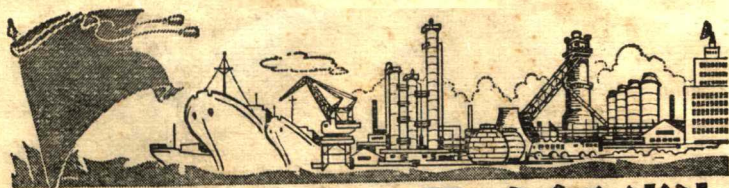


射流自动呼吸器

苏州宇宙扬声器厂 苏州医学院



工业技术资料

第100号

上海人民出版社

射流自动呼吸器

射流自动呼吸器是一种应用射流技术对人体进行控制呼吸或辅助呼吸的新型医疗器械。它工作稳定、具有正负压呼吸,比目前医院普遍使用的抢救工具手捏式皮囊均匀、有节奏、节约人力,使用范围广;它吸入混合气体,有一定的呼吸期比,比气动式正负压呼吸器耗氧量省、工作可靠、能调节呼吸期比等参量,更符合人体生理机能变化的要求。它体积小,结构简单,使用方便,比国外进口的电动呼吸器价格低廉,小巧灵活,使用方便,适宜于各种场合的急救,符合党的社会主义建设总路线和“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针。

这种新型医疗器械的诞生有力地批判了刘少奇一类骗子所散布的唯心论的先验论、“洋奴哲学”、“爬行主义”。射流自动呼吸器是由几个不懂医疗器械的普通工人和不懂射流技术的革命教师、医务人员,在毛主席关于“中国应当对于人类有较大的贡献”的伟大教导鼓舞下,在各级党组织的领导和支持下,组成了工人、干部、革命知识分子进行科研、生产、使用的三结合小组。面对缺少资料、设备的困难,发扬“自力更生、艰苦奋斗”的革命精神,以大庆工人为榜样,群策群力、破除迷信、解放思想,“打破洋框框,走自己工业发展道路”,经过多次反复的模拟试验与动物实验,攻克了许多技术难关,终于试制成功的。经有关医院、矿山试用,反映良好。

一、人工呼吸器简介

在医学临床上,病人呼吸突然停止,或呼吸机能衰竭,必须

使用呼吸器进行控制呼吸或辅助呼吸。在进行浅麻醉术时，要使用多量的肌肉弛缓剂，有时会发生病人自动呼吸停止或减弱，这时可用呼吸器对病人进行控制呼吸。

【临床对呼吸器的要求】 呼吸器的基本任务是保证氧气的交换及排出二氧化碳，又不产生二氧化碳的潴留，因此对呼吸器有以下的要求。

要定量的呼吸(一般在 500 毫升)；要连续、均匀、有节律的切换，切换频率每分钟 12~20 次；有一定的呼吸期比 (1.5:1~2:1)；呼气时最好要有一定的负压；吸入气体不应该是纯氧，必须混入一定量的空气；较长时间使用呼吸器需要雾化装置。

根据动物实验和临床应用，证明射流呼吸器是较理想的人工呼吸器，是合乎临床需要的，适用于脊髓前角灰白质炎，巴比妥、有机磷等中毒，脑干肿瘤，脑外伤，中枢性自动呼吸停止。冠状动脉硬化性心脏病，急性心原性脑缺血综合症(阿-斯氏综合症)，蛇咬伤，重症肌无力，休克等呼吸机能浅弱的患者，均能适用。当使用肌肉松弛剂的麻醉情况下，可用射流自动呼吸器维

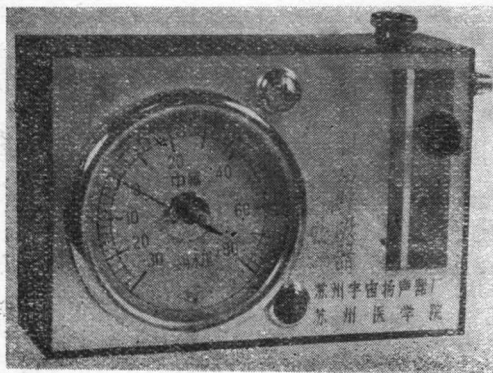
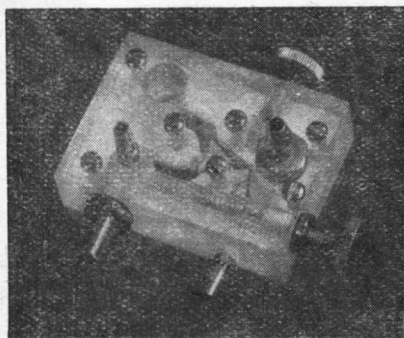
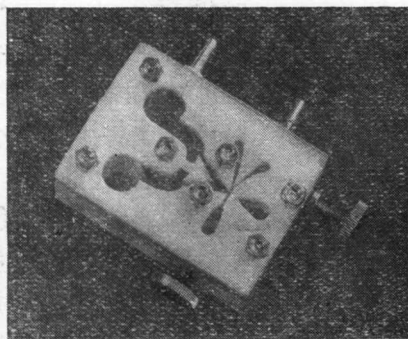


图1 射流自动呼吸器

持患者的呼吸。图 1 是射流自动呼吸器的整机图，图 2 是所用射流元件的外形。



正 面



背 面

图 2 射流元件外形图

二、射流呼吸器的工作原理

伟大领袖毛主席教导我们：“我们能够学会我们原来不懂的东西。我们不但善于破坏一个旧世界，我们还将善于建设一个

新世界。”射流呼吸器是射流技术在医学上的应用。它利用高速气流附壁流动的特性,制成气体振荡器,造成输出气体和抽吸气体两个交替进行的动作,即完成呼吸动作。

人工呼吸器所使用射流元件回路如图3所示。当具有一定压力 P_s 的高速气流通入细小主喷嘴时,形成射流。由于射流附

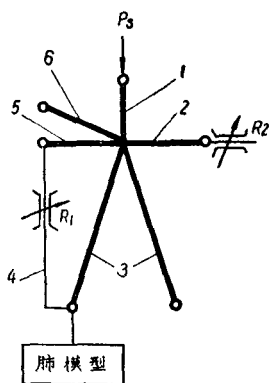


图3 射流元件的工作原理

- P_s —高速气流;
 R_1 、 R_2 —可变气阻;
 1—主喷嘴; 2—控制道;
 3—输出道; 4—反馈道;
 5—控制道; 6—湿化道

壁性能的特点, 气流沿着左边输出道进入肺模型, 元件左边输出道有一反馈道与左边控制道相连。当肺模型内不断充气, 压力逐渐增大, 达到一定数值时, 气流被推向右边输出道, 输入至大气中。这个过程叫做射流的“切换”。使射流完成切换时的压力称为切换压力(又称控制压力)。此时, 肺模型内不断排气, 内压不断下降。压力下降至一定值时, 气流又开始向左边切换; 肺模型内又开始充气。这样反复进行切换, 完成自动呼吸的要求。这种形式主要是由一定压力值进行切换, 故称之为“限压开放式射流呼吸器”。

图中 R_1 和 R_2 是可变气阻, 调节气阻 R_1 和 R_2 可得到不同的肺内压 P 、呼吸频率 f 值。改变不同输入气源的压力, 可得到相应的流量 V 、肺内压 P 和频率 f 的变化。

三、射流呼吸器的结构和肺模型特性实验

(一)射流呼吸器的结构

图4是射流元件。它是由盖板、射流片和底板三部分组

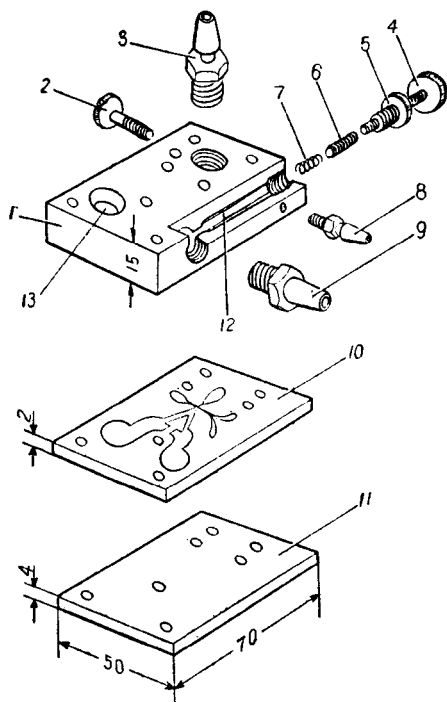


图4 射流呼吸器结构图

1—盖板；2—气阻 R_2 调节螺钉；3—气源接嘴；4—气阻 R_1 调节螺钉；5—气阻 R_1 调节螺母；6—气阻 R_1 ；7—气阻 R_1 弹簧；8—湿化接嘴；9—输出接嘴；10—射流片；11—底板；
12—反馈通道；13—排气孔

成。盖板上装有主喷道的气源接嘴，气源由此输入。输出接嘴可直接接在气管插管或接在橡皮面罩上，另一端即排气孔。另外反馈通道、湿化接嘴以及气阻 R_1 和 R_2 ，也安装在盖板上。射流呼吸器的关键部分就是射流片，射流片中的几何图纹决定工作性能，根据临床生理的要求，我们进行了射流片的设计。图5

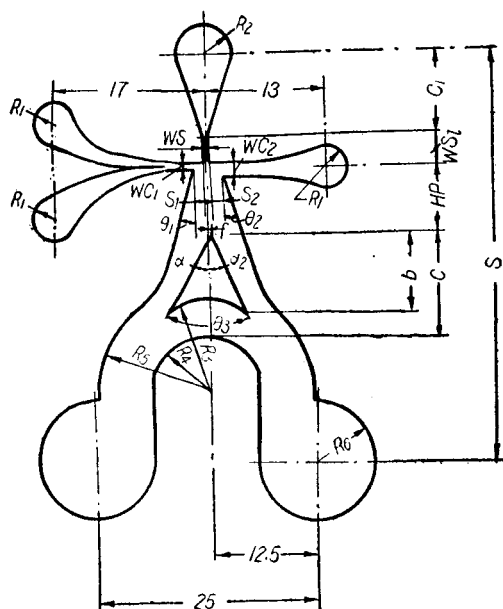


图5 射流元件参数(毫米)

主喷道宽度:	$W_s=0.20$;	半	径:	$R_1-4, R_2-7, R_3-10,$
位	差:			R_4-12, R_5-22, R_6-13 ;
	$S_1-0.625,$	张	角:	$\theta_1-24.3^\circ, \theta_2-20^\circ,$
	$S_3-1.025$;			$\theta_3-19.9^\circ, \alpha_1-26.4^\circ,$
控制道宽度:	$W_{c1}-1.05,$			$\alpha_2-23.5^\circ, c-11.5,$
	$W_{c2}-1.30$;			$b-9, s-45, c_1-9$;
劈	距:			
	$HP-9$;	射流片厚度:	$T-2$	
主喷道长度:	$W_{s1}-3$;			
劈尖位差:	$f-0.26$;			

是射流片的几何参数。

在元件两输出通道间加一并列通道, 这样不仅可减少呼气阻抗, 而且由于抽负作用, 当充气时, 一部分空气通过并列通道与主喷流一起进入肺内。这样, 就可减少输入气源的流量。左

边有两控制道,上面一个是专为湿化装置用。

(二)肺模型的特性实验

射流呼吸器制成后,通过图6肺模型实验,进行特性测试。肺模型是用橡皮制成的折迭空腔。射流元件输出端连接于肺模型上,同时并联正负压力表,可以指示出充气 and 排气时正负压力值 P 。输入气源可用输入压力表指示,也可用流量表指示输入流量 V_s 的大小。输出分时换气量用 V_m (升/分)表示。

调节输入气源的流量 V_s , 气阻 R_1 和 R_2 即可得到相应的肺内压 P 、频率 f 和输出流量 V_m 的变化。

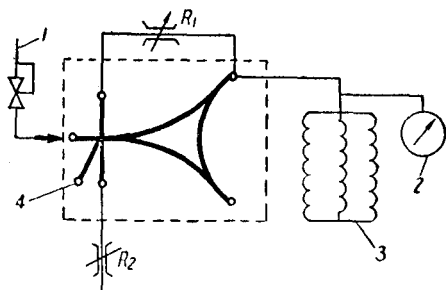


图6 肺模型实验装置

1—气源输入; 2—正负压力表; 3—肺模型;
4—湿化输入; R_1 、 R_2 —气阻

图7表示实验时所得到的特性曲线。从这些实验结果的数据可以看出: 输入供给源的流量 V_s 增加, 则肺内压 $P_{正}$ 和输出流量 V_m 也有相应增加的倾向 (图7a), 但对肺内负压影响不大。在图7b中, 气阻 R_1 的变动, 对肺内正压有显著的影响。在图7c中可看到改变气阻 R_2 , 肺内负压则有明显的变化。

四、动物实验和临床使用

(一)动物实验

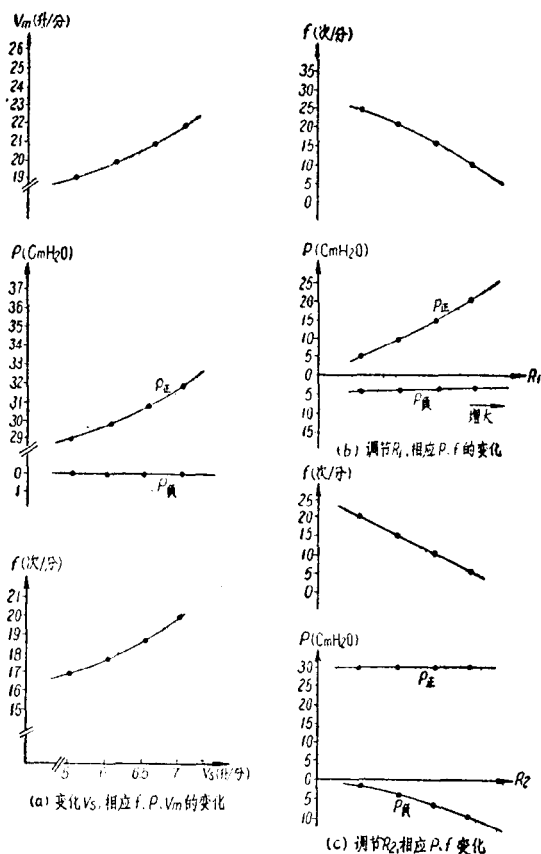


图7 射流元件特性曲线

实验动物为杂种犬, 雄性, 体重 14 公斤。实验前禁食。用硫贲妥钠静脉麻醉后, 气管内插管, 注射箭毒, 使自动呼吸停止。用手捏式皮囊加压控制呼吸 30 分钟, 然后接通射流呼吸器, 进行有节奏的控制呼吸, 为时 75 分钟, 以后停用射流呼吸器, 接上麻醉机, 自动呼吸也相继恢复。1 小时后, 犬完全清醒, 实验过

程顺利。有关观察指标作了详细记载,并抽血化验有关项目。

实验时射流元件工作情况

肺内压	-4~+15 厘米水柱
一次换气量(潮气量)	约 200 毫升
呼吸频率	18~24 次/分
氧气输入流量	10 升/分
呼吸期比	1:1~1.5:1

实验结果说明射流呼吸器在 75 分钟的工作中,元件振荡性能良好。犬的心率、心律、脉搏强度、舌头颜色以及瞳孔反应均与实验前相仿。中心静脉压升高 0.6~0.9 厘米水柱。有一种说法,人工呼吸器易发生心律不齐,但本次实验没有见到该现象。实验前后血氧均在 90% 以上,饱和度变化小于 5%,pH 值减低轻微。二氧化碳结合力减少 6% 体积。血钾、钠、氯化物无明显改变。以上均详见表 1、2。按以上资料,说明本次射流呼吸器动物实验未见有犬的缺氧和二氧化碳潴留。实验后似有轻微的代谢性酸中毒,此与犬的禁食及麻醉状态可能有关。

表 1 射流呼吸器动物试验有关症状观察记录

	心 率 (次/分)	心 律	股动脉搏 动 强 度	呼吸次数 (次/分)	舌 头 颜 色	瞳 孔 变 化
应用射流呼吸器 前 10 分钟	240	整齐	较 强	32*	红润	中等大小,对 光反射良好
使用射流呼吸器 后 30 分钟	230	整齐	较 强	18**	红润	较大,对光反 射良好
停用射流呼吸器 后 10 分钟	240	整齐	较 强	20***	红润	较大,对光反 射良好

注: * 为自动呼吸, ** 为控制呼吸, *** 自动呼吸刚恢复,呼吸不规则。

(二) 临床试验

在动物实验成功的基础上,进行临床试验。使用方式有面罩呼吸、气管内插管呼吸以及开胸病人的应用。

表2 射流呼吸器动物实验资料记录

	中心 静脉压 (厘米 水柱)	心电图特征 (第二标 准导程)	动脉血氧		动脉血 pH 值	CO ₂ 结合 (体积 %)	血钾 (毫 克)	血钠 (毫 克)	血氯 化物 (毫 克)
			含量 (容 %)	饱和度 (%)					
应用射流 呼吸器前 10 分钟	7.0	心率 210 次 分整齐 ST 段 无偏移, T 波 直立	21.8	95.6	7.37	40	14.6	257	635
使用射流 呼吸器后 30 分钟	7.6~7.9 (呼) (吸)	心率 230 次 分整齐 ST 段 无偏移, T 波 直立	24.2	94.5	7.34	36	12	300	635
停用射流 呼吸器后 10 分钟	7.2	心率 240 次/ 分整齐 ST 段 无偏移, T 波 直立	24.7	92.8	7.32	34	15.8	270	635

1. 面罩呼吸 应用于呼吸机能衰竭, 但呼吸未停, 有严重缺氧, 不宜气管内插管的病人。有一例胸廓畸形的肺炎病人, 处于昏迷状态, 使用射流呼吸器 9 小时, 在应用过程中出现氧气交换改善, 紫绀消失, 二氧化碳结合力无变化。第二天出现咳嗽反射, 打针有反应, 逐渐从昏迷中清醒(见附录)。

2. 气管内插管呼吸 应用于呼吸完全停止的病人, 进行插管后应用射流呼吸器。

应用数十例。80% 病人可达到控制的被动呼吸, 呼吸幅度满意, 胸式呼吸及腹式呼吸均出现。目前元件改进后, 基本上每个病人都能达到控制呼吸。应用后, 均能改善缺氧情况, 紫绀消失, 肺呼吸音明显(见附录)。

3. 开胸病人应用 在苏州医学院附属医院胸外科手术中应用几例。打开胸腔后, 射流呼吸器仍能正常工作。直视下, 见肺膨胀, 缩小, 活动良好。一例整个手术过程全部应用射流呼吸

器,手术者满意。病人无缺氧、紫绀。在关闭胸腔后尚能作高压、膨肺,压出胸腔中的余气(见附录)。

(三) 注意事项

(1) 在使用射流呼吸器进行抢救时,气管插管上的气囊与病人的气管必须保证密封,不致漏气。在使用面罩呼吸时,也应保证密封性。因面罩与病人脸部存在一定死腔,故呼吸器工作时,肺内正压要偏高些。

(2) 病人呼吸道如聚有分泌物,事先必须尽量吸出,保持呼吸道通畅;否则呼吸器将不能进行正常工作。

(3) 当病人出现自动呼吸时,需调节呼吸器上气阻 R_1 ,使肺内压适当降低,即能达到同步呼吸。

(4) 氧气瓶的气源压力必须稳定,各处接头不能漏气。

射流自动呼吸器的试制虽然取得一定成效,有所进步,但还存在一些问题,有待于继续试验改进,不断完善,正式投产,以满足各地革命医务人员临床应用的需要。

伟大领袖毛主席教导我们:“在生产斗争和科学实验范围内,人类总是不断发展的,自然界也总是不断发展的,永远不会停止在一个水平上。因此,人类总得不断地总结经验,有所发现,有所发明,有所创造,有所前进。”我们一定要遵循毛主席这一教导,努力学习马列主义著作,学习毛主席著作,不断改造世界观,戒骄戒躁,多快好省地生产射流自动呼吸器,更好地为工农兵服务。

附 录

【例一】病员周某,男,50岁,住院号82315,系重症肺炎,中毒性脑病,胸廓严重畸形。病人已昏迷一天,在呼吸极浅表、明显缺氧的情况下应用射流呼吸器。

1. 元件工作情况:

- (1) 流 量 16 升/分
 (2) 肺 内 压 吸时 +10 厘米水柱, 呼时 0 厘米水柱
 (3) 呼吸频率 14 次/分
 (4) 呼吸期比 1.5:1

2. 临床情况:

	呼吸器应用前	应 用 中	应 用 后
呼 吸 幅 度	浅	加 深	加 深
紫 绀	紫 绀	改 善	改 善
呼 吸 频 率	12 次/分	14 次/分	16 次/分
两 肺 呼 吸 音	低 微	明 显	明 显
二氧化碳结合力	50 (体积 %)	50 (体积 %)	50 (体积 %)

应用射流呼吸器达 9 小时, 病人出现明显的自动呼吸。频率 20 次/分, 心率 88 次/分, 病人进入浅昏迷, 出现咳嗽反射, 四肢开始活动, 打针有痛感。

【例二】病员朱某, 男, 23 岁, 住院号 82290, 系肺炎合并胸膜炎, 在气管切开套管中使用射流呼吸器达 20 分钟。

1. 元件工作情况:

- (1) 一次换气量 500 毫升
 (2) 氧 气 流 量 14 升/分
 (3) 肺 内 压 吸时 +16 厘米水柱, 呼时 -9 厘米水柱
 (4) 呼 吸 频 率 18 次/分
 (5) 呼 吸 期 比 1.5:1

2. 临床情况: 缺氧迅速改善, 紫绀消失, 肺部呼吸音明显闻及, 胸廓活动明显, 伴腹式呼吸。

【例三】病员吴某, 女, 65 岁, 系冠状动脉硬化性心脏病, 阿-斯氏综合征。在心跳呼吸停止后, 行气管内插管, 并以射流呼吸器进行控制呼吸。5 分钟后, 心脏恢复跳动, 继而自动呼吸出现, 乃降低射流压力, 由自动控制射流呼吸器工作。过程中氧气交换良好, 胸廓扩张度满意。维持 3 小时。

【例四】 病员陆某,男,14岁,住院号83190,临床诊断为脑干肿瘤,中枢性自动呼吸停止,当时立即气管内插管,用射流呼吸器进行控制呼吸,维持32小时。使用期间发现病员供氧充分,未见缺氧现象,病人还间断出现过自动呼吸。

以上四例均为苏州医学院附属医院使用。

【例五】 无锡第二人民医院外科27床

病员董某,女,50岁,病变窒息。

开始采用人工手捏皮囊,血压150/130毫米汞柱,心率130次/分,瞳孔扩散边缘。

后应用射流呼吸器30小时后,瞳孔收缩,神经反射能力恢复。血压110/90毫米汞柱,心率较强。

呼吸器进行有节奏工作,连续使用144小时,病情无变化,血氧情况正常。

【例六】 南京华东工学院医务室

病员张某,男,49岁,系脑溢血。

先用人工手捏皮囊进行抢救,血压190/150毫米汞柱,心率150次/分,瞳孔扩散边缘。

应用射流呼吸器达24小时,呼吸器能节奏工作,性能良好。血压120/100毫米汞柱,心率120次/分,瞳孔扩散边缘,手指红润,无缺氧情况。

【例七】 苏州医学院手术室

病员毛某,成年,右上纵膈神经纤维瘤,行开胸肿瘤切除术。

射流呼吸器在手术前一直到手术结束,工作达1小时58分钟。

应用中药麻醉(见下页表)。

