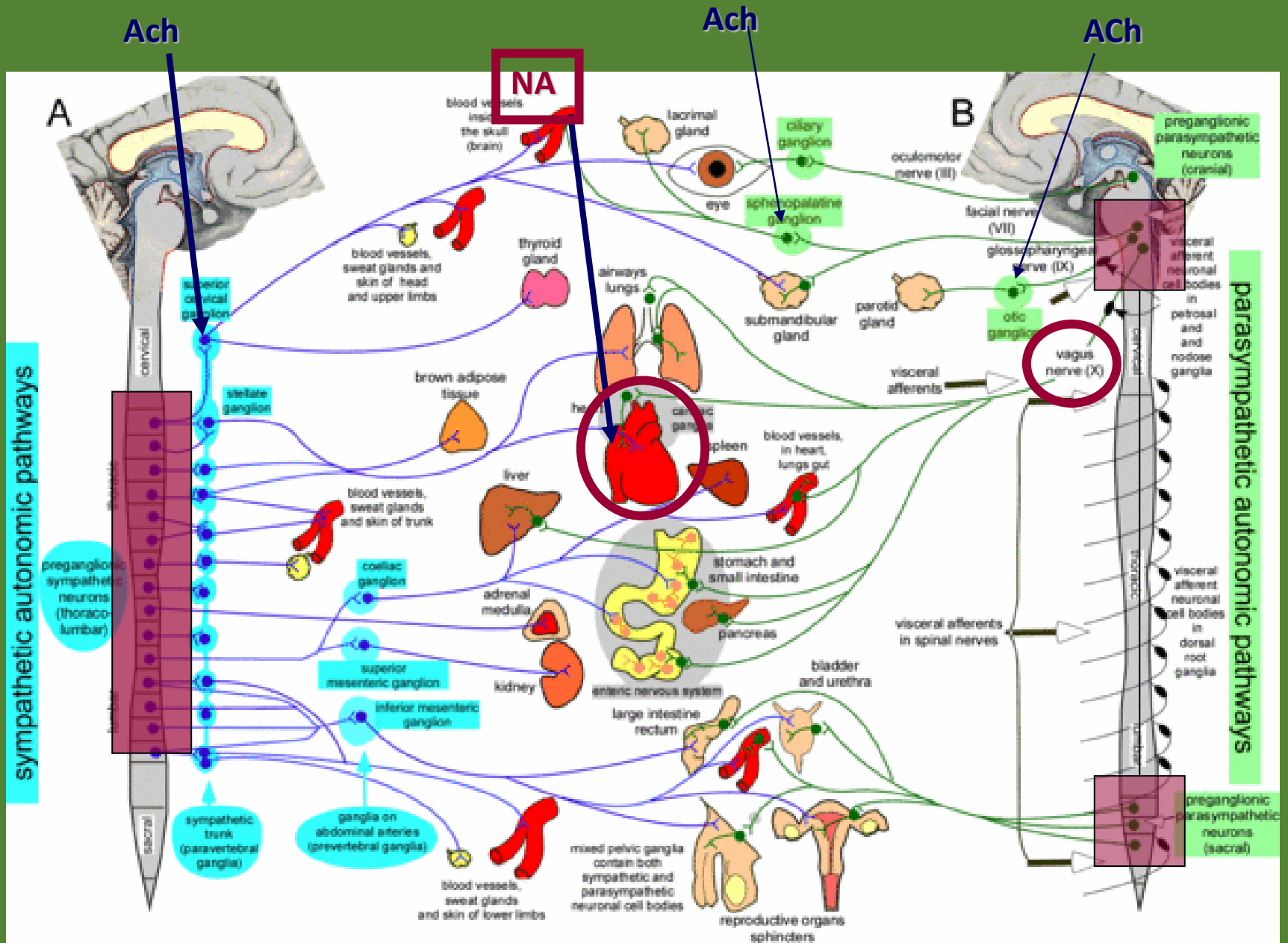


Kondiční trénink ve zdraví a nemoci

ANS

Periferní části ANS



ANS řídí činnost

1. hladkého svalstva, které je většinou ve stěnách dutých orgánů
(v děloze, cévách, trávicím ústrojí a v močovém měchýři)
2. srdce a žláz

- sympatikus
- parasympatikus (vagus)

} působení je většinou opačné

např. sympatikus zrychluje srdeční frekvenci

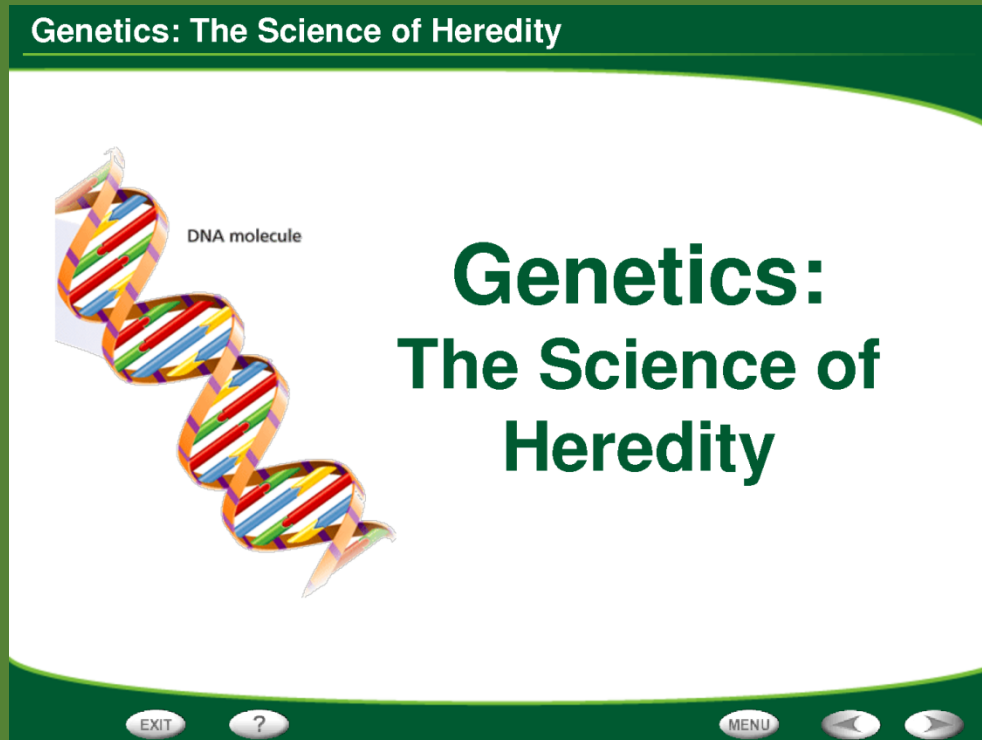
parasympatikus zpomaluje srdeční frekvenci

**Aktivita ANS pod výrazným vlivem dědičnosti,
která vysvětluje podstatnou část variací aktivity ANS**

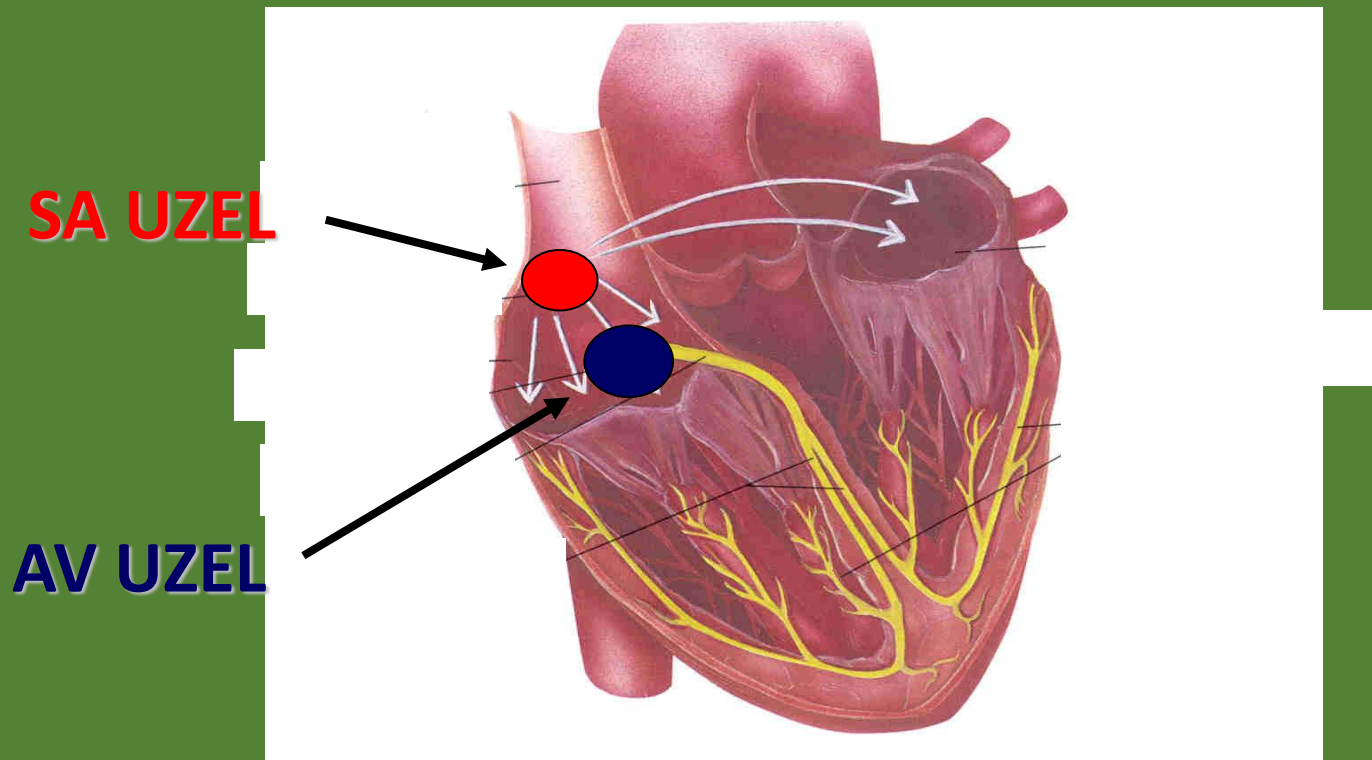
Hledání jedinců s přirozeně vysokou aktivitou ANS

=

- efektivní využití vysoké funkční kapacity jednotlivých systémů
- efektivní využití limitujících předpokladů (dispozic, schopností)
- vysoký stupeň adaptability organismu na fyzický a psychický stres



ANS A PŘEVODNÍ SYSTÉM SRDCE

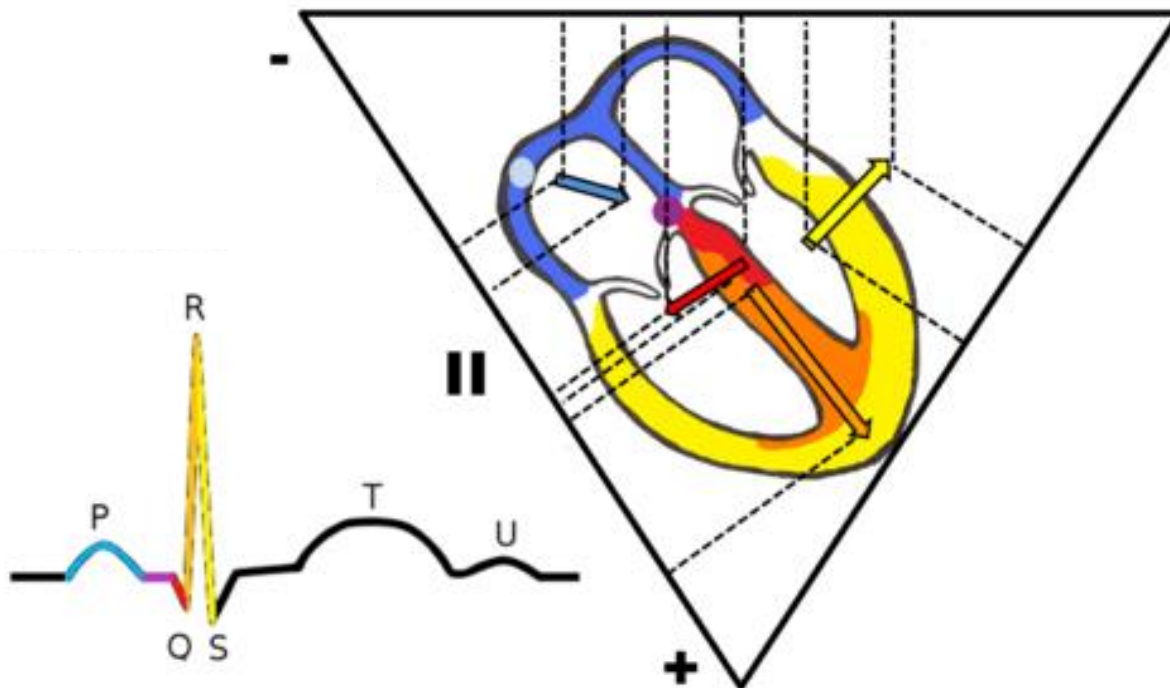


o srdeční **AUTOMACIE**

- o SA uzel obsahuje P-buňky mající schopnost samotvorby akčního potenciálu
- o SA uzel - pacemaker rytmu 60 – 80 tepů
- o AV uzel – nodální rytmus 30 – 40 tepů (zpomalení vedení vzruchu na komory)
- o AV uzel – důležitost zpomalení: kompletní vyprázdnění síní

ELEKTRICKÁ AKTIVITA SRDCE

šíření depolarizace po myokardu



POHYB = STRESOR

STRESOR a STRES – narušení homeostázy

Akutní odpověď organismu

AKTIVACE STRESOVÉ OSY

snížení aktivity **PARASYMPATIKU** a zvýšení **SYMPATIKU**
+ vyplavení **KATECHOLAMINŮ** / Adrenalin + Noradrenalin /

ADRENERGNI RECEPTORY

$\alpha_1; \alpha_2; \beta_1; \beta_2$



REDISTRIBUCE KRVE

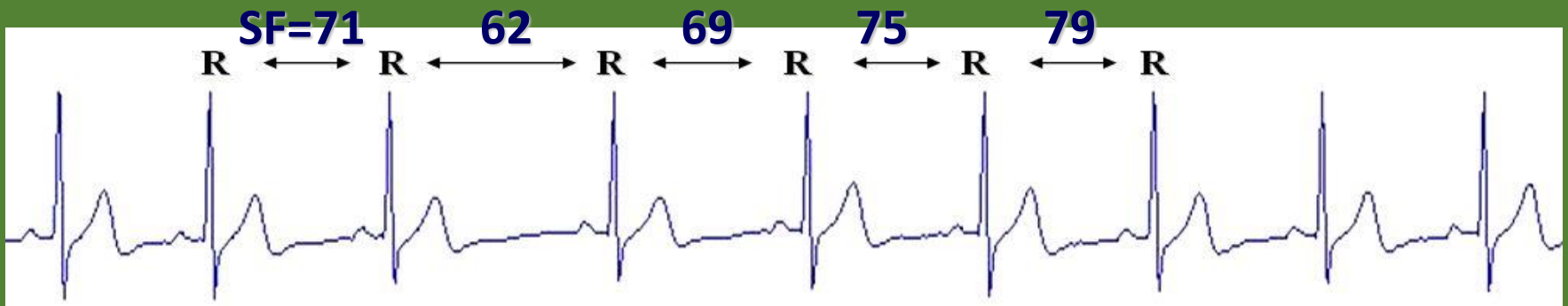
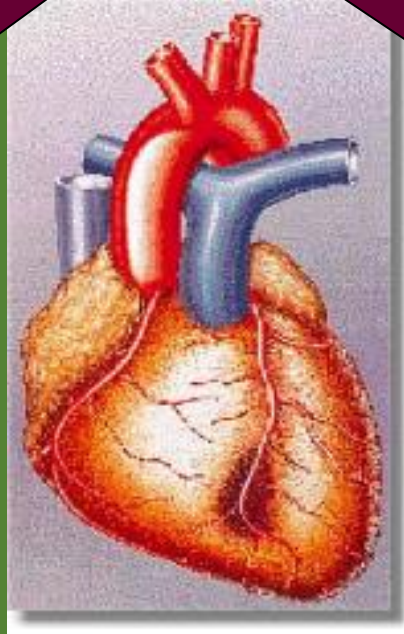
↑↑↑ METABOLISMU

PERIFERNÍ ODDÍLY ANS

SYMPATIKUS

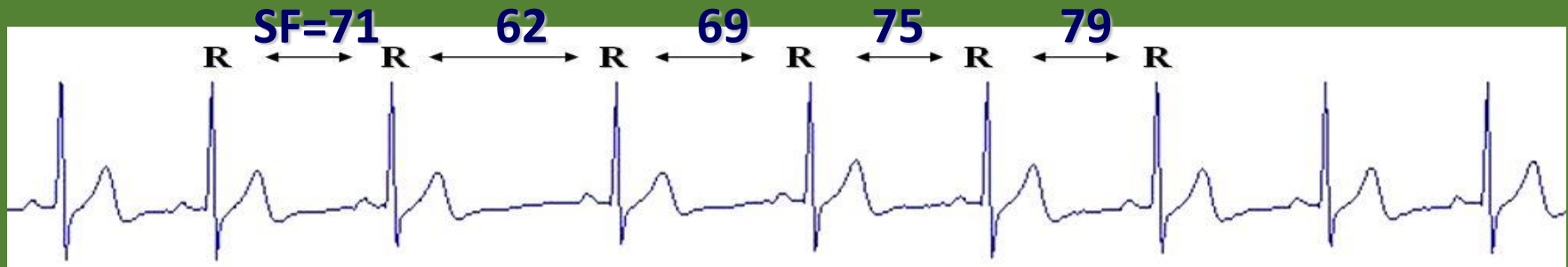
PARASYMPATIKUS

(n.vagus)



VARIABILITA SRDEČNÍ FREKVENCE (VVF)

VARIABILITA SRDEČNÍ FREKVENCE (VSF)



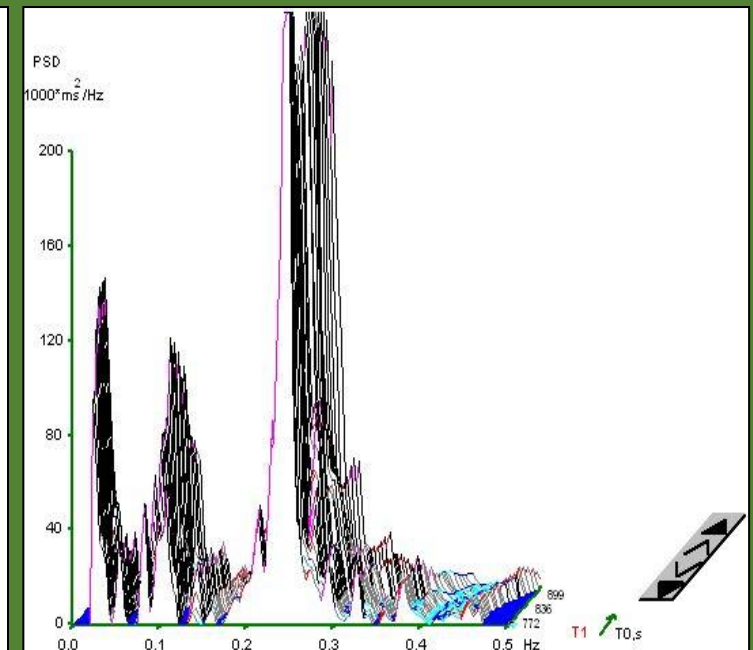
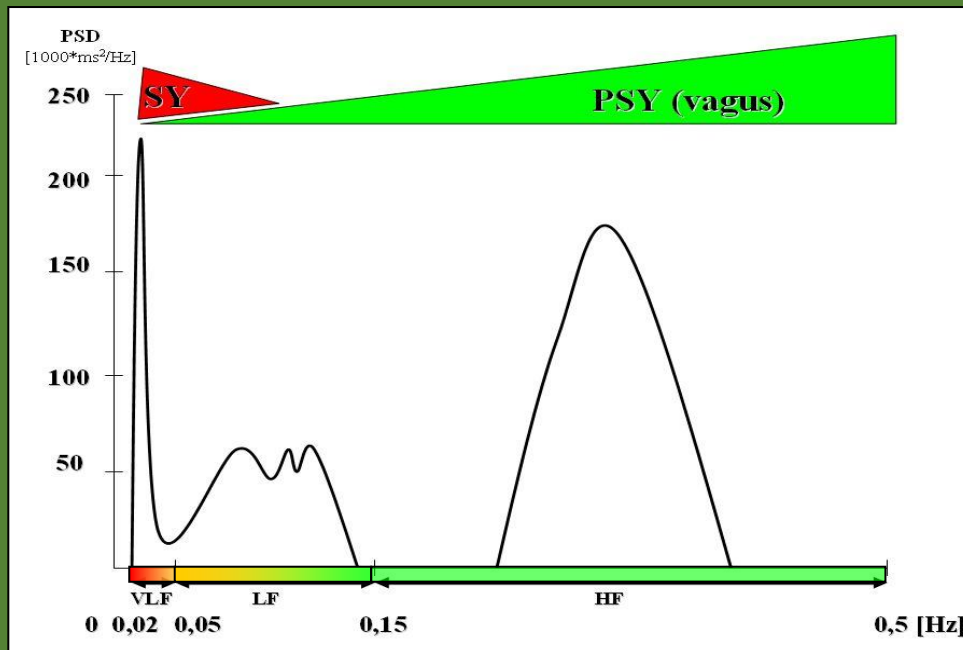
- **VSF** – změny v SF na úrovni po sobě jdoucích tepů - **RR**
- **VSF** – reflektuje regulační funkci ANS
 - výsledek zejména respiračně vázané aktivity vagu

nádech = ↓VA + ↑SF

výdech = ↑VA + ↓SF

SPEKTRÁLNÍ ANALÝZA VARIABILITY SRDEČNÍ FREKVENCE

- o neinvazivní metoda vyšetření aktivity obou větví ANS (primárně vagu, sekundárně sympatiku, resp. sympatovagové balance)
- o transformací časových rozdílů mezi po sobě jdoucími R-R intervaly do frekvenčních hodnot vzniká modifikované výkonové spektrum v rozsahu od 0,02 do 0,50 Hz



POSUZOVÁNÍ INDIVIDUÁLNÍCH SPEKTRÁLNÍCH PARAMETRŮ HRV

Task Force (1996)

- P_{VLF} (0.02-0.05 Hz = 1,2 – 3 změny/min): **původ zatím nejednoznačný
nejnižší vliv VA**
- P_{LF} (0.05-0.15 Hz = 3 – 9 změny/min): **vliv pouze SY; nebo SY i VA,
činnost baroreceptorů**
- P_{HF} (0.15-0.50 Hz = 9 – 30 změny/min): **vliv výhradně VA**

$$P_T \text{ (0.02-0.50 Hz = 1,2 – 30 změny/min): } = P_{VLF} + P_{LF} + P_{HF}$$

Komplexní ukazatele

Stejskal, P.; Šlachta, R.; Elfmark, M.; et al. Spectral analysis of heart rate variability: new evaluation method. *Gymnica*. 2002, vol. 32, no. 2, s. 13-18.

- Věkově standardizovaný celkový spektrální výkon
- Komplexní ukazatel vagové aktivity (VA)
- Komplexní ukazatel sympatovagové rovnováhy (SVB)

• **Celkové skóre SA HRV**

Rozsah -5,0 až +5,0 bodů

Normální hodnoty -1,5 až +1,5 bodů

POSUZOVÁNÍ VÝSLEDKŮ SA HRV

Komplexní indexy SA HRV

(Stejskal et al., 2002)

(od -5 do 5 bodů)

o **vagové aktivity** (VA)

(od -2 do 2 bodů)

o **sympatovagové balance** (SVB)

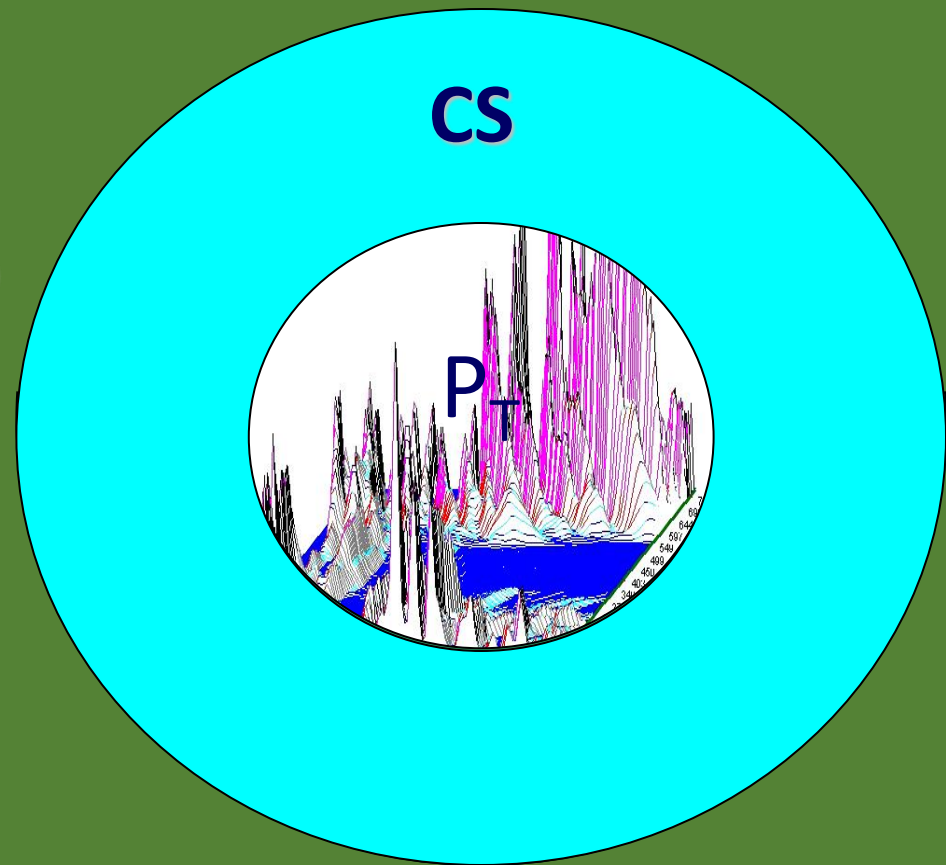
(od -2 do 2 bodů)

o **celkového skóre** (CS)

(od -1,5 do 1,5 bodu)

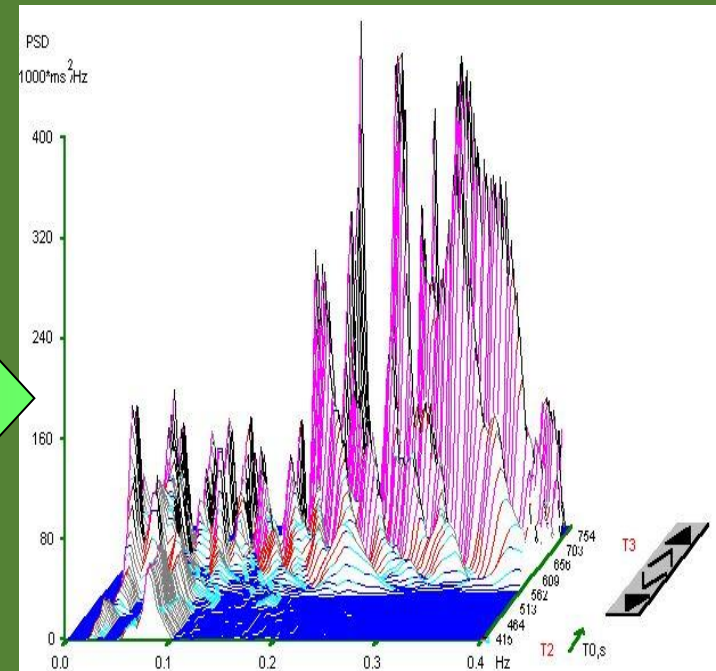
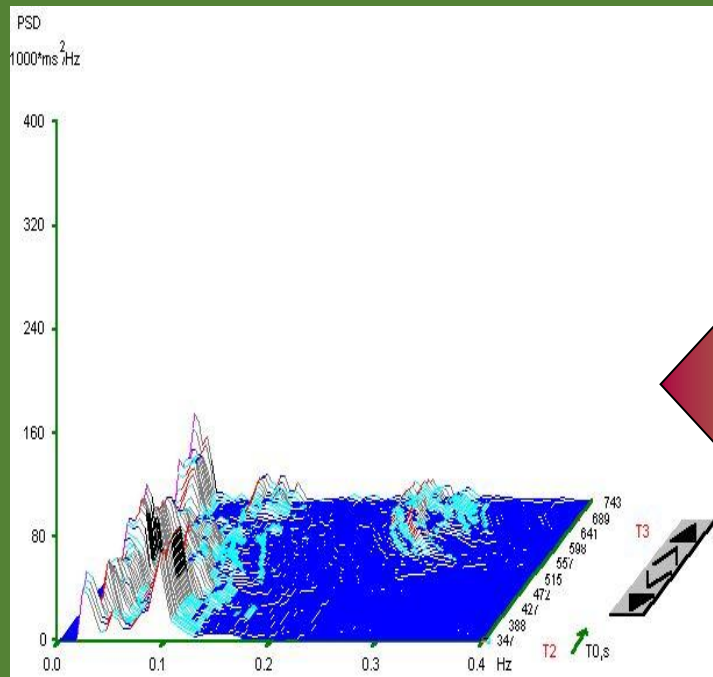
o **celkový spektrální výkon** (PT)

(od -2,5 do 2,5 bodů)



Příklad hodnocení úrovně aktivity ANS CS - FUNKČNÍ VĚK

- 20 letý sportovec (KV - 20 let) podstoupí vysoce intenzivní trénink a funkční věk (FV) - 45, tzn. že aktivita ANS odpovídá člověku staršímu - **negativní stav**.



- 20 letý sportovec podstoupí pouze regenerační tréninky a FV - 15, tzn. že aktivita ANS odpovídá člověku mladšímu - **pozitivní stav**.

Poloha1: interval 2 ▾

Poloha2: interval 3 ▾

Záznam: 0026 filtrovaný (23.3.2008 10:17:24)

Analýza provedena 23.1.2009 11:06:50

Celkový spektrální výkon variability srdeční frekvence je zvýšený.

Aktivita vagu v lehu je zvýšená, po postavení odpovídá věku.

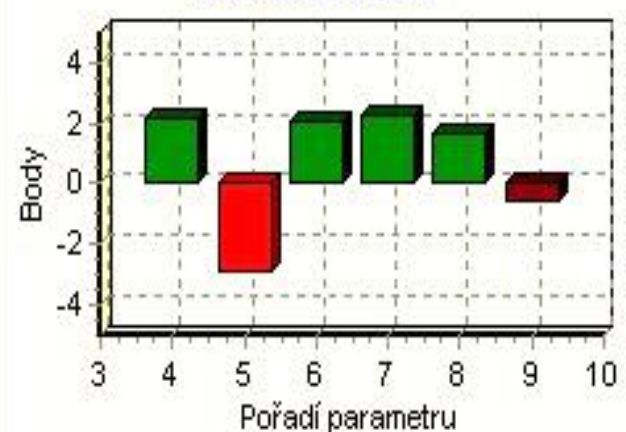
Poměr mezi sympatikem a parasympatikem v lehu je redukovaný, po postavení odpovídá věku.

Výkonnost baroreceptorů po postavení je normální.

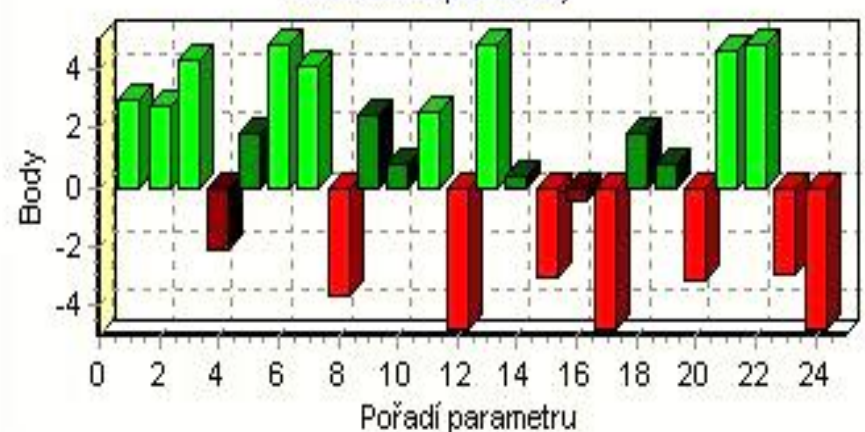
Homogenita naměřených dat je redukovaná.

Funkční věk je vzhledem ke kalendářnímu věku nižší.

Celkové hodnocení



Hodnocené parametry



1	Věk	33.3333
2	Funkční věk	25.3118
3	Rozdíl	-8.0215
4	Celk. skóre	2.1240
5	Homogenita	-2.8494
6	Vagotonie	2.0345
7	S-V balance	2.2942
8	Baroreceptory	1.6598
9	Ostatní	-0.5313

Celkové spektrum			
1	TotPwr	2.97	()*
Ukazatele vagotonie - klid			
2	F1	2.78	()*
3	L_HF	4.24	()*
Ukazatele vagotonie - stimulace			
4	F2	-2.09	()
5	F3	1.75	()
Ukazatele S-V balance - klid			

Faktory ovlivňující aktivitu ANS

↓ únava

↓ přetížení, přetrénování

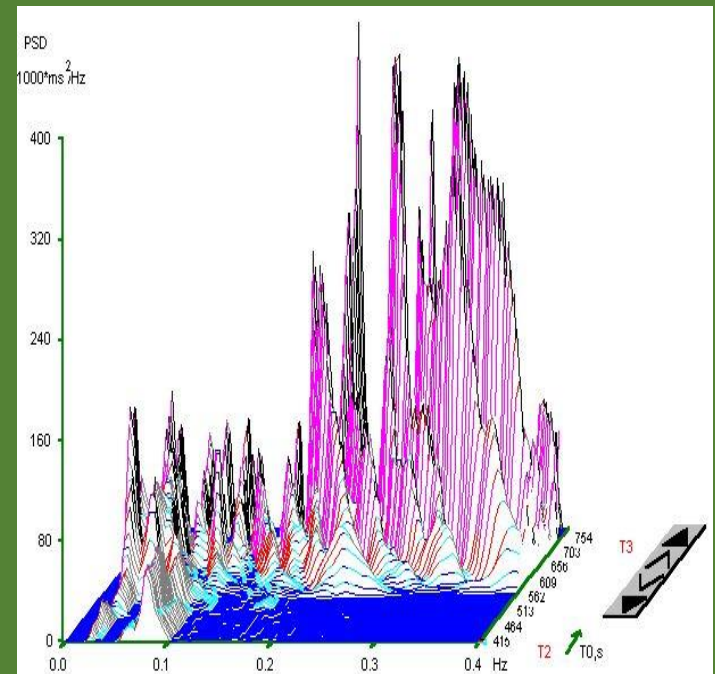
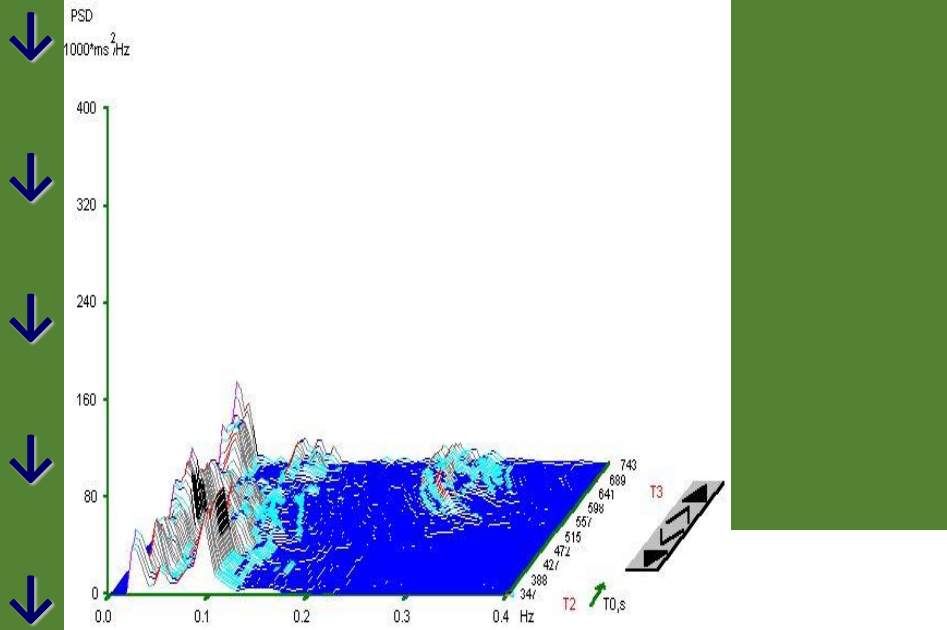
↓ onemocnění (DM II, IM, obezita, ↑TK)

↓ spánková deprivace

↑ spánek

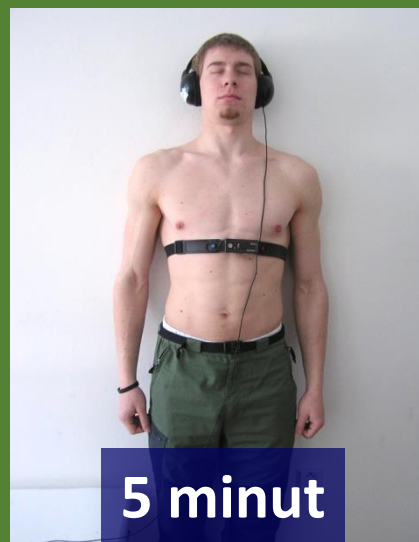
↑ zdravý životní styl

↑ pohybová aktivita

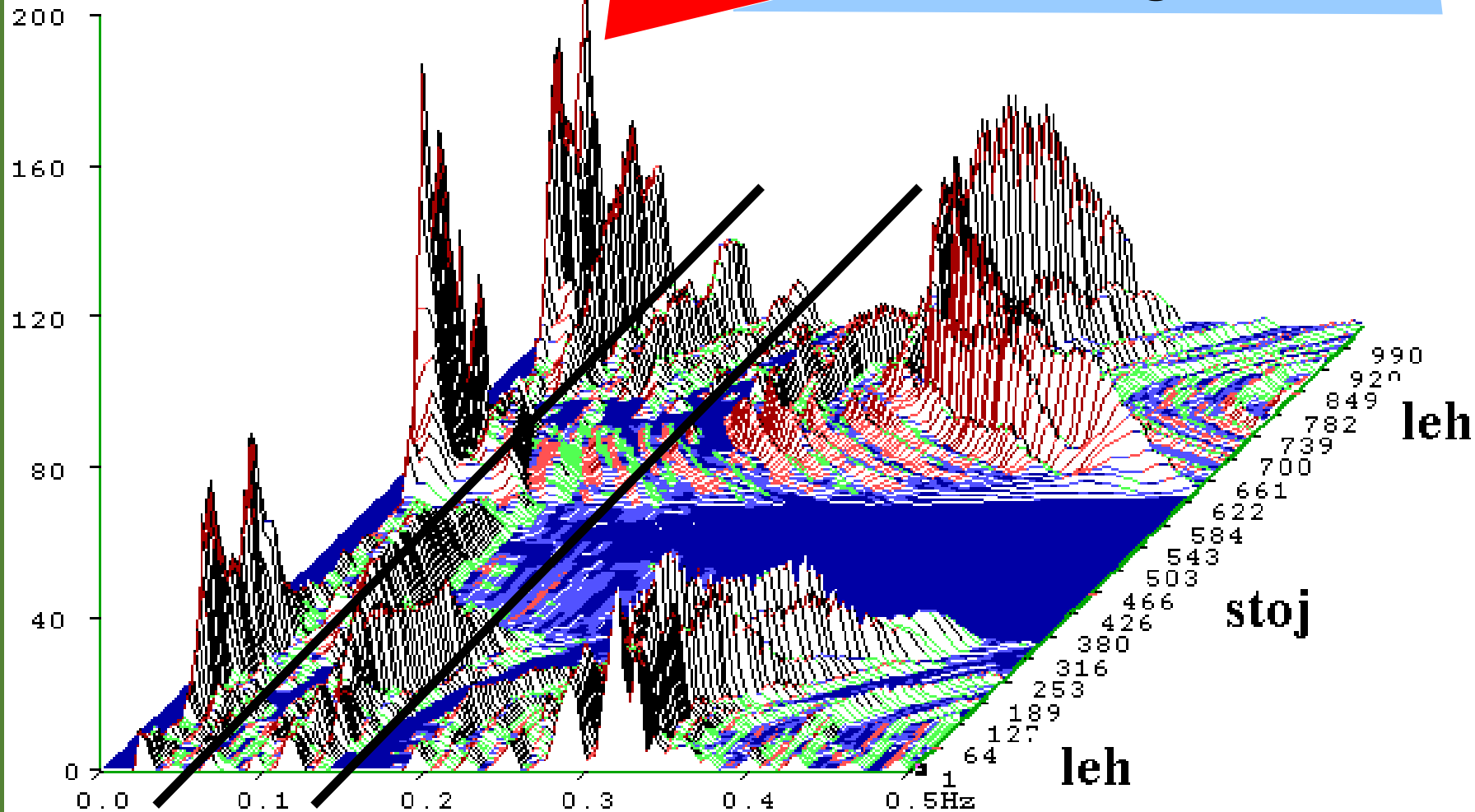


VYŠETŘENÍ AKTIVITY ANS

- o **STANDARDNÍ** podmínky
- o **KDY ?** ráno – dopoledne (7 - 9 hodina)
- o **KDE ?** tichá uzavíratelná místnost + sklopné lehátko (karimatka)
- o **DÉLKA ?** Standardní vyšetření 20 min (modifikace 12 min*)
- o **ZPŮSOB ?** Ortoklinostatický manévr (LEH – STOJ – LEH)



PSD
1000*ms²/Hz

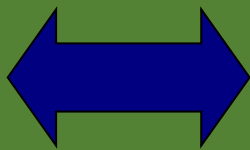
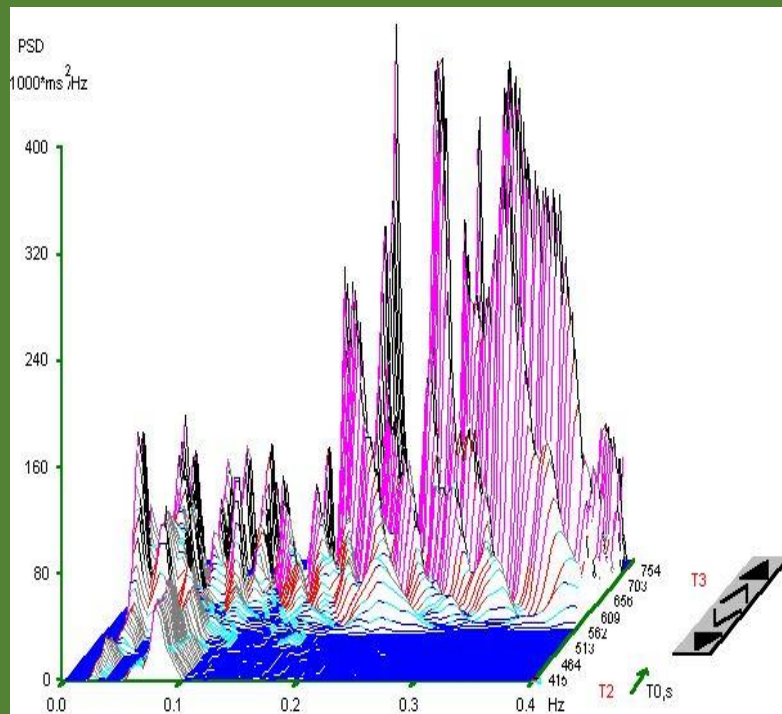


Diagnostický systém DiANS PF8



1.

SA HRV jako nástroj OPTIMALIZACE ZATÍŽENÍ



Tréninkové zatížení



**sportovní
výkonnost**

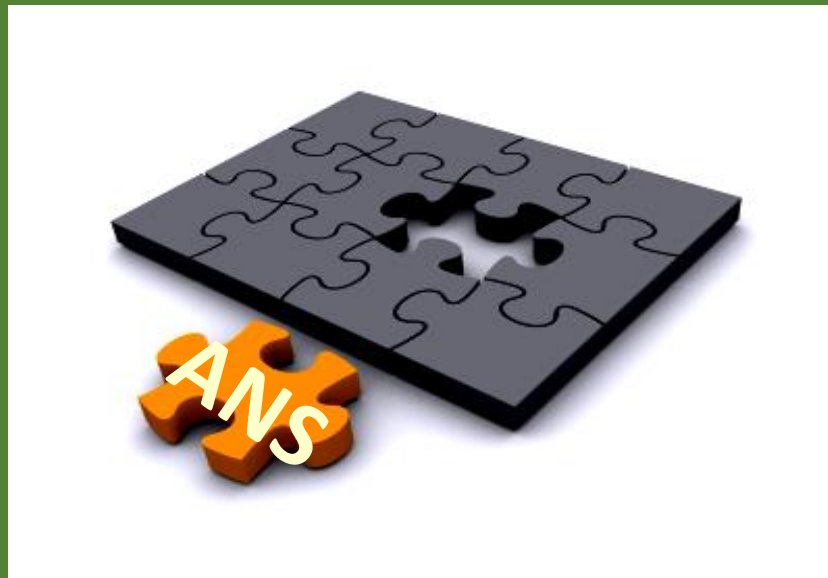
zotavení

genetická výbava - talent

o sportovní výkon = multifaktoriální problém

o mezi vítězi a poraženými je rozdíl **0,4 %**

(Pyne et al., 2004: Progression and variability of competitive performance of Olympic swimmers)



o heart rate variability (HRV) + exercise : **1946**

o HRV + athlete : **3478 odkazů (PubMed – leden 2020)**

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=heart+rate+variability+exercise>

VYUŽITÍ CELÉ ADAPTAČNÍ KAPACITY - ZVYŠOVÁNÍ SPORTOVNÍ VÝKONNOSTI

Autonomní nervový systém (ANS)

☞ zpětnovazebný ukazatel změn v organismu, které mohou být vyvolány tréninkovými a mimotréninkovými podněty

(Arai et al., 1989; De Meersman, 1993; Iellamo et al., 2003; Lacko et al., 2003; Perini et al., 1989; Stejskal et al., 2001; Yamamoto et al., 2001; Zhong et al., 2005)

optimalizace tréninkového zatížení – prevence přetrénování

(Aubert et al., 2003; Banzer et al., 2002; Botek, 2007; Kiviniemi et al., 2007; Lehmann et al., 1998; Pichot et al., 2000; Pober et al., 2004; Portier et al., 2000; Seiler et al., 2007; Uusitalo et al., 2000)

úroveň autonomní aktivity souvisí s aerobní a sportovní výkonností

(Atlaoui et al., 2007; Botek et al., 2013; Garet et al., 2004; Hautala et al., 2009; Kiviniemi et al., 2007; Pichot et al., 2002; Schmidt et al., 2006; Stejskal, 2002)

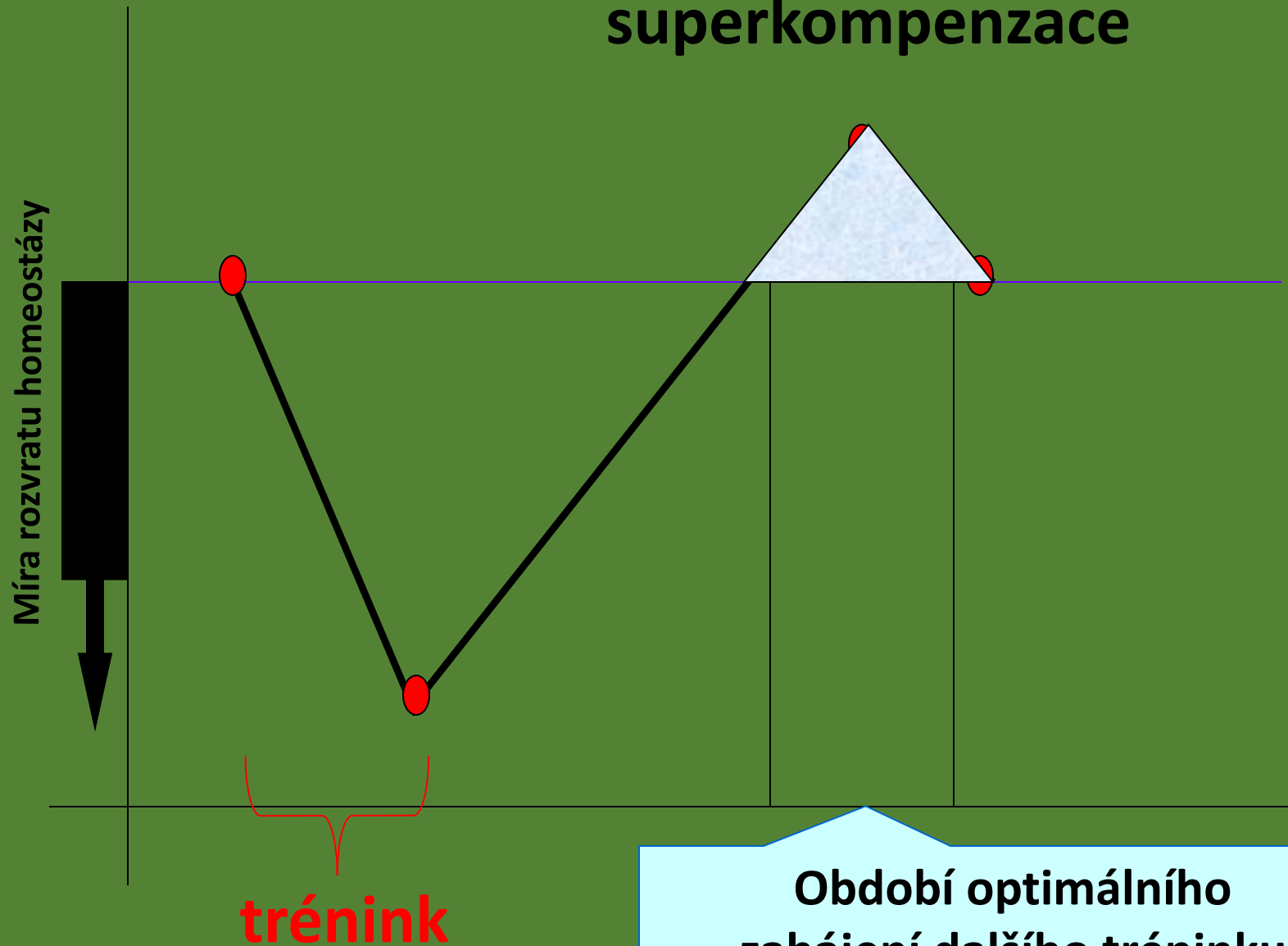
- Narušení buněčné homeostázy
- Iniclace fyziologické odpovědi → úprava
- Fáze superkompenzace

**MÍRA PORUCHY BUNĚČNÉ HOMEOSTÁZY
PŘÍMO OVLIVŇUJE VELIKOST
SUPERKOMPENZACE**

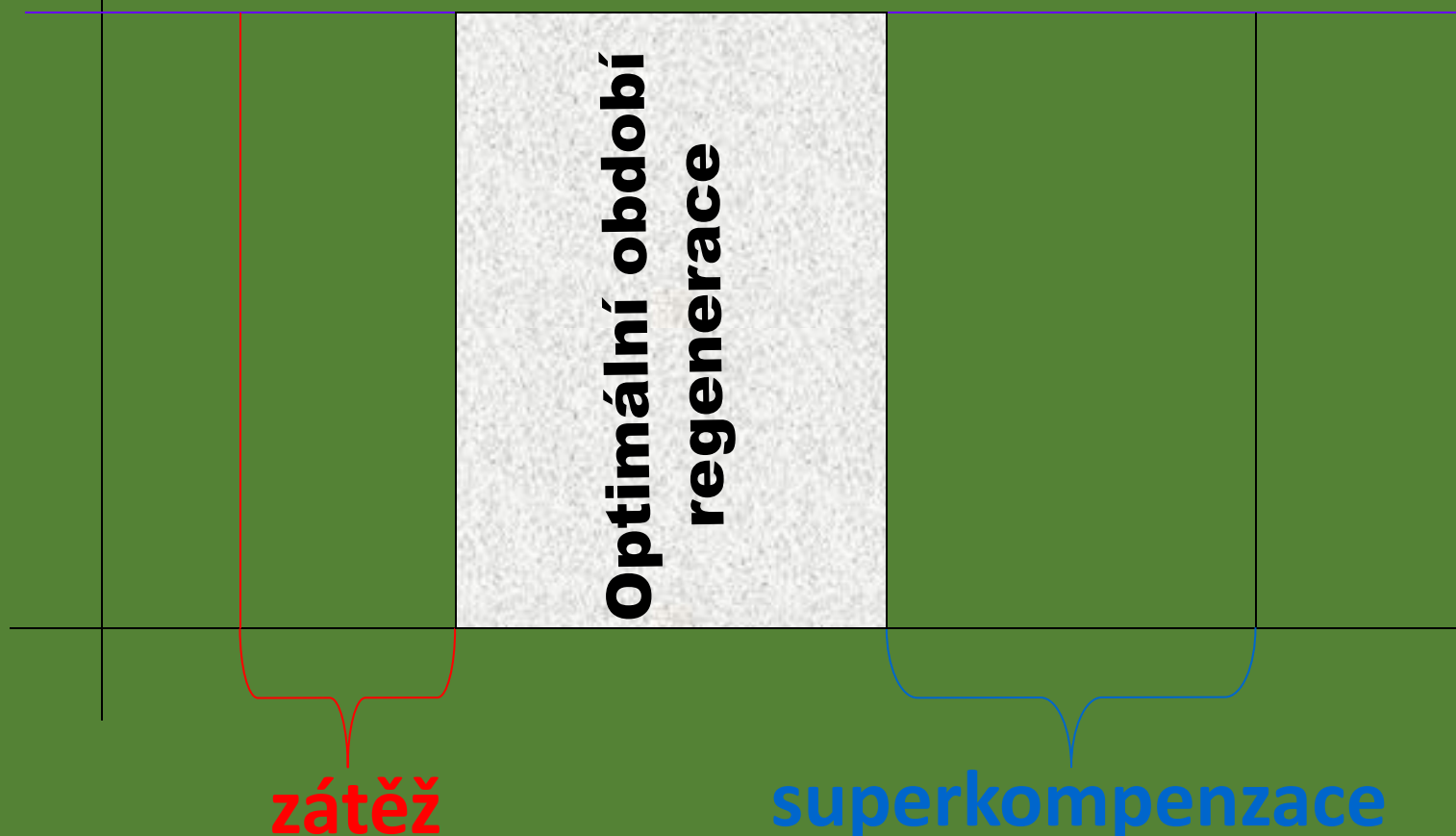


(TRÉNINKOVÝ EFEKT)

superkompenzace



**Sledování aktivity ANS pomocí SA HRV
může pomoci zhodnotit kvalitu regenerace
a stav regulativní a metabolické superkompence**



+5

Sympatovagová rovnováha

Zotavení

Aktivita vagu

-5

+5

-5



+5

Tělesná práce

Aktivita vagu

-5

+5

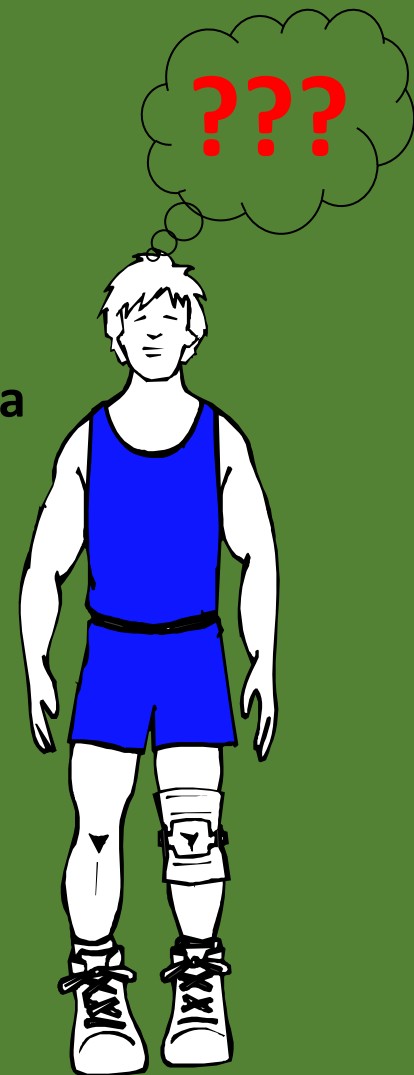
Sympatovagová rovnováha

-5



KLÍČOVÝ PROBLÉM OPTIMALIZACE SPORTOVNÍHO TRÉNINKU

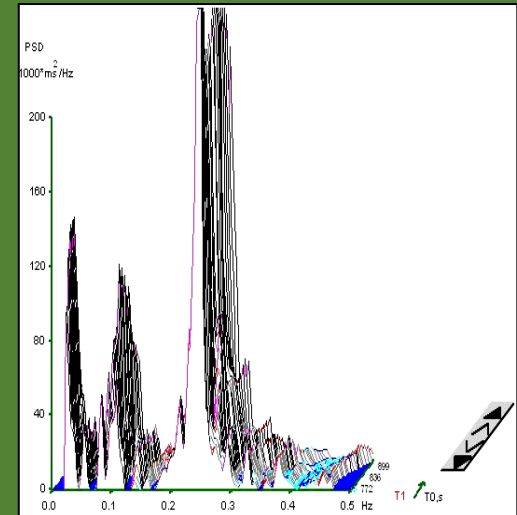
- časování („timing“) tréninku a zotavení
- optimalizace intenzity zatížení a trvání tréninkové jednotky
- optimalizace poměru mezi použitým objemem tréninku a kvalitou a trváním regenerace



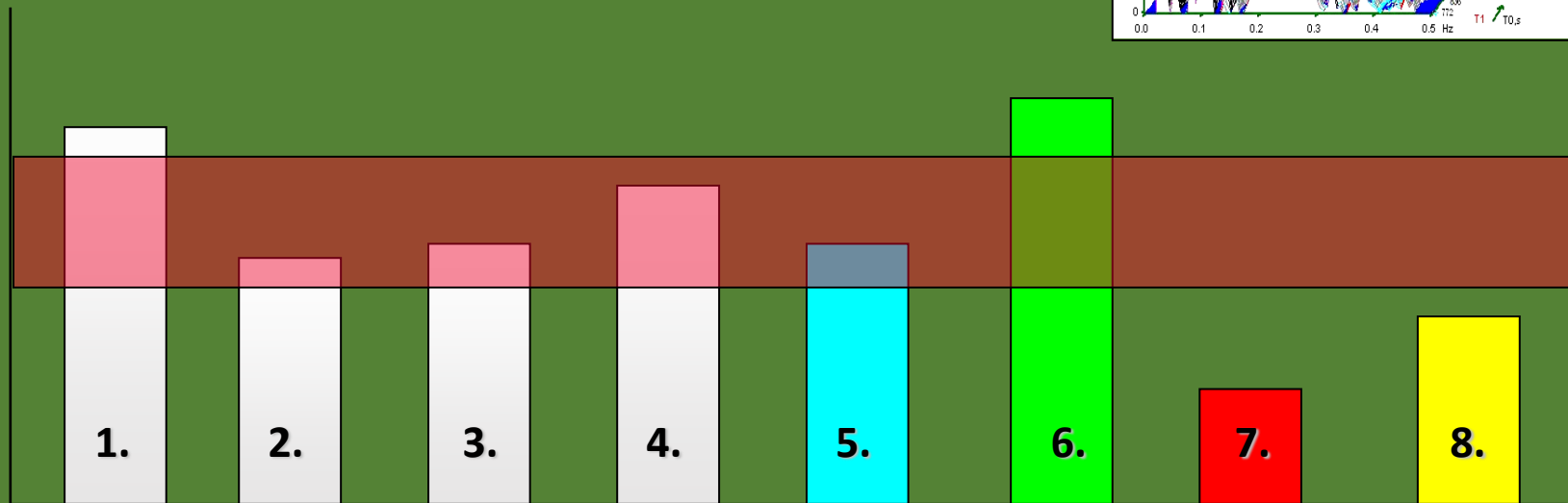
Longitudinální vyšetření ANS

☞ mapa „profil“ aktivity ANS

☞ optimalizace



CS
[body]

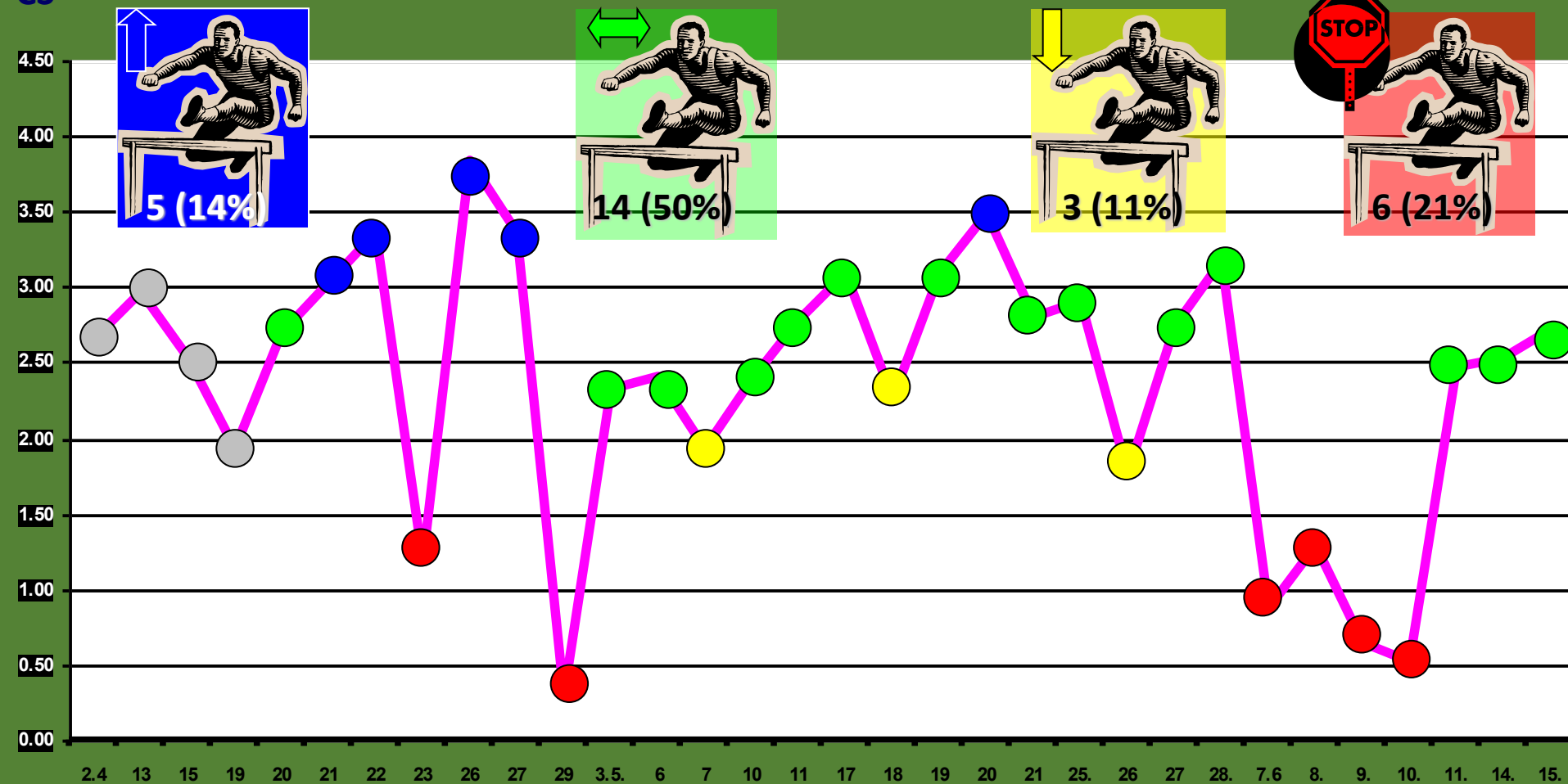


tréninkové jednotky

PRAKTICKÁ UKÁZKA OPTIMALIZACE

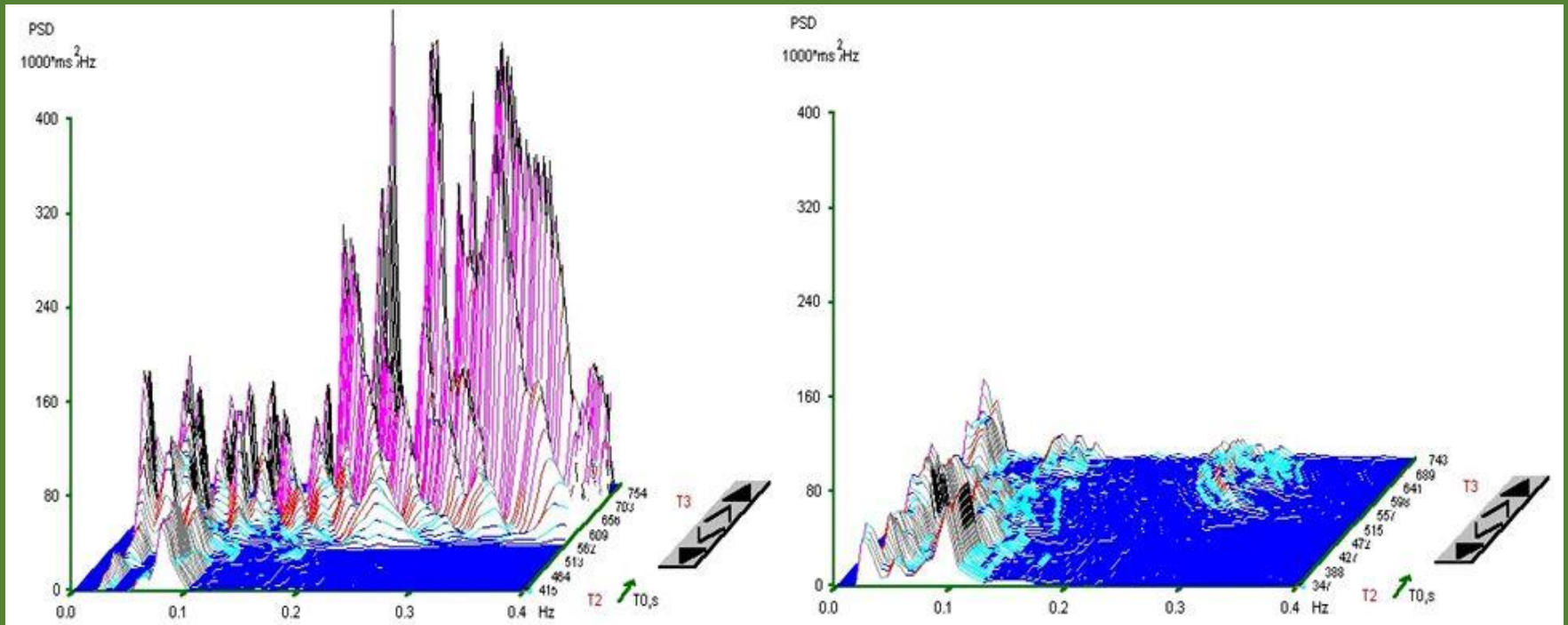
✓ muž 20 let; 400m překážek; 32 TJ (28 optimalizovaných)

CS



2.

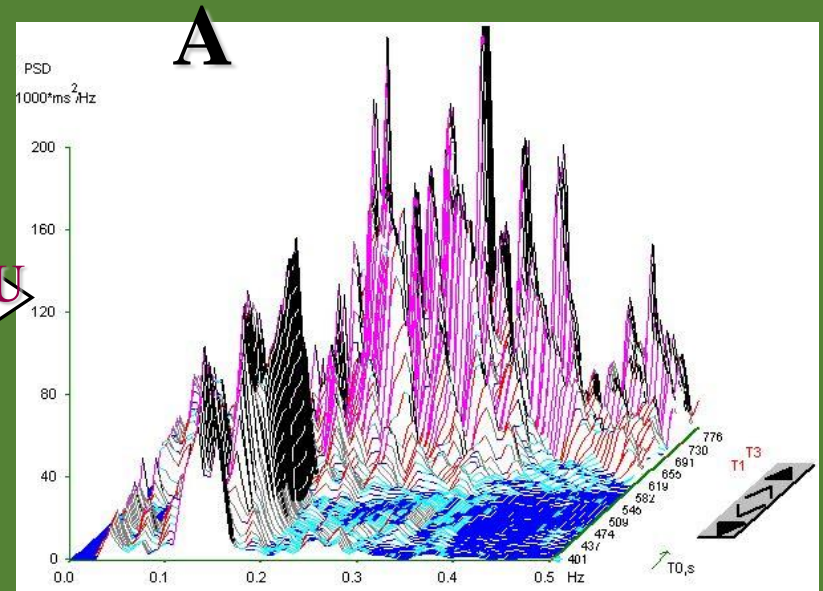
SA HRV jako nástroj pro **VÝBĚR** talentů



SF [tep.min⁻¹]

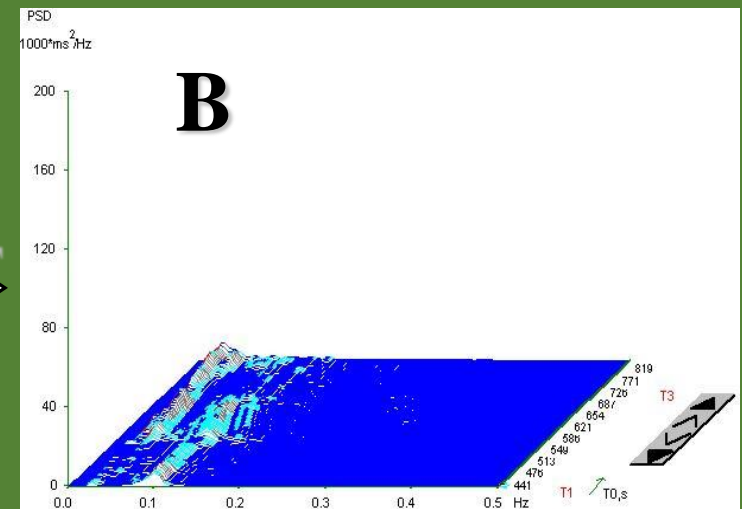
Vyšší aktivita ANS

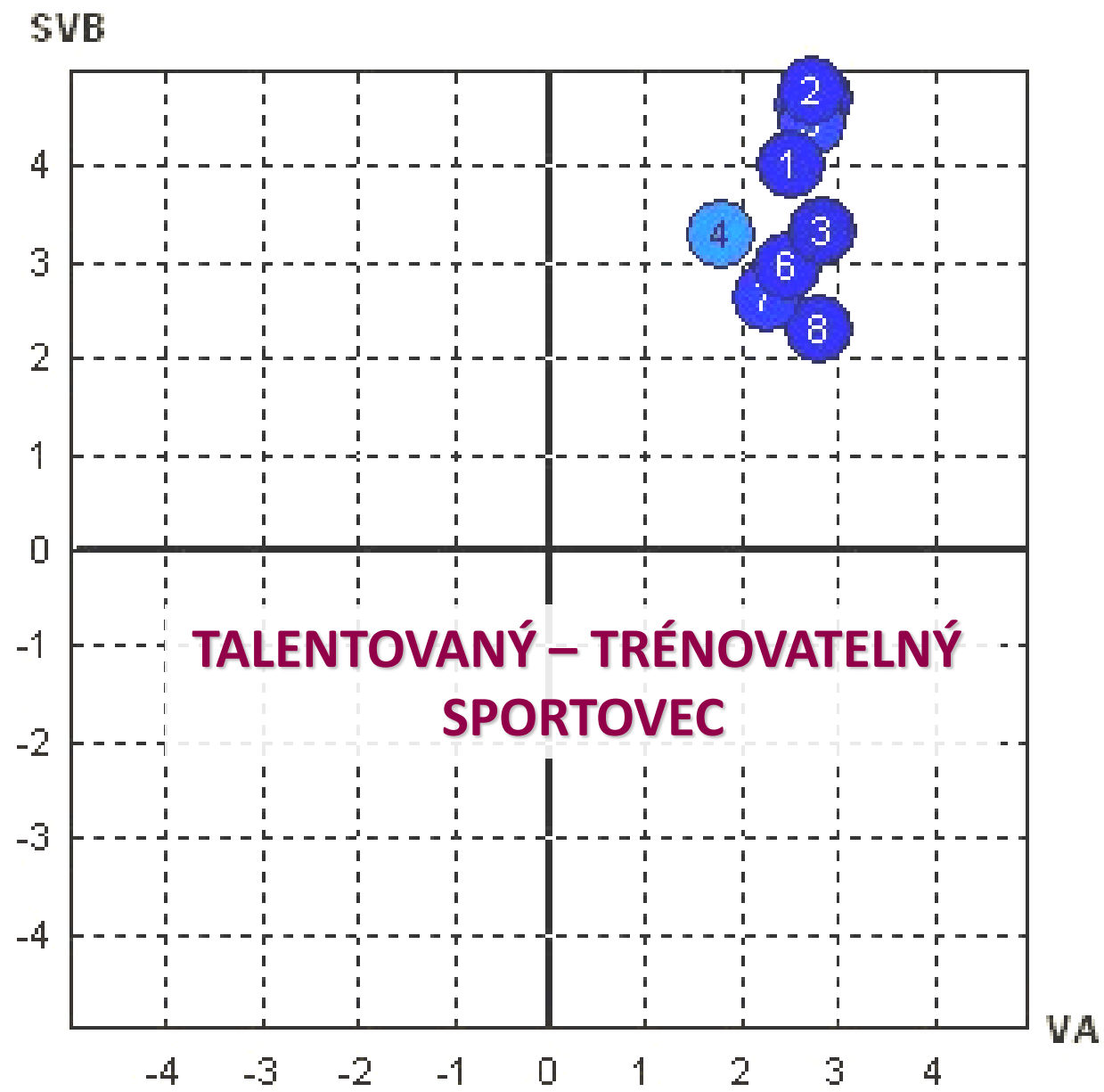
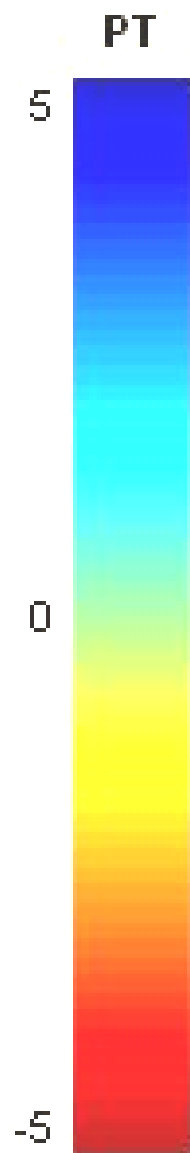
**VYSOKÁ TRÉNOVATELNOST
A ODOLNOST HRÁČE VŮČI STŘEŠU**



Nižší aktivita ANS

**SNÍŽENÁ TRÉNOVATELNOST
= REDUKOVANÁ VÝKONNOST**



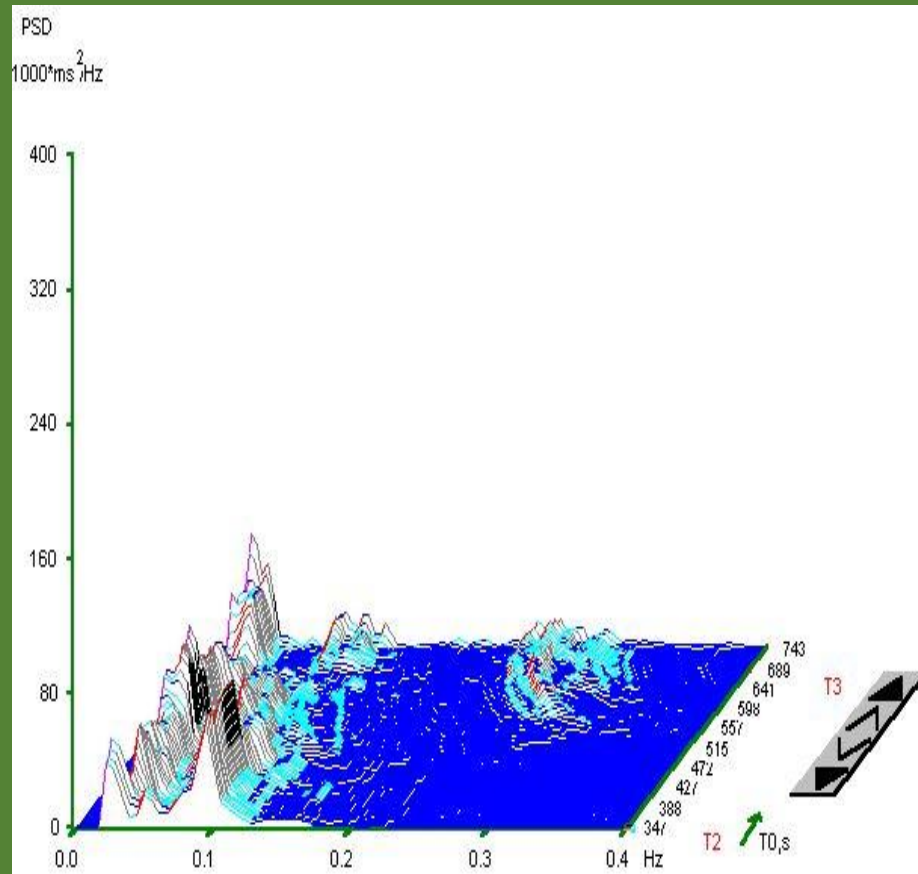


Využití SA HRV ve sportovní oblasti

- ❑ Pro **optimalizaci zatížení** a *minimalizuje riziko vzniku přetížení nebo přetrénování*
- ❑ Pro **objektivní hodnocení míry vnitřního zatížení organismu a tím i aktuální tréninkové kapacity sportovce**
- ❑ Pro hodnocení **průběhu a kvality zotavení** a stanovení optimálního začátku tréninku („timing“ tréninku a zotavení).
- ❑ Při **výběru talentovaných** („trénovatelných“) sportovců nebo **nákupu** nových sportovních akvizic.
- ❑ Pro hodnocení **průběhu aklimatizace** při pobytu ve vyšší nadmořské výšce, časového posunu

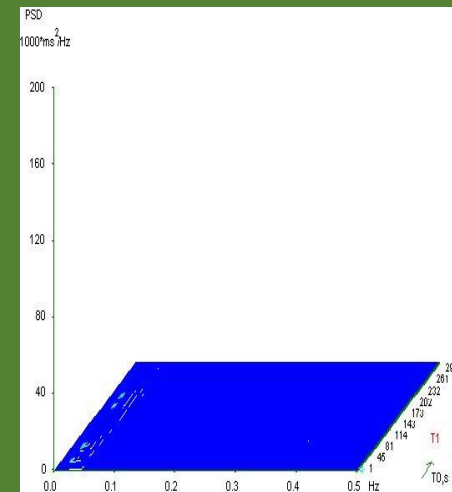
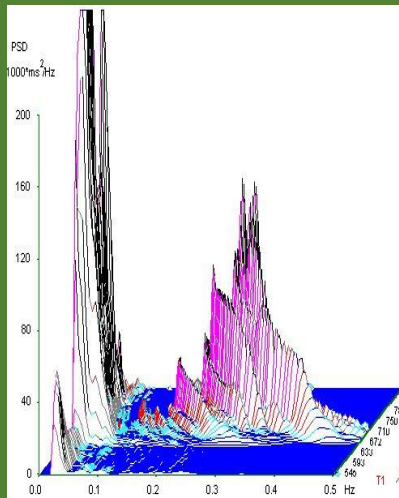
3.

SA HRV jako nástroj pro indikaci PA u oslabených jedinců



SA HRV a preskripce PA: VAGOVÝ PRÁH

definice, výpočet a možné využití v praxi

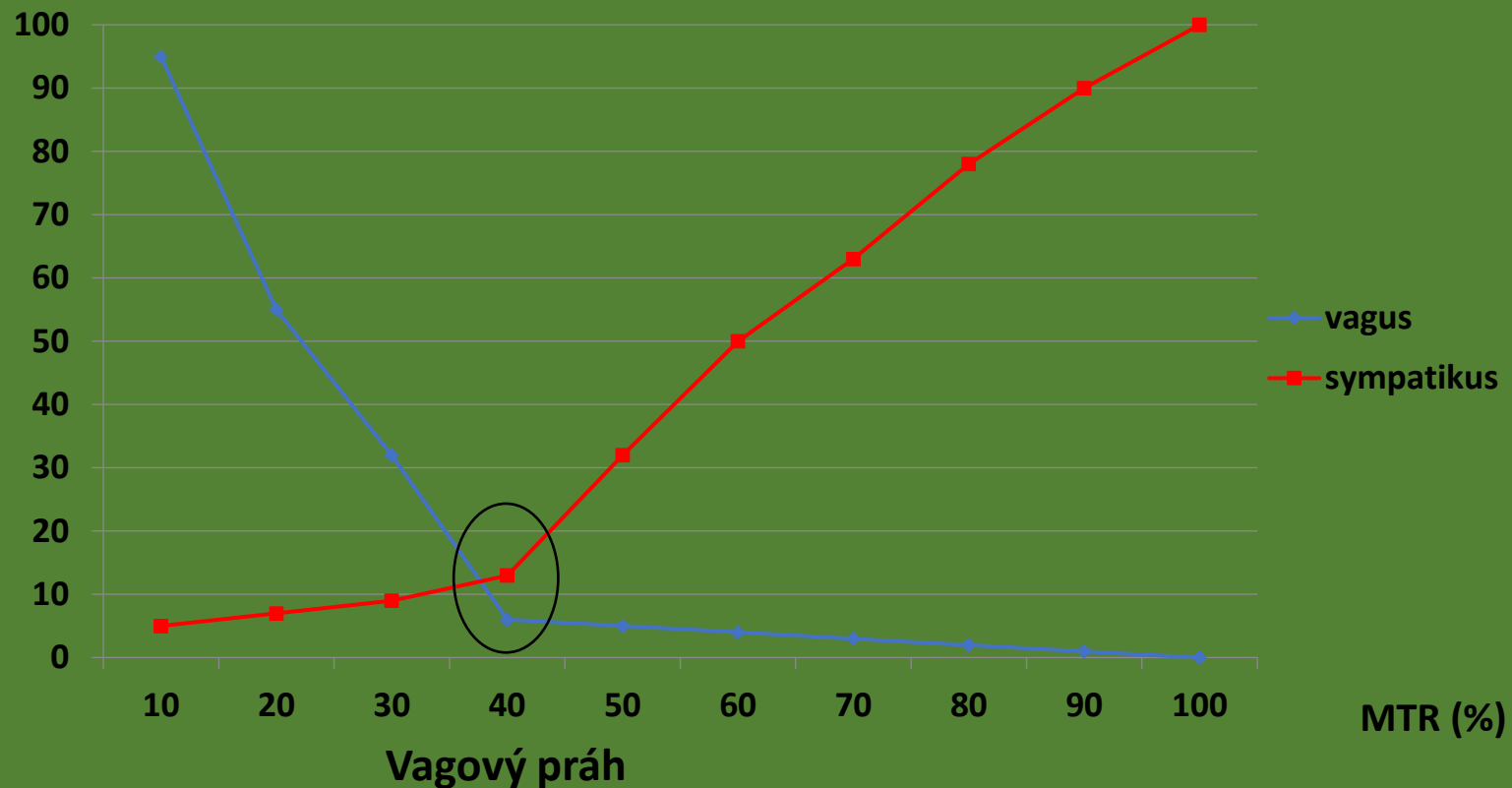


TĚLESNÁ PRÁCE - ZMĚNY V AKTIVITĚ ANS

↑ srdeční frekvence + ↑ systolického objemu + ↑ kontraktility myokardu

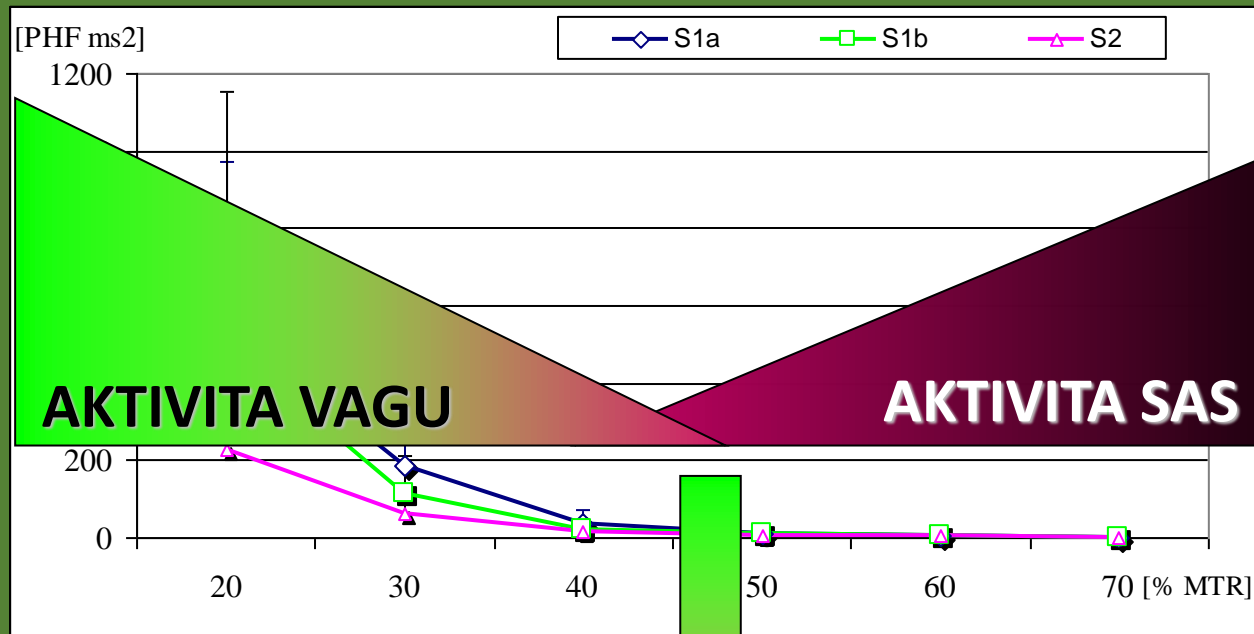
Krytí energetických požadavků pracujících svalů

Nízká intenzita (< 35 – 45 % MTR) = inhibice aktivity vagu
Střední a vysoká intenzita = zvyšování aktivity sympatiku



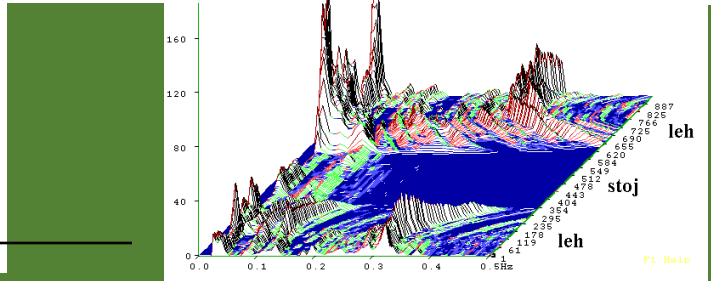
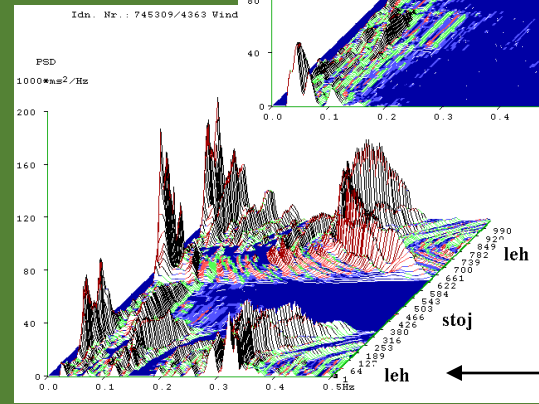
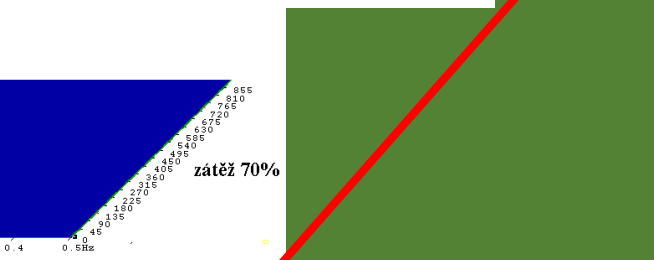
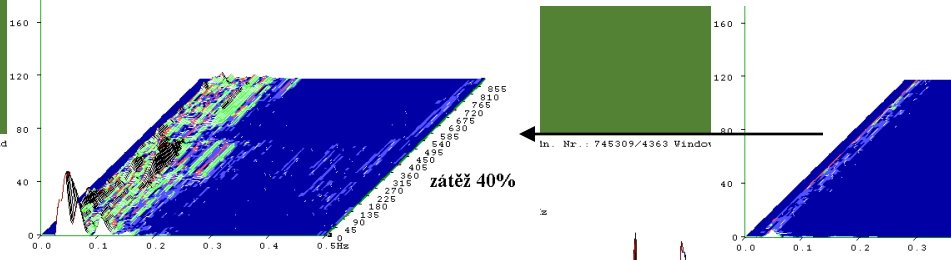
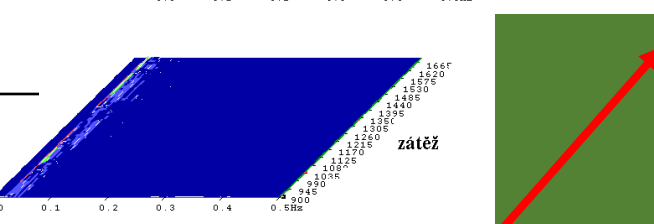
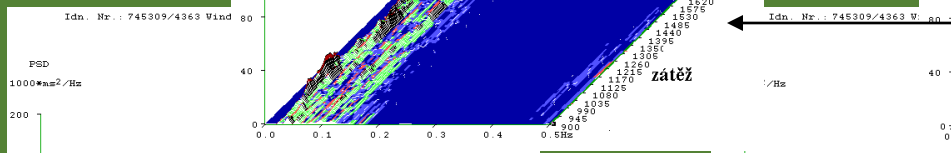
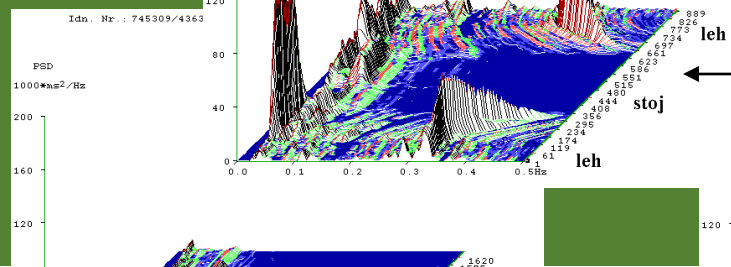
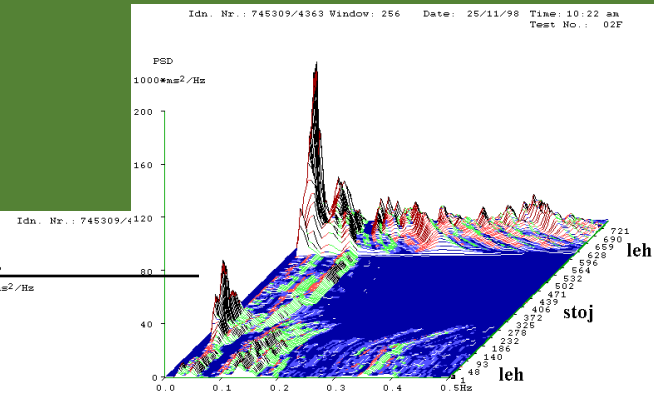
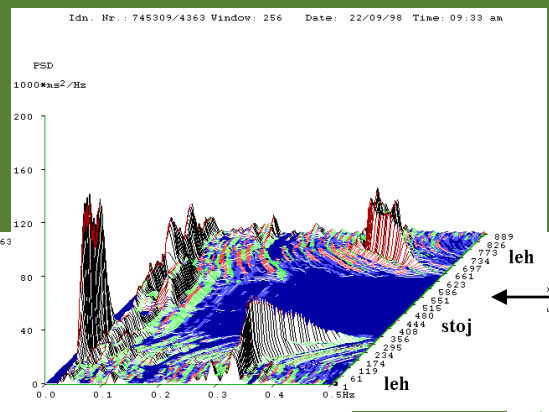
PODÍL AKTIVITY VAGU NA REGULACI KVS

IZ 40 - 45 % MTR – T_{VA} : není závislý na věku ani pohlaví



40-45 % MTR = bezpečná IZ

40% MTR



70% MTR