

616—089.5—031.81:612.235

ALVEOLÁRNÍ VENTILACE PŘI CELKOVÉ ANESTÉZII

II. klinická část

A. UHLÍŘOVÁ, E. RATHOVÁ, A. LOCHOVSKÁ, J. POKORNÝ, J. HORÁK

Anesteziologické a resuscitační oddělení ÚVN v Praze

(náčelník plk. doc. MUDr. J. Pokorný, CSc.),

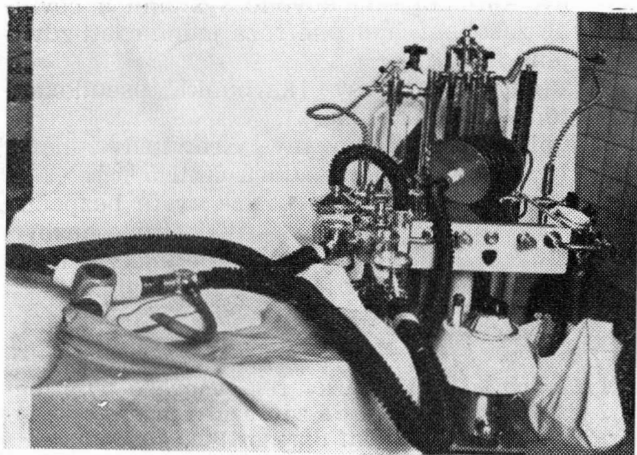
sportovně-lékařské oddělení ÚVN v Praze (náčelník plk. MUDr. J. Horák, CSc.)

Snaha o objektivní vyhodnocení různých způsobů ručně prováděného umělého dýchání v průběhu celkové anestézie nás vedla k tomu, abychom ověřili účinnost a ekonomičnost různých dechových frekvencí při zachování stálého dechového objemu. Protože za nejdůležitějšího ukazatele účinnosti řízeného dýchání považujeme hodnoty alveolární ventilace, na kterých především závisí výměna dýchacích plynů v plicích a jejich přenos alveolokapilární membránou, zvolili jsme ji za hodnotícího činitele v naší další práci.

Metodika

Bylo provedeno 30 měření alveolární ventilace u lidí s předem zjištěnou normální ventilací funkcí plic během operace v dutině břišní. Byly užity 3 typy dýchání, lišící se od sebe významně dechovou frekvencí. Frekvence byla: 1. v rozmezí od 14 do 21 dechů/min., 2. od 6 do 11 dechů/min., 3. od 35—53 dechů/min. Zachování stejného dechového volumu u všech 3 skupin se ukázalo být nemožné. Docházelo totiž ke změnám v příkonu plynů, které byly podmíněny odlišnou frekvencí a minutovou ventilací. Každý typ dechové frekvence byl udržován vždy po dobu 6 minut a vzorek vydechnutého vzduchu byl odebrán mezi 4.—6. minutou. Mezi jednotlivými typy dýchání byla vždy dostatečně dlouhá normoventilační perioda.

Abychom mohli odebrat kvalitativní a kvantitativní vzorky vydechované směsi plynů co nejbližší od dýchacích cest vyšetřovaného, bylo nutno provést na konvenčním dýchacím okruhu narkotizačního přístroje CHIRANA N-5, se kterým jsme pracovali, některé úpravy (obr. 1).



Přímo na endotracheální rourku jsme místo vidlice masky vřadili Rubenův ventil proti zpětnému vdechování a zároveň odstranili membrány z obou dýchacích ventilů v okruhu na ventilové komoře (1, 2, 3). Na výdechové rameno Rubenova ventilu jsme připojili dvojcestný kohout, který podle zapojení umožňuje buď přechod vydechnutého objemu přes okruh do pohlcovače CO₂, anebo v druhé poloze se vydechnutý objem odvádí kvantitativně do odběrového vaku. Abychom zabránili zpětnému vdechování, které konstrukce Rubenova ventilu umožňuje při přetlaku ve vdechovém rameni okruhu (1, 2, 3), vřadili jsme místo dýchacího vaku do okruhu harmonikový měch o obsahu 2 litrů, kterým se dá na začátku výdechu vytvořit ve vdechovém rameni podtlak, a tak lze napomoci správné funkci ventilu. Popsané zařízení umožňuje odběry dýchací směsi při spontánním i řízeném dýchání. Na vdechové rameno okruhu jsme dále umístili ventilometr, dovolující nejen přesné dávkování jednotlivých vdechů, ale i měření celkového objemu plynů odvedených za jednotku časovou do odběrového vaku. Podmínkou správnosti měření je náležitá těsnost spojů dýchacího okruhu. Vzorky plynů na stanovení koncentrace alveolárního CO₂ jsme odebírali z endotracheální rourky hrubší transfúzní jehlou po dobu dvou minut a analýzu vzorku ve vaku jsme prováděli pomocí infračerveného analyzátoru fy Hartmann-Braun. Změny v koncentraci CO₂ během každého výdechu jsme zapisovali Omniaskriptorem fy Godart (4, 5, 6, 7, 9). Minutová ventilace byla stanovena měřením vdechované směsi pomocí ventilometru fy MEDI a kontrolována měřením obsahu vydechované směsi do vaku suchým plynoměrem fy CHIRANA. Parciální tlak CO₂ v arteriální krvi byl stanoven ekvilibrační metodou Astrupovou ze vzorku krve, odebrané z hyperemizovaného ušního lalůčku (8).

Celkovou anestézií jsme po klasickém úvodu thiopentalem a suxamethoniem, sledovaným endotracheální intubací, vedli směsí kyslíčnicku dusného a kyslíku v poměru 2:1 polozavřeným systémem. Vyhovující relaxaci, při které jsme mohli libovolně měnit různé dechové frekvence, jsme dosáhli Alloferrinem (0,01—0,025). Základní příkon plynů do polozavřeného dýchacího systému byl 3000 ml. Protože při odběru vzorků vydýchané směsi do odběrového vaku je dočasně přerušeno zpětné vdechování do dýchacího měchu, bylo třeba na udržení potřebných dechových objemů zvýšit příkon plynů při zachování stejného vzájemného poměru.

Výsledky

Na tabulce 1a jsou uvedeny hodnoty minutové ventilace, dechového objemu, alveolární ventilace, pH a tenze CO₂ v arteriální krvi během normoventilace, hypoventilace a hyperventilace.

VENTILAČNÍ UKAZATELE BĚHEM ŘÍZENÉHO DÝCHÁNÍ U ZDRAVÝCH LIDÍ *

TABULKA 1a

SKUPINA	V _T [l]	POČET DECHŮ ZA MIN.	Ṡ [l]	Ṡ _A [l]	pH	P _a CO ₂ [torr]
A NORMOVENTILACE n=10	0,589 ± 0,04	17,4 ± 1,90	10,2 ± 0,82	6,38 ± 0,59	7,36 ± 0,03	41,4 ± 4,13
B HYPOVENTILACE n=10	0,643 ± 0,06	9,4 ± 1,49	6,10 ± 1,12	2,44 ± 1,03 n=9	7,29 ± 0,05 n=9	53,33 ± 9,03 n=9
C HYPERVENTILACE n=10	0,491 ± 0,05	43,7 ± 5,06	21,1 ± 2,48	13,95 ± 2,47 n=7	7,46 ± 0,02 n=7	29,07 ± 4,76 n=7
A + B + C n = 26			11,6 ± 6,06	7,13 ± 4,76	7,37 ± 0,08	42,1 ± 10,74

*1 UVEDENY ARITMETICKÉ PRŮMĚRY ± σ

n = POČET VYŠETŘENÍ

Při změnách ventilace byly pozorovány signifikantní rozdíly v parciální tenzi CO₂ v arterializované krvi a pH u všech tří skupin, zatímco alveolární ventilace se lišila významně u skupiny normoventilovaných a hyperventilovaných a hyperventilovaných a hypoventilovaných (tab. 1b). Průměrné hodnoty minutové ventilace, al-

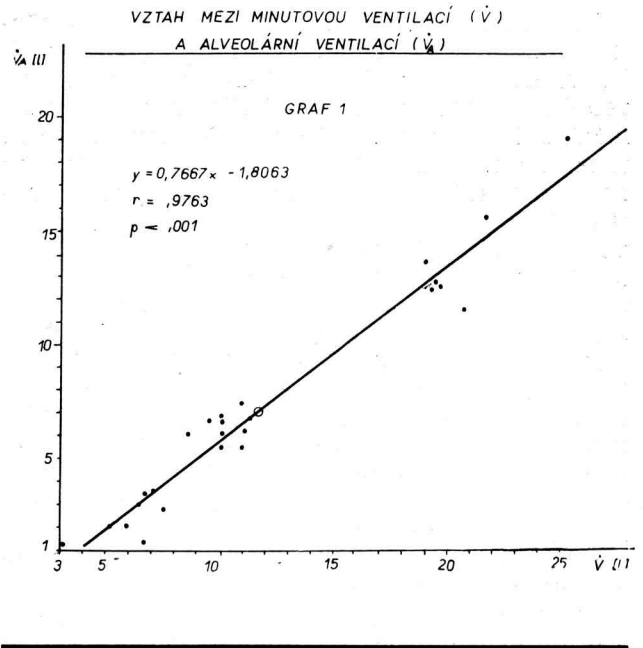
STATISTICKÁ ANALÝZA VÝSLEDKŮ

TABULKA 1b

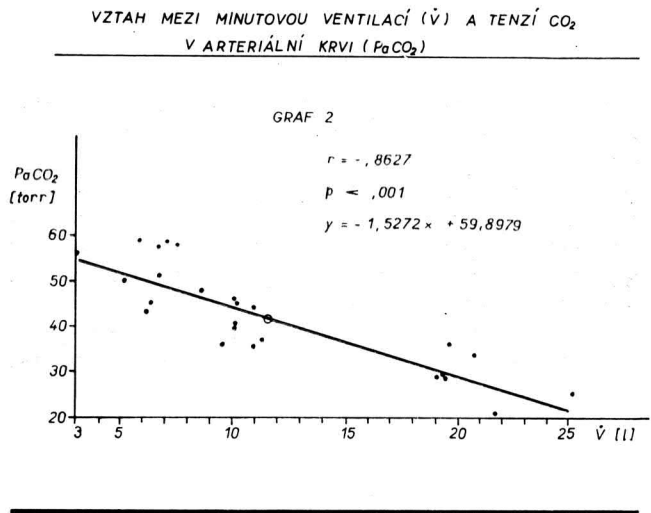
	A : B	A : C	B : C
V _T [l] n = 10	t = 1,9092 p = 0,05	t = 3,4521 0,01 > p > 0,001	t = 6,0756 p = 0,001
počet dechů za minutu n = 10	t = -9,2036 p = 0,001	t = 16,9727 p = 0,001	t = 16,869 p = 0,001
Ṡ [l] n = 10	t = 7,9873 p = 0,001	t = 12,7839 p = 0,001	t = 13,9467 p = 0,001
Ṡ _A [l] n = 6	t = 2,5626 p = 0,05	t = 10,6134 p = 0,001	t = 8,079 p = 0,001
P _a CO ₂ [torr] n = 6	t = 4,1588 0,01 > p > 0,001	t = 12,1833 p = 0,001	t = 7,7627 p = 0,001
pH n = 6	t = 3,7516 0,01 > p > 0,001	t = 9,0851 p = 0,001	t = 9,3489 p = 0,001

veolární ventilace, pH a tenze CO₂ v arterializované krvi ze všech měření z jednotlivých skupin s odlišnou ventilací jsou uvedeny na konci tabulky 1a. Získané výsledky byly porovnány mezi sebou a zjištěno, že vztah mezi minutovou ventilací, alveolární ventilací, tenzí CO₂ v arteriální krvi a pH krve je těsný a vysoce signifikantní (r = -0,8627; p < 0,001; r = 0,8303; p < 0,001; r = 0,9763; p < 0,001;) graf 1, 2, 3.

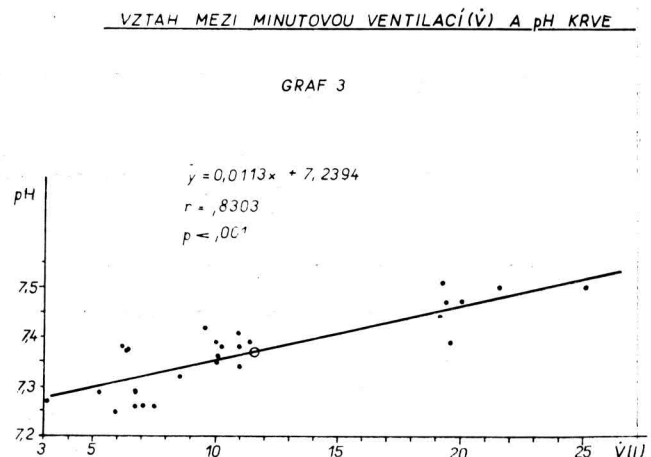
Graf 1



Graf 2



Graf 3



Rozprava

Pokud za normu alveolární ventilace považujeme hodnoty vyšší než 2000 ml/m² povrchu těla, můžeme z výsledků měření usuzovat, že alveolární ventilace je dostačující v normoventilační a hyperventilační skupině. Naproti tomu však hypoventilační skupina nedosahuje ani dolních hranic normy, a to i při dechových objemech 650 ml/min., protože činí jen 1340 ml/m² povrchu těla. Zdůrazňujeme tento výsledek proto, že dechová frekvence okolo 12/min. bývá mylně považována za dostačující, přičemž se často nekontroluje dechový objem.

Hyperventilace o frekvenci 40/min. a vyšší zajišťuje sice velmi dobrou ventilaci, způsobuje však zároveň posun vnitřního prostředí na alkalickou stranu. I když se respirační alkalóza nepovažuje za tak nebezpečnou jako stav acidózy, vyšší stupeň alkalózy by mohl zkomplikovat bezprostřední pooperační stav (10).

Při normoventilaci 14–21 dechů/min., kde je alveolární ventilace plně dostačující, jsme zjistili i hodnoty pH na dolní hranici normálu (7,36), a proto považujeme za optimální řízené dýchání s frekvencí mezi 20–30 dechy za minutu, pokud udržíme dechový objem na hodnotách okolo 500 ml.

Závěr

Bylo provedeno 30 měření alveolární ventilace při ručně řízeném dýchání v průběhu celkové anestézie. Byla použita dechová frekvence v rozmezí 14–21 dechů u první skupiny, u druhé se dechová frekvence pohybovala mezi 6 až 11 dechy za minutu a ve třetí skupině v rozmezí 35–53 dechů za minutu a dechový objem kolísal od 425 ml do 740 ml.

Současně bylo sledováno pH a tenze CO₂ v arterIALIZOVANÉ KRVÍ. Alveolární ventilace byla do-

statečná v normoventilační skupině, tj. 6,38 l/min. v průměru a v hyperventilační skupině, tj. průměrně 13,95 l/min. Ukázala se však nedostatečnou při dýchání o frekvenci 6–12 dechů za minutu, tj. v průměru 2,44 l/min. U tohoto typu dýchání došlo k signifikantnímu poklesu pH (7,29) a vzestupu parciální tenze CO₂ v arteriální krvi (53,3 torrů). V hyperventilační skupině s průměrnou dechovou frekvencí 44/min. se objevil posun pH na stranu alkalickou (průměrná hodnota 7,46) a průměrná hodnota Pa CO₂ se snížila na 29 torrů. Za optimální pro udržení normálních poměrů ve vnitřním prostředí považujeme umělé dýchání dechovou frekvencí od 20–30 dechů za minutu při dechovém objemu kolem 500 ml.

Literatura

1. Meyer, M.: Über die Effektivität des Ruben-Ventils bei Spontanatmung und Druck positiver Inspiration. *Der Anaesthesist*, 15, 6, 1966; 189–193.
2. Ruben, H.: Über die Effektivität des Ruben-Ventils bei Spontanatmung und Druck positiver Inspiration. *Der Anaesthesist*, 15, 8, 1966; 270–271.
3. Lochninh, R. W.: Rebreathing with „Nonrebreathing“ valves. *Anaesthesiology* 25, 1964: 854–856.
4. Comroe, J. H.: The lung, clinical physiology and pulmonary function tests. Second edition, Chicago, Year book medical publishers. JNC, 1965.
5. Fenn, W. O., Rahn, H.: Handbook of physiology, Section 3, Respiration, Vol. II., Amer. physiological Society, Washington, 1965.
6. Navrátil, M., Kadlec, K., Daum, S.: Patofysiologie dýchání, Praha, SZdN 1966.
7. Rossier, P. H., Bühlmann, A.: Physiologie und pathophysiologie der Atmung. Berlin, Springer Verlag 1958.
8. Stiksa, J., Daum, S.: Mikrometody v diagnose respirační insuficience. *Čas. Lék. Čes.*, 106, 1967:497.
9. Mithoffer, J. C., Bossman, G.: The clinical estimation of alveolar ventilation. *Amer. Rev. of Resp. Disease*, Vol. 98, 1968: 868.
10. Ivanov, S. D., Nunn, J. F.: Methods of Elevation of Pco₂ for Restoration of Spontaneous Breathing after Arteficial Ventilation of Anaesthetized Patients. *Brit. J. Anaesth.* 41, 1969: 28–37.

XII. KONGRES PRACOVNÍHO LÉKAŘSTVÍ

pořádá Čs. společnost pracovního lékařství v první polovině září 1971 v Nitře. Na programu jsou sdělení z oboru fyziologie práce a psychologie práce a pracovní lékařské otázky působení fyzikálních faktorů (kromě ionizujícího záření). Informace podává a přihlášky k přednáškám přijímá sekretář kongresu ing. Pavel Pinta, OHS, Nitra, tř. V. I. Lenina 78.