

Dýchanie a zmena variability srdcovej frekvencie ako prostriedok zvládania stresu

Miloš Šlepecký
Mirek Novotný

Úlohy respirácie pri normálnom dýchaní

- Dostatočná saturácia krvi kyslíkom
- Dostatočná saturácia krvi CO_2 rozpusteným vo forme kyseliny uhličitej
- Alkalický bikarbonátový bufer
- Zachovať pH krvi na úrovni 7,4
- Odstraňovanie a zadržiavanie alkalických a acidických produktov obličkami
- Zachovanie dýchacej činnosti na optimálnej úrovni

Respiračný cyklus

- Dychový cyklus = inspirium + expirium
- Muži dýchajú frekvenciou 12-14 cyklov/min
- Ženy dýchajú frekvenciou 14-16 cyklov/min
- V noci je priemer 10 dychových cyklov/min
- Pomalé dýchanie 4-6 cyklov min
- Hyperventilácia je 20 a viacej cyklov /min
- Do dýchacieho cyklu je zapojená nielen bránica a interkostálne svaly, ale i chrbtová a panvová sústava a dýchanie súvisí i s držaním tela

Cortex,pons,medulla oblongata

- Oblasť pre pneumotaxi (horná časť pons Varoli)- vysielajú inhibičné podnety do inspiračnej oblasti = nemôže dôjsť k „preplneniu“ pľúc vzduchom
- Oblasť pre riadenie apnoe (dolná časť pons Varoli) - vysielajú excitačné podnety do inspiračnej oblasti = regulácia výdychu
- Medulla oblongata = dochádza k regulácii rytmicity nádech-výdech

Dýchanie a jeho vzťah k rytmu srdca

- Až 40% ľudí cvičiacich nejakú relaxáciu má zážitok úzkosti
- Táto úzkosť je obvykle spojená s dýchacou aktivitou
- Dýchanie bezprostredne ovplyvňuje srdcovú rytmicitu (respiračná arytmia). Nádychom sa aktivuje sympatikus a zrýchľuje srdcovú frekvenciu
- Dýchanie ovplyvňuje elektrickú aktivitu mozgu /zvýšenie SMR vln/
- Pomocou dýchania môžeme vyvolať i zvláštne stavy vedomia

pH krvi: Kritické pásmo

- Pri pH krvi 7,4 ($\pm 0,5$), čo je logaritmické vyjadrenie, zmena 0,2 znamená dvojnásobný rozdiel obsahu vodíkových kationov prítomných v krvi
- pH sa mení v prvom rade v závislosti od obsahu CO_2
 - CO_2 je konečným produktom bunkového metabolizmu
 - Je tu podobnosť s popolom či dymom
 - V čistej forme je smrteľný
 - Po transformácii na kyselinu uhličitú chráni tkanivá
 - Rýchlo sa vytvára pri cvičení, námahe, ale rovnako stúpa aj potreba kyslíka

Dýchanie riadia tieto parametre:

- Zmeny dychového objemu prostredníctvom produkcie CO₂.
- CO₂ reguluje pH hodnoty v krvi ...
- Interakcie medzi dychovým objemom: medzi v produkciu CO₂, parciálnym tlakom CO₂ v arteriálnej krvi (udávaným ako PA CO₂) a hodnotou pH krvi. Táto koncentrácia CO₂ v krvi, nie množstvo kyslíku, je **hlavným regulátorom podnetov k dýchaniu**.

Aké typy dysfunkčného dýchania poznáme?

Môže to byť:

1. hrudné,
2. klavikulárne,
3. obrátené,
4. periodické, /rýchle a plytké/
5. hypoxické,
6. hyperventilačné.
7. Všetky typy dysfunkčného dýchania sa môžu navzájom rôzne kombinovať.

Hrudný typ:

- Klient dýcha len hrudným košom.
- Bránica je nefunkčná a zatlačená dohora.
- Hrudné dýchanie je plytké a dochádza k obmedzenej výmene plynov v dolných pľúcnych lalokoch.
- Tento dychový vzor je nevedomý a niekedy je veľmi ťažké ho pretrénovať na bráničné /diafragmatické/ dýchanie.
- Zistíme ho, keď si dáme ľavú ruku na hrudník, pravú na brucho, ak idú súbežne s dýchacími pohyby jedná sa hrudný typ dýchania

Klavikulárne dýchanie:

- Hrudník a kľúčne kosti sa zdvíhajú, brucho sa vťahuje, bránica sa pohybuje smerom nahor. Ide o tzv. "hrotové dýchanie".
- Klient dýcha ústami, aby zvýšil prívod vzduchu
- Tento dychový vzor poskytuje minimálnu pľúcnu ventiláciu
- Diagnostika - položíme ruku na rameno a keď sa zdvíha, jedná sa dysfunkčný vzor klavikulárneho dýchania

Obrátené dýchanie:

- Brucho sa rozširuje pri výdychu a vťahuje pri nádychu
- Jedná sa o dyskoordináciu dychových pohybov v rámci hrudného typu dýchania
- Charakteristický je vysoký výdaj energie a nekompletná výmena plynov
- Následkom je negatívne ovplyvnenie acidobázickej rovnováhy

Periodické (rýchle a plytké) dýchanie:

- Vyskytuje sa veľmi často v kombinácii s hrudným dýchaním
- Jedná sa o prejav zvýšenej citlivosti ku koncentrácii CO₂ v krvnom obeh
- Výdychom dochádza ku zníženiu parciálneho CO₂, čo spôsobí inhibíciu dýchania až do opätovného nárastu CO₂
- Cyklus sa postupne stáva trvalým dychovým vzorom. Môže sa jednať o jeden z faktorov, ktoré udržuju úzkosť

Hypoxické dýchanie:

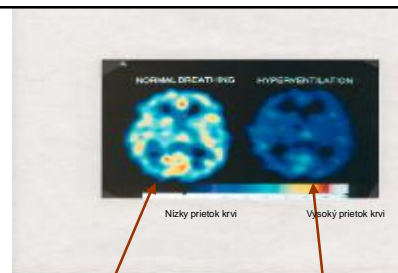
- Vyskytuje sa pri príprave na fyzický výkon
- Klient sa nadýchne a zadrží výdych až do skončenia výkonu (často ho používajú atléti)
- Zadržanie výdychu vede k dramatickému zvýšeniu vnútro hrudného tlaku, môže viesť k mdlobe, sympatikotonickéj kríze zo zvýšením krvného tlaku
- Môže byť spojené s úľakovou reakciou a obranným mechanizmom stuporu pri úzkosti

Hyperventilácia a panika

- Úzkosť, fóbie a závrate sú pravidelne spojené s hyperventiláciou
- Hyperventilácia vyvoláva hyperkapniu a zvýšenie alkality krvi po ktorej nasleduje hyperventilačná tetania
- Hyperventilácia a úzkosť sú príkladom ako sa somatický a psychický symptóm vzájomne podmieňujú a spájajú do „psychofyziologického syndrómu „

Čo sa deje pri hyperventilácii?

- Hyperventiláciu môžu spúšťať vonkajšie, alebo vnútorné faktory, ktoré je niekedy ťažko identifikovať (i somatické ochorenie).
- Niekedy môže byť chronická.
- Je pomerne častá, zistilo sa, že 15-25% populácie hyperventiluje. Vyznačuje sa dýchaním hrudného typu, ktoré je plytké a krátke a do ktorého sa bránica zapája len obmedzene. Jeho frekvencia je viac ako 20 dychov za minútu.



Mozog pri normálnom dýchaní.

Mozog pri hyperventilácii.

- Dôsledkom hyperventilácie je zníženie PCO_2 až na polovicu normy /Norm=5%,Hyper=2,5% /, čo zužuje priemer artérií, narušuje prietok krvi k telesným tkanivám (ischémia) a zvyšuje Ph krvi nad 7,4. Dochádza k zníženiu množstva kyslíka, ktorý môže hemoglobín uvoľniť do telesných tkanív (hypoxia).

- V dôsledku toho sa musí zvýšiť frekvencia a výkonnosť srdca, aby sa kompenzovalo zníženie pCO_2 a zvýšenie pH." / Ley, 1987, podľa Gewitz, 2006/ Zníženie parciálneho CO_2 môže viesť k prechodnému spazmu mozgových ciev a v srdci môže vyvolať anginózne bolesti. Typickým následkom tohto procesu je panika, akútny stres, úzkosť a fóbie. Alkalóza zvyšuje neuronálnu excitabilitu.

Aký je kardiovaskulárny efekt hyperventilácie?

- Hyperventilácia zrýchľuje srdcovú frekvenciu, zvyšuje minútový objem a zvyšuje krvný tlak. Má tiež výrazný vplyv na aktivitu ANS, sympatiku a parasimpatiku. Redukuje tiež normálnu variabilitu srdcovej frekvencie.

Dychový objem ovplyvňuje tieto parametre:

- „Zmeny dychového objemu súvisiace s produkciou CO_2 regulujú momentálnu hodnotu pH v krvi... Existuje úzka interakcia medzi dychovým objemom, množstvom CO_2 , jeho produkciou a parciálnym tlakom CO_2 v arteriálnej krvi (Pa CO_2) a hodnotou pH v krvi. Dýchací mechanizmus je regulovaný koncentráciou CO_2 v krvi a nie množstvom kyslíka.“

Respiračná sínusová arytmia

- NORMA: s nádychom dochádza k zrýchleniu srdcovej frekvencie, s výdechom sa srdcová frekvencia zpomaľuje.
- Hyperventilácie túto zdravou variabilitu ruší.
- RESPIRAČNÁ SÍNUSOVÁ ARYTMIÁ je nahradená NEVARIABILNÍ srdcovou frekvenciou, ktorá je menej adaptívna.
- Normálna parasymptická kontrola srdcovej aktivity je nahradená aktivitou SYMPATIKU.

Zvýšenie zmien srdcového rytmu prostredníctvom variability srdcovej činnosti (HRV)

- Zmeny srdcového rytmu pri dýchaní sa nazývajú dychovou (respiračnou) sínusovou arytmiou = (RSA)
- tep sa zrýchlí pri nádychu, zníži sa pri výdychu
- množstvo zmien spojených s dýchaním sa dá použiť ako index „vagového tonu“.

Čo je variabilita srdcovej činnosti?

- Sú to zmeny v intervale, alebo vo vzdialenosti medzi terajším a ďalším úderom srdca.
- Medziúderový /interbeat IBI/ interval je čas medzi R-vlnou /alebo srdcovým úderom/ a ďalším úderom v milisekundách.
- IBI intervalové rozdiely alebo VŠČ /HRV/ súvisia s telesnými, emočnými a duševnými funkciami.

Úloha ANS

- Riadi vnútorné orgány pomocou sympatiku a parasimpatiku.
- Sympatikus aktivuje, zvyšuje akciu srdca, parasympatikus ju spomaľuje.
- Ich vyváženosť spôsobuje stále oscilácie, zvyšovanie a znižovanie srdcovej činnosti.
- Vyššia VŠČ zdá sa poukazovať na optimálnu spoluprácu medzi sympatikom a parasympatikom.

Vagový tonus

- **Porges SW.** *Neurosc. Biobehav Rev.* 1995 Summer; 19(2) : 225 – 33
- **Cardiac vagal tone a physiological index of stress**
- „vagový tonus „ srdce jako indikátor stresu
- je popsán model, který představuje roli parasympatiky ve vztahu ke stresu
- model popisuje důležitost nn.vagus, zejména jeho větví, které vycházejí z nucleus ambiguus
- prostřednictvím respirační sinusové arytmie je možné kvantitativně určovat tonickou a fázovou regulaci vagového tonu, vycházející z nucleus ambiguus

Příklad vysoké respirační sinusové arytmie(RSA)

- **Pulsová frekvence se zvyšuje při nádechu a snižuje při výdechu**
- **Toto dýchání vykazuje vysoký tonus vagu (vysoká aktivita parasympatiky) a značné proměny srdečního rytmu**

Příklad nízké respirační sinusové arytmie (RSA)

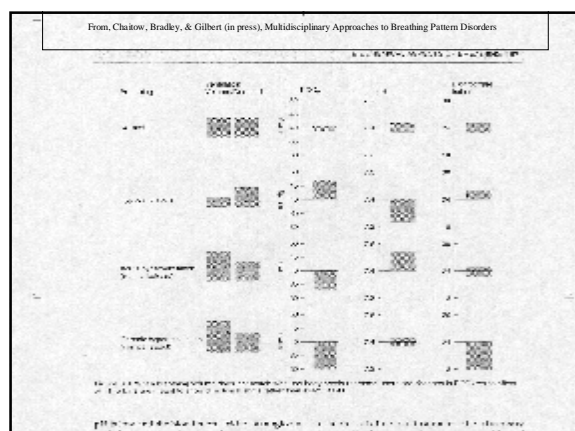
- **Nízká RSA a HRV zapříčiněna menší aktivitou vagu nebo zvýšenou aktivitou sympatiku.**
- **U tohoto typu dýchání lze pozorovat menší proměny v pulsu.**

Co je to variabilita srdeční činnosti Heart Rate Variability(HRV) ?

- HRV jsou spontánní rozdíly srdečního tepu
- HRV je spojena se sympatickým a parasympatickým nervovým systémem, který ovlivňuje činnost srdce prostřednictvím sinoatriálního uzlu
- HRV je spojena s regulací dechové frekvence a krevního tlaku

Oscilace

- Zdravý člověk může efektivněji reagovat na denní vlivy na tělo prostřednictvím interakcí mezi CNS a vegetativním nervovým systémem. Tyto interakce probíhají formou kmitů (oscilací) mezi CNS a aktivitou vegetativního nervového systému.
- Tato interakce vede k variabilitě srdeční činnosti. Oscilace v srdeční činnosti integrují s jinými systémy (hormony, TK, dýcháním atd.).



Oscilace II.

- oscilace působí při fyziologických pochodech a pomáhají tělu dostat se do rovnováhy, např. po stresové situaci.
- oscilace pomáhají při určitém denním chodu, např. cirkadiánním rytmu
- jsou-li oscilace narušeny, mohou vznikat onemocnění, proto ztrácíme variabilitu a naše tělo se hůře přizpůsobuje vlivům

Variabilita srdeční činnosti u zdravého člověka

- změny variability srdeční činnosti jsou spojeny se změnami autonomního nervového systému:
 - stáří: nízký tonus vagu
 - fitness: zlepšení HRV
 - stress: HRV snížena vyšší aktivitou sympatického nervového systému
 - cirkadiánní rytmy: HRV se mění v průběhu dne

Zmeny počas veku

- Rozdiel medzi spodkom a vrcholom u 20-ročných ľudí je 20 a viac bodov.
- 50 ročný jedinci majú často 10 a menej bodov.
- BFB môže zvýšiť rozdiel aj na 50 bodov.

Variabilita srdeční činnosti a její vztah k emocím

- Ve většině studií se zjišťuje, že emoční poruchy redukovují HRV (Damasio 2000, Watkins et al. 1999).
- Pacienti s panickou poruchou mají chronicky sníženou HRV (Klein et.al. 1995).
- Negativní emoce, např. zlost posouvá spektrum do pásma VLF, zatímco pochvala a odměna se projeví v pásmu LF (McCraty 2002).

Indikace HRV pro anxieta a trénink diafragmatického dýchání

- Gorman, J., Sloan, R.: Heart rate variability in depression and anxiety Disorders Am. Heart. J. 2000, 140, s 77-83.
- Provedli metaanalýzu 41 studií, které potvrzují vztahy mezi redukcí HRV a anxieta, panikou, depresí a kardiovaskulárními chorobami s mortalitou
- K poklesu HRV se mohou přidružovat i dysfunkční vzory dýchání

Gorman a Sloan /2000/ Zníženú variabilitu nachádzame:

- Po transplantácii srdca
- U diabetickej neuropatie
- V dôsledku starnutia
- Po TCA liečbe
- U dysforických emočných stavov

U dysforických emočných stavov

1. Behaviorálnej inhibícii
2. Pri hneve/hostilite
3. V strese
4. U panickej poruchy
5. U depresie

- Ľudia s vysokou úrovňou fobickej anxiety majú 3x vyššie riziko fatálnych srdcovocievnych chorôb ako ľudia s nízkou úrovňou úzkosti.

Frekvenční pásma HRV

- Pásmo vysoké frekvencie(HF)
- Pásmo nízke frekvencie(LF)
- Pásmo veľmi nízke frekvencie(VLF)
- Pásmo ultranízkých frekvencií(ULF)

Môžeme HRV trénovať?

- BFB tréning dokáže zvýšiť HRV
- Trénujúci sa potrebujú naučiť:
 1. Telesne a emočne sa uvoľniť.
 2. Znížiť úzkostné myšlienky a negatívne emócie.
 3. Nacvičiť si jemné plné bráničné dýchanie.

Cieľom je aby

- jedinec rozoznal a vedel vytvoriť jemnú sínusoidnú vlnu /RSA/ pri ktorej sa krivka dýchania a srdcovej činnosti skoro zhoduje v tej istej fáze.
- HRV biofeedback posilňuje dýchanie v rozmedzí 5-7 dychov za minútu a dominantný vrchol v HRV okolo 0.1 Hz.

„Rezonančná frekvencia“

- Súčasné výskumy naznačujú, že každý človek má vlastnú „rezonančnú frekvenciu“ pri ktorej je jeho VSC /HRV/ najväčšia.
- Najčastejšie sa dosiahne v relaxovanom mentálnom stave, pri pozitívnom emočnom naladení a bráničnom dýchaní 5-7 dychov za minútu.

Pásmo vysokej frekvencie tepovej frekvencie

- HF=High frequency (vysoká frekvencia) = .15 (nebo .18) - .40 Hz
 - souvisí s RSA/ aktivitou vagu.
 - dýchání ovlivňuje srdeční tepovou frekvenci
 - změny se odehrávají mezi 20-24 cykly /min.

Pásmo nízké tepové frekvence

- LF (nízká frekvence) = .04 až .15 Hz.
- také známa jako „Mayerova“ vlna.
- změny se odehrávají mezi 2.4 až 9 cykly /min.
- jeví se, že souvisejí s aktivitou sympatiku a parasympatiku, která je spojena s regulací baroreceptorů

Pásmo VLF=velmi nízké frekvence

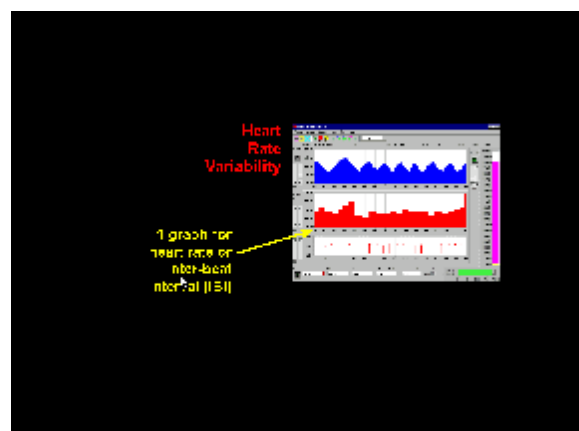
- VLF (velmi nízká frekvence) = .003 - .04 Hz
- lze se domnívat, že stojí ve spojitosti s myšlením a činností sympatiku
- změny prostřednictvím regulace teploty
- změny ve vztahu k hormonům
- změny se odehrávají mezi 18 až 2.4 cykly/min.
- Citlivé na představy související se stresem
- Citlivé na evokování nepříjemných či obsedantních myšlenek
- Citlivé na emocionální vlivy

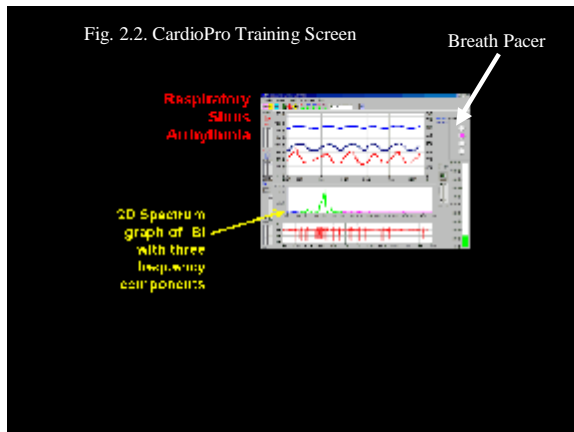
Souhrn

- Proměna srdečního rytmu je důležitý indikátor autonomní rovnováhy
- Lze zjistit zda převažuje sympatikus, parasympatikus, nebo zda –li se jedná o rovnovážnou vegetativní regulaci organismu
- Proměna srdečního rytmu se dá modulovat prostřednictvím RSA (respir. sinusové arytmie)
- Zdá se, že Biofeedback může zvýšit proměnu srdečního rytmu a má dobrou tendenci snižovat TK v I. stadiu hypertenze
- HRV lze použít s úspěchem při tréninku řízeného dýchání a tím k regulaci anxiety

Závěr

- Jedná se o dostupnou, neinvazivní, jednoduchou a levnou tréninkovou metodu, pro studium autonomní regulace, která může pracovat se zrakovou kontrolou RSA křivky . Klient si může v relativně krátké době osvojit nové dovednosti, které po zautomatizování mohou vést k úspěšné regulaci úzkosti
- Používaný software není složitý a zobrazení je pro klienta velmi srozumitelné

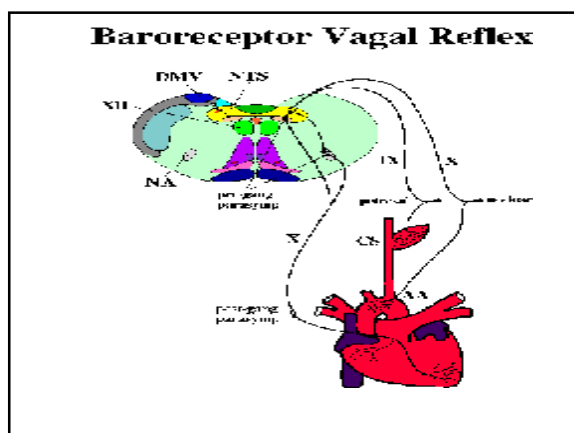
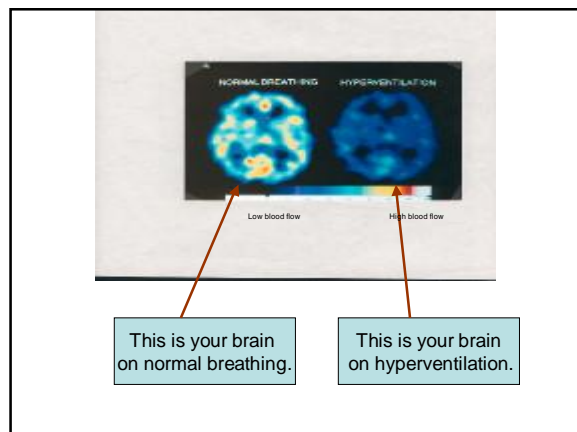




Terapia I.

- Keď sa zistí RF, podáme pacientovi inštrukciu, napríklad: (autori Lehrer, Vaschillo, and Vaschillo, str.184, kurzívou dopísaný text je môj)
- Pri dýchaní vám srdce stúpa a klesá. Pri nádychu má srdce tendenciu stúpať. Pri výdychu má tendenciu klesať. Tieto zmeny srdcovej frekvencie nazývame respiračná sínusová arytmia alebo RSA. RSA vyvoláva v tele veľmi silné reflexy, ktoré pomáhajú riadiť celý autonómny nervový systém (vrátane srdcovej frekvencie, krvného tlaku a dýchania). Teraz vás budeme cvičiť, ako zväčšiť tieto zmeny srdcovej frekvencie. Zväčšením týchto zmien srdcovej frekvencie tieto dôležité reflexy precvičujeme a pomáhame im zefektívniť riadenie celého tela. V rámci tejto terapie vás budeme informovať o výkyvoch vašej srdcovej frekvencie pri dýchaní. To bude biologická spätná väzba RSA. Tieto informácie vám poslúžia na nácvik zvyšovania RSA. Pri pravidelnom domácom nácviku si posilníte reflexy regulujúce autonómny nervový systém. To by vám malo pomáhať pri upevňovaní vlastného zdravia. (alebo IBS (irritable bowel syndrom, syndróm dráždivého čreva), bolesti, ap.) ako aj pri lepšom zvládaní každodenného stresu."

“V dôsledku hyperventilácie dochádza k zníženiu pCO_2 , čím sa zníži prievit artérií a bráni sa prítoku krvi do tkanív (ischémia); zároveň sa zvýši pH krvi a zníži sa množstvo kyslíka, ktorý môže hemoglobín transportovať telesným tkanivám (hypoxia). Preto musí srdce pumpovať krv rýchlejšie a s väčšou námahou, aby sa vykompenzoval pokles pCO_2 a zvýšené pH.“ { Ley, 1987, p.309}



- Baroreceptorový vágový reflex (BVR) je dôležitou súčasťou kardiovaskulárnej kontroly. Je to biologický nervový kontrolný systém zodpovedný za krátkodobú reguláciu krvného tlaku. Schéma BVR je znázornená na Obrázku 1. Baroreceptory (bunky prvého rádu) sa nachádzajú vo veľkých artériách a zabezpečujú prenos senzorickej informácie k barosenzitívnym neurónom (bunky druhého rádu), ktoré sa nachádzajú v nucleus tractus solitaire (NTS) v spodnej časti mozgového kmeňa. Pomocou množstva neuronálnych zosieťovaní v mieche NTS bunky ovplyvňujú motorické neuróny, ktoré vzápätí kontrolujú srdcový rytmus a celkovú periférnu rezistenciu, a tým tlak krvi.

Baroreceptorová senzitivita

- Vzostup tlaku krvi (TK) stimuluje baroreceptor, aby signalizoval SA uzlu pomocou PNS potrebu znížiť tepovú frekvenciu
- Pokles TK stimuluje baroreceptory, aby sa pomocou SNS zvýšila tepová frekvencia
- Schopnosť tlaku krvi regulovať tepovú frekvenciu sa nazýva „Baroreceptorová senzitivita“ (BRS)

Chemoreceptory: kontrola dychového rytmu

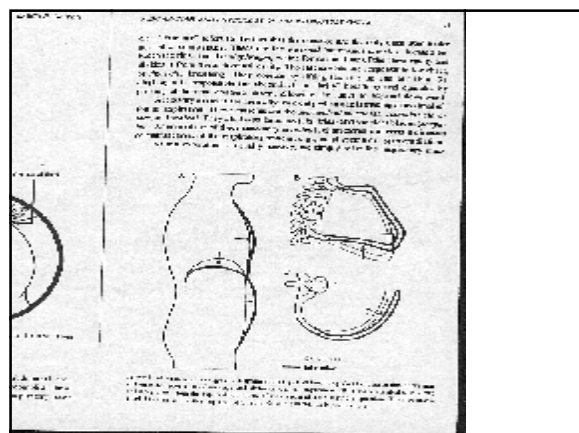
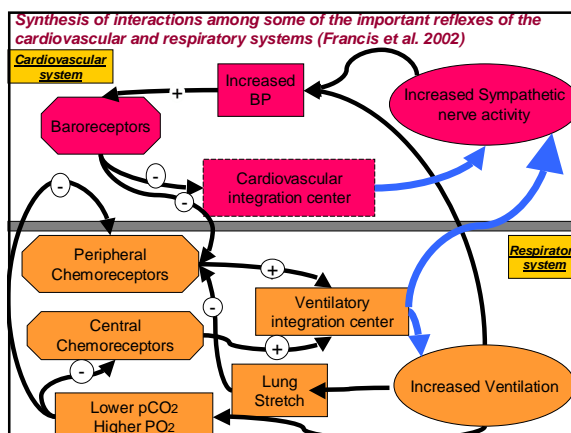
- Periférne chemoreceptory:
 - uložené hlavne v karotíde a aorte (u človeka prevažne v karotíde)
 - zvyšujú svoju činnosť najmä v dôsledku hypoxie, ale tiež hyperkapnie
 - kontrolujú ventiláciu
- Centrálné chemoreceptory:
 - sú citlivé na pH cerebrospinálneho moku
 - takisto majú dôležitý vplyv na kardiovaskulárny systém

Chemoreceptory (pokračovanie):

- Respiračný a kardiovaskulárny systém sú úzko prepojené
- „Chemoreceptorová stimulácia spôsobuje podstatný nárast ventilácie a aktivity sympatiku, zatiaľ čo baroreceptorová aktivácia spôsobuje mierny pokles ventilácie a silne znižuje sympatickú aktivitu“
- „Baroreceptorová aktivácia... má čiastočne potenciálny inhibičný účinok na citlivosť voči periférnej chemoreceptorovej stimulácii, s nízkym (až žiadnym) inhibičným účinkom na citlivosť voči vplyvu centrálnych chemoreceptorov“
- „Zrýchlenie ventilácie spôsobuje zložitú kaskádu pulmonárnych a kardiovaskulárnych účinkov, vrátane aktivácie „stretch“ receptorov a zvýšenia arteriálneho TK; kvôli tomu je náročné oddeliť priame kardiovaskulárne vplyvy chemostimulov u spontánne dýchajúcej osoby.“

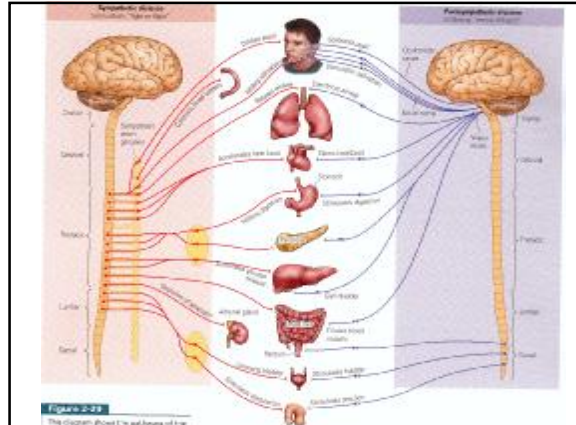
Chemoreceptory (pokračovanie):

- „Napriek tejto zložitosti sa zdá, že tieto vzťahy vytvárajú stabilný systém, ktorý u zdravých osôb umožňuje adekvátnu reguláciu všetkých subsystémov a zároveň umožňuje ich správnu vzájomnú komunikáciu. V chorobnom stave, napríklad pri chronickej srdcovej slabosti, nastáva kolaps magnitudy (a niekedy smeru) kardiorespiračných reflexov, čo môže viesť k potenciálne neprispôsobivým spätnoväzobným zacykleniam.“ (Francis, Coates, a Ponikowski, 2002)



Autonómny nervový systém (ANS)

- ANS pozostáva z troch častí: parasympatika prepojeného kranálne a sakrálné, sympatika prepojeného na centrálnu nervovú sústavu a hrudníkovú a drienkovú časť chrbtice, a z enterického nervového systému uloženého v tráviacom trakte. (McArthur Research Network)



Čo je variabilita srdcovej frekvencie (HRV)?

- HRV je spontánna zmena srdcovej frekvencie (HR).
- HRV súvisí s interakciou medzi pôsobením sympatika a parasympatika v srdci v sinoatriálnom uzle.
- HRV má vzájomnú súčinnosť s respiračnou reguláciou a s reguláciou krvného tlaku.

Respiračné vplyvy

- Zmeny srdcovej frekvencie súvisiace s dýchaním sa nazývajú respiračná sínusová arytmia (RSA).
- Srdcová frekvencia rastie pri nádychu a klesá pri výdychu.
- Veľkosť zmeny srdcovej frekvencie pri dýchaní sa využíva ako indikátor vagálneho „tonusu“.

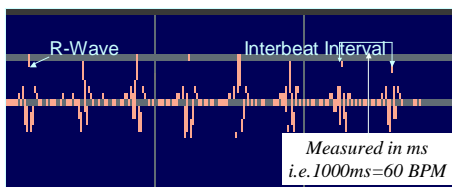
Alostatické zaťaženie a HRV

- Ktorý aspekt alostázy potenciálne meria HRV?
- Napriek tomu, že celý význam HRV nám vôbec nie je jasný, zdá sa, že je to znak dynamického a kumulatívneho zaťaženia. Ako znak *dynamického* zaťaženia sa zdá, že HRV je vnímavá na akútny stres a reaguje naň. V laboratórnych podmienkach sa zistilo, že duševné zaťaženie, vrátane zložitých rozhodnutí a úloh pri rečníaní na verejnosti, HRV znižujú. Ako znak *kumulatívneho* opotrebovania sa podobne zistilo, že s vekom HRV klesá. Hoci srdcová frekvencia v pokoji sa s vekom významne nemení, HRV klesá, čo sa pripisuje poklesu eferentného vagálneho tonusu a zníženej schopnosti beta-adrenergnej odozvy. Naopak, bolo evidentne dokázané, že pravidelná telesná činnosť (ktorá spomaľuje starnutie) zvyšuje HRV, pravdepodobne vďaka zvyšovaniu vagálneho tonusu.
- Súhrnom možno konštatovať, že HRV sa javí ako znak dvoch procesov súvisiacich s konceptualizáciou alostatického zaťaženia: (1) *častá aktivácia* (krátkodobé poklesy HRV ako odozva na akútny stres); a (b) *neadekvátna odozva* (long-term vagal withdrawal?, vyplývajúca z nadmernej činnosti of the counter-regulatory system? – v tomto prípade, sympatickej kontroly kardiálneho rytmu).

- Ako sa meria HRV?
- Pôvodne sa HRV zisťovala manuálnym výpočtom stredného intervalu R-R a jeho štandardnej odchýlky meranej na krátkych (napr. 5-minútových) elektrokardiogramoch. Čím je štandardná odchýlka v intervale R-R menšia, tým nižšia je HRV. Na reprezentáciu HRV bolo doteraz bolo v literatúre zavedených viac ako 26 rôznych druhov aritmetických postupov intervalov R-R. Niekoľko príkladov: štandardné odchýlky normálneho stredného intervalu R-R získané z po sebe idúcich 5-minútových intervalov počas 24 hodinových záznamov podľa Holtera (nazývané index SDANN); počet výskytov za jednu hodinu, kedy sa dva po sebe idúce intervaly R-R líšia o viac než 50 msec v priebehu 24 hodín (nazývané index pNN50); stredná hodnota odmocniny rozdielu po sebe idúcich intervalov R-R (index rMSSD); rozdiel dvoch najkratších intervalov R-R pri nádychu a najdlhších intervalov pri výdychu (nazýva sa MAX-MIN alebo peak-valley kvantifikácia HRV); a základná plocha trojuholníka hlavnej vlny diagramu frekvenčnej distribúcie intervalu R-R z 24-hodinového záznamu; a podobne. Doteraz sa zdá, že experimentálne a simulované údaje naznačujú, že rôzne metódy vyjadrenie HRV sú prevažne rovnocenné, a neexistujú dôkazy, že by niektorá z metód výpočtu bola kvalitnejšia než iná, pokiaľ sa merania robia minimálne 5-minútové merania.

Measurement of R-Wave

- The time between R-wave peaks is interbeat interval or heart period. It is also called "NN" (normal to normal) interval.



Meranie vlny R

- Čas medzi vrcholmi vlny R je interval, odstup, medzi dvoma sťahmi, alebo srdcová fáza. Nazýva sa tiež interval NN („normal to normal“).

Úloha oscilácií

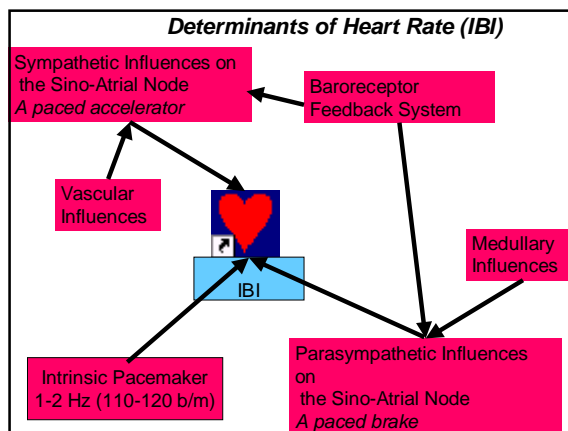
- U zdravých osôb umožňuje stupeň interakcie činnosti SNS a PSNS efektívnejšiu odozvu na potrebu organizmu. Táto odozva nastáva ako oscilácie činnosti SNS a PSNS.
- Táto interakcia vedie k variabilite srdcovej frekvencie. Oscilácie srdcovej frekvencie interagujú s inými systémami (hormonálnymi, s krvným tlakom, dýchanie, emócie, ap.).

Oscilácie - pokračovanie

- Oscilácie napomáhajú obnoveniu fyziologickej rovnováhy po pôsobení stresorov a prispievajú k stabilite systému.
- Oscilácie umožňujú priebeh načasovaných sekvencií (napr. prenos nervových impulzov do všetkých druhov buniek potrebných na stiahnutie komôr) a na opakovanie týchto dejov.

Oscilácie - pokračovanie

- Oscilácie pomáhajú predpovedať denné udalosti, napr. zmeny HRV v priebehu dňa.
- Patologický stav nastane vtedy, ak sa tieto oscilácie narušia, čo vedie k STRATE variability a poklesu adaptačnej schopnosti.



HRV a zdravie

- Zmeny veľkosti HRV súvisia so zmenami autonómnej činnosti nasledovne:
 - Starnutie: pokles vagálneho tonusu.
 - Cvičenie: zlepšuje HRV.
 - Stres: HRV klesá pri aktivácii SNS.
 - Cirkadiálny rytmus: HRV sa mení podľa dennej doby.

HRV ako rizikový faktor

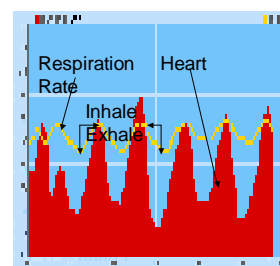
- HRV sa vo všeobecnosti považuje za rizikový faktor pri koronárnych chorobách srdca (CHD), pretože všetky spôsobujú úmrtnosť, čo platí dokonca aj pre úmrtnosť pri rakovine.
- < 50 ms vs > 50 ms Ors často 3-4
 - Top znamená, že posun SDNN (štandardná odchýlka R-R na ECG) z nízkej na strednú znižuje riziko úmrtnosti v pomere 4:1
 - Kleiger et al. 1987, Am J. Cardio.

Kritériá pre snímanie záznamu

- Vlna R (a ECG) sa musí nasnímať najmenej rýchlosťou 256 vzoriek/sekundu
- Na detekciu vlny r je potrebná ostrá vlna
- Záznam PPG nemusí vždy vyhovovať, pretože nezachytí ostré vlny

Example of High Level of RSA

Notice how heart rate increases with inhale. Heart rate decreases with exhale. This pattern shows high vagal tone (high PSNS activity) and a high amount of heart rate variability.

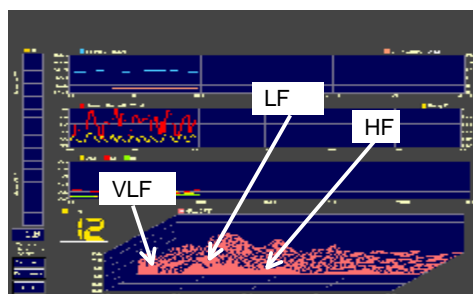


Example of Low Level of RSA

Here's an example of a lower RSA and less heart rate variability, either due to less vagal (PSNS) activity or increased sympathetic activity. Note less heart rate variation and it is poorly related to respiration.



Obr. 1. Toto je príklad rôznych frekvencií zobrazených v spektrálnom formáte. Všimnime si grafický záznam v spodnej časti, kde je zachytená aktivita v pásmach (os x) veľmi nízkej frekvencie (VLF) (0,0-0,4Hz), nízkej frekvencie (LF) (0,05-0,11Hz), a vysokej frekvencie (HF) (0,12-0,4 Hz). Os y udáva veľkosť amplitúdy, a os z predstavuje 32-sekundové doby



Obr. 2. Všimnime si vysokú úroveň aktivity VLF charakteristickej pre ruminácie (obsedantné uvažovanie), obavy, nepokoj, trápenie, a pre strach z podávania výkonu.

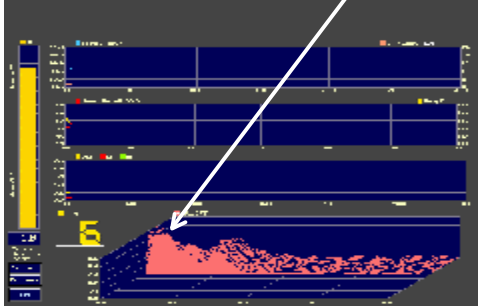
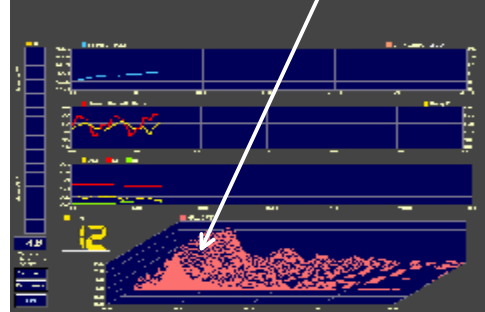
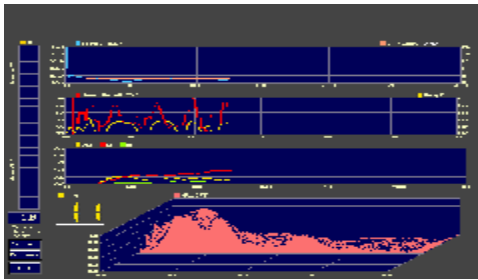


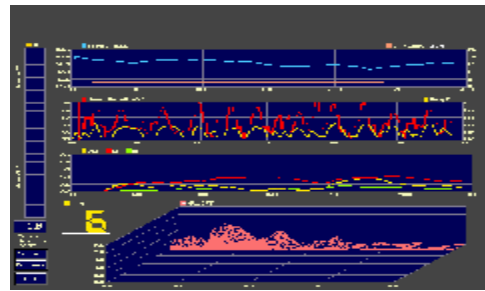
Fig.3. Meditačná vlna v pásme 0,08-0,11. Všimnime si, že pacientka sa naučila, ako si upokojiť myseľ pomalým bránicovým dýchaním.



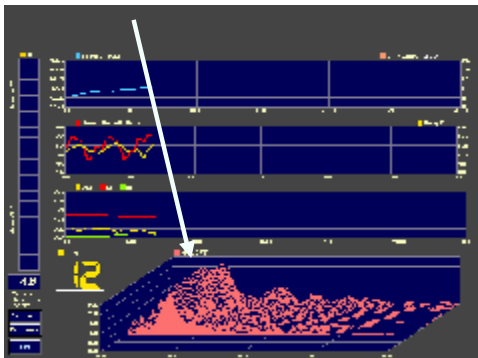
Prvé fázy prírastku rezonančnej frekvencie (Resonant Frequency Acquisition)



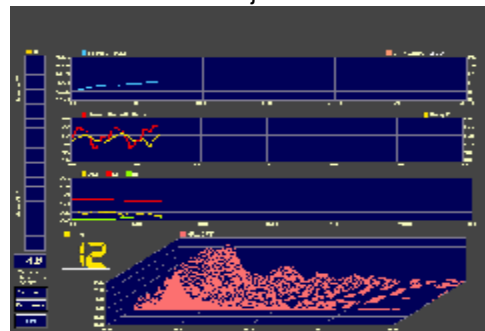
Pokračovanie nácviku rezonančnej frekvencie (RFT)



„Meditačná“ vlna



Pacient po 10 minútach tréningu rezonančnej frekvencie



Heart rate spectral measures for 5 Ss for three rated conditions based on 5 min analysis



Freq x Cond F (4,16) = 3.106, uncorrected p=.045,
(Huynh Feldt correction p = .12)

Frekvencia dýchania

- Obvyklá dychová frekvencia je v pásme:
0,2- 0,3 Hz alebo 12- 20 dychov za minútu.

My sa budeme zaoberať dychovou frekvenciou v pásme

0,02 – 0,2 Hz alebo 2 – 12 dychov za minútu.