



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

219151

(11)

(B1)

(22) Prihlášené 16 02 81

(21) (PV 1080-81)

(40) Zverejnené 25 06 82

(45) Vydané 01 06 85

(51) Int. Cl.³
A 61 B 5/02

(75)

Autor vynálezu

REDHAMMER RAFAEL MUDr. doc. CSc., BRATISLAVA

(54) Pravítko na výpočet pravo-lavých skratov

Vynález sa týka pravítka na výpočet pravo-lavých skratov krvného obehu pomocou stanovenia vnútrošrdocových i mimosrdcových pravo-lavých skratov.

Doterajší spôsob stanovenia pravo-lavých skratov spočíva v tom, že sa analyzujú krvné plyny v tepennej a v zmiešanej žilnej krvi pri dýchaní vzduchu a vysokých koncentrácií kyslíka a koncentrácia hemoglobínu. Z týchto údajov sa pomocou skratových rovníc vypočítajú celkový a anatomický pravo-lavý skrat a z rozdielu týchto hodnôt sa získa funkčný pravo-lavý skrat.

Nevýhody a prekážky pri využívaní týchto cenných ukazovateľov v rutínnej lekárskej praxi spočívajú v tom, že k výpočtu anatomického pravo-lavého skratu je potrebná znalosť presnej hodnoty tenzie kyslíka v krvi pri dýchaní vysokých koncentrácií kyslíka (hyperoxická krv). Stanovenie tejto hodnoty je vystavené až 20 % metodické chybe, čo podstatne znižuje diagnostickú silu tohto ukazovateľa. Najdôležitejšími zdrojmi tejto metodickej chyby je pokles tenzie kyslíka, vznikajúci pri odbere krvi a pri jej úschove do času analýzy. Ďalej je pre získanie východných hodnôt krvných plynov zo zmiešanej venózne krvi nutná pravostranná srdcová katetrizácia, čo vyžaduje špecializované klinické pracovisko. V záujme zjednodušenia tejto časti vyšetrenia sa často používajú štandardné

arterio-venózne kyslíkové diferencie. Mnohé z doporučených hodnôt sú stanovené len odhadom, prípadne sú získané na nesúrodnej skupine vyšetrených a vypočítané skraty sú preto nepresné. Z nameraných hodnôt krvných plynov sa vypočítajú skraty za pomoci stolných alebo vreckových kalkulačiek. Tento postup je zdĺhavý a vystavený možnostiam omylu. Rýchlejšie programovateľné počítače nepatria zatiaľ k bežnej výbave klinických pracovísk. Pre zjednodušenie výpočtu sa používajú aj rôzne nomogramy, ktoré umožňujú síce výsledok rýchle odčítať, nezohľadňujú však viaceré dôležité vstupné údaje a sú preto nepresné.

Uvedené prekážky spôsobujú, že pravo-lavé skraty sú doménou vysokošpecializovaných klinických a výskumných pracovísk a v bežnej lekárskej praxi sa využívajú len málo.

Vyššie uvedené nedostatky sú odstránené pravítkom na výpočet pravo-lavých skratov podľa vynálezu, ktorého podstatou je dvojplášťové posuvné pravítko s jedným malým a jedným veľkým posuvným jazykom a s jedným bežcom. Jedna strana dvojitého plášťa je opatrená tromi výrezmi a jednak stupnicou pre barometrický tlak, oproti ktorej je na veľkom posuvnom jazyku stupnica pre tenziu kyslíčnika uhličitého v krvi, jednak stupnica pre alveolárnu tenziu kyslíka, ktorá kombinuje s exponenciálnou stupnicou alveolárnej tenzie kyslíka,

vytvorenou na veľkom posuvnom jazyku, ktorú pretína stupnica rôznych koncentrácií hemoglobínu v krvi na bežci, nad ktorou je stupnica koncentrácie kyslíka v krvi a hore pod malým výrezom je na malom posuvnom jazyku stupnica pre celkový pravo-lavý skrat, ktorú pretína stupnica pre rôzne hodnoty arterio-venózne kyslíkovej diferencie vytvorená na bežci. Na druhej strane pláštá sú vytvorené tri výrezy a štyri stupnice, kde u horného výrezu je jednak stupnica pre barometrický tlak korešpondujúci so stupnicou tenzie kysličníka uhličitého v hyperoxickéj krvi, vytvorenej hore na veľkom posuvnom jazyku a jednak stupnica pre alveolárnu tenziu kyslíka pri dýchaní kyslíka a recipročne pre korigovanú tenziu kyslíka v hyperoxickéj krvi, uprostred pláštá je stupnica nameranej tenzie kysličníka uhličitého v hyperoxickéj krvi komunikujúca so stupnicami korekčných faktorov pre chyby spôsobené úschovou krvi vytvorených na bežci, pričom pod veľkým výrezom je na veľkom posuvnom jazyku stupnica pre anatomický pravo-lavý skrat, ktorú pretína stupnica pre rôzne koncentrácie arterio-venózne kyslíkovej diferencie na bežci, zatiaľ čo u spodného výrezu je spoločná stupnica pre celkový a funkčný pravo-lavý skrat, komunikujúci so stupnicou pre anatomický pravo-lavý skrat vytvorenou na malom posuvnom jazyku.

Použitím pravítka na výpočet pravo-lavých skratov podľa vynálezu v porovnaní s doteraz používaným postupom sa podstatne spresnia vypočítané hodnoty anatomických pravo-lavých skratov vďaka dvom korekčným systémom, použitým v pravítke. Korekcia na chybu zapríčinenú odberom hyperoxickéj krvi je riešená vzájomným vzťahom delenia stupníc pre merané a korigované hodnoty tenzie kyslíka v hyperoxickéj krvi. Korekcia chyby spôsobenej úschovou krvnej vzorky pri 0 °C a 24 °C sa uskutočňuje pomocou dvoch stupníc na bežci. Uvedené korekcie temer úplne odstraňujú až 20 % metodickú chybu, ktorou je zaťažený pôvodný vyšetrovací postup.

Použitie konštantnej arterio-venózne kyslíkovej diferencie o hodnote 1,71 mmol . l⁻¹, ktorá bola empiricky stanovená na 84-členom súbore vyšetrovaných, odstraňuje potrebu srdcovej katetrizácie u osôb bez závažných hemodynamických porúch pri vyšetrení v telesnom klude. Pravítko súčasne umožňuje výpočet skratov z hodnôt získaných katetrizáciou srdca pre tie prípady, kde si to charakter klinického stavu pacienta vyžaduje.

Použitím pravítka na výpočet pravo-lavých skratov podľa vynálezu sa podstatne skráti čas potrebný na výpočet všetkých skratov a obmedzí sa možnosť omylov pri zachovaní požadovanej presnosti pre klinickú prax. Oproti použitiu nomogramov sú výsledky presnejšie, nakoľko zohľadňujú všetky podstatné merané údaje potrebné k výpočtu skratov.

Na pripojených výkresoch je znázornený celkový pohľad na pravítko na výpočet pravo-lavých skratov z oboch strán, kde na obr. 1 sú uvedené

stupnice pre barometrický tlak, tenziu kysličníka uhličitého v krvi, tenziu kyslíka v alveolárnom vzduchu, koncentráciu hemoglobínu v krvi, koncentráciu kyslíka v krvi, ako i výsledné hodnoty celkového pravo-lavého skratu pri rôznych hodnotách arterio-venózne kyslíkovej diferencie a bežec so šípkou pretínajúcou všetky uvedené stupnice. Na obr. 2 sú uvedené stupnice pre barometrický tlak, tenziu kysličníka uhličitého v hyperoxickéj krvi, tenziu kyslíka v alveolárnom vzduchu pri dýchaní kyslíka, tenziu nameranej i korigovanej hodnoty kyslíka v hyperoxickéj krvi, korekčné faktory pre opravu chyby, spôsobenej úschovou hyperoxickéj krvi a výsledné hodnoty anatomického pravo-lavého skratu pri rôznych hodnotách arterio-venózne kyslíkovej diferencie, ako i šípka na bežci, ktorá pretína stupnicu anatomického skratu a nameraných hodnôt tenzie kyslíka v hyperoxickéj krvi, pričom na dolnej časti tohto obrázka sú stupnice pre celkový, pre funkčný a pre anatomický skrat.

Pravítko na výpočet pravo-lavých skratov podľa vynálezu je zložené z dvojitého pláštá **X** s jedným veľkým posuvným jazykom **Z**, jedným malým posuvným jazykom **Y** a jedným bežcom **U**. Na jednej strane pláštá (obr. 1) je lineárna stupnica **I** vyjadrujúca barometrický tlak, ktorá korešponduje s lineárnou stupnicou **II** vyjadrujúcou tenziu kysličníka uhličitého v krvi a ktorá je umiestnená na malom posuvnom jazyku pravítka **Y**. Pomer delenia lineárnej stupnice **I** ku stupnici **II** je 1 : 5,2. Stupnica **II** korešponduje s lineárnou stupnicou **III** pre alveolárnu tenziu kyslíka na plášti pravítka **X**. Pomer delenia stupnice **II** k stupnici **III** je 1 : 0,8776. Stupnica **III** korešponduje s nelineárnou stupnicou **IV** pre alveolárnu tenziu kyslíka, umiestnenou na veľkom posuvnom jazyku **Z** pravítka. Zo stupnice **IV** vychádzajú priamky o rovnakej hodnote alveolárnej tenzie kyslíka, zvané izopléty, smerujúce k stupnici **VI** na veľkom posuvnom jazyku **Z**, ktorá vyjadruje koncentráciu kyslíka v krvi. Pomer delenia stupnice **IV** k deleniu stupnice **VI** je získaný empiricky a riadi sa disociačnou krivkou hemoglobínu. Stupnica **V** vytvorená na bežci **U** udáva hodnoty hemoglobínu a pretína izopléty prebiehajúce medzi stupnicami **IV** a **VI**. Stupnica **VII** na malom posuvnom jazyku **Y** pravítka vyjadruje celkový pravo-lavý skrat a je predstavovaná vejárovite usporiadanými priamkami o rovnakých hodnotách skratov. Stupnica **VIII** na bežci **U** udáva hodnoty arterio-venózne kyslíkovej diferencie a pretína stupnicu **VII**. Pomer delenia na stupnici **VI** k deleniu na stupnici **VII** sa riadi rovnicou:

$$C(c'-a)O_2 = \frac{C(a-v)O_2 \cdot \dot{Q}_s / \dot{Q}_t (t)}{100 - \dot{Q}_s / \dot{Q}_t (t)}$$

pričom $C(c'-a)O_2$. . . je diferencia koncentrácií kyslíka medzi koncovo-kapilárnou a arteriálnou krvou,

$C(a-v)O_2$ je diferencia koncentracie kyslíka medzi arteriálnou a zmiešanou venóznou krvou,
 $\dot{Q}_s/\dot{Q}_t$ (t) je celkový pravo-ľavý skrat.

Na bežci **U** je šípka, ktorá kolmo pretína všetky stupnice a slúži k prenášaní údajov z jednej stupnice na druhú.

Na druhej strane pravítka zobrazeného na obr. 2, je na plášti **X** stupnica **1** pre barometrický tlak, ktorá korešponduje so stupnicou **2** pre tenziu kyslíčnika uhličitého pri dýchaní kyslíka, nanesenou na veľkom posuvnom jazyku **Z** pravítka. Šípka na stupnici **2** korešponduje so stupnicou **3** na plášti **X** pravítka, ktorá reprezentuje súčasne alveolárnu tenziu kyslíka, ako aj korigovanú hodnotu tenzie kyslíka v krvi pri dýchaní kyslíka. Stupnice **1**, **2** a **3** sú lineárne a majú rovnaké delenie. Lineárna stupnica **4** na plášti **X** pravítka udáva namerané hodnoty tenzie kyslíka v krvi pri dýchaní kyslíka. Pomer delenia stupnice **3** k lineárnej stupnici **4** sa riadi vzťahom:

$$PaO_2(\text{kor.})(O_2) = PaO_2(\text{mer.})(O_2) \cdot 1,03376 + 0,67519$$

pričom: $PaO_2(\text{kor.})(O_2)$. . . je korigovaná hodnota tenzie kyslíka v krvi pri dýchaní kyslíka a

$PaO_2(\text{mer.})(O_2)$. . . je meraná hodnota tenzie kyslíka v krvi pri dýchaní kyslíka.

Lineárna stupnica **4** korešponduje so stupnicami **5** a **6**, ktoré sú nanesené na bežci **U** a ktoré vyjadrujú korekčné faktory pre metodickú chybu spôsobenú úschovou krvi pri 0 °C a pri 24 °C. Na bežci **U** je šípka prechádzajúca kolmo stupnicou **4**, pričom stupnice **5** a **6** pretína pri ich 0 hodnote. Stupnica **7** na veľkom posuvnom jazyku **Z** uvádza anatomický pravo-ľavý skrat a je reprezentovaná vejárovite usporiadanými priamkami o rovnakých hodnotách skratov – izoplétami. Stupnica **8** na bežci **U** vyjadruje arterio-venózne kyslíkové difference a križuje stupnicu **7**. Vzťah medzi stupnicami **3** a **7** je vyjadrený rovnicou:

$$P(A-a)O_2(O_2) = \frac{C(a-v)O_2 \cdot \dot{Q}_s/\dot{Q}_t(a)}{1,04 - 0,014 \cdot \dot{Q}_s/\dot{Q}_t(a)}$$

pričom: $P(A-a)O_2(O_2)$. . . je alveolo-arteriálna diferencia kyslíka pri dýchaní kyslíka,

$C(a-v)O_2$ je rozdiel koncentrácií kyslíka medzi arteriálnou a zmiešanou venóznou krvou a

$\dot{Q}_s/\dot{Q}_t(a)$ je anatomický pravo-ľavý skrat.

Stupnica **A** na plášti **X** vyjadruje hodnotu celkového pravo-ľavého skratu a súčasne aj funkčného pravo-ľavého skratu. Stupnica **B** na malom posuvnom jazyku **Y** pravítka vyjadruje hodnoty anatomického pravo-ľavého skratu. Stupnice **A**, **B** sú lineárne a majú rovnaké delenie.

Príklady použitia pravítka podľa vynálezu sú uvedené v nasledovnom texte bez toho, aby použitie pravítka obmedzovali.

Príklad 1

Pri nastavení stupnice **5** alebo **6** korekčných faktorov pre 0 °C alebo 24 °C na bežci **U** pravítka podľa aktuálnej teploty a času trvania úschovy vzorky krvi na úroveň nameranej hodnoty tenzie kyslíka v hyperoxickéj krvi podľa lineárnej stupnice **4**, šípka na bežci **U** korešponduje s nameranou hodnotou tenzie kyslíka vo vzorke hyperoxickéj krvi v čase odberu podľa delenia lineárnej stupnice **4**, s hodnotou tenzie kyslíka v hyperoxickéj krvi korigovanou na chybu, vznikajúcu odberom krvi podľa delenia stupnice **3** a s výslednou hodnotou anatomického pravo-ľavého skratu na výsledkovej stupnici **7**.

Príklad 2

U osôb bez závažných hemodynamických porúch a v telesnom pokoji šípka bežca **U** pravítka udáva hodnotu celkového, prípadne anatomického pravo-ľavého skratu na stupnici **VII** prípadne na stupnici **7** pri konštantnej hodnote 1,71 mmol.l⁻¹ stupnice **VIII**, resp. **8** pre arterio-venóznou difference bez potreby použiť hodnoty získané pravostrannou srdcovou katetrizáciou.

Vynález umožňuje rýchly a jednoduchý výpočet celkového, anatomického i funkčného pravo-ľavého skratu, súčasne umožňuje korekciu chýb vznikajúcich odberom a úschovou hyperoxickéj krvi a umožňuje výpočet skratov aj bez pravostrannej srdcovej katetrizácie u osôb bez závažných hemodynamických porúch pri vyšetrení za telesného pokoja. Okrem toho pravítko umožňuje vypočítať aj koncentráciu kyslíka v krvi a alveolárnu tenziu kyslíka pri dýchaní vzduchu a medicínálneho kyslíka.

Vynález nachádza uplatnenie vo vnútornom lekárstve, v pneumológii, v kardiológii, v anesteziológii, v torako- a kardiochirurgii a v laboratóriách pre funkčnú kardiopulmonálnu diagnostiku.

PREDMET VYNÁLEZU

Pravítko na výpočet pravo-ľavých skratov vyznačené tým, že jedna strana dvojitého plášťa (**X**) je opatrená tromi výrezmi a jednak stupnicou pre barometrický tlak (**I**), oproti ktorej je na veľkom posuvnom jazyku (**Z**) stupnica pre tenziu kyslíčnika uhličitého v krvi (**II**), jednak stupnica pre alveolárnu tenziu kyslíka (**III**), ktorá komunikuje s exponenciálnou stupnicou alveolárnej tenzie kyslíka (**IV**) vytvorenou na veľkom posuvnom

jazyku (Z), ktorú pretína stupnica rôznych koncentrácií hemoglobínu v krvi (V) na bežci (U), nad ktorou je stupnica koncentrácie kyslíka v krvi (VI) a hore pod malým výrezom je na malom posuvnom jazyku (Y) stupnica pre celkový pravo-ľavý skrat (VII), ktorú pretína stupnica pre rôzne hodnoty arterio-venózne kyslíkovej diferencie (VIII) vytvorená na bežci (U) a na druhej strane plášťa (X) sú vytvorené tri výrezy a štyri stupnice, kde u horného výrezu je jednak stupnica pre barometrický tlak (1) korešpondujúca so stupnicou tenzie kysličníka uhličitého v hyperoxickéj krvi (2), vytvorenou hore na veľkom posuvnom jazyku (Z) a jednak stupnica pre alveolárnu tenziu kyslíka pri dýchaní kyslíka a recipročne pre korigovanú tenziu

kyslíka v hyperoxickéj krvi (3), uprostred plášťa (X) je stupnica nameranej tenzie kyslíka v hyperoxickéj krvi (4) komunikujúca so stupnicou korekčných faktorov pre chyby spôsobené úschovou krvi (5, 6) vytvorených na bežci (U), pričom pod veľkým výrezom je na veľkom posuvnom jazyku (Z) stupnica pre anatomický pravo-ľavý skrat (7) a nad ňou na bežci (U) stupnica pre rôzne hodnoty arterio-venózne kyslíkovej diferencie (8), zatiaľ čo u spodného výrezu je spoločná stupnica pre celkový a funkčný pravo-ľavý skrat (A), komunikujúca so stupnicou pre anatomický pravo-ľavý skrat (B) vytvorenou na malom posuvnom jazyku (Y).

2 výkresy



