

**MUNI
SPORT**

Ukazatele odezvy na zátěž

Ukazatele odezvy na zátěž

Subjektivní

- Pocit zátěže (bolest, dušnost)
- Test mluvení
- Dotazníky

Objektivní

- Antropometrické ukazatele (hmotnost, složení těla – voda...)
- Dynamometrické ukazatele (síla, výkon, práce, ...) – zátěžové testy
- Kardiovaskulární ukazatele (SF, HRV, TK, EKG)
- Spirometrické (FEVC, FEV1, PEF)
- Spiroergometrické ukazatele
- Biochemické ukazatele (krev, moč, sliny) – Glu, La, CK, LDH, Kortizol
- Hematologické ukazatele (krev) – Ery, Leu, Hb, Hct
- Imunologické ukazatele (krev, sliny) – imunoglobuliny
- Endokrinologické ukazatele – hormony
- Termodynamické ukazatele – teplota (termometry, infračervená termografie)

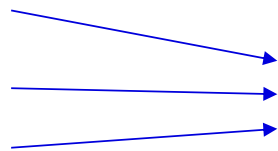
- Ukazatelem odezvy na zátěž je údaj o stavu fyziologické funkce organismu, nikoliv údaj o absolvované zátěži
- Reakce = změny ve fyziologických funkcích (během/po zátěži)

Wingate

- Anaerobní zdatnost
- Bicyklový ergometr
- Pro sportovce, jejichž výkon trvá od několika sekund do 5ti minut
- Hokej, dráhová, cyklistika, rychlobruslení, basketball...
- Délka trvání – 30s
- Zátěž = konstantní odpor pedálů (7,5 N/kg)

- Ukazatele:

- Maximální výkon
- Průměrný výkon
- Celková práce
- Index únavy



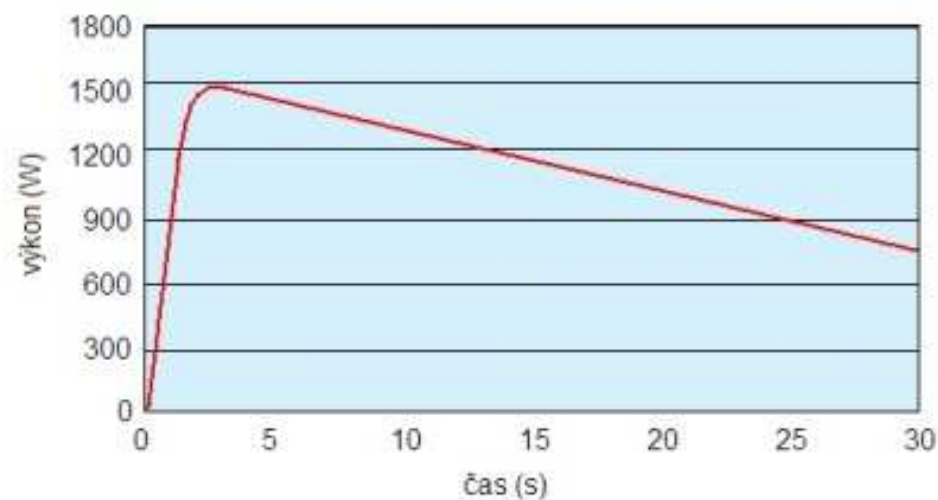
Výrazné snížení při akutní/chronické únavě

• Index únavy

- Pokles výkonnosti v průběhu testu
- Udává se v % a ukazuje na míru únavy v průběhu testovaného anaerobního výkonu

- $$\frac{(W_{max} - W_{min}) * 100}{W_{max}}$$

- Je výrazně vyšší v důsledku únavy ze zátěže před testem



Hodnocení výsledků Wingate testu

Kategorie	Maximální výkon (W)	Relativní výkon (W/kg)
Elitní	> 1163	> 13,74
Excelentní	1092–1163	13,04 –13,74
Nadprůměrná	1021–1091	12,35 –13,03
Průměrná	880–1020	11,65 –12,34
Podprůměrná	809–879	10,96 –11,64
Uspokojivá	739–808	9,57–10,95
Slabá	< 739	< 9,57

Hodnocení výsledků ve Wingate testu vzhledem k trénovanosti jedince u mužů (n = 1374) (Zupan et al., 2009)

Kategorie	Maximální výkon (W)	Relativní výkon (W/kg)
Elitní	> 730	> 11,07
Excelentní	686–730	10,58 –11,07
Nadprůměrná	642–685	10,08 –10,57
Průměrná	554–641	9,1–10,07
Podprůměrná	510–553	8,6 – 9,09
Uspokojivá	467–509	8,11– 8,59
Slabá	< 467	< 8,11

Hodnocení výsledků ve Wingate testu vzhledem k trénovanosti jedince u žen (n = 211 žen) (Zupan et al., 2009)

Únava

- rychle vznikající (anaerobní) – nahromadění kyselých metabolitů (anaerobní, v sekundách až minutách) – laktát ukazatel
- zvýšená produkce laktátu (za anaerobních podmínek) – acidóza -
> inhibice glykolytických enzymů
- klidová hladina laktátu 0,5 – 1,5 mmol/l
- potřebujeme vodíkové ionty neutralizovat a dostat do krve (svaly v klidu průtok 18-20 %, ale v zátěži až 80%) -> proto je potřeba zajistit prokrvení
- regenerací pohybem, masáží, hydroterapie, kryoterapie, ultrazvukem, nejúčinnější je pohyb

- pohyb – musí být cílen na zatížené svaly, cyklický pohyb, intenzita do 60 % max SF (50 % VO₂max, tepové rezervy), doba (vypočítá se podle ukazatele – laktátu, při aktivním zásahu se rychlost přesunu laktátu blíží 0,5 mmol/l/minutu – se dostane ze svalů, při neaktivitě 0,3 mmol/l/minut
- pohyb nejlépe zachová průtok a nejrychleji se dostávají vodíkové ionty k bikarbonátu

Spiroergometrie

- Warm up – cca 5 min. (0,5 – 1 W/kg)
- Hlavní zátěž (rampa, stupňovaná zátěž)
 - Zátěž 1/3 hmotnost
 - Délka – 8–9 min
- Cool down – 3 – 5 min
- ve srovnání s běhátkem je dosahováno hodnot asi o 5-8 % nižších. Jde tedy o systémovou chybu danou druhem ergometru

Parametry

- Pohybové parametry: výkon (W), relativní výkon (W/kg)
- Respirační parametry:
 - **VO₂** – spotřeba kyslíku, množství kyslíku kolik je tělo schopné přenést z plic do pracujících svalů
 - **VO₂max/kg/min** - – spotřeba kyslíku za minutu na 1 kg hmotnosti; průměr mužů je cca 35-40 ml/kg/min; závisí na věku (s věkem se snižuje); čím je hodnota vyšší, tím je lepší vytrvalostní složka (hokejista 50, fotbalista 55-60, vytrvalostní sportovci 60-90)
 - **1. ventilační práh (aerobní práh)** - aerobní práh; zatížení, dochází k zadýchání, hodnota, kdy tělo začíná „trénovat“ a rozvíjí se aerobní zdatnost. Pod touto hranicí se organismus nachází v regeneračním pásmu zatížení.
 - **Minutová ventilace (VE)** – objem vzduchu v litrech, které je člověk schopen prodýchat za 1 minutu. Záleží na velikosti postavy a hrudníku. Běžná nespportující populace dosahuje hodnot kolem 120 litrů, sportovci cca 150 litrů, vytrvalci a osoby s vyšší postavou často 160 a více.

- **2. ventilační práh (anaerobní práh)** – úroveň zatížení, které je člověk schopen tolerovat po určitou dobu bez poklesu výkonu, záleží na trénovanosti jedince. Nad touto hranicí dochází ke kumulaci laktátu. Na této úrovni (+/- 5-10 tepů) je dobré rozvíjet tempovou vytrvalost (delší úseky zatížení 5-60 minut, záleží na trénovanosti), tréninkem nad tímto prahem se rozvíjí anaerobní zdatnost (tolerance a metabolismus laktátu).
- **Poměr respirační výměny (RER)** – poměr mezi přijatým kyslíkem a oxidem uhličitým. Pomocný parametr pro určení AP a ANP a maximálních hodnot. Kolem hodnoty 1,00 se nachází AP, kolem hodnoty 1,10 se nachází ANP a jednou z podmínek pro stanovení maximálních hodnot je, aby hodnota RER byla vyšší než 1,15 (v maximu může dosahovat i vyšších hodnot než 1,20).
- **Ventilační ekvivalent pro kyslík VEO_2** - kolik vzduchu musí člověk prodýchat pro získání 1 litru O_2 (25 v klidu, při nižší zátěži může klesat, při ANP se zvyšuje nad 30)
- **Ventilační ekvivalent pro ox. uhličitý $VECO_2$** - množství vzduchu v litrech proventilovaného plicemi, aby se organismus zbavil 1 litru CO_2
- **Tepový kyslík** – vyjadřuje, kolik kyslíku je srdeční sval vypudit jednou systolou. Čím vyšší hodnota, tím je srdeční sval objemnější a lépe adaptovaný na vytrvalostní zatížení. Normální hodnoty mužů jsou cca 16-18 ml, sportovci cca 20 a vytrvalci 22-26 ml.

Stanovení ventilačního prahu (VT – ventilatory threshold)

(Solber et al. 2005)

RER – AT (respiratory exchange ratio):
= Poměr respirační výměny (VCO_2/VO_2) = **1,0**

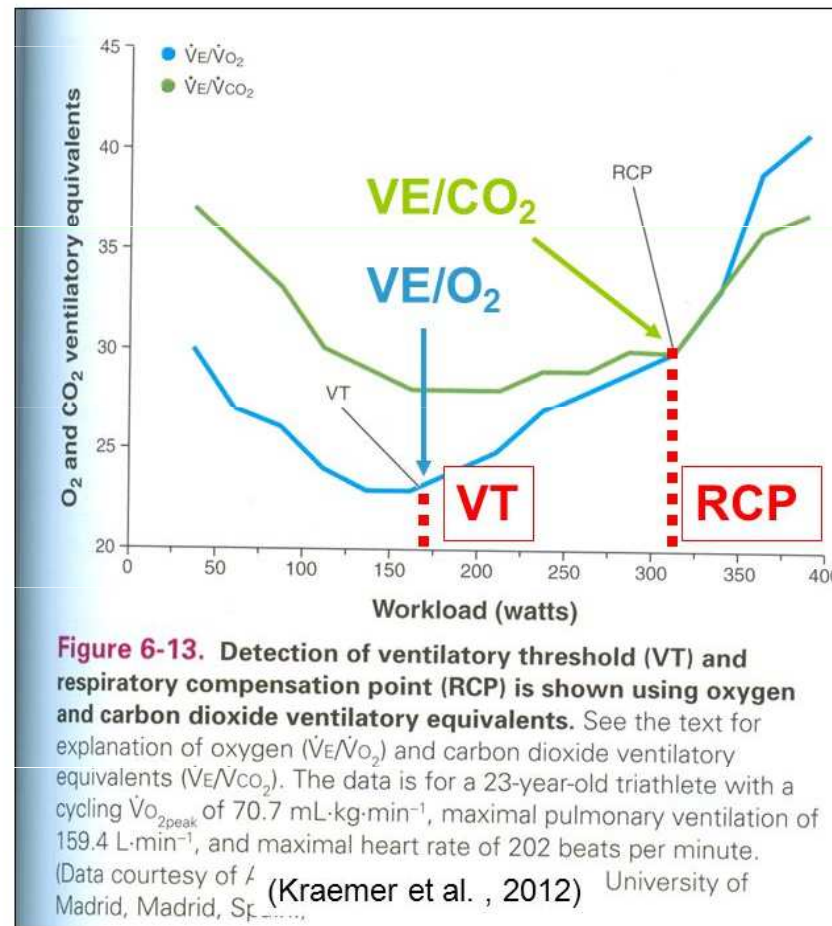
V-slope – AT:
= začátek příkrého nárůstu Výdeje oxidu uhličitého (VCO_2) v závislosti na Příjmu kyslíku (VO_2)

VE/O₂ – AT:
= začátek prudkého nárůstu Ventilačního ekvivalentu pro kyslík

**Stanovení
ventilačního
prahu (VT)**

**zlom a nárůst
ventilačních
ekvivalentů
pro O₂ a CO₂**

**RCP –
respiratory
compensation
point**



- Kardiovaskulární ukazatele: **Maximální minutová SF** – s věkem se snižuje
- **SF klidová** – zvýšená se může objevit v případě únavy – nedostatek regenerace

Zátěžová SF

- Těsně před tělesnou zátěží
 - ↑ SF „startovní stav“ → sympatikus připravuje na výkon
 - Mírně zvýšená SF (např. 110 tepů/min) před výkonem nemusí znamenat nedostatek odpočinku!
- S rostoucí intenzitou zátěže
 - ↑ SF, v průběhu lehké až submaximální intenzity zátěže je dobrá korelace mezi SF a intenzitou, poté plató efekt SF i při zvyšující se zátěži
- Po zátěži
 - ↓ SF, strmost poklesu je závislá na zátěži i únavě, pomalejší návrat ke klidovým hodnotám
-> může značit únavu organismu

VO2 Max Norms for Men

AGE	VERY POOR	POOR	FAIR	GOOD	EXCELLENT	SUPERIOR
13-19	<35.0	35.0 - 38.3	38.4 - 45.1	45.2 - 50.9	51.0 - 55.9	>55.9
20-29	<33.0	33.0 - 36.4	36.5 - 42.4	42.5 - 46.4	46.5 - 52.4	>52.4
30-39	<31.5	31.5 - 35.4	35.5 - 40.9	41.0 - 44.9	45.0 - 49.4	>49.4
40-49	<30.2	30.2 - 33.5	33.6 - 38.9	39.0 - 43.7	43.8 - 48.0	>48.0
50-59	<26.1	26.1 - 30.9	31.0 - 35.7	35.8 - 40.9	41.0 - 45.3	>45.3
60+	<20.5	20.5 - 26.0	26.1 - 32.2	32.3 - 36.4	36.5 - 44.2	>44.2

VO2 Max Norms for Women

AGE	VERY POOR	POOR	FAIR	GOOD	EXCELLENT	SUPERIOR
13-19	<25.0	25.0 - 30.9	31.0 - 34.9	35.0 - 38.9	39.0 - 41.9	>41.9
20-29	<23.6	23.6 - 28.9	29.0 - 32.9	33.0 - 36.9	37.0 - 41.0	>41.0
30-39	<22.8	22.8 - 26.9	27.0 - 31.4	31.4 - 35.6	35.7 - 40.0	>40.0
40-49	<21.0	21.0 - 24.4	24.5 - 28.9	29.0 - 32.8	32.9 - 36.9	>36.9
50-59	<20.2	20.2 - 22.7	22.8 - 26.9	27.0 - 31.4	31.5 - 35.7	>35.7
60+	<17.5	17.5 - 20.1	20.2 - 24.4	24.5 - 30.2	30.3 - 31.4	>31.4

Sport	Male	Female
Cross Country Skiing (Olympics/WC)	83.8	
Cycling (U.S. National Team)	74	
Running (U.S. Elite)	77.8	67.2
Triathlon (Elite, Professional)	75.4	65.6
Rowing (U.S. Olympic Team)	70.9	58.6
Swimming (U.S. Collegiate)	56.2	
Soccer (English First Division)	66	
Field Hockey (U.K. National Team)	62.2	
Cricket (South African Team)	60.5	

Spirometrie

- PEF - vrcholová výdechová rychlost,
- FVC – usilovná vitální kapacita,
- SVC – spirometrická /klidová / vitální kapacita,
- FEV 1 – usilovně vydechnutý objem vzduchu za jednu vteřinu
- FEV 1% FVC – Tiffeneauův index, podíl FEV1 a VC
- MEF 25, 50, 75 – maximální výdechové průtoky na různých úrovních vydechnuté FVC

Index w_{170}

- Běžně prováděný test (např. u lékaře součást EKG testu)
- Submaximální výkon
- Zjištění a hodnocení míry adaptace kardiovaskulárního systému na vytrvalostní zatížení
- Submaximální SF = cca úroveň 70 % předikované maximální srdeční rezervy, nebo 85 % predikované SF_{max}
- U většiny dospělých a dětí ~170 tepů za minutu
- U starších 150, 130 tepů za minutu
- Nízké hodnoty → slabá adaptace nebo přetrvávající únava

Tab. 72 Průměry indexu zdatnosti W_{170} u různých sportovních disciplín (upraveno dle Lipková, 2006)

Disciplína	W_{170} [$W \cdot kg^{-1}$]		Disciplína	W_{170} [$W \cdot kg^{-1}$]	
	muži	ženy		muži	ženy
Atletika – skoky	3,3	2,6	Kanoistika	3,4	—
Atletika – vrhy	2,6	2,6	Lední hokej	3,6	—
Badminton	2,0*	—	Lukostřelba	2,8	—
Basketbal	3,4	2,9	Moderní gymnastika	—	2,2
Běh – sprinty	3,2	2,8	Orientační běh	—	3,0
Běh – střední tratě	3,8	3,2	Plavání	3,1	2,8
Běh – dlouhé tratě	3,6	—	Ragby	2,8	—
Běh na lyžích	3,8	2,9	Sjezdové lyžování	3,2	—
Box	2,0*	—	Sportovní gymnastika	2,9	2,8
Cyklistika dráhová	3,7	—	Stolní tenis	3,0	2,4
Cyklistika silniční	4,0	—	Šerm	2,8	2,8
Džudo	3,0	—	Tenis	3,0	2,9
Fotbal	3,4	—	Veslování	3,5	—
Fotbalový rozhodčí	2,2	—	Vodní pólo	3,0	—
Házená	3,1	2,3	Volejbal	3,2	2,5
Horolezectví	2,9	—	Vzpírání	2,4	—
Jachting	—	2,1	Zápas	3,0	—
Jezdectví	3,3	—			

Vysvětlivka: * – máme pochybnosti o správnosti této nízké hodnoty

Subjektivní

- Pro vyjádření subjektivního pocitu sportovce
- Pocit zátěže
 - Borgova škála
 - Fosterova škála
- Pocit bolesti (dušnosti)
 - Borgova škála
- Test mluvení
- RPE (rate of perceived exertion)
- Total Quality Recovery Scale (TQR)

Borgova škála pro pocit zátěže (TM = test mluvení), Regenerace a výživa ve sportu, kolektiv autorů 2020

Číslo	Slovní hodnota
6	
7	Velmi velmi lehká
8	
9	Velmi lehká
10	
11	Lehká
12	TM
13	Poněkud namáhavá
14	
15	Namáhavá
16	
17	Velmi namáhavá
18	
19	Velmi velmi namáhavá
20	

Borgova škala podle Čechovské a Dobrého (2008)

<i>Škala</i>	<i>Popis stupňů</i>	<i>% SFmax</i>
1	velmi malá námaha	60 - 70%
2	malá námaha	70 - 72,5%
3	mírná námaha	72,5 - 75%
4	větší, stále zvládnutelná námaha	75 - 80%
5	velká námaha	80 - 85%
6	vysoká námaha	85 - 90%
7	velmi vysoká námaha	90 - 94%
8	extremně velká námaha	94 - 97,5%
9	téměř maximální námaha	97,5 - 100%
10	vyčerpání	100%

RATE OF PERCEIVED EXERTION CHART

★ Use this RPE chart to gauge your workout intensity ★

10	ALL-OUT SPRINT The maximum possible effort, sustainable for just 20-30 seconds.
9	VERY HARD INTENSITY Hard to speak, breathing labored after a few seconds, requires focus; good for 1-min intervals.
8	HARD INTENSITY Requires focus to maintain; hard to say more than 2-3 words; good for Cooper Tests, 5k PRs.
7	VIGOROUS ACTIVITY Can speak in short sentences; becomes uncomfortable quickly. Requires constant effort.
6	HARD ACTIVITY Labored breathing, challenging and uncomfortable but sustainable for 30-60 mins.
5	PROGRESSIVE PACE A pace that requires some pushing and effort to maintain; still able to hold a conversation.
4	COMFORTABLE WITH SOME EFFORT Slight 'push' but still at a pace which you could speak a few sentences without struggling.
3	COMFORTABLE PACE Able to maintain a conversation without getting out of breath while running.
2	LIGHT AND EASY Non-taxing, very gentle and easy to maintain a conversation - could continue for hours.
1	MINIMUM EFFORT Bare minimum exertion; a gentle stroll through the woods. Could continue all day.



Find out how to incorporate RPE into your training at MarathonHandbook.com



sRPE

- Session RPE
- Vypočítá se vynásobením délky tréninku (v minutách) hodnotou RPE
- Tato metoda se jeví jako dobrý indikátor zatížení například ve fotbale
- sRPE

Rating	Descriptor
0	Rest
1	Very, Very Easy
2	Easy
3	Moderate
4	Somewhat Hard
5	Hard
6	.
7	Very Hard
8	.
9	.
10	Maximal

Abstract: Purpose: The purpose of this study was to determine whether session rating of perceived exertion-derived training load (sRPE-TL) correlates with GPS-derived measures of external load in National Collegiate Athletics Association (NCAA) Division I female soccer athletes. Methods: Twenty-one NCAA Division 1 collegiate women's soccer athletes (11 starters, 10 non-starters; 65.1 ± 7.2 kg, 168.4 ± 7.9 cm, 20.3 ± 1.5 yrs) volunteered to take part in this study. Data for this study were collected over the course of 16 weeks during the 2018 NCAA women's soccer season. External load and heart rate (HR) data were collected during each training session and match during the season. At least 30 min after the end of an activity (e.g., match or practice), athletes were prompted to complete a questionnaire reporting their perceived exertion for the session. sRPE-TL was calculated at the end of the season by multiplying perceived exertion by the respective session duration. **Results:** sRPE-TL was very strongly correlated with total distance, distance covered in velocity zones 1–3, the number of accelerations in zones 4 and 5, total PlayerLoad™, and PlayerLoad™. For internal load, sRPE-TL correlated very strongly ($0.70 \leq |r| < 0.90$) with Edward's and Bannister's TRIMP and strongly ($0.50 \leq |r| < 0.70$) with duration spent in in heart rate zones 5 and 6 (80–90% and 90–100% max HR, respectively) while correlations with maximum HR (bpm), mean HR (bpm), and mean HR (%) and sRPE-TL were moderate ($0.30 \leq |r| < 0.50$). Conclusions: In NCAA Division I women soccer, sRPE-TL is strongly associated with external measures of workload. These relationships were stronger during match play, with acceleration load and total distance exhibiting the strongest relationship with sRPE-TL.

Recovery Scoring Guide

Athletes can fill out this guide over the course of a week to assess their own recovery behaviors. Once they have scored a full day, the total reveals whether they are paying adequate attention to their physical and mental recovery needs. 17-20 daily points is optimal; 15-16 points is good but shows room for improvement; 14 or fewer points means the athlete needs a serious individual evaluation of recovery behaviors.

	Possible Points	Sun.	Mon.	Tues.	Wed.	Thurs.	Fri.	Sat.	SCORING GUIDE ADJUSTMENTS
Nutrition	8								
Breakfast	1								Give ½ a point for a less than full breakfast
Lunch	2								Give one point for a less than full lunch
Dinner	2								Give one point for a less than full dinner
Pre-workout snack	1								
Post-exercise carb refueling within 60 minutes. (recommended: 1.0 to 1.5 g per kilogram of body weight)	2								Give one point for refueling below the recommended amount or for delaying more than 60 minutes.
Hydration	2								
Pre-exercise urine: clear or light color	1								
Post-exercise urine: clear or light color	1								
Sleep and Rest	4								
8 hours of restful sleep	3								Give two points for 7 to <8 hours Give one point for 6-7 hours
Nap during the day	1								
Relaxation and Emotional Status	3								
Fully relaxed 60 minutes post-workout or 30 minutes of feet-up relaxation post workout	1								
No daily psychosocial stress	2								Give one point for mild stress
Stretching/Cooldown	3								
Adequate cooldown after exercise	2								Give one point for partial cooldown
Stretching for at least 10 minutes	1								
TOTALS	20								

Ratings of perceived exertion (RPE)	Total quality recovery (TQR)
6	6
7 Very, very light	7 Very, very poor recovery
8	8
9 Very light	9 Very poor recovery
10	10
11 Fairly light	11 Poor recovery
12	12
13 Somewhat hard	13 Reasonable recovery
14	14
15 Hard	15 Good recovery
16	16
17 Very hard	17 Very good recovery
18	18
19 Very, very hard	19 Very, very good recovery
20	20

- Signifikantní korelace mezi TQR a kreatin kinázou (CK)
- Vysoká hladina (CK) po fotbalovém zápase je spojena s poklesem výkonu

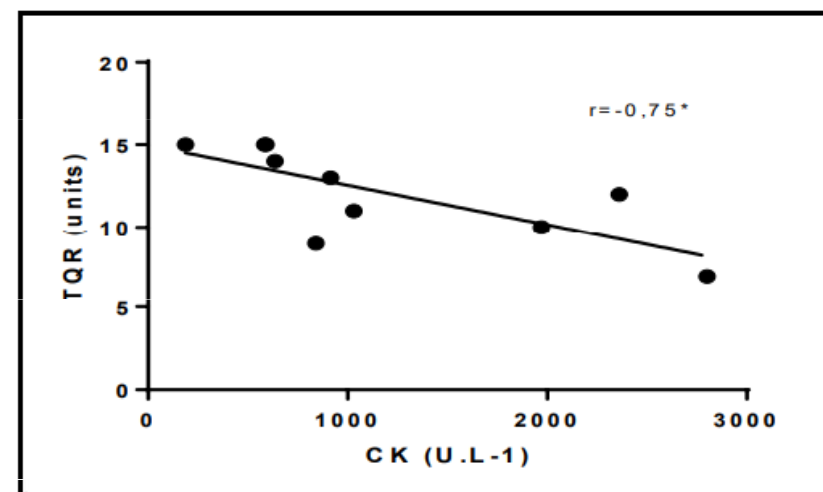
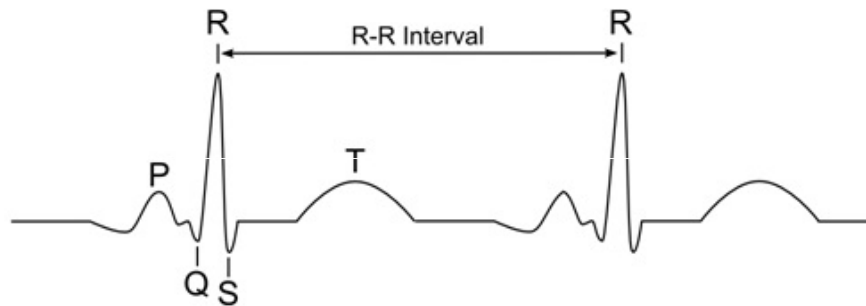


Figure 1. Correlation between TQR (Units) and CK (U·L⁻¹) Values. *P<0.05

Kardiovaskulární ukazatele

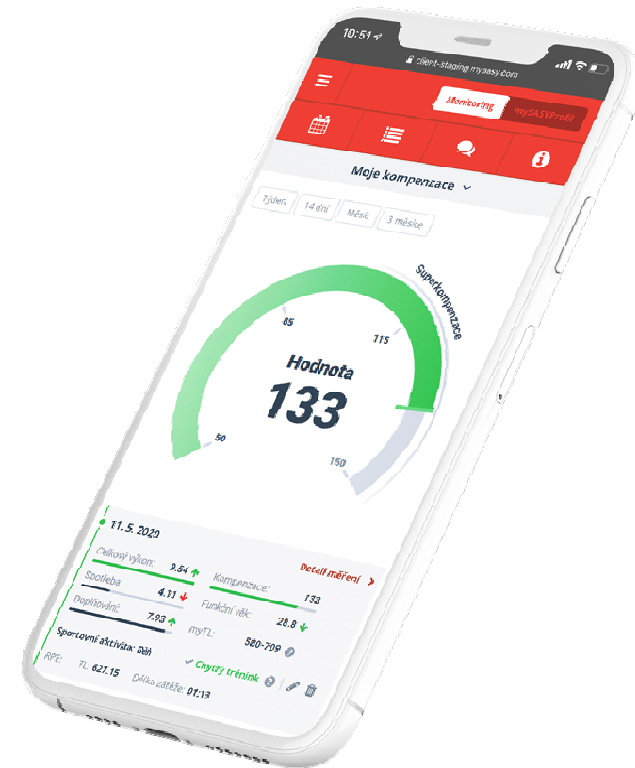
Variabilita SF

- Periodické kolísání SF v čase
- Výpočet je založen na měření času mezi dvěma R kmity na EKG záznamu
- Kratší interval při \uparrow SF, delší interval při \downarrow SF
- R-R interval 1 sec = SF 60 tepů/min



Variabilita SF

- Při únavě je méně aktivní parasymptikus, se zvyšující se únavou je navíc aktivní sympatikus
- U odpočaté osoby v klidu je aktivita sympatiku velmi nízká
- Hlavní ukazatele:
 - Spektrální výkon
 - Spektrální výkonová hustota
 - Vyhodnocování pro tři frekvenční pásma oscilací R-R intervalů – velmi nízké frekvence, nízké frekvence, vysoké frekvence
- Výpočet z krátkých časových úseků – 5 min (leh-stoj-leh)



Krevní tlak

- Těsně před zátěží může být vyšší vlivem předstartovní aktivace
- V průběhu zátěže – STK a SAT ↑ ↑
 - Zátěžové tlaky závisí na intenzitě aktivity (STK ↑ 180-240, DTK – ↓neměřitelné hodnoty nebo ↑ 90-120)
 - Hodnoty STK nad 240 a DTK nad 120 bývají známkou poruchy regulace TK – hypertenze – důvod pro přerušení zátěže (prevence prasknutí tepny a krvácení)
- Po zátěži dochází do pár minut k návratu krevního tlaku do klidových hodnot
 - Strmost poklesu TK závisí na objemu zátěže
 - TK rovněž snižuje vyšší teplota těla – svalová práce > termogenní účinek > termoregulační mechanismy (kožní vazodilatace a pocení)

Biochemické ukazatele

- Většina z krve, moč, sliny
- Laktát (0,6-2,1 mmol/l) – ↑se zátěží, maximální koncentrace 18-24 mmol/l
- 1. laktátový práh (2 mmol/l) = aerobní práh
- 2. laktátový práh (4 mmol/l) = anaerobní práh
- Kortizol
 - Glukokortikoid, hormon produkováný kůrou nadledvin
 - Regulace metabolismu živin – sacharidů, bílkovin i tuků
 - Hladinu ovlivňuje – intenzita zátěže, trénovanost jedince

Antropometrické

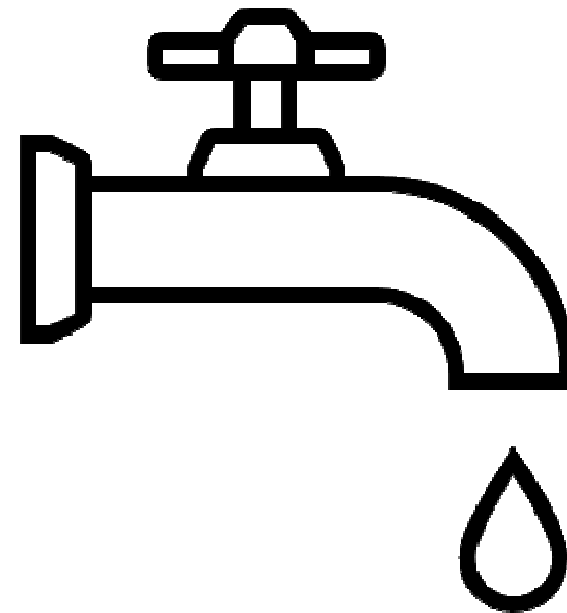
- Hmotnost, Tělesná voda, Tělesný tuk, Svalová hmota, Kostní hmota

Tělesná hmotnost

- V průběhu dne kolísá (1-2 %, např. 0,5-1kg), u sportovců větší postavy 2-3kg
- Vážení?
- Nárůst hmotnosti
 - Příjem a zadržování tekutin
 - Anabolické pochody (svaly, tuk)
- Snížení hmotnosti
 - Ztráta tekutin: pocení, vyloučení odpadních látek (moč, stolice)
 - Katabolické pochody (svaly, tuk)

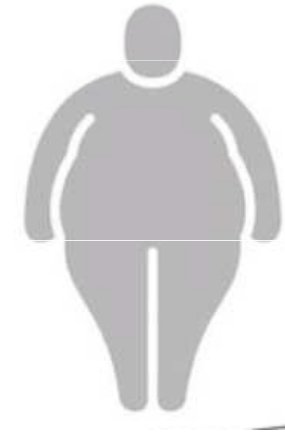
Tělesná voda

- Zvětšení objemu > zvýšený příjem tekutin, otok tkáně
- Zmenšení objemu > pocení, moč
- Změny se projevují okamžitě (hmotnost)



Tělesný tuk / Svalová hmota

- Zvětšení tukové složky
 - Při převládajícím anabolismu
- Zmenšení tukové složky
 - Při převládajícím katabolismu
- Zvýšení svalové hmoty
 - Při převládajícím anabolismu (bílkoviny, trénink)
- Snížení svalové hmoty
 - Převládající katabolismus (deficit, absence pohyb. Aktivity)
 - sarkopenie



Hustota kostní tkáně

- Zvýšení hustoty
 - Adaptace na mechanickou zátěž
- Snížení hustoty (osteoporóza)
 - Úbytek kostní tkáně , porucha architektiky, pružnosti a pevnosti
 - Nedostatek Vit. D, Ca
 - Endokrinní poruchy (nedostatek estrogenu, hormonů štítné žlázy, inzulínu, růstového hormonu – především u žen
 - Přetížení vytrvalostním běžeckým tréninkem – častěji u žen
 - Přetrénování
 - Působení toxických látek

