

Ⅶ 一般演題 E 2. 高圧環境下における各種レスピレーター の性能

東北大学集中治療部

高橋光太郎 塩沢 茂

われわれは第2種高圧酸素室を用いて、通常は空気で加圧し、患者にのみ酸素吸入を行なっている。酸素は外部から 4 kg/cm^2 すなわち絶対気圧 (以下5 ATA) の圧により供給されている。

急性一酸化炭素中毒あるいは開心術後の空気栓塞の患者に対しては、しばしば人工呼吸下での加圧が必要である。

高圧酸素環境下においては電動式レスピレーターは使えず、高圧ガスを動力源とするものに限定されます。ところがこのようなレスピレーターは当施設のように外部から一定圧の動力源で作動させた場合、環境圧の上昇に伴い、相対的駆出圧が低下し、レスピレーターの性能が低下致します。

われわれは、かかる条件下での各種レスピレーターの性能を知る目的で、Bird Mark 8, Bennett PR2, Autovent, Manley の4種類のレスピレーターを同一テストバッグを用いて作動させ、4 ATA まで0.5気圧毎に段階的に加圧減圧し、それぞれの圧における呼吸数およびWrightのベンチレーションメーターにより1回換気量を測定し、分時換気量を算出した。なおBird Mark 8およびBennett PR2は上記5 ATAの酸素を動力源として純酸素駆動とし、ManleyおよびAutoventは高圧酸素室内の流量計により毎分10 lの酸素で作動させた。

Wrightのベンチレーションメーターの高圧下での較正は、200 mlの注射器を用いて行なつたが、圧の変化に伴つた一定の傾向は示さず、2 ATA以上では圧に関係なく平圧時の12%増加の値を示した。即ち実測値の90%弱と考えればよいようである。

各種レスピレーターの加圧による換気量の変化はFig 1に示す如くである。

上述のように Wright のベンチレーションメーターの較正が一定傾向を示さなかつたので、実測値そのままのデーターを示しました。

Manley および Autovent の従量式レスピレーターにおいては、1 回換気量は全経過において殆んど変化しなかつたが、呼吸数が著明に減少し、4 ATA においては Manley で 19 回の呼吸数が 2 回、Autovent では 29 回の呼吸数が 6 回となつた。分時換気量も呼吸数の減少に伴つて減少し、3 ATA 以上では両者とも 11 l の分時換気量が 4 l 以下となつた。

1 回換気量 500 ml, 呼吸数 20 にセットされた Bird Mark 8 では、1 回換気量はあまり減少しなかつたが、呼吸数の減少が著明で、2.5 ATA においては 1 回換気量 400 ml, 呼吸数 6 回となり、2.8 ATA において作動不能となつた。

これに対し、Bennett PR2 では高圧下においても、1 回換気量、呼吸数とも比較的よく保たれ、500 ml, 20 回にセットしたのが、2 ATA では 450 ml, 17 回、4 ATA においても 320 ml, 14 回で、Manley の約 4 倍、Autovent の約 2 倍の分時換気量を維持していた。

次に 2 ATA における呼吸流量曲線の変化を 1ATA に対する百分率で示すと (Fig 2), Flow rate は全機種において吸気時、呼気時とも約 30% の低下がみられた。

Manley においては、Pressure, Volume は殆んど変化しなかつたが、呼吸数は半減した。1 回の呼吸に要する時間はさほど延長しなかつたが、concertina bag をセットされた volume まで膨張させるに必要な呼吸停止時間の延長が特徴的であつた。

Autovent においては、Pressure, Volume の軽度低下と呼吸数の著名な減少がみられた。これは呼気時間の延長によるものであつた。

Bird Mark 8 では Pressure は変化しなかつたが、Volume が約 3 分の 2, 呼吸数は約半分低下した。また Preset された Pressure まで到達する時間が延長し、平圧時の 3 倍以上の吸気時間を要した。Bird が停止する際にも、このような吸気の状態で作動不能となつた。

Bennett PR2 では、Flow rate は他のレスピレーター同様約 30% の低下を示したが、Pressure, Volume は殆んど変化せず、呼吸数も他のレスピレーターで半減したのに対し、20% 程度の減少にとどまつた。

以上ベンチレーションメーターおよび呼吸流量曲線による両結果とも、Bennett PR2 が最もすぐれた成績を示した。Bennett の場合は他のレスピレーター程呼吸数の減少がなく、高圧下においても十分な呼吸数が維持できた。これは Bennett Volume が低圧差で作動できると同時に、Pneumatic Relay Valve により time cycled のセッティングが可能である為であろう。Bird Mark 8 の場合、吸気時間の著明な延長がみられたが、これは加圧により圧室と大気室との圧差が低下し、スライドバルブの大気室への変換が障害されたためと考えられる。Manley および Autovent の場合は、流量計より定流量の酸素で作動したのであるが、流量が圧差を抵抗で除したものとすれば、2 ATA では平圧時の 54%、3 ATA では 29%、4 ATA では 12.5% しか流れないこととなり、これは Manley の成績と一致する。

Mechanical Performances of Various Respirators at Hyperbaric Environment

	ATA	1	2	3	4	3	2	1
Manley	TV (ml)	620	600	590	580	580	600	600
	RR	19	10	6	2	5	9	19
	MV (l)	11.8	6.0	3.5	1.2	2.9	5.4	11.4
Autovent	TV (ml)	400	400	400	400	420	400	380
	RR	29	16	10	6	9	16	31
	MV (l)	11.6	6.4	4.0	2.4	3.8	6.4	11.8
Bird Mark 8	TV (ml)	500	450				420	480
	RR	20	10				10	20
	MV (l)	10.0	4.5				4.2	9.6
Bennett PR2	TV (ml)	500	450	400	320	380	440	460
	RR	20	17	15	14	15	17	22
	MV (l)	10.0	7.7	6.0	4.5	5.7	7.5	10.1

Fig. 1

	Manley	Autovent	Bird Mark 8	Bennett PR 2
Ins. Flow Rate	-25%	-30%	-33.4%	-29.5%
Exp. Flow Rate	-25.9%	-40%	-21.1%	-35.3%
Airway Pressure	0	-24.6%	0	-4.3%
Tidal Volume	-4.5%	-11.1%	-36%	-5.6%
Resp. Rate	-50%	-56.3%	-46.4%	-19%
Ins. Time	+33.3%	+50%	+255.6%	+27.3%
Exp. Time	+20%	+136%	-30.8%	+27.3%

Pneumotachographic changes at 2 ATA
(% changes compared with 1 ATA)

Fig. 2

〈質 問〉 名古屋大学医学部高気圧治療室 小西信一郎

一定の圧力でもつてコントロールされるレスピレーターを環境気圧を上げることによりレスピレーターの特性を云つておられる様ですが、意味がないと思います。

出来ればタンク外に設けられたレギュレーターを考案されることによりこの問題は解決できると思います。

〈 答 〉 東北大学集中治療部 高橋光太郎

相対的駆出圧の低下による影響を各種レスピレーターについて検討した。