Význam hodnocení ventilační efektivity VE/VCO_2 slope u pacientů se srdečním selháním – editorial

František Várnay

Klinika tělovýchovného lékařství a rehabilitace LF MU a FN u sv. Anny v Brně

Komentář k | Editorial on

Dosbaba F et al. Význam hodnocení ventilační efektivity VE/VCO_2 slope u pacientů se srdečním selháním. Vnitř Lék 2017; 63(1): 56–59.

Článek popisuje význam VE/VCO_2 slope pro prognostickou a diagnostickou stratifikaci pacientů s chronickým srdečním selháním. Stejně důležitý je však i při posouzení dalších nemocí, a to zejména hypertrofické kardiomyopatie, primární a sekundární plicní hypertenze, obstrukční a restriktivní plicní nemoci.

Regulace dýchání má komplexní charakter. Při normální funkci ledvin je cílem udržet arteriální parciální tlak oxidu uhličitého ($PaCO_2$) a/nebo pH na téměř konstantní úrovni a zajistit dostatečný příjem kyslíku. Základem je chemoreflex se zpětnou vazbou, v němž je základní řídicí veličinou $PaCO_2$, H^+ ionty a případně též arteriální parciální tlak kyslíku (PaO_2). Hodnoty PaO_2 ,

$PaCO_2$ a pH jsou snímány chemoreceptory a signály předávány respiračním centrům v mozковém kmeni, které dostávají též signály z centrálního nervového systému, ergoreceptorů ve svalech, receptorů v plicích a dalších oblastí. Výsledný dechový vzor (dechová frekvence, dechový objem a minutová ventilace) je tím výrazně ovlivněn. VE/VCO_2 slope reflektuje míru rovnoměrnosti či nerovnoměrnosti poměru ventilace a perfuze v plicích. Zvyšuje se při ventilaci neperfundovaných oblastí plic, tj. při zvětšování mrtvého prostoru.

Autoři nepopisují dostatečně detailně způsob výpočtu a grafického zobrazení VE/VCO_2 slope, ani některá možná úskalí, které by mohly negativně ovlivnit výsled-

Graf 1. Závislost minutové ventilace na výdeji oxidu uhličitého – VE/VCO_2 slope

nou hodnotu. Editorial je proto zaměřen na podrobnější rozbor metodiky.

Závislost minutové ventilace (VE) na výdeji oxidu uhličitého (VCO₂) při spiroergometrickém zátěžovém testu rampovým protokolem je zobrazen graficky, přičemž na ose X je VCO₂ jako nezávislá veličina a na ose Y je VE (graf 1). Vzestup VE je přímo úměrný velikosti vzestupu VCO₂, jejich vztah je lineární až do bodu respirační kompenzace (RCP) odpovídajícímu druhému ventilačnímu prahu (VT2). V místě VT2 řízení ventilace přebírá metabolická laktátová acidóza (pH) a projeví se zlomovým zvýšením VE – někdy výrazným, jindy málo nápadným.

Strmost vzestupu křivky vztahu VE vs VCO₂ je charakterizován sklonem (strmostí) vzestupu **přímky** lineární závislosti VE na VCO₂. Výsledné číslo pak vyjadřuje, kolik litrů VE je nutné k vydýchání 1 litru VCO₂. Zkratka VE/VCO₂ ve

smyslu VE/VCO₂ slope znamená závislost (regresní vztah) VE na změnách VCO₂. Je nutno důsledně rozlišovat mezi VE/VCO₂ slope a křivkou průběhu ventilačního ekvivalentu pro oxid uhličitý (zkratka VE/VCO₂ resp. EQCO₂) v čase.

Podmínkou validity hodnoty VE/VCO₂ slope je správný výpočet a správné grafické zobrazení, což bylo opomíjeno hlavně ve starším písemnictví, bohužel, se však s tímto jevem stále ještě občas setkáváme v klinické praxi. Nelze se spoléhat na automatické hodnocení softwarem spiroergometru. Lékař provádějící vyhodnocení zátěžového testu musí vybrat z grafu jen úsek s lineárním průběhem křivky. Z výpočtu VE/VCO₂ slope nutno vyloučit část křivky od místa, na kterém dochází ke zlomu křivky směrem nahoru (obvykle terminální čtvrtinu až třetinu). Jen pokud je křivka v celém průběhu lineární (bez zlomu nahoru), provádí se výpočet z celé křivky. Nedodržení tohoto postupu vede k tomu, že VE/VCO₂ slope bude nadhodnocen. Nesprávně vysoká hodnota může vést k nesprávnému zařazení do horší klasifikační ventilační třídy. Ventilační třídy ukazuje tab. [1,2].

Na grafu 1 je od černě označeného místa VT2 vidět výrazné zvýšení strmosti vzestupu VE (tmavě tyrkysová křivka). V tomto případě se hodnotí jen první, černě označená část křivky do místa VT2. Na grafu 1 je z rovnice lineární regrese odvozena hodnota VE/VCO₂ slope 32,03, tedy

Tab. Ventilační třídy dle VE/VCO₂ slope

ventilační třída	hodnota VE/VCO ₂ slope
I	< 30
II	30,0–35,9
III	36,0–44,9
IV	≥ 45

Graf 2. Průběh křivek VE/VCO₂ slope odpovídající různým ventilačním třídám

mírně zvýšená, odpovídající ventilační třídě II. Kdyby se VE/VCO_2 slope hodnotil z celé křivky, byla by hodnota VE/VCO_2 slope nesprávně stanovena jako 50,59 (šedá přímka), což by odpovídalo ventilační třídě IV.

Graf 2 ukazuje průběh různých křivek VE/VCO_2 slope odpovídající různým ventilačním třídám. Tmavě tyrkysová křivka A a její slope (směrnice) lineární závislosti odpovídá ventilační třídě I. Na této křivce je zlomové zvýšení strmosti v místě VT2 (VT2 označeno velkým černým čtvercem); slope se vypočítává jen z první části křivky, tedy do VT2.

Hodnotu VE/VCO_2 slope v tomto úseku definuje směrnice (As_1) s regresní rovnicí (zde je 22,6). U světle tyrkysové označené křivky B není viditelné zlomové zvýšení strmosti, VE/VCO_2 slope se tedy vypočítává z celé křivky a je v tomto případě 32,1 (ventilační třída II). Na šedé křivce C je vidět periodicky vlnovitý průběh VE charakteru periodického dýchání, ale nesplňuje ještě kritéria oscilující ventilace při zátěži (exercise oscillatory ventilation – EOv). Zlomové zvýšení strmosti terminální části křivky C je způsobeno kolísáním VE (není to VT2). VE/VCO_2 slope se opět počítá z celé křivky a odpovídá hodnotě 41,8 (ventilační třída III). Na černé křivce D není viditelné zlomové zvýšení strmosti, proto se VE/VCO_2 slope počítá z celé křivky a činí 48,1, což odpovídá ventilační třídě IV. Z **grafu 2** lze odečíst, že pro odstranění stejného množství CO_2 ($VCO_2 = 1,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$) je u křivky A potřebná hodnota $VE = 38,7 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$, u křivky B je $VE = 49 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$, u křivky C je $VE = 65 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ a u křivky D je $VE = 73,4 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$.

Rovnice lineární závislosti má obecný tvar

$$y = ax + b,$$

v níž x = nezávislá proměnná (zde VCO_2), y = závislá proměnná (zde VE), a = směrnice (slope) charakterizující strmost, b = intercept (určuje bod, v němž grafické prodloužení iniciální části přímky lineární závislosti směrem k nule protíná osu Y. Na **grafu 2** je křivka A zobrazena tmavě tyrkysovou čarou. Prodloužení její trendové přímky protíná osu Y v místě odpovídajícím

interceptu b , v tomto případě $VE = 5,7 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$). Hodnota směrnice (slope) grafu označená písmenem a je pozitivní, křivka proto stoupá. Pokud intercept b je roven nule, prochází prodloužení přímky směrem k ose Y hodnotou 0; při kladné hodnotě je křivka posunuta doleva směrem k ose Y (u křivky A); při negativní hodnotě je posunuta doprava směrem od osy Y (křivka C). Z praktického hlediska křivka D a C mají intercept malý, směrnice prochází blízko hodnotě 0.

Rozsah editorialem neumožňuje věnovat se dalším podrobnostem; tyto však lze dohledat v příložených literárních zdrojích.

Literatura

1. Guazzi M, Ross A, Halle M et al. [EACPR/AHA Scientific Statement]. 2016 Focused Update: Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations. *Circulation* 2016; 133(24): e694–e711. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0000000000000406>>.
2. Guazzi M, Adams V, Conraads V et al. [EACPR/AHA Scientific Statement]. Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations. *Eur Heart J* 2012; 33(23): 2917–2927. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehs221>>.
3. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY et al. Principles of Exercise Testing and Interpretation. Including Pathophysiology and Clinical Applications. 5th ed. Lippincott Williams Wilkins: Philadelphia 2011. ISBN 978–1609138998.
4. Kroidl RF, Schwarz S, Lehnigk B. Kursbuch Spiroergometrie. 3rd ed. Georg Thieme: Stuttgart 2014. ISBN 978–3131434432.
5. Sue DY. Excess Ventilation during Exercise and Prognosis in Chronic Heart Failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2011; 183(10): 1302–1310. Dostupné z DOI: <<http://dx.doi.org/10.1164/rccm.201006-0965CI>>.

prim. MUDr. František Várnay, CSc.

externí konzultant pro spiroergometrické vyšetření

✉ varnay@seznam.cz

Klinika tělovýchovného lékařství a rehabilitace LF MU a FN u sv. Anny v Brně

www.fnusa.cz

Doručeno do redakce 6. 12. 2016