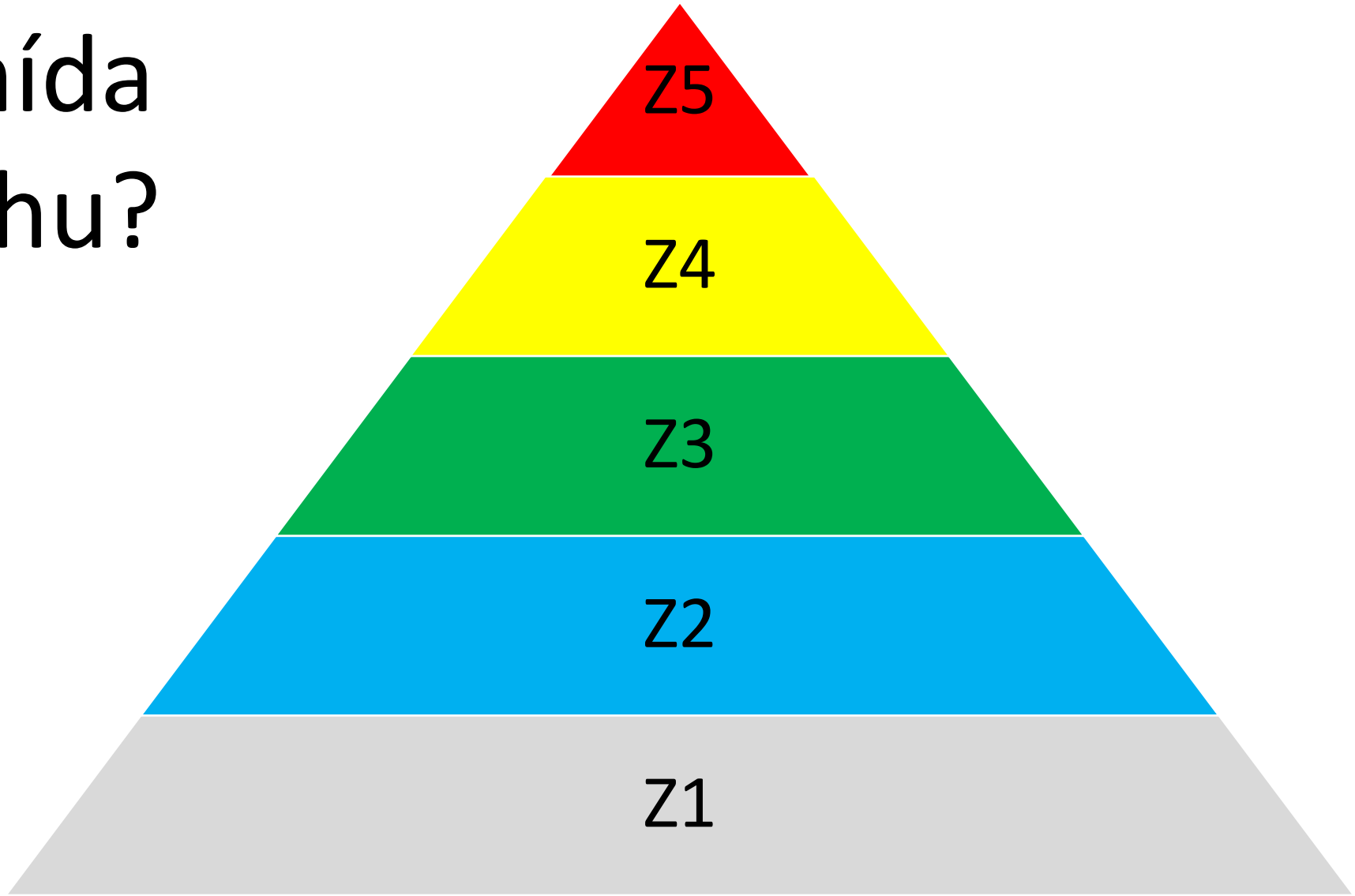
Stupnica srdcovej frekvencie Nórskej olympijskej federácie, ktorá je založená predovšetkým na desaťročiach testovania bežcov na lyžiach, biatlonistov a veslárov.

NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM DIAGNOSTIKA



- Tomasz Lewandowski – inšpirácia
- Reprezentačný bežecký tréner Poľska, Nórska, tréner viacerých medailistov z majstrovstiev sveta na stredné a dlhé trate

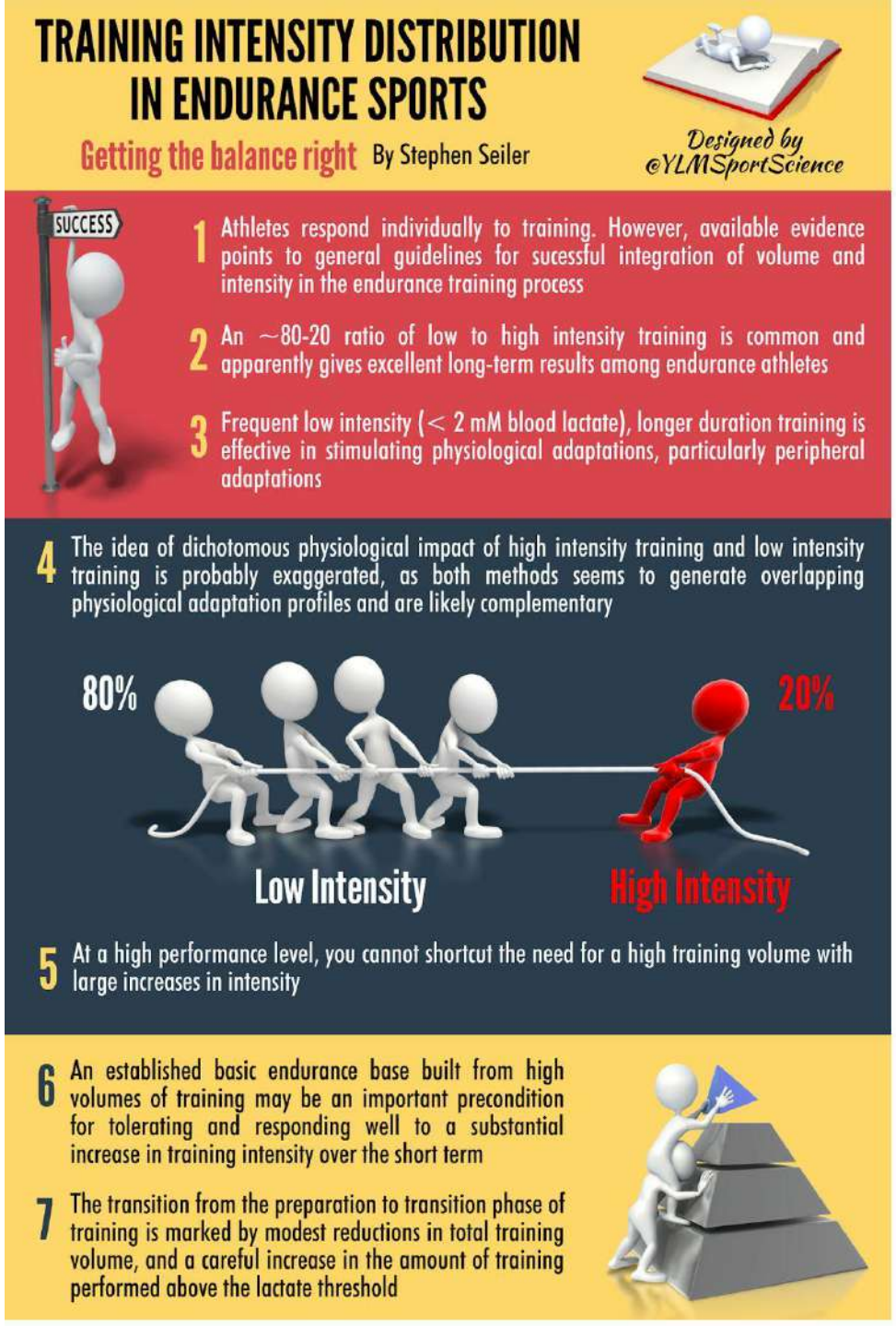
Pyramída úspechu?



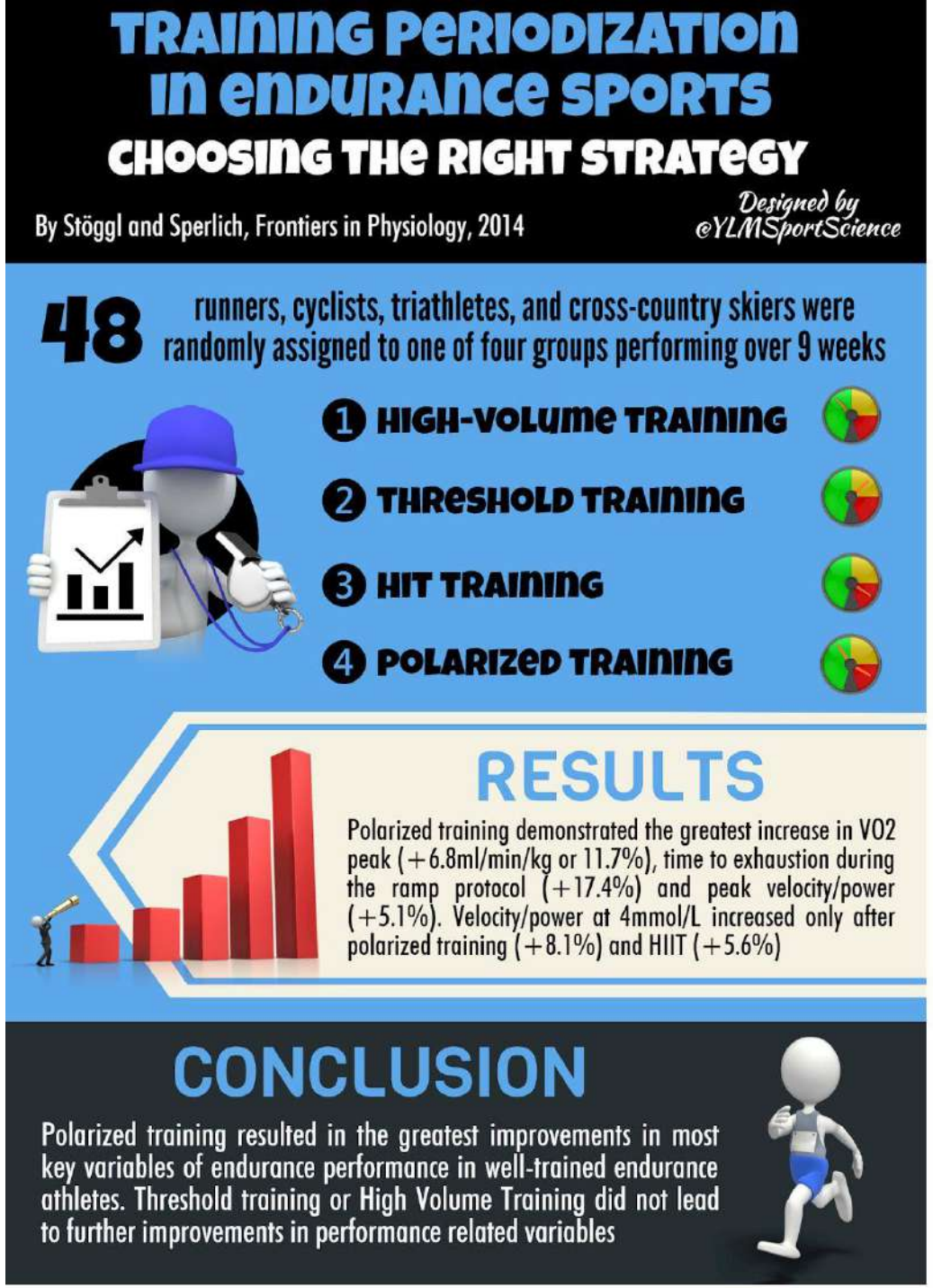
Bente Skari
5 x WCH, 1 x OH

Intervals, Thresholds, and Long Slow Distance: the Role of Intensity and Duration in Endurance Training

Čo hovoria vedecké práce?



Ako periodizovať tréningové zaťaženie z pohľadu tréningových zón?



Example week during the Aerobic season

Mon	7h biking at 260W
Tue	6h biking 250W
Wed	2h x-country skiing + 4h biking at 250W
Thu	7h biking at 265W
Fr	6h biking at 240W
Sat	Resting
Sun	Resting

Example week during the Threshold season

Mon	5h biking (5min 200W, 6min 260W, 4x30min 401W with 5min rest, 2,5h 220W)
Tue	5h biking (5min 200W, 6min 260W, 5x20min 405W with 4min rest, 3h 220W)
Wed	5h biking (5min 200W, 6min 260W, 6x15min 408W with 4min rest, 3h 220W)
Thu	5h biking (5min 200W, 6min 260W, 4x20min 405W with 4min rest, 3h 220W)
Fr	5h biking (5min 200W, 6min 260W, 9x10min 406W with 3min rest, 2,5h 220W)
Sat	Resting
Sun	Resting

Nils van der Poel
Zlatý medailista Peking 2022,
10 KM a 5 KM

NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM
DIAGNOSTIKA

How much recovery between HIT sessions?

In some exception cases, it may be different but be careful not to ask too much

Alistair Brownlee

Typical training week Feb 2012

steady/aerobic tempo/hard/interval S&C/physio

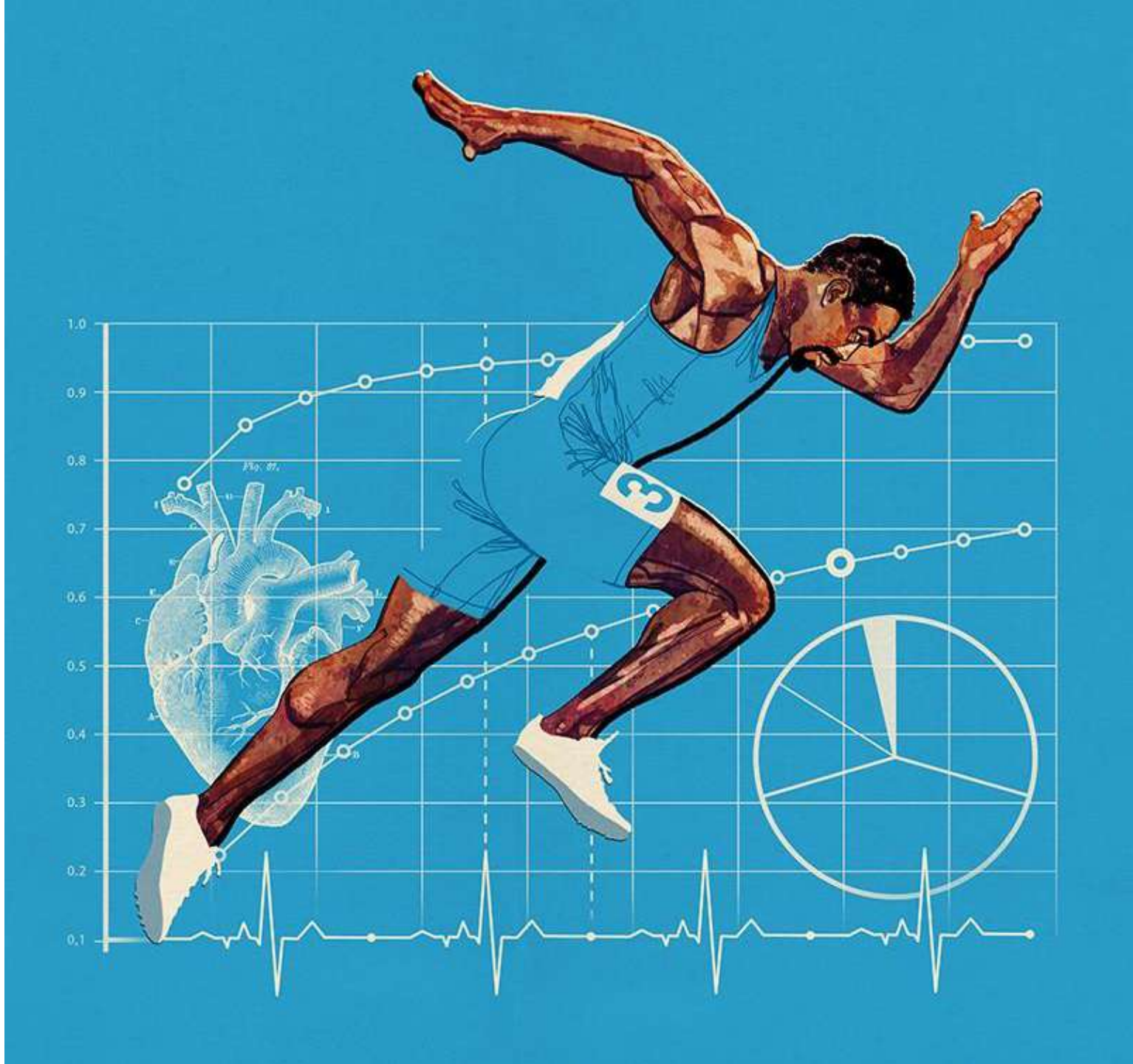
Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
80 min steady run 120bpm	Easy Swim	Easy swim	Fast swim	Easy swim	Run session 30 mins hard 160bpm	4 hrs easy bike
Drills S&C	40 min easy run	75 min easy run	60 min easy run	S&C	3.5 hrs easy bike	1hr 40 easy run
Hard Swim	1 hr easy bike	3.5 hr bike	2 hr easy bike 20 min efforts within this	60 min easy run	30 min easy run	
2 hr easy bike	Track 15 mins hard 170bpm			60 min easy bike		

By Malcolm Brown, Leeds Metropolitan University

- Alistair Brownlee
- Zlatý medailista, OH 2012 a 2016
- Triatlon

NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM DIAGNOSTIKA

Potrebujeme vedieť tréningové zóny športovca?



NÁRODNÉ ŠPORTOVÉ CENTRUM
DIAGNOSTIKA

,,Tréning je jedna báseň’’

Štefan Mereš,
bežecký tréner