

南 京

麻醉学术會議資料选編



中华医学会江苏省分会編印

1964年12月

083

目 录

第一部分 麻醉与呼吸生理研究

1. 全麻无呼吸时的肺—胸顺应性测定……………盛卓人、许国忠(1)
2. 正负压呼吸器性能之观察
 - I、机械性能之实验及临床观察……………史誉吾等(6)
 - II、通气效能及食道压之临床观察……………史誉吾等(13)
3. “限量变压式”人工呼吸机在全麻时的应用……………盛卓人等(16)
4. 钠石灰吸收CO₂效能的观察……………靳冰、史誉吾等(靳冰综合)(20)
5. 硬脊膜外麻醉对肺呼吸功能的影响……………赵俊等(24)
6. 上胸部硬膜外阻滞与通气功能(初步报导)……………邹学超(30)
7. 支气管内麻醉术对呼吸功能的影响……………董绍贤等(34)
8. 麻醉下通气量测定与呼吸管理问题……………谭蕙英等(37)
9. 乙醚—肌肉松弛剂麻醉期间外呼吸变化……………林桂芳等(41)
10. 供临床用的神经肌肉阻滞描记装置的试制……………周继明(45)

第二部分 麻醉与休克治疗

1. 大量输血与心脏机能紊乱—动物实验观察……………王翰武等(49)
2. 实验性出血性休克时应用氯丙嗪的疗效观察……………王志增等(55)
3. 应用人工冬眠和强化麻醉防治休克的探讨……………谭蕙英等(60)
4. 慢性消耗性疾病与肾上腺皮质机能……………李杏芳等(65)
5. 麻醉期间中心静脉压的观察……………王源昶等
(全文从略, 见天津医药杂志6(8):660, 664, 1964)
6. 中心静脉压测定在低血容量休克应用的意义
——动物实验及临床应用初步报告……………黄炳耀等(68)
7. 麻醉手术期间失血量测定和血容量改变……………徐在和等(72)
8. 脾脏手术的输血补液……………徐振邦、潘银英(75)

第三部分 循环骤停及复甦

1. 心搏骤停和复甦的动物实验……………张忠等(81)
2. 胸壁外心脏按摩术……………王源昶、李文碩(86)
3. 论循环停止复甦后脑缺氧症的治疗……………李德馨(91)
4. 高渗甘露醇溶液在颅内高压手术病例中的应用和研究……………李德馨等(98)
5. 头部降温术在麻醉中的应用(介绍一种简单有效的降温方法)……………李德馨等(103)

第四部分 心脏及大血管手术的麻醉处理

1. 体外循环时的麻醉和术中处理.....尙德延 (109)
2. 低温低流量分量灌注时掌握心肺机的体会.....胡小琴等 (119)
3. 低温体外循环病人的麻醉处理.....王源昶等 (125)
4. 综合变温深低温麻醉术的处理.....李德馨等 (132)
5. 综合变温(自肺氧合)深低温麻醉术(40例结果分析).....李德馨等 (138)
6. 体外循环深低温心内直视手术麻醉的处理.....王景阳等 (145)
7. 静脉强化麻醉下施行二尖瓣分离术400例的体会.....孙大金、张小先 (150)
8. 主动脉瘤切除术的麻醉处理.....金士翊 (153)
9. 心脏手术时低血压的处理.....尙德延 (158)
10. 心内直视手术后的完全性房室传导阻滞及其药物治疗.....尙德延等 (163)
11. 不开胸法体外循环深低温动物实验的初步报告.....吴乐白等 (168)
12. 中心静脉压及左房压测定对选择性低温体外循环病人血容量的调节.....王源昶等
(全文从略, 已刊天津医药杂志6(8):655, 1964)

第五部分 传导麻醉

1. 臂丛神经阻滞锁骨上路和腋路接近法麻醉效果的比较.....蔡祝辉 (177)
2. 硬脊膜外造影术对硬脊膜外阻滞的研究.....王源昶等 (184)
3. 通过造影术探索硬膜外麻醉的作用机制.....董绍贤等 (189)
4. 新生儿硬脊膜外腔注射造影剂后的扩散情况.....金士翊等 (192)
5. 北京市区15所医院硬膜外麻醉严重并发症的分析和讨论.....罗来葵整理 (195)
6. 硬膜外麻醉期间合并症及意外事故的防治探讨.....高崇善等 (199)
7. 高位持续硬膜外麻醉用于颈、胸部手术的初步体会.....滕忻钊等 (205)
8. 硬膜外麻醉用药的探讨(已刊中华外科杂志12(8):786, 1964).....蔡祝辉、吴珏
9. 小儿腰麻的研究.....张金哲、詹振刚 (208)

第六部分 全身麻醉

一、静脉麻醉

1. 普鲁卡因静脉点滴维持全身麻醉的十年经验总结.....王源昶等 (215)
2. 普鲁卡因—肌肉松弛剂复合麻醉的管理与合并症的关系.....周树芬等 (225)

二、吸入麻醉

1. 乙醚吸入麻醉时乙醚浓度的测定.....王纶辉等 (228)
2. 乙醚与强化乙醚麻醉对碳水化合物代谢的影响.....余金甫等 (236)
3. 氧化亚氮低流量紧闭式麻醉期间动脉血氧饱和度的观察.....张林等 (241)
4. 氧化亚氮低流量紧闭式麻醉期间心电图的观察.....张林等 (243)
5. 乙醚复合浅麻醉临床应用.....王纶辉等 (247)

- 6. 氟烷—乙醚恆沸混合液紧闭麻醉法.....金士翔 (253)
- 7. 氟烷的肝脏毒性作用.....李杏芳等 (257)
- 8. 环丙烷麻醉的临床应用.....李杏芳等 (261)

第七部分 其 他

- 1. 电麻醉动物实验.....李复金等 (267)
- 2. 顛后窝手术麻醉处理的几点体会.....郑斯聚 (272)
- 3. 肝切除手术的麻醉选择与处理.....金士翔等 (276)
- 4. 老年人麻醉问题 (1,048例分析).....罗来葵、謝荣 (280)
- 5. 手术后病房.....刘俊杰等 (285)
- 6. 麻醉用具的污染与灭菌.....蔣佑潤等 (289)

全麻无呼吸时的肺-胸顺应性测定

沈阳医学院第一附属医院麻醉科

戚卓人 許国忠

肺-胸顺应性 (compliance) 是反映呼吸系统气道内单位压力增加时肺内气体容积的改变, 也是肺膨胀程度及其被周围组织 (包括胸壁及膈肌等) 限制膨胀的一种测量, 单位以毫升/厘米水柱表示之。自从1946年 Rahn 等⁽¹⁾ 报告了清醒患者测定松弛压力-容积曲线 (relaxation pressure-volume curve) 即顺应性以来, 已引起麻醉工作者的重视; 如众所周知⁽²⁾, 当麻醉时如能维持合适的肺通气量, 对外科手术病人可起到最大的保护作用; 惜在全麻下通常维持通气量的方法, 常不能维持正常的动脉 CO_2 分压水平, 终于引起呼吸性酸中毒⁽³⁾, 尤其在开胸手术最常发生通气量的不足。为了供给足够的气体容量至肺内所需之压力, 决定于患者之通气道阻力及肺-胸顺应性; 所以当全麻手术或作机械人工呼吸时, 为了判定引起通气量不足的因素, 往往可以研究肺-胸顺应性的改变。本文即初步观察全麻无呼吸时各种体位, 疾患及手术过程对肺-胸顺应性之改变, 并试验探讨改变因素, 以便全麻时控制呼吸之参考。

测定方法

本组使用的测定方法系参照 Nims 等氏⁽⁴⁾ 的简法, 即先用硫贲妥钠及琥珀酰胆硷诱导插管后, 用乙醚维持至全麻第三期, 再用肌肉松弛剂 (本组多采用 Laudolissin) 及过度通气法, 使自发呼吸消失后, 再开始测定; 如图 1 所示, 先压迫呼吸囊, 使肺膨胀后, 再关闭通气道开关 (K), 待气道内压力稍行稳定时, 再自压力表 (P) 上记录压力值 (厘米水柱), 然后再开放通气道开关, 使被动呼气量通过 Dräger 式呼吸容量计 (Volumeter) 测定其呼气量 (毫升), 即可计算出肺-胸顺应性值。由于全麻无呼吸时之压力-容积曲线较为一致 (图 2), 几呈直线关系, 故每次测定连续重复 4—6 次, 取其均

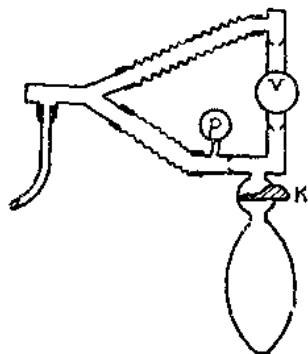


图 1

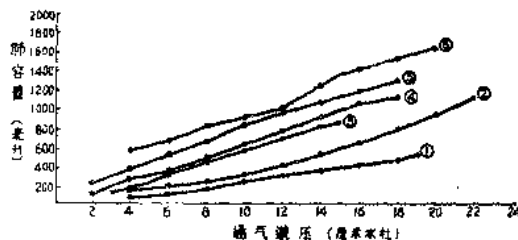


图 2 肺-胸顺应性 (压力-容量曲线图)

1. 例66狭窄性心包炎; 2. 例63腋胸; 3. 例59二尖瓣狭窄; 4. 例82右肺癌; 5. 例57食管癌; 6. 例58胃息肉。

值即可。由于本组测定皆在手术室内，室温较为恒定，故测值未按体温及饱和水蒸汽大气压校正；在测定间隙期间，都用限量变压式正负压呼吸器作控制呼吸。

测定结果

我院自1963年9月到1964年1月对69例71次全麻手术患者进行了222次肺-胸顺应性测定，其中男40例次，女31例次，平均年龄37岁（14—71岁），兹将测定结果简述如下：

（1）全麻下心肺正常患者与心肺疾病患者之肺-胸顺应性改变：本组有27例次正常心肺患者，并经物理检查及X光透视证明心肺无异常所见，作为对照组；将二尖瓣狭窄、缩窄性心包炎肺疾患患者及脓胸患者，各分一组，按上述方法于平卧位时进行测定，结果如表1所示。缩窄性心包炎患者之肺-胸顺应性值最低，较对照组降低56%，较二尖瓣狭窄及肺疾患组也明显下降，经统计学处理，皆为 $p < 0.01$ ，差异非常显著；二尖瓣狭窄患者较对照组降低18%， $0.01 < p < 0.05$ ，差异尚显著；肺疾患组较对照组降低13%，但 $p > 0.05$ ，其差异为不显著。二例脓胸患者肺-胸顺应性平均为35.2毫升/厘米水柱。

表1 全麻无呼吸时各病种的肺-胸顺应性值*（毫升/厘米水柱）

病种	心肺正常 (对照组)	二尖瓣狭窄组	缩窄性 心包炎组	肺疾患组
例次	27	18	13	11
顺应性	35.4—105.3	33.8—84.0	12.5—76.0	38.7—81.3
平均值	66.1	54.3	29.0	57.5
标准误	±1.3	±3.7	±4.4	±5.7
与对照组比较之“t”值		2.51	6.61	1.43
与缩窄性心包炎组比较之“t”值	6.61	4.12		3.76

* 另有2例脓胸未列入本表

（2）全麻下各种体位对肺-胸顺应性之改变：为了使条件一致，故选择了13例心肺正常患者，在全麻后依次测定仰卧位、头高20°、头低20°、碎石位、左侧卧位、俯卧位及俯卧头低20°等七种手术体位。兹把测定结果列表2如下：其中肺-胸顺应性除碎石位明显增加外，余多有不同程度下降，其中以俯卧位及俯卧头低位降低最甚。

表2 全麻无呼吸时13例患者各种体位与仰卧位肺-胸顺应性之百分比

	仰卧位 (对照)	头高 20°位	头低 20°位	碎石位	左侧卧位	俯卧位	俯卧头低 20°位
顺应性改变%	100	82—132	59—94	80—115	50—105	65—104	50—89
平均值%	100	100	83	108	84	80	65
标准误±		±3.7	±3.3	±4.7	±4.6	±3.4	±3.6

（3）全麻下开胸手术前后肺-胸顺应性的改变：为了不受心脏手术血液动力学改变之影响，故对9例胸科非心脏手术患者在全麻后手术前及术终仰卧位时进行了测定，结

果如表 3 所示：术終肺-胸顺应性較手术开始时降低 14%，其差異經統計学处理尚显著。

表 3 非心脏开胸手术的肺-胸顺应性改变(毫升/厘米水柱)

例次	手术开始前	手术終了	差 異
2	88.7	38.6	- 0.1
3	52.5	46.3	- 6.2
6	88.7	72.3	-16.4
19	63.4	73.4	+10.0
25	78.0	74.6	- 3.4
35	69.4	38.3	-31.1
38	46.8	43.7	- 3.1
45	54.8	34.6	-20.2
47	60.6	54.2	- 6.3
平均	61.4	52.9	- 8.5
"t" 值	2.36 (0.01 < p < 0.05)		

(4) 二尖瓣狭窄扩张前后的肺-胸顺应性改变：本組二尖瓣狭窄患者，皆用瓣膜扩张器进行二尖瓣扩张分离术，其中 16 例經右胸房間沟扩张，2 例經左室扩张，平均扩张后瓣口直径在 3.2 厘米 (2.7—3.7 厘米)。在麻醉后开胸前、闭胸后及开胸时二尖瓣扩张前后皆进行了肺-胸顺应性测定，結果如表 4 所示，二尖瓣扩张后肺-胸顺应性較扩张前增加 26%，且經統計学处理， $0.01 < p < 0.05$ ，故差異尚显著；闭胸后虽有下降，但較开胸前值仍未降低。

表 4 18 例二尖瓣扩张术前后之肺-胸顺应性改变(毫升/厘米水柱)

	全麻后开胸前	开胸后二尖瓣扩张前	二尖瓣扩张后	闭胸后
顺应性	40.0—84.0	37.6—83.7	37.1—156.8	37.3—75.7
平均值	54.3	57.0	71.9	54.8
标准誤	±3.7	±4.1	±6.7	±3.0
开胸后二尖瓣扩张前后改变之“t”值=2.61				

(5) 縮窄性心包炎手术前后之肺-胸顺应性改变：本組有 10 例心包剝离术患者曾在麻醉后手术前及术終进行了肺-胸顺应性测定，結果如表 5 所示，术終肺-胸顺应性較术前增大 9%，經統計学处理，其差異不显著。其中除二例术前无胸水者术終肺-胸顺应性有所降低外，其余 8 例有胸水腹水者术終皆有所增加。术中放出胸水最多一例(例 24) 达 3,600 毫升，例 41 术中还切开膈肌放腹水。

(6) 心脏病患者肺病理組織改变与肺-胸顺应性之影响：本組对 17 例二尖瓣狭窄患者及 11 例縮窄性心包炎患者在全麻下测定肺-胸顺应性，同时进行了肺組織病理切片观察；根据显微镜下病理改变分为三类：1. 輕度或无改变为肺組織正常或有輕度淤血者；2. 中度改变为有肺淤血及发现心力衰竭細胞，肺上皮組織輕度增生；3. 重度改变为肺淤

血并有心力衰竭細胞，肺上皮組織及間質纖維明显增生。茲將肺組織病理分類與肺-胸順應性之關係列表 6 如下：從中發現肺病理組織之改變程度與肺-胸順應性之關係不夠明显，僅重度心包炎改變時肺-胸順應性明显下降，但經統計學處理，病理程度之差異皆不顯著，需今後進一步觀察。

表 5 縮窄性心包炎手術的肺-胸順應性改變(毫升/厘米水柱)

例次	手術開始	手術終了	差異
1	16.0	19.3	+ 3.3
11	20.6	20.7	+ 0.1
12*	76.0	56.6	-19.4
13	31.6	43.3	+11.9
18	22.0	25.5	+ 3.5
24	52.9	62.7	+ 9.8
31	20.7	23.1	+ 2.4
41	15.0	17.7	+ 2.7
43*	40.0	35.5	- 3.5
50	30.0	47.1	+17.1
平均	32.5	35.3	+ 2.8
"t" 值	0.176 (p > 0.05)		

* 无胸水

表 6 肺病理改變對肺-胸順應性值(毫升/厘米水柱)之影響

肺組織病理改變程度		輕度或正常	中 度	重 度
二尖瓣狹窄	例 數	3	11	3
	順 應 性	33.8—82.9	40.0—84.0	41.1—59.0
	平 均 值	57.0	47.3	57.2
	標 准 誤	±14.3	±10.8	±24.3
縮窄性心包炎	例 數	3	5	3
	順 應 性	22.5—76.0	15.0—52.9	17.0—20.7
	平 均 值	42.9	32.3	19.4
	標 准 誤	±16.8	±6.8	±1.2

討 論

Rahn 等⁽¹⁾ 報告清醒患者測定肺-胸順應性的方法，需要患者充分協作，測量時應令患者放鬆呼吸肌肉及開放聲門，否則即不能測得較正確的結果；事實上清醒狀態下由於吸氣張力的存在，測值常較真正“弛緩”狀態下為大，已不能正確反映肺彈力，故 Nims 等⁽⁴⁾ 報告在全麻下加肌松劑或過度通氣使其呼吸停止後再測肺-胸順應性，可以

更完全的消除呼吸肌之收缩及紧张性，使所测压力—容积关系几成直线，更近乎“真正”的肺—胸顺应性值；根据本组心肺正常患者全麻下呼吸停止时之测值平均为 66.1 毫升/厘米水柱，与 Nims⁽⁴⁾ 测值 62 毫升/厘米水柱相接近。

Brownlee 及 Allbritten⁽²⁾ 在清醒状态下测定肺—胸顺应性，发现心肺疾患可使肺—胸顺应性明显下降。本组在全麻无呼吸状态下测肺疾患患者的肺—胸顺应性，也较心肺正常组降低，但经统计学处理，差异尚不显著；可能因为肺疾患病变及程度不同，以致对限制肺膨胀的影响也有很大波动。但测定心脏疾患患者肺—胸顺应性改变，则较对照组有显著降低；Larmi 及 Appelqvist⁽⁵⁾ 认为主要因循环障碍可以引起肺淤血，肺组织纤维化，使肺弹力丧失变“硬”所致。Hugnes 等⁽⁶⁾ 动物实验更证明灌注兔肺血管造成肺血管压力上升，即可使肺—胸顺应性降低，但认为临床二尖瓣狭窄引起的肺—胸顺应性降低与肺毛细血管压力不相关连，似乎是肺纤维化及病理改变所致，而本组二尖瓣狭窄患者在瓣膜扩张术后，皆使肺—胸顺应性显著增高，而肺病理改变的影响反不明显，看来临床上二尖瓣狭窄引起的肺—胸顺应性降低仍以肺血管充血及其高压的因素为主。此外如缩窄性心包炎患者本组有 85% 合并胸水腹水或胸膜肥厚，更引起胸壁及肺膨胀收缩受限，使肺—胸顺应性显著降低，增加麻醉时呼吸通气量维持的困难。所以胸壁膈肌等周围组织限制肺膨胀之影响较肺组织本身的“硬”变为大，值得临床麻醉的重视。

全麻下体位的改变对肺—胸顺应性影响，可以从仰卧位 100% 变为 46—146%，其中在俯卧头低位时肺—胸顺应性降低最为显著，Safer 及 Escaraga⁽⁷⁾ 认为主要是俯卧位体重对胸廓的压迫及头低位腹腔内脏器压向膈肌所致；碎石位使肺—胸顺应性增高可能因二腿屈起，放松腹壁肌肉，减少呼吸时之阻力所致；侧卧位直接压迫一侧胸壁，当使肺—胸顺应性降低，仅在肥胖患者侧卧时反可增加肺—胸顺应性，主要为肥胖患者侧卧时可能减轻腹部压力所致。

在外科手术过程中对肺—胸顺应性的影响甚为复杂，Brownlee 及 Allbritten⁽⁸⁾ 报告在开腹手术用拉钩压迫肝区即可使肺—胸顺应性降低 18%，放出腹水后可增加 39%，非开胸手术术终较手术开始时减少 10%，可能为肺淤血或麻醉剂刺激所致。对开胸患者之改变则更明显⁽²⁾，如开胸时由于胸廓压迫解除，使肺—胸顺应性增大，一侧放上胸廓开张器即行减少，可能开张器影响对侧胸廓之活动。手术操作中压迫肺脏即可见肺—胸顺应性减少；Brownlee 及 Allbritten 等⁽²⁾ 报告开胸手术术终较手术开始时降低 16%，较非开胸手术为大，可能为胸壁切口之缝合多少影响胸廓部分之活动。本组经验不但有同样体会，而且还进一步证明，如果心脏手术改善循环系统血液动力学后，还可以减轻肺淤血，降低肺血管压力或放出胸水等使肺弹力恢复及减少周围组织对肺膨胀之限制，则术终可以不降低肺—胸顺应性，有时还可明显增加，值得重视。

总 结

1. 本文介绍了全麻无呼吸时测定肺—胸顺应性的方法，并对 71 例次全麻患者进行了 222 次测定。

2. 测定 27 例心肺正常患者全麻无呼吸时之肺—胸顺应性平均为 66.1 毫升/厘米水柱，13 例次缩窄性心包炎患者平均为 29.0 毫升/厘米水柱，18 例二尖瓣狭窄患者平均为 54.3 毫升/厘米水柱，11 例肺疾患患者之肺—胸顺应性平均为 57.5 毫升/厘米水柱。

3. 測定 13 例患者在各种体位时对肺-胸顺应性之改变, 其中碎石位較仰臥位增 8%, 俯臥头低位降低 35%。
4. 測定 9 例非心脏手术之开胸患者, 术終較全麻后术前的肺-胸顺应性降低 14%。
5. 測定 18 例二尖瓣狭窄患者, 开胸时二尖瓣扩张后較扩张前肺-胸顺应性增加 26%。
6. 測定 10 例縮窄性心包炎手术患者, 术終肺-胸顺应性較术始增加 9%。
7. 測定 17 例二尖瓣狭窄及 11 例次縮窄性心包炎患者, 同时作肺病理切片, 发现仅重度肺病理改变时肺-胸顺应性似乎降低。
8. 本文对全麻手术时影响肺-胸顺应性之因素进行了初步探討。

参 考 文 献

- [1] Rahn, H. et al. ; The pressure-volume diagram of the thorax and lung, The Am. J. of Physiol., 146: 161, 1946.
- [2] Brownlee, W. E. and Allbritten F. F.; The significance of the lung-thorax compliance in ventilation during thoracic surgery, J. Thoracic Surg., 32: 454, 1956,
- [3] Ellison et al.; Analysis of respiratory acidosis during anesthesia, Ann. of Surg., 141: 375, 1955.
- [4] Nims, R. G. et al.; The compliance of the human thorax in anesthetized patients, J. Clin. Invest., 34: 744, 1955.
- [5] Larimi. T. K. I. and Appelqvist, R., The influence of cardiac surgery on the mechanical properties of the lungs, Scandinv. J. Clin. & Lab. Investigation, 13: 174. 1961.
- [6] Hugues. R. et al. ; The effect of pulmonary congestion and edema on lung compliance. J. Physiol., 142: 306, 1958.
- [7] Safar, P. & Escaraga. L. A.; Compliance in apneic anesthetized adults, Anesthesiol., 20: 283, 1959.
- [8] Brownlee, W. E. & Allbritten, F.F.; The significance of the lung-thorax compliance in surgical operations, A. M. A. Arch. Surg., 72: 893, 1956.

正負压呼吸器性能之观察

I. 机械性能之实验及临床观察

第四軍医大学附属一院外科麻醉組

史譽吾 陈菊云 沈健藩

中华牌正負压呼吸器(全能麻醉机之一部分), 为我国首次制造之自动人工呼吸器, 標誌着我国麻醉学的进一步发展, 在开始使用时, 由于缺乏詳細参考資料, 一边摸索一边使用, 现将截至目前为止我們对其某些机械性能之初步了解, 介紹如下:

风箱容积

方法：实验装置如图1，但免去气管导管，即将风箱与肺量计（Godart牌）直接连接，依次调节钟罩刻度，开动呼吸器及肺量计，描记实测容量。

结果：如表1。一般而言，实测容量较原刻度约大100毫升。以下各项观察中所指风箱容量均指校正后之容量。

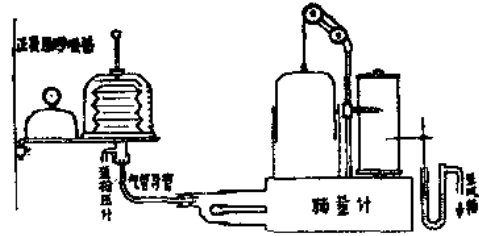


图1 测定容积、压力、频率、曲线形状、呼吸比例之装置

表1 风箱容积校正

钟罩刻度(毫升)	100	200	300	400	500	600	700
实测容量(毫升)	170	296	400	500	600	720	838

呼吸频率

方法：鉴于呼吸器频率之减慢可以任意调节，而加快则决定于动力氧之压力，本机器之设计既可用小型氧瓶直接相接，亦可将减压后之氧高压管与之相接，故先后将100公斤/平方厘米压力之小氧瓶，及减压后4公斤/平方厘米压力之高压管接头（低压氧）与机器相接，将动力氧开至最大限度，分别在风箱开放时及临床应用时，描记800—100毫升风箱容量之最大呼吸频率。然后将动力氧尽量减小至刚可带动风箱，描记最小频率。

结果：最大频率如表2，同一容量不同情况下之最大频率均相近，高压氧比低压氧之呼吸频率普遍略高。最低频率如表3。频率乃通过动力氧流量单独调节，但不同容积之频率范围各异。

表2 最大呼吸频率

氧压	风箱	呼吸频率 次/分	风箱容积(毫升)						
			800	700	600	500	400	300	200
高压氧	开放时	18½	21	24	27	31.5	39	53	75
	应用时	20	20.5	23.5	27	31.5	39	51	—
低压氧	开放时	17½	18½	22	25.5	30.5	38.5	53	75
	应用时	18.5	19	11.5	25.5	30	37.5	52	76

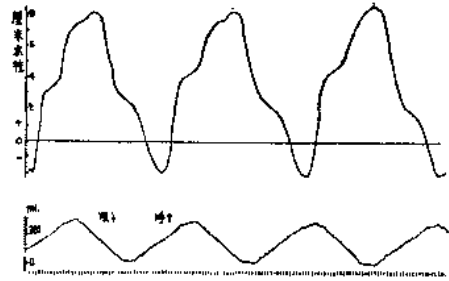
表3 最低呼吸频率(风箱开放)

容量(毫升)	800	700	600	500	400	300	200	100
频率(次分)	2½	3½	3½	4½	5½	7	7.5	10

容积及压力之曲线形状

方法：同风箱容积描记法。用记纹鼓各种转速，记录不同容积、不同频率之呼吸容积曲线。压力曲线则在临床应用时用水柱检压计，记录不同容积、不同频率、不同正负压组合之气管内压力曲线。

结果：曲线1举出典型的压力及容积曲线为例。曲线形状基本上为对称形，不受容积、频率及不同正负压组合之影响。



曲线1

上：气管内压 下：容积

呼与吸之时间比例

方法：将前项记录之呼吸容积曲线加以测量。

结果：如表4。呼与吸之时间比例基本上为1:1。

表4 呼吸时间比例

频率	风箱容积 (毫升)		
	800	600	400
10	1:0.93	1:0.81	1:0.88
18—21	1:1.13	1:1.07	1:0.85
31	—	—	1:1.01

压力

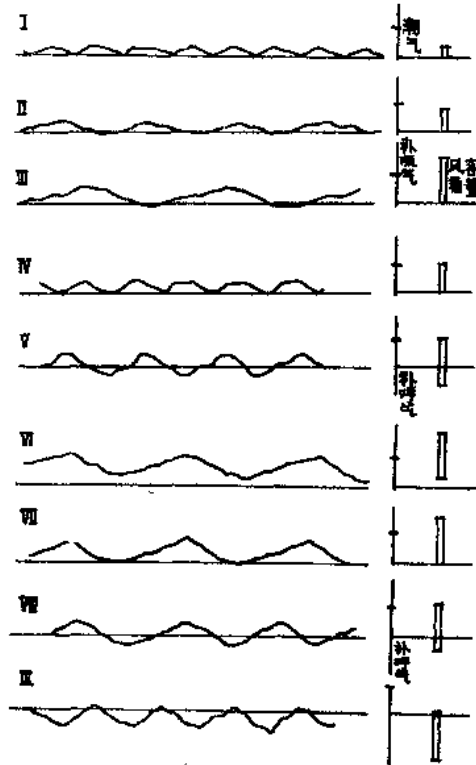
最大正压

方法：在临床应用时，将通往麻醉机之氧流量增大至吸气时风箱不能完全排空，用水银检压计描记气管内压力，即最大正压。反之，将氧流量暂停，并将风箱调节杆升至最高，当呼气时风箱不能完全扩张时，用水银检压计描记气管内压力，即最大负压。

结果：同样操作对不同患者所得最大正压稍有波动，负压则较稳定。6例平均最大正压为10.9 (10—12.5) 毫米汞柱；最大负压为6.0毫米汞柱 (8.2厘米水柱)。如曲线2—VI, IX。

容积对压力之调节

方法：在临床应用时，固定频率及通往麻醉机之氧流量 (二氧耗)，变换风箱容量，用水银检压计描记不同正负压组合之气管内压。



曲线2 压力之调节

結果：如曲綫2。其中I、II、III为第一組，即在机器运转前改变风箱容积，吸气均自患者靜息时开始，結果正压随风箱容积大小而增減，呼气終末压力均为“0”而不變，即单纯对正压进行調节。IV、V为第二組，当机器运转期間，改变风箱容积，則負压随容积大小而增減，正压不變，即单纯对負压进行調节。VI、VII、VIII、IX为第三組固定风箱容积，先开动机器，当风箱运动至不同容积时与患者相接，則正負压比例改变，压差不變，其中VI，当人工通气量位于患者部分潮气及部分补吸气时，吸气呼气均为正压，即呼气不全。实际操作时，当风箱固定后，自患者靜息时风箱开始排气，然后向麻醉机內多輸入数百毫升之氧，即使正压增加，“0”压轉为正压，正負压向同方向移动，而压差不變。其中VII，当人工通气量位与全部潮气吻合，即当风箱开始排气时与患者相接，則吸气为正压，呼气为“0”，压差不變。其中VIII当人工通气量位于潮气及部分补呼气时，即当风箱上升之途中与患者相接，則吸气为正压，呼气为負压，压差不變。其中IX，当人工通气量全部位于补呼气时，即当风箱开始充气时，立即与患者相接，則正压为“0”（或稍高），呼气为負压，压差不變。总之，改变通气量及改变人工通气量在肺容量中之不同位置，即可对正負压分別地或同时地进行各种大小之調节。

麻醉机氧流量对压力之影响

方法：在临床应用时，暂时停止麻醉机之氧流量达风箱不能充分扩张之程度，开始持續描記气管內压（水銀檢压計），然后增大氧流量使超过氧耗1—2倍，則見正压逐漸增加，負压逐漸減小，至負压轉为正压为止。

結果：当麻醉机氧流量暂停时，正压逐漸減低，負压逐漸增加，压差不變，当負压超过机器預制最大負压时，負压稳定不變，正压接近于“0”压，压差縮小，終至风箱不能完全扩张，即吸气不定，呼气过度，通气量下降，頻率增加，如曲綫3左端。反之，当麻醉机氧流量超过氧耗时，正压逐漸增加，負压相应減小，压差不變，当正压超过預制最大正压时，正压不再增加，負压轉为正压，压差減小，終至风箱不能完全排空，而吸气过度，呼气不足，通气量降低，呼吸頻率增加，如曲綫4右端。



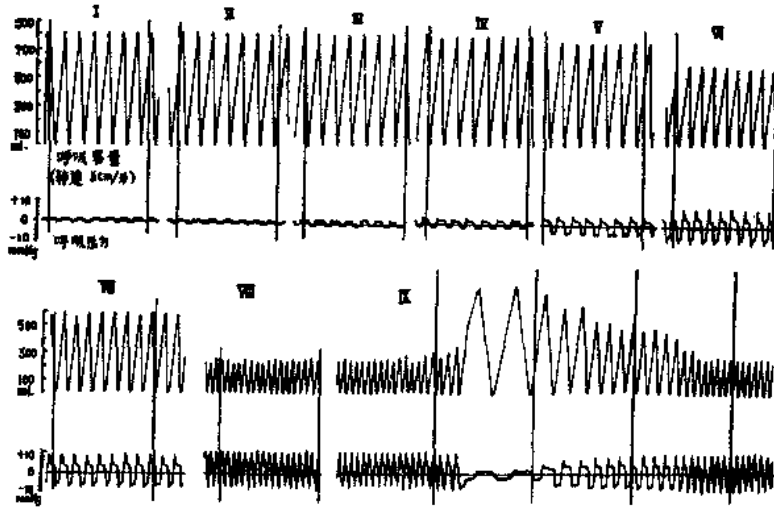
曲綫3 麻醉机氧流量对压力及頻率的影响

呼吸道阻力增加时之改变

方法：装置如图1，将风箱容积調至最大，更換不同內径之气管导管，描記机器运转时之容积及压力（水銀檢压計）曲綫，重复測定5次至結果稳定为止。

結果：如曲綫4及表5。当导管阻力增加时，首先是压力增加（正負压均增加，压差增大），保持容量不变如I—IV。当压力增至+5/-4时，风箱开始不能完全扩张（仍能排空），容积开始下降，頻率开始增加如V。以后随着阻力递增，正压也隨之上升，而負压比正压先达其极限而稳定不變）风箱扩张程度愈来愈小，容积节节下降，頻

率相应增加如Ⅴ—Ⅷ。此时如减低动力氧流量，呼吸压力立即减小（正负压均减，压差缩小），容积增加，甚至可恢复至原来水平，但频率锐减，如Ⅸ。



曲线4 呼吸道阻力增加时、压力、容积、频率的改变

表5 阻力对压力、容积、频率的影响(参看曲线5)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
管号 (Fr)	38	36	32	30	26	24	22	18
内径 (毫米)	9.0	8.5	8.0	7.5	6.0	6.0	5.5	6.5×3.3
压力 (毫米汞柱)	+1.5/-1	+1.8/-1.5	+2.2/-1.5	+3.0/-2.0	+5/-4	+10/-8	+10/-8	+12/-8
容积 (毫升)	830	830	830	810	730	575	575	350
频率 (次/分)	13.5	13.5	13.5	13.5	14	16	18	33
通气量 (升/分)	11.205	11.205	11.205	10.935	10.22	9.2	9.2	11.55
有效潮气量 (毫升次)	680	680	680	660	580	425	425	200

螺旋管“付呼吸”容积

方法：装置如图2。任选三条新螺旋管相连接，在不同风箱容积及不同呼吸频率时，描记螺旋管伸缩时容积改变（付呼吸 = Corespiration），以风箱既不能完全排空亦不能完全扩张时所描记之容积为最大付呼吸容积，重复十余次至结果稳定为止。然后摘除肺量计，在瓶塞接管口，接一内径2厘米、长50厘米直立透明塑胶管，瓶内盛水直至塑胶管长度之一半处，开动机器，在螺旋管伸缩时记录水柱移动距离，然后将塑胶管

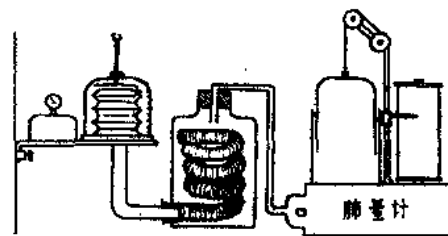


图2 测定螺旋管付呼吸容量之装置

取下，測定該距離之容積，其結果與前述方法之結果互相核對，基本一致。

結果：如表 6。在本呼吸器最大正負壓範圍內，螺紋管付呼吸容積平均為 75 毫升（70—80 毫升），其中付吸氣約 45 毫升，付呼氣約 30 毫升。

表 6 螺紋管（三根）付呼吸容積毫升

風箱容積	呼吸頻率	螺紋管付呼吸（毫升）	付吸氣	付呼氣
400	19—34	73.3 (70—75)	45	35
700	19—24	80.0 (80.0)		

} 平均 75
(70—80)

動力氧之消耗量

本呼吸器所用動力為高壓氧，用 6 公升容積之氧筒、150 公斤/平方厘米之氧壓，按潮氣量 500 毫升，呼吸頻率 16 次/分施行人工呼吸，可持續運轉約 8 小時（麻醉機氧耗在外），消耗量相當大。

討 論

人工呼吸器之種類：

一般而言，人工呼吸器可分為兩大類^(1, 2) 一類為容積預定式 (volume-preset)，其特點為遇阻力改變時，能予以代償以保持預定容積^(1, 2)。適于吸氣阻力有改變之患者，多數人喜歡選用此種人工呼吸器，認為可以不受壓力及頻率影響，直接保證潮氣量，後者乃人工呼吸器最基本最主要的條件⁽³⁾。第二類為壓力預定式 (pressure preset) 其特點為遇有漏氣時可以代償，但對阻力改變則無代償能力^(1, 2)。雖有人認為簡便易操作，但爭論在於呼吸容積不能保證⁽⁴⁾，隨阻力增加而減小，反之亦然。而其壓力之預定，又往往在機器製作時已固定，不能隨意調節⁽²⁾。

另一種人工呼吸器為容積限制式 (volume limiting)，即在壓力預定式人工呼吸器之風箱外，加以可調節之裝置，以限制其容積⁽⁵⁾，所以某些機器表面看來為容積預定式，而實質是壓力預定式加上容積限制⁽³⁾。

中華牌人工呼吸器乃屬於壓力預定式加上容積限制裝置。故其特點為不能直接保證潮氣量，易受阻力影響。根據本文觀察，當風箱內壓力達 +3 / -2 毫米汞柱時（相當 Fr 30 氣管導管之阻力），潮氣量即開始下降。其潮氣量下降表現為呼氣不全（即風箱不能擴張至預定容積）如曲綫 4 及表 5—IV，乃由於原來設計時負壓範圍比正壓小，當呼吸道中途出現一定大小之阻力時，風箱之正壓尚能克服，氣體得以通過，而完全抽回則不能。如阻力發生於呼吸道末端，且超過機器預定最大正壓，其潮氣量之下降表現為吸氣不全，即風箱不能完全排空。其實，所謂不能克服阻力只是相對的，仔細觀察則在一定阻力範圍內仍可克服，以保證潮氣量（如表 5，1—III），但由於最大壓力之設計較低，克服阻力之能力受限。當阻力不能完全克服，潮氣量下降時，機器自動增加頻率而予以代償，以保證分呼吸量（表 5）。當然依靠增加頻率以保證分呼吸量，並不能避免有效潮氣量之下降（表 5）。根據壓力預定式機器之特點，具有克服漏氣之能力，但本呼吸器由於風箱容積受限，故失去了克服漏氣之能力。

人工呼吸器理想的指标

根据人工呼吸器理想的指标(表7),中华牌正负压呼吸器尚有几项不够理想,如①风箱容量及频率在一般情况下已够用,但潜力不足;②呼吸比值不够理想,尤其在不用负压时;③正压不足比较明显;④吸气流量最大值虽尚称理想,但在实用时,如以潮气量500毫升,呼吸频率20次计则仅20升/分,诚然缩短吸气时间可以提高到27.29升/分,但由于呼吸比值固定为1:1,呼气时间亦相应缩短,呼吸频率则不得不提高到27次/分。而且理想的数据指标虽是一个重要方面,另一方面乃各因素之单独调节互不干扰则更为重要。中华牌正负压呼吸器反映了压力预定式呼吸器之基本特点。即容积频率虽可单独调节,但随阻力而改变,呼与吸之时间不能单独调节,如加以研究改进仍可作到各因素分别调节⁽⁴⁾。螺纹管付呼吸作用对潮气量之影响已经肯定⁽⁶⁾,而且新旧管还不一样,但由于本呼吸器之压力范围较小,付呼吸对潮气量之消耗不大。如将与风箱之连接管改为无弹性管,而将通往患者之螺纹管改为半弹性管(比目前更硬一些),则更理想。本呼吸器简便易操作,噪音小,频率容积分别调节,阻力增加时频率加快,以保证分呼吸量,且有警报作用,动力为压缩气体无爆炸之虞,为其优点。

表7 不同作者提出之人工呼吸器理想指标与本文所用中华牌比较

	Robson, 1955	Fairley, 1959	Beaver, 1961	Howells, 1963	中华牌
容量(毫升)	80—1000	>1000	4,000—9,000	200—1000	100—800
频率(次/分)	—	可变	16—32	7—60	4.6—27*
吸气时(秒)	—	可变	—	0.5—3	} 随频率变
呼气时(秒)	0.5—无限	可变	—	1—5	
吸:呼	可变	1:2	1:2	1:3	1:1
正压(厘米水柱)	最大至40	12—20最好60	12—24	50	13.6—17
负压(厘米水柱)	0—20	15	<5	—	<8.2
吸气流量(升/分)	>5—30	40—60	40	100理想80合适	最大32**
呼气流量(升/分)	大至30	—	—	—	最大32**
曲线形状	渐吸,快呼	Cournand III型	较快吸,快呼	较长吸,快呼	对称

* 频率随容积而变,现按500毫升计

** 按潮气量800,频率20计算,如按潮气量500,频率27计算,仅为27.29升/分

参 考 文 献

- (1) Hunter, A. R.: The classification of respirators, *Anesthesia*, 16(2): 231, 1961.
- (2) Mapleson, W. W.: The classification of ventilator, *Anesthesia*, 16(4): 512, 1961.
- (3) Howells, T. H.: choosing a pulmonary ventilator, *Brit. J. Anesthesia*, 35: 272, 1963.

- (4) Robson, J. G.: Artificial respiration and respirators, Canad. Anes. Soc. J., 6: 215, 1959.
- (5) Fairley, H. B.: The selection of a mechanical ventilator, Canad. Anes. Soc. J., 6: 219, 1959.
- (6) Beaver, R. A.: The design and application of positive pressure respirators, Postgrad. Med. J., 37(423): 22, 1961.

正負压呼吸器性能之观察

II. 通气效能及食道压之临床观察

第四軍医大学附属一院外科麻醉組

史譽吾 陈菊云

中华牌正負压呼吸器的某些机械性能方面之观察，前文已予介绍，现就使用时对其通气效能及食道压之初步临床观察，介绍于下：

通 气 效 能

方法：

1. 患者15例，男12，女3，年龄20—64岁，除2例为下腹部手术外余均为上腹部手术。静注硫贲妥钠—管箭毒—醚—氧关闭诱导置管，稍事调整（加深麻醉及加用肌肉松弛剂）后开始正負压人工呼吸，稳定后更换新鲜钠石灰，乙醚关闭维持。

2. 潮气量根据 Radford⁽¹⁾曲线计算，为临床使用安全计，酌情增加50—78.8%，另加螺旋管付呼吸量70毫升。风箱容量事先均予校正。呼吸频率13—15次/分。压力一般为+10/-5厘米水柱，但由于压力随呼吸阻力而变，在不同患者或同一患者不同时期，其压力有所波动。氧流量（氧耗）为300—500毫升/分，调整至呼吸压力恒定为止。前11例使用性能较差之钠石灰，在预试验中发现在使用15分后，呼吸囊内CO₂浓度可达0.5%，故在本观察中每15分钟更换一次新鲜钠石灰；后4例改用了性能较好之钠石灰，经预实验证明呼吸囊内CO₂浓度，历120分以后方达0.5%，而达1%需近4小时之久，故在本组病例之后4例，持续用红外线CO₂分析仪监视风箱内CO₂浓度，在预定观察时间内（120分）均勿需更换钠石灰。所有接头均事先鉴定不漏气。

3. 动脉血CO₂张力（PaCO₂）之测定，在正負压呼吸下，从第一次更换新鲜钠石灰开始，每30分钟取动脉血6—8毫升，共4次，采用 Riley 氏改良小气泡平衡法⁽²⁾测定，每一标本测定2次，如2次误差大于4毫米汞柱，立即重复一次，直至其中2次之误差在4毫米汞柱以内时，取其平均值。

4. 对照组患者10例，男5，女5，17—64岁，除以惯用的手法间歇正压扶助或控制呼吸外，其他条件均与正負压呼吸相同。动脉血CO₂张力之测定仅3次（第一次省略）。