

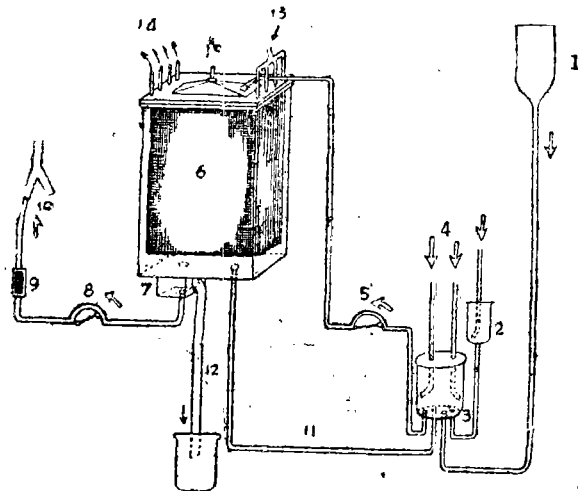
体外循环的初步研究

山东省立医院外科 郭慈霖、翁品光整理

如果要解决比较复杂的心内直视手术，所需要阻断循环的时间就比较长，这是在一般低温麻醉下所不能解决的问题，因为降温到通常应用的安全体温临界点（即 28°C ）以上，阻断时间不能超过八分钟^①，而体外循环是解决这个难题的一个方法。山东省立医院自1960年2月开始体外循环的研究，应用自制人工心肺机进行36次动物实验，兹将这机器的构造及实验结果作简单介绍。

人工心肺机的原理和构造

本实验所用的人工心肺机包括两个主要部分：静立垂屏式氧合器和滚轮挤压式血泵。（如图一）

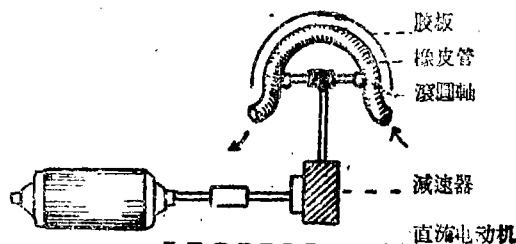


图一 体外循环示意图

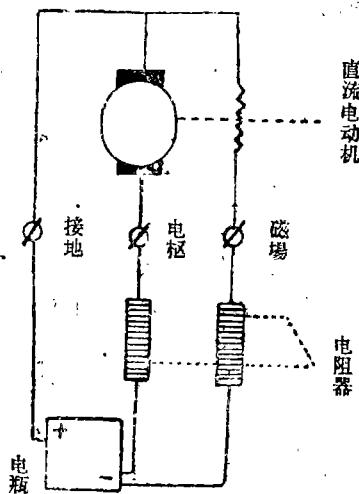
- | | | |
|------------|-----------|--------------|
| 1. 储血器 | 6. 氧合器 | 11. 再循环管 |
| 2. 左房引流储血器 | 7. 动脉泵 | 12. 盐水排出管 |
| 3. 腔静脉储血器 | 8. 动脉泵 | 13. 氧气入口 |
| 4. 腔静脉回血管 | 9. 过滤器 | 14. 氧气出口 |
| 5. 静脉泵 | 10. 动脉血输管 | 15. 血液分布器排气管 |
- 氧气流向 ⇨ 血流流向

静立垂屏式氧合器（人工肺）：是仿制的^②。其主要部分为血液分布器、垂屏和氧合器外盒。血液分布器由14块不锈钢板构成，每块钢板下面有横槽，以便悬挂垂屏，血液分布器的血液经过其底部之裂隙向下流到垂屏上便成薄膜；垂屏系由不锈钢丝织成的网片，共14片，每片长50厘米，宽22厘米，面积为1100平方厘米，因血液沿垂屏两面流动，所以其有效氧合面积为2200平方厘米，14片的总氧合面积为3.08平方米；氧合器外盒用透明有机玻璃制成，血液分布器置于氧合器外盒的顶部，垂屏在此盒内，氧气经四个直径为2毫米的管子进入氧合器外盒内，使血液起饱和和式氧合作用，经气体交换后，二氧化碳及多余氧气由排气管排出，氧合血贮存于氧合器底部之动脉贮血器。

滚轮挤压式血泵（人工心）：是自行设计的。静脉血泵（人工右心）与动脉血泵（人工左心）之构造相同，由两个滚轴挤压内径约一厘米的优质橡皮管，使血液沿单方向有脉冲地流动，转动方式似心脏跳动，滚轴速度可以自由调节，以控制每分钟血量^③，其动力速度之改变必须达到无级变速的要求，本实验应用之直流电动机先通过改装的手摇离心机按比例减速，再经过可变电阻器达到无级变速的目的。（如图二、三）



图二 动力结构示意图



图三 无级变速控制线路图

动物上下腔静脉血液经导管流入静脉贮血器，通过静脉血泵（人工右心）注入人工肺之血液分布器，静脉血经气体交换成动脉血，流入氧合器外盒底部之动脉贮血器，已如上述，此动脉血经动脉血泵（人工左心）和过滤器而入动物之动脉系统。人工心肺机各部分之间以及机器和动物之动静脉系统之间均用塑料管联接。

人工心肺机各部分结构，除不锈钢部分用蒸汽高压灭菌外，其余均用4%福尔马林液浸泡8—12小时。

动物实验

实验方法：术前八小时备肝素血约3000毫升，每

实验结果：36次动物实验，根据各阶段总结逐步改进，分成四组。（如表一）

組 別	實驗狗數	术中及术后 12小時內死亡	長 期 生 存 (生存96小時以上)
一	9	3	1
二	17	14	3
三	3	3	0
四	7	0	7

血液經人工心肺機轉流半小時之後，取血樣作各種化驗檢查，平均血漿紅蛋白含量為24.9毫克%，無溶血現象，說明紅血球破壞很少。平均血氧飽和度為94.6%，氧合達到臨床應用要求，血液酸度及其他血化學檢查，术前与术后均无显著改变。（如表三）

檢 驗 項 目	血 氧 飽 和 度 (%)						血 酸 度 值						二 氧 化 碳 結 合 力 (毫 升 %)			非 蛋 白 質 (毫 克 %)			鉀 (毫 克 %)			
	木 靜 脈 血	木 上 腔 血	木 下 腔 血	木 靜 脈 后 血	木 動 脈 前 血	木 動 脈 后 血	木 靜 脈 前 血	木 上 腔 血	木 下 腔 血	木 靜 脈 后 血	木 動 脈 前 血	木 上 腔 血	木 下 腔 血	木 靜 脈 后 血	木 靜 脈 前 血	木 上 腔 血	木 下 腔 血	木 靜 脈 后 血	木 靜 脈 前 血	木 上 腔 血	木 下 腔 血	木 靜 脈 后 血
時 間																						
死亡 組生 存組	平均 值	63	59	40	31	94	91	7.44	7.43	7.47	41	35	33	34	30	30	31.7	26	18.1	20	20	21
	平均 值	64	57.1	44	29	93	94	7.57	7.48	7.49	35	34	34	37	32	34	33	22	18.3	23.6	19	1

鉀(毫克當量/立升)				氯(毫克當量/立升)				血紅蛋白				白血球				紅血球				血小板			
木靜脈前血	木上腔中血	木下腔中血	木靜脈后血	木靜脈前血	木上腔中血	木下腔中血	木靜脈后血	木靜脈前血	木上腔中血	木下腔中血	木靜脈后血	木靜脈前血	木上腔中血	木下腔中血	木靜脈后血	木靜脈前血	木上腔中血	木下腔中血	木靜脈后血	木靜脈前血	木上腔中血	木下腔中血	木靜脈后血
158	160	155	147	116	122	119	113	12	10.9	10.7	11.4	12770	8000	7500	9870	503	500	474	409	17.5	17	18.4	13.1
144	155	158	167	118	125	126	128	128	10.9	11.6	13.8	10504	8000	6415	10190	446	425	424	490	17.7	18.4	15	13

参考文献

3. 叶謙秀等：各种人工心脏器械的介紹。中华外科杂志 6 (6)：619, 1953。