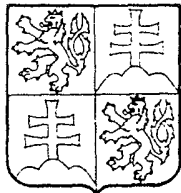


ČESKA A SLOVENSKÁ
FEDERATIVNÁ
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNY ÚRAD
PRE VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

(21) PV 871-88.T
(22) Prihlásené 12 02 88

(40) Zverejnené 14 03 90
(45) Vydané 02 09 91

271 536

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁵
A 61 B 5/08

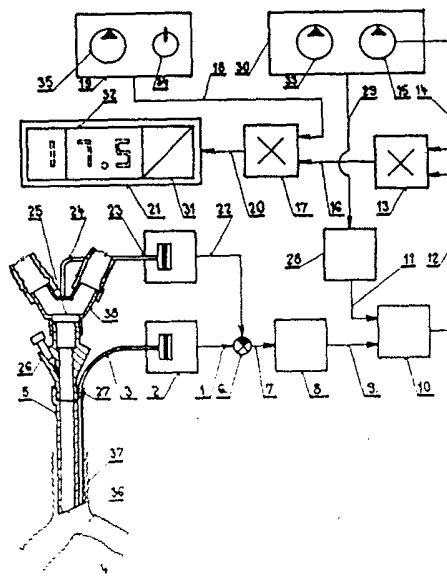
(75) Autor vynálezu

BRYCHTA ONDŘEJ ing. CSc.,
JURČEK MICHAL ing.,
KÁKOS JÚLIUS ing.,
BROSTÍK MIROSLAV ing., TRENCÍN,
ARBET JÁN ing., HRACHOVIŠTE,
RUMÁNEK GUSTÁV ing., STARÁ TURÁ

(54)

Zariadenie pre meranie expiračného objemu
najmä pri vysokofrekvenčnej ventilácii

(57) Predmetom riešenia je zariadenie pre meranie expiračného objemu najmä pri vysokofrekvenčnej ventilácii pľúc. Jeho podstatou je, že snímaná tlaková diferenciácia vedená do funkčného analogického prevodníka /8/, ktorý realizuje funkciu závislosti prietoku v intubačnej rúrke /5/ na tlakovej diferenciácii. Výstup z analogového funkčného prevodníka je vedený do obvodu /10/ strednej hodnoty funkcie v korigovanej expiračnej dobe. Táto stredná hodnota násobená konštantou relatívnej doby expirácie z časového programátora /30/ v prvej násobičke /13/ a daný výstup násobený v druhej násobičke /17/ konštantou zahrňujúcou mernú hmotnosť plynu a efektívny prierez intubačnej rúrky /5/ dáva minútovú expiračnú ventiláciu v analógovej forme, ktorá sa v analógovo-číslícovom prevodníku /31/ mení na číslícový údaj na displeji /32/.



Vynález sa týka zariadenia pre meranie expiračného objemu najmä pri vysokofrekvenčnej ventilácii pľúc.

Jedným zo základných meraných parametrov pri umelej ventilácii pľúc je expiračný objem plynov, ktoré za jednu minútu pacient vydýchne. Podľa tohoto údaju sa programujú ďalšie ventilačné parametre k dosiahnutiu normoventilačných parametrov v krvných plynoch.

Pri konvenčnej umelej pľúcnej ventilácii, kedy je k ventilácii použité konvenčné zariadenie - ventilátor, zariadenie pre meranie expiračného objemu je obyčajne integrálnou súčasťou expiračnej vetvy ventilátora a je tvorené snímačom prietoku a jeho integračným. Toto zariadenie meria nielen objem plynov vydychnutých pacientom intubačnou rúrkou, ale i objem plynov, ktorý bol počas jednotlivých cyklov naakumulovaný v inspiračnom a expiračnom trakte ventilátora a jeho pripojení k pacientovi.

Meranie expiračného objemu plynov je teda zaťažené chybou danou meraním objemu plynov, ktoré nepretiekli intubačnou rúrkou. Táto chyba bude tým väčšia, čím menší bude expiračný objem z intubačnej rúrky, t.j. v prípadoch ventilácie novorodencov a detí.

Pri nekonvenčnej umelej pľúcnej ventilácii, napr. pri vysokofrekvenčnej dýzovej ventilácii, kedy frekvencia ventilácie je desať až dvadsať krát vyššia v porovnaní s frekvenciou pri konvenčnej ventilácii, je použitie obvyklých technických prostriedkov pre meranie expiračného objemu nereálne.

Nereálnosť využitia konvenčných prostriedkov pre meranie expiračného objemu pri vysokofrekvenčnej dýzovej ventilácii vyplýva v prvej rade z toho, že inspiračný systém tvorí sústava dýzového generátora a intubačnej rúrky a energia potrebná k prekonaniu prietochných odporov a k doprave plynov do alveolárnych priestorov je vytvorená až v intubačnej rúrke v určitej odľahlosti od dýzy. Inštalácia akéhokoľvek konvenčného snímača prietoku do tohoto systému je neprípustná z dôvodu nadmerného zväčšenia anatomickeho mŕtveho priestoru, z dôvodu zanášania meracieho systému expiračnými sekrétmi a z dôvodu nemožnosti odsávania sekrétov v intubovanom stave.

Uvedené nedostatky odstraňuje zariadenie pre meranie expiračného objemu najmä pri vysokofrekvenčnej dýzovej ventilácii podľa vynálezu, ktorého podstatou je, že výstup zo snímača tracheálneho tlaku tenkým katetrom zavedeným k distálnemu ústi intubačnej rúrky je prostredníctvom rozdielového člena vedený vstupom do funkčného analógového prevodníka, ktorého výstup vedie do obvodu strednej hodnoty a časovacím vstupom a výstup z obvodu strednej hodnoty vedie do prvej násobičky konštantou so vstupom prvej konštanty vedúcim z voliča relatívnej doby expíria a výstup z prvej násobičky konštantou vedie do druhej násobičky konštantou so vstupom druhej konštanty vedúcim z voliča intubačnej rúrky a výstup z druhej násobičky konštantou vedie do bloku displeja, pričom do rozdielového člena vedie vstup zo snímača tlaku katetrom z obtoku dýzového generátora tlaku, z ktorého ústi proximálny koniec intubačnej rúrky a časový vstup vedie z bloku časovej korekcie, ktorého vstup je vedený z časového programátora. Blok displeja je tvorený analógovo-číslícovým prevodníkom a číslícovým displejom.

Nový a vyšší účinok riešenia podľa vynálezu spočíva v tom, že snímaná tlaková diferenciacia je privedená do funkčného analógového prevodníka, ktorý realizuje funkciu závislosti prietoku v intubačnej rúrke na tlakovej diferencii. Výstup z funkčného analógového prevodníka je vedený do obvodu strednej hodnoty funkcie v korigovanej expiračnej dobe.

Táto stredná hodnota násobená konštantou relatívnej doby expíria a výsledok násobený konštantou zahrňujúcou mernú hmotnosť plynov a efektívny prietochný prierez intubačnej rúrky dáva minútovú expiračnú ventiláciu v analógovej forme signálu. Tento signál zavedený do analógovo-číslícového prevodníka a odtiaľ do číslícového displeja, dáva na displeji číslícový údaj o expiračnej minútovej ventilácii.

Príklad zariadenia pre meranie expiračného objemu najmä pri vysokofrekvenčnej ventilácii pľúc je znázornený na výkrese.

Výstup 1 zo snímača 2 tracheálneho tlaku tenkým katetrom 3 zavedeným k distálnemu ústiu 4 intubačnej rúrky 5 je prostredníctvom rozdielového člena 6 vedený vstupom 7 do funkčného analógového prevodníka 8, ktorého výstup 9 vedie do obvodu 10 strednej hodnoty a časovacím vstupom 11 a výstup 12 z obvodu 10 strednej hodnoty vedie do prvej násobičky 13 konštantou so vstupom 14 konštanty vedúcim z voliča 15 relatívnej doby inšpiria a výstup 16 z prvej násobičky 13 konštantou vedie do druhej násobičky 17 konštantou so vstupom 18 druhej konštanty vedúcim z voliča 19 intubačnej rúrky 5 a výstup 20 z druhej násobičky 17 konštantou vedie do bloku 21 displeja, pričom do rozdielového člena 6 vedie vstup 22 zo snímača 23 tlaku katetrom 24 z obtoku 25 dýzového generátora 26, z ktorého ústi proximálny koniec 27 intubačnej rúrky 5 a časový vstup 11 vedie z bloku 28 časovej korekcie, ktorého vstup 29 je vedený z časového generátora 30.

Blok 21 displeja je tvorený analógovo číselnicovým prevodníkom 31 a číselnicovým displejom 32.

Časový generátor 30 je opatrený voličom 33 frekvencie /f/ a volič 19 intubačnej rúrky 5 je opatrený prepínačom 34 typu intubácie alebo oválny tracheostomický a voličom 35 menovitej svetlosti rúrky.

Intubačná rúrka 5 s tenkým katetrom 3 je zavedená do trachey 37 a distálne ústie 4 intubačnej rúrky 5 je v blízkosti kariny 36. Obtok 25 je tvorený spojom 38 spájajúcim obtok 25 s dýzovým generátorom 26.

Funkcia zariadenia je popísaná podľa znázornenej schémy.

Intubačná rúrka 5 s tenkým katetrom 3 je zavedená tracheou 37 do blízkosti kariny 36. Na proximálny koniec 27 intubačnej rúrky 5 je nasadený dýzový generátor 26 tlaku so spojom 38 tvoriacim obtok 25.

Tlakový signál z tracheálneho priestoru sa prenáša kontinuálne tenkým katetrom 3 do snímača 2 tracheálneho tlaku a tlakový signál z obtoku 25 sa prenáša katetrom 24 do snímača 23 tlaku. Oba tlakové signály sa v snímači 2 tracheálneho tlaku a snímači 23 tlaku zmenia na elektrické napätie vo vstupoch 1 a 22 do rozdielového člena 6. V rozdielovom člene 6 sa napätie vo vstupe 22 odčíta od napätia vo vstupe 1 a vo vstupe 7 do funkčného analógového prevodníka 8 vznikne elektrický signál úmerný rozdielu tracheálneho tlaku a tlaku v obtoku ΔP . Vo funkčnom analógovom prevodníku 8 sa elektronicky realizuje analógová hodnota nelineárnej závislosti prietoku intubačnou rúrkou na tlakovom rozdieli ΔP , t.j. funkcia $f(\Delta P)$, ktorej okamžitá hodnota je vedená výstupom 9 do obvodu 10 strednej hodnoty.

Obvod 10 strednej hodnoty realizuje strednú hodnotu nelineárnej závislosti prietoku intubačnou rúrkou 5, teda strednú hodnotu funkcie $f(\Delta P)$ v korigovanom čase expíria. Za tým účelom je do obvodu 10 strednej hodnoty zavedený časovací vstup 11 z bloku 28 časovej korekcie. Časovací vstup 11 predstavuje korigovaný časový interval, v ktorom sa integruje funkcia $f(\Delta P)$.

Obvod 10 strednej hodnoty realizuje vzťah /1/.

$$\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} f(\Delta P) dt \quad (1)$$

kde doby t_1 a t_2 sú korigované doby z bloku 28 časovej korekcie. Do bloku 28 časovej korekcie vedie vstup 29 z časového programátora 30. Vstup 29 predstavuje programovanú dobu expíria T_E danú voličom 33 frekvencie /f/ a voličom 15 relatívnej doby inšpiria /ti/ v časovom programátore 30. Doba t_1 je daná dobou t_1 a časovým posunutím Δt_1 a obdobne

doba t_2 je daná dobou t_2 a časovým posunutím Δt_2 . Doba t_1 je daná skončením doby inšpirácie a doba t_2 je daná okamihom vzniku doby expirácie. Rozdiel dôb t_2 a t_1 dáva programovanú dobu expirácie T_E danú vzťahom (2).

$$T_E = \frac{60}{f} (1 - t_1) \quad (2)$$

Výstup 12 fyzikálne predstavujúci strednú hodnotu funkcie $f(\Delta P)$ v časovom intervale $t_2' - t_1'$ je vedený do prvej násobičky 13 konštantou, kde stredná hodnota funkcie $f(\Delta P)$ je násobená hodnotou predstavujúcou relatívnu dobu expirácie t_e zo vstupu 14 prvej konštanty z voliča 15 relatívnej doby inšpirácie t_i . Relatívna doba expirácie je daná odčítaním relatívnej doby inšpirácie t_i od jednotky.

Výstup 17 z prvej násobičky 13 konštantou, fyzikálne predstavuje súčin strednej hodnoty funkcie $f(\Delta P)$ a relatívnej doby expirácie (t_e) , je vedený do druhej násobičky 17 konštantou so vstupom 18 druhej konštanty z voliča 19 intubačnej rúrky. Druhá konštantá je úmerná fiktívnemu prierezu intubačnej rúrky A_T , ktorý je určený prepínačom 34 typu intubácie alebo orálnej, alebo tracheostomické a menovitou svetlosťou typu intubácie danú voličom 35 menovitej svetlosti rúrky. Výstup 20 z druhej násobičky 17 konštantou fyzikálne predstavuje elektrické napätie úmerné minútovej ventilácii MV podľa vzťahu (3)

$$MV = K A_T \frac{t_e}{t_2' - t_1'} \int_{t_1'}^{t_2'} f(\Delta P) dt \quad (3)$$

Výstup 20 ústi do analógovo - číslicového prevodníka 31, kde sa zmení na číslicovú hodnotu, ktorá sa zobrazuje na číslicovom displeji 32.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

1. Zariadenie pre meranie expiračného objemu najmä pri vysokofrekvenčnej dýzovej ventilácii pľúc vyznačené tým, že výstup /1/ zo snímača /2/ tracheálneho tlaku tenkým katetrom /3/ zavedeným k distálnemu ústi /4/ intubačnej rúrky /5/ je prostredníctvom rozdielového člena /6/ vedený vstupom /7/ do funkčného analógového prevodníka /8/, ktorého výstup /9/ vedie do obvodu /10/ strednej hodnoty a časovacím vstupom /11/ a výstup /12/ z obvodu /10/ strednej hodnoty vedie do prvej násobičky /13/ konštantou so vstupom /14/ prvej konštanty vedúcim z voliča /15/ relatívnej doby inšpirácie a výstup /16/ z prvej násobičky /13/ konštantou vedie do druhej násobičky /17/ konštantou so vstupom /18/ druhej konštanty vedúcim z voliča /19/ intubačnej rúrky a výstup /20/ z druhej násobičky /17/ konštantou vedie do bloku /21/ displeja, pričom do rozdielového člena /6/ vedie vstup /22/ zo snímača /23/ tlaku katetrom /24/ z obtoku /25/ dýzového generátora /26/ tlaku, z ktorého ústi proximálny koniec /27/ intubačnej rúrky /5/ a časový vstup /11/ vedie z bloku /28/ časovej korekcie, ktorého vstup /29/ je vedený z časového programátora /30/.
2. Zariadenie podľa bodu 1 - vyznačené tým, že blok /21/ displeja je tvorený analógovo - číslicovým prevodníkom /31/ a číslicovým displejom /32/.

