

# B-1 高気圧環境における気管チューブの抵抗

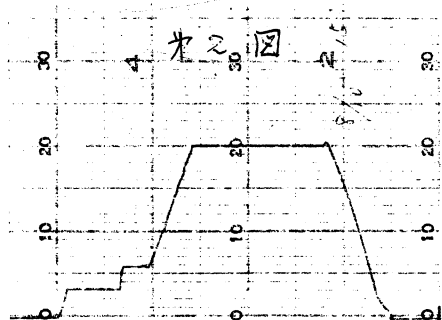
大阪大学医学部麻酔科 吉矢生人 土井康司

すでに Churchill, Saltzman, Wood らがのべているように、高気圧環境では気道の粘性抵抗が増加する。これは気体の密度増加のために乱流がふえ、これによる抵抗が増すためである。高圧下手術あるいは意識のない患者の高圧酸素療法に際して気管内挿管をおこなうときは、気管チューブがどれほどの抵抗になり得るかを知っておくことが必要である。そこでわれわれはまず気管チューブ自身の圧・流量曲線を高気圧下で求めたので報告する。

〔方法〕 気管チューブは Rüsch の40Fから16Fの6種を使用した。チューブおよび slip joint の寸法を表1表に示す。圧・流量測定装置は表1図のごとくで slip joint とひとしい内径のプラスチック管に圧取り出レロを設け、これを電気血圧計(日本光電:低圧用 MP-24T)に接続して鍾体外の多用途監視装置(日本光電:RM-150)のインク書きオシロに記録した。流量は Fleisch-type pneumotachograph (日本光電:MFP-1T)を用いて測定した。測定は1ATAおよび3ATAでおこなった。高気圧室は室内圧を自動制御機構により一定にたもてる高気圧手術室(田葉#制作所:PHC-50型)を使用した。測定中の室内圧は表2図に示すように一定にたもたれている。流量は酸素をもちい、減圧弁で流量を調節して数秒後流れが定常となったところで流量および圧を記した。

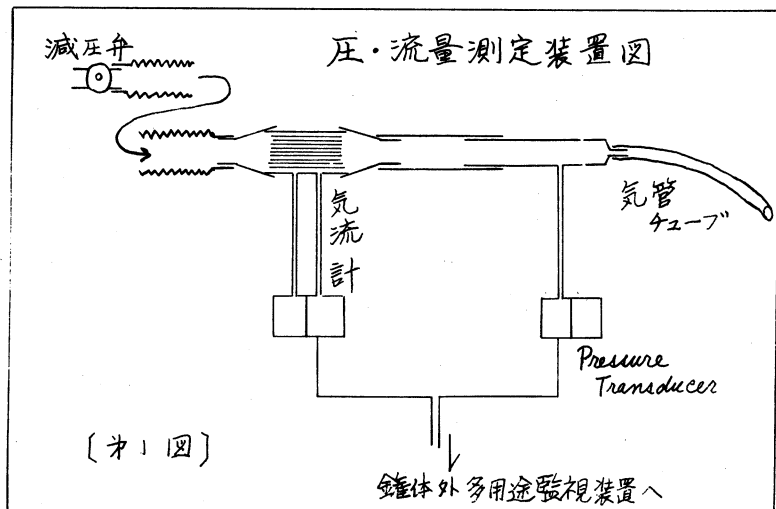
表1 気管チューブ寸法

SIZE	LENGTH	SLIP JOINT
40F	22.5 cm	12 mm
36F	22.6 cm	10 mm
32F	22.2 cm	9 mm
28F	22.2 cm	8 mm
20F	22.5 cm	6 mm
16F	22.4 cm	5 mm



〔結果および考察〕 表3図、表4図、表5図に気管チューブの圧・流量曲線を示す。いずれも3ATAでは明らかな抵抗の増加がみられる。

Churchill-Davidson によると、ハロセン浅麻酔時において peak



respiratory flow rate はおよそ 30

l/min. であるから、この流量における各チューブの圧増加を表に示すと表2のようなになって、40F 36Fのチューブでは気圧上昇にともなう抵抗増加も、抵抗の絶対値も臨床的に大きな問題とならないと思われる。しかし、チューブが細くなるにしたがい、気圧上昇による抵抗増加が大きくなり、16Fのチューブでは実に35cmH<sub>2</sub>Oの圧上昇となつてあらわれる。これらの値は気管チューブの長さ、曲率半径、slip jointによって大いに左右されるのであるが、表3図、表4図、表5図から、3ATAではおよそ4Fあるいはそれ以上細い気管チューブを用いていると考えてよい。これら気管チューブの圧・流量曲線は1ATAですでに近似的に  $P = a \dot{V}^b$  なる放物線を描いており、チューブ内の流れが乱流であることが推定される。したがって、気体の密度増加に伴う抵抗の増加は理論的に当然予想されることであつて、今回の実験はこれを証明した。

【まとめ】

以上のべたごとく、高気圧環境では気体の密度増加のために気管チューブの抵抗が増大し、大きな呼吸抵抗となりうる。したがって、高圧下手術あるいは高圧酸素療法をおこなうについて気管内挿管を要するときは、出来得るかぎり内径の太いチューブをもちいるべきである。このためにカフの太いチューブを使用することが望ましい。ことに小児、幼児では挿管の上で自発呼吸をおこなわせることがかなり危険をともなうと予想される。

高気圧環境における呼吸仕事量の増加に関しては、次の機会に発表したい。

表3図

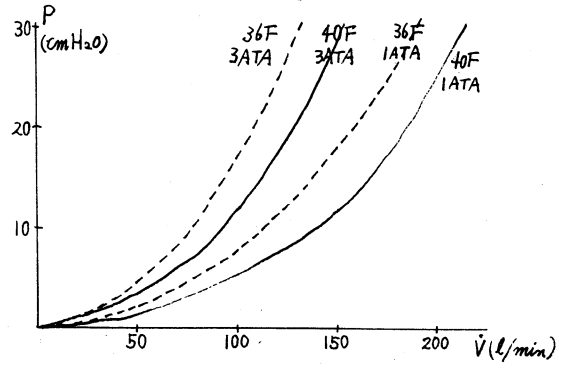


表4図

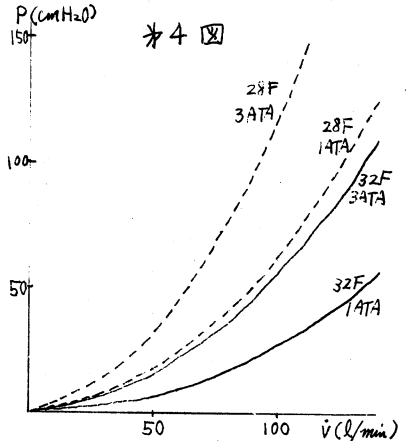


表5図

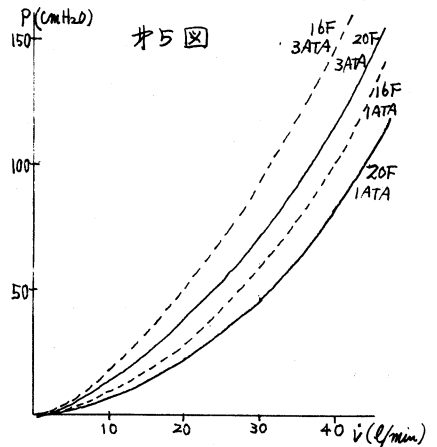


表2表

TUBE	APPLIED PRESSURE		PRESSURE DIFF.
	1ATA	3ATA	
40F	1.7cmH <sub>2</sub> O	3.0cmH <sub>2</sub> O	1.3cmH <sub>2</sub> O
36F	2.0	3.4	1.4
32F	3.0	5.5	2.5
28F	7	13	5
20F	48	72	24
16F	61	96	35