

0109394

人 工 腎

馬騰驤 編著

人民卫生出版社

內 容 提 要

人工腎的臨床應用，是醫學科學上的巨大成就，我國近幾年來，在這方面亦有長足的發展，今後將逐漸普遍。

本書共分五章。第一章概括地介紹了人工腎開展的意義及發展歷史。第二章講述了人工腎的構造，使讀者了解人工腎的構造原理，並供開展工作時試制之參考。第三章闡明了人工腎的作用及其機制。第四、五章是臨床經驗介紹，介紹了人工腎在設備、使用上的一些具體問題，以及著者在實踐工作中的經驗及體會。

本書理論與實踐相結合，對人工腎作了較為全面的介紹，可供臨床工作者開展此項工作時之參考。

人 工 腎

開本：787×1092/32 印張：6 字數：135千字

馬 騰 驤 編·著

人 民 衛 生 出 版 社 出 版

(北京書刊出版業營業許可證出字第〇四六號)

·北京崇文區錢子胡同三十六號·

人 民 衛 生 出 版 社 印 刷 廠 印 刷

新華書店北京發行所發行·各地新華書店經售

統一書號：14048·2654

1962年3月第1版—第1次印刷

定 價：0.85元

印數：1—3,000

序 言

我国人工肾的制作及治疗工作，早在 1957 年即已在个别的医疗中心开展起来。1958 年—1959 年之后，更以較大的規模在全国各大城市的医疗中心开展起来。在很短的时间內，不但解决了自制过程中的一些技术問題，并且在上海、天津、北京等地已正式将人工肾的制作投入生产，給今后全国全面开展这项工作创造了有利的条件。目前国内有关这方面的参考資料尚不多，同时全国各大医疗中心使用人工肾已积累了一定經驗，有待于很好的交流，因此著者們在人民卫生出版社的建議和协助下，开始編著本书，以期提供一些临床上开展工作的参考資料，广泛交流經驗，提高治疗水平。

‘人工肾’一书的編写，是著者們的初步嘗試。著者們的經驗既少，国内外又缺乏此类专著的借鉴。所以本书不論在理論上、編排上、实际經驗介紹上，皆可能存在不当之处。希望讀者們多多提出意見，以便在再版时更正。

另外，尚有几点須加說明：

一、本书第四章的內容即本书的主要內容，多是根据我們自己的經驗編写的，所以多着重在管状人工肾一些內容的介紹，而对片状人工肾則介紹較少。

二、本书尽量介紹了国内开展人工肾的情况及經驗。但是由于著者的接触面較小，所以多着重于北京、天津等地区的一些經驗，而全国其他地区的情况則介紹得少些。

三、本书的插图皆系季子平同志繪制，一部分根据实物，一部分采自其他著者材料，特在这里声明，书中就不一一注明出处了。

四、书末所附参考文献，仅是著者們參閱文献中的一部分，是較为重要的部分，可供讀者查閱、参考。

五、本书承河东医院崔乃杰、錢紹成二医师惠賜部分稿件，并承我科罗文权医师百忙中抽暇修稿及抄写，特此致謝。

著者識 1961 年 6 月

目 录

序言

第一章 緒論	1
第二章 人工腎的構造	6
第一节 人工腎的种类	7
第二节 人工腎的几个重要組成部分	12
第三节 常用的几种人工腎的类型及性能	26
第四节 目前我国常用的几种人工腎的类型及性能	35
第五节 对比較合理的人工腎的要求	48
第三章 人工腎的作用	52
第一节 概說	52
第二节 动力系統的作用	53
第三节 透析系統的作用	56
第四节 透析作用	64
第五节 加溫系統与管道系統的作用	71
第四章 人工腎的临床应用	72
第一节 对急性腎机能不全应有的認識	72
第二节 人工腎透析治疗的适应証及禁忌証	88
第三节 有关人工腎設置的一些問題	109
第四节 人工腎的消毒問題	117
第五节 人工腎透析过程中的具体操作	121
第六节 透析过程中的病理生理改变	140
第七节 人工腎透析过程中的意外及其預防	148
第八节 人工腎透析的并发症及透析后护理	154
第五章 經驗总结	
第一节 病例报告	
第二节 临床实践的几点材料	

第一章 緒 論

人工腎又名体外透析術，是近十年來醫學科學上最新的成就及臨床上有有效療法之一。應用人工腎以來，不但改變了急性腎機能不全的治療面貌，同時也給以往認為治療把握不大的許多疾病，帶來了很大的效果。目前可以說是人工腎迅速發展的階段。但是它並不是盡善盡美的，尚有很多問題須待進一步改進和研究。因此它有廣闊的發展前途。

一、人工腎的發展歷史和在世界各地開展的情況 人工腎的發展過程有過很多曲折。這裡僅作簡單的介紹，以使讀者對人工腎有個完整的概念。

早在1913年，Abel 等人就試制成功了人工腎，他們用膠體膜(Colloid)作成管柱狀的透析裝置，並報告了初步的動物實驗結果。他們所設計的透析裝置可以有效地排出體內殘存的尿素及其化合物。此裝置是血液在透析管柱中流動，而透析液在外邊流動。當時命名為 Abel 氏人工腎。

1915年 Hass 用纖維膜(Cellulose)代替了膠體膜而取得了更大的效果。但耗血量相當多，而透析面積卻小得可憐。

1920年 Van der Heyde 氏利用動物的膀胱膜來進行透析，但是遇到了一定的困難。此後若干年中，有很多人進行了改進及動物試驗，但是成績並不顯著。直到1938年 Thalheimer 氏首次使用賽璐玢(Cellophane)紙作透析膜之後，才給今日人工腎的透析裝置奠定了基礎。

1943年 Kolff 及 Berk 兩氏制成了比較滿意的回旋型人工腎，並應用於臨床；隨後在1946年及1947年作了兩次改

进,于是 Kolff 型人工肾乃定型。

1947 年 Murray 氏及 Alwall 氏等有同样的人工肾制成。1948 年第一台 Skeggs 型人工肾出现。

但是必须指出,在 1950 年以前,人工肾的制作虽已近完善,但临床使用上的效果并不满意。尿毒症病人使用人工肾排出大量的尿素氮及非蛋白氮后,往往症状并不好转,甚至出现很严重的并发症,而致患者死亡。这些并发症中,以肺水肿和惊厥最为严重。显然肺水肿及惊厥的发生,与人工肾的使用有直接关系。彼时所用的透析液多为盐水,很少注意电解质含量的问题。

可以说,人工肾的长足发展是在 1951 年以后。人们逐渐认识到,尿毒症不仅是代谢产物在血内蓄积,而更重要的是引起了严重的电解质紊乱。所以在人工肾透析过程中,仅仅注意到尿素氮、非蛋白氮或其他代谢产物的排出是不够的;同时还需了解,透析液过于单纯,可在原来已有电解质紊乱的基础上造成更严重的紊乱,而致死亡。在透析液的成分上加以改进之后,上述的问题就完全解决了,因而人工肾得到了进一步的发展,成为今日临床上重要疗法之一。

1951 年以后,由于对人工肾的作用及对疾病的病理生理有了更进一步的认识,因而人工肾更向前发展,人们在多方面进行着改进工作。

1951 年出现了改进型的 Skeggs-Leonards 型人工肾。以后, Merrill (1952)、Richer 及 Hamburger (1956) 制成了效能良好的人工肾。此时人们也积累了很多临床经验,人工肾临床资料愈为丰富。

近年来,人们针对人工肾的缺点(特别是耗血量大,透析面小)加以改进,也取得了一定的效果。蠕管型人工肾的出现

即其一例。目前这项工作仍在进行,近一、二年文献中介绍了几种改良型人工肾,但是均在試驗阶段,尚不能定型或作出結論,故此处不作介紹。

在资本主义国家里,人工肾有了較大的发展。在美洲和欧洲的大医疗中心,已广泛的开展了人工肾的治疗工作。对人工肾的基本概念有了一定的認識,在实际工作中积累了較多的經驗,在器械的改进方面也作了一些工作,但是仍旧存在着許多缺点(将于第二章中討論)。

日本有关人工肾大量文献报导,仅在1956年以后才出現。可見人工肾发展的時間是不长的。尽管出現了各种改进的人工肾类型(亦均不理想),并且作出較多的实验性研究,如D-L型人工肾,交叉透析,电透析等,临床上也积累了一些治疗的經驗,但仍未达到尽美尽善的地步。

社会主义国家里,人工肾已取得了很大的发展。苏联关于人工肾报导的文献多見于1955—1956年,临床上已积累了比較丰富的經驗,并有其自己設計的,性能良好的人工肾。目前在較大的医疗中心,人工肾已是較为普遍采用的医疗方法。在其他社会主义国家里,人工肾也在普遍地使用着。

我国人工肾的发展是迅速的。1957年夏其昌氏首先报导了人工肾試制成功的經驗,它揭开了我国人工肾发展的序幕。經过不断的改进,現在上海公費医疗医院設計的人工肾已比較完善,并正式投入生产。繼上海之后,人工肾的开展犹如雨后春笋,蓬勃发展起来。

1958年天津河东医院制成了我国第一台管状人工肾,并与某造纸厂合作,解决了透析管制造問題。目前生产质量較好的透析管的地区已不仅限于天津了。天津河东医院制成的人工肾,应用于临床多次,效果頗滿意。1960年又經过了較多

的改进,其效能及設計亦日臻完善,目前已正式投入生产。

在1959年不平凡的年月里,全国各地較大城市的医疗中心,均先后試制人工腎成功,用于临床,取得一定疗效,并作了很多的改进、研究工作。这就給我国广泛开展人工腎工作奠定了有利的基础。

目前人工腎的治疗中心,已不限于几大城市(各大城市的人工腎医疗中心已增至4—5处以上),而已普及到中等城市。上海不仅将人工腎正式投入生产,并开办了专职人員訓練班。

目前虽然我們积累的病例尚不多,自制人工腎的效能也尚不够理想,但不久的将来,在党的正确领导下,在全国大协作的情况下,人工腎的开展亦将与其他工作一样,大放异彩。

二、人工腎开展的意义 十年来,由于人工腎的不断改进,临床工作者对其效能、作用及其所引起的并发病的認識已逐漸丰富。因而人工腎的临床使用已得到很大的开展,由原来仅为治疗尿毒症而設計的人工腎,发展为很多疾患的有效疗法。随着临床經驗的逐步积累,人工腎的作用将得到更大的發揮。

任何原因所引起的急性腎机能不全的第二期,是一个极为棘手的时期。由于人工腎的出現,已解决了一部分以往很难解决的問題。因此,急性腎机能不全的死亡率已大大降低(据Hamburger报告,由75%降低到7%),急性腎机能不全的治疗面貌得以改观。同样的,过去認為毫无办法的急性肝功能不全、某些葯物的大剂量中毒等,也因而获得了滿意的治疗效果。在某种情况下,人工腎还往往能够改变某些疾病的基本状态,給其他治疗(服葯、手术等)創造良好条件。因此应当認為,它是近十年来医学科学上的重要成就之一。

目前人工腎還存在著一定的缺點，經過改善後，其效能將獲得更大的發揮。

人工腎不但在治療工作中起着莫大的作用，而且通過治療使我們對水鹽代謝及疾病的性質等問題，也都有了進一步的認識。

三、對今後我國開展人工腎的幾點意見 人工腎研究工作的開展在國內雖然已有了一定的成績，但是距離要求相差尚遠，還遠不能滿足客觀需要。在今後的實踐中，需要作的工作很多。著者僅就粗淺的認識，提出幾點意見：

（一）大搞協作，廣泛地交流經驗。目前經驗交流的不够，互相了解不多，各大城市醫療中心彼此之間的協作不够，而且大城市與中等城市或基層醫療單位的協作也不够好，所以不能很快的全面普及，全面提高。今後應當加強協作，交流經驗，有良好基礎的醫療單位，不但要彼此協作，互相提高，並且有責任與基層單位（縣醫院等）協作，以爭取全面普及，全面提高。

（二）與工廠掛鉤，提高設計及製作的質量，使自制的優良人工腎能夠大量投入生產。目前我國已有許多類型的人工腎出現，但多屬手工業操作自制者，所以不能大量生產以滿足要求。如能與工廠掛鉤，工藝水平將大大提高，即可製出更滿意、更切合實用的人工腎來。目前上海公費醫療醫院在這一工作上，已為我們作出了榜樣。

（三）多方改進人工腎的設計，為製作更合理的人工腎而努力。目前世界上各國所生產的定型的人工腎，其缺點仍很多。主要是體積大，耗血量多，透析面積小，使用、攜帶均不便。因此，如何進一步改進，使其更為合理，使用更為方便，效能更為提高，應為我們今後努力的方向。

第二章 人工肾的构造

人工肾是将血液引出体外，进行透析，然后再引回体内的一种机器。它可以治疗急性肾机能不全，代替一部分的肾脏机能，但并不能完全代替肾脏，故称为人工肾。其实此名称并不恰当，如称之为体外血液透析器更较合理。但因沿用日久，且通俗易懂，故目前仍用此名称。

人工肾的构造并不复杂。即用导管将血液引出体外，经过一个特殊装置的透析系统，进行透析，然后再用导管引入体内，其动力则依靠特制的唧筒来完成(图1)。

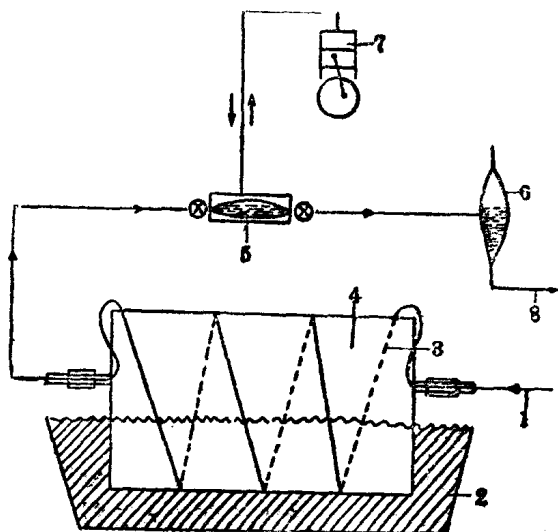


图1 人工肾构造示意图

1. 血管插管; 2. 透析液; 3. 透析管; 4. 透析架(缠绕透析管的支架); 5. 唧筒; 6. 贮血瓶; 7. 唧筒的动力; 8. 回体的血管插管。

人工腎的構造雖然如此簡單，但因涉及的問題比較廣泛，所以設計和製造上，却也相當複雜。目前临床上已有很多類型的人工腎，其原理相同，但其各部的構造、性質、性能（作用效能）等皆有出入。這些類型各有其優缺點。

第一節 人工腎的種類

到目前為止，临床上所應用的人工腎，已不下數十種之多（詳見第三節），但根據其原理和沿用日久的習慣，則不外乎下述五大類。

一、管狀人工腎 人工腎最重要的組成部分——透析系統，是用賽璐玢紙管作成的。血液通過紙管，與浸泡在紙管外面的透析液，進行透析交換，血液流動而透析液恒定（一定時間交換一次）。這是目前临床上常用而效果較好的一種人工腎。按照透析管的粗細、長短及性質之不同，临床上又分有多種類型之人工腎，但其原理仍相同。

管狀人工腎的最大優點是連接簡單，不易發生血與透析液相混之意外，即或發生，也因管內壓力較高，血液多流向透析液，並且容易被發現，因而也易於糾正。

其次是血液流動暢通無阻，不發生渦流。同時血液與透析液接觸完善，沒有所謂的死角。另外，透析面積大，透析效果好，也是它的優點。

當然，管狀人工腎也有其一定的缺點。主要的是，如欲保證足夠的透析面積，則透析管須在50—100米以上（決定於透析管之規格及性質），如此人工腎整個體積也就較大，移動頗不方便。

二、片狀人工腎 是另外一種類型的人工腎，其透析系統是用片狀賽璐玢紙片作成的。在很多按一定規律排列的透

析片两侧，血液和透析液分别的流动着，通过透析片而行透析交换。片状人工肾因其体积小，透析面积大，易于搬动，故为临床上较常使用者，但不如管状人工肾普遍。它的主要缺点如下：

(一) 连接及安装均较困难，且常易发生漏血现象（即血液与透析液相混），同时片与片之间的距离较小，血与透析液相混时不易发现，如较多的透析液进入血循环，易引起严重的并发症。

(二) 血液流动不够通畅，片与片之间有一定角度（亦即有一定的死角），故易发生涡流从而血与透析液之接触不够完全。

(三) 血容量的稳定性较差，有时在加压后其血容量可增加数倍。

片状人工肾虽有缺点，但因具有独特之优点（体积小、容易移动和运搬），故在临床上仍占有一定地位。

三、离体器官人工肾 是一种特异型的人工肾脏。它是利用狗肺作透析系统而进行透析治疗

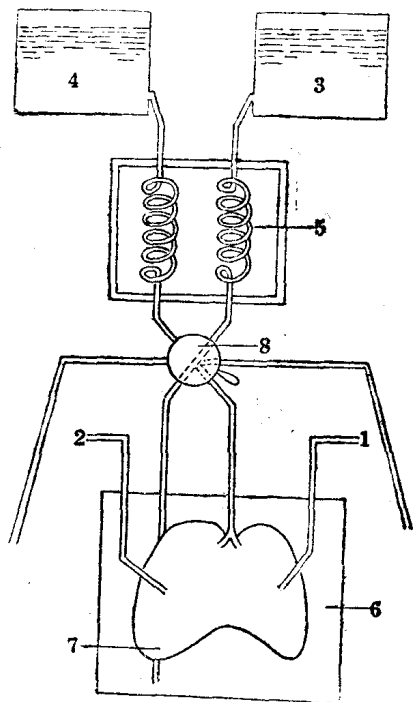


图2之1 D-L型人工肾I型

1. 动脉出血； 2. 静脉还流； 3. 外压液体；
4. 透析液； 5. 恒温槽； 6. 透析装置； 7. 狗肺； 8. 可转动的开关。

的，故又称 D-L 型人工肾(D-L=dog's lung)，是日本稻生政綱設計的。其原理即取新鮮狗肺（在未切除狗肺之前先行肝素化），仔細清洗后，放入压力調節槽內，其肺动脉連接患者动脉，而肺靜脉連接患者靜脉上，如此进行循环，由气管通入透析液，經肺泡壁进行透析。但因仅靠透析液灌注，不能使肺收縮完全，故須在肺外部用液体加压，以助收縮。

此种人工肾裝置(图 2)尚属簡單，价格低廉，耗血量亦少(100 毫升左右)，透析面积大，为 200,000 平方厘米（一般人工肾最大为 24,000 平方厘米），透析能力亦高。但最大的缺点是生体免疫問題（即血液流經异种器官后，易引起生物反应），故死亡率高，未被临床广泛使用。

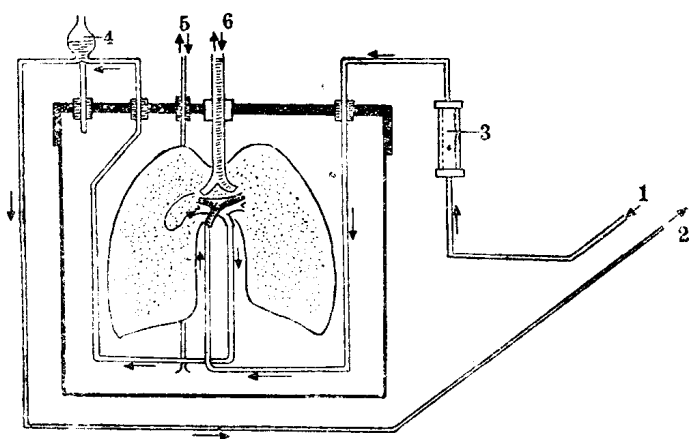


图 2 之 2 D-L 型人工肾 I 型

1. 动脉出血；2. 静脉还流；3. 流量表；4. 排气装置；
5. 外压液体；6. 透析液。

四、离子交换树脂型人工肾 血液通过一定的离子交换树脂柱，然后还流。通过离子交换树脂柱时，可因离子交换树

脂(目前离子交换树脂的种类极多)之特异性質, 将血中增高的离子交换排除, 因而达到治疗的目的。这种特殊設計的人工肾脏, 在 1949 年即由 Muirhead 及 Reid 設計成功, 到 1951 年又有人提出了临床报告, 但因有一定缺点而未被广泛采用。其缺点如下:

(一) 掌握交换离子之量比較困难: 一般來說, 一种离子交换树脂, 至少交换数种以上离子, 所以选择性不强 (沒有仅交换需要交换的一种离子的交换剂), 不容易掌握血液电解质平衡。

(二) 缺乏对尿素、非蛋白氮等血液化学的最有效的离子交换剂, 故效果并不理想(对血鉍則有有效的离子交换剂, 故可用于治疗肝昏迷)。

(三) 易发生血凝事故。

(四) 离子交换树脂之需要量甚大(虽然用过之后仍可还原再用), 故經濟負担过大。

离子交换树脂型人工肾, 因具有上述缺点, 故目前仍在实验室阶段, 有待进一步改进。

五、电离人工肾 是一种体积小、透析效果較高的人工肾。很多学者所設計的电离人工肾各有差异 (Sorrentino 1958, 南武等 1959, 涩澤等 1959), 但其原理皆属一致, 即通过电离作用来提高人工肾的透析效果。

这些电离人工肾中, 以南武等(1959)所設計的慈大式人工肾較佳, 并用于临床。其构成如图 3 所示。在兩張透析紙片(賽璐玢紙)之間流过血液, 通过紙片与兩側流过之透析液接触, 进行透析。在兩側透析液內, 分置 $\oplus$ (正), $\ominus$ (負)电极板, 透析时通过电流 $\rightarrow 4000\text{mA}$, 电压为 20—30V。

此种透析裝置体积甚小, 两边各长 20 厘米, 重 2.2 公斤。

透析面积虽仅为 174 平方厘米,但因通过电离作用,透析效果較佳,每小时可排出非蛋白氮 20 毫克%左右。由于透析液的不斷流动,每小时的消耗量为 4 升。由于体积小,所以耗血量就少,仅为 200 毫升。

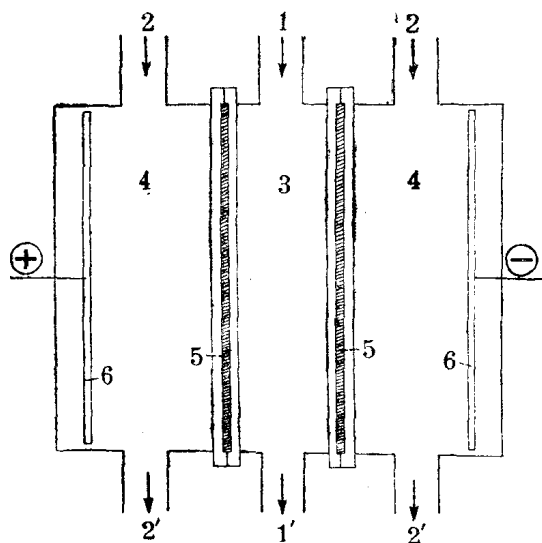


图 3 电离人工肾

1. 血液入口; 1'. 血液出口; 2. 透析液入口; 2'. 透析液出口; 3. 血液槽; 4. 透析液槽; 5. 透析紙片(賽璐珞紙); 6. 电极板。

綜合以上各点,电离人工肾的特点是: 体积小,透析能力好,体外循环血量(耗血量)及透析液用量小,血流量每分 50 毫升,因之动力小,溶血就少,且减少心脏之負担。

著者对电离人工肾之知識頗少,故无法作出正确之估价。但由上述的各项特点来看,它可能是人工肾小型化的一种途径。

在上列五种人工腎之中，管状人工腎应用者居多。我国目前很多大城市医疗中心所制造的人工腎，多为管状者。我国已能生产管状透析管（賽璐玢紙管），故更有利于临床应用。

片状人工腎，体积較小，携带方便，仍有人应用。我国最早自制成功的人工腎（上海公費医疗医院）即为此型，且在上海已正式投入生产。某些城市的医疗中心，亦在自制。如能糾正缺点，則大有可为。近聞上海公費医疗医院已改造成功，用于临床，效果尚佳，实一喜事。

D-L型人工腎尚在試驗阶段，如能解决生体免疫学問題，亦大有可为。

离子交換树脂人工腎^①，将随着工业建設的发展而获得进一步改进（制成选择性高的离子交換树脂），故有待于今后努力。

第二节 人工腎的几个重要組成部分

人工腎的种类已如前述。不論何种人工腎，均由下列各部件构成（图4），仅其安置的位置及数量有所差异而已。

一、动力系统 包括人工腎透析过程中血液流动的动力及其附件。

（一）唧筒（泵）：是推动血液前进的动力，絕大多数的人工腎皆裝有唧筒，仅少数的日本医师所設計的人工腎不用唧筒。

一般的人工腎（动脉-靜脉徑路），均在血液回流側（血还輸体内端）設置唧筒；而特別設計的人工腎（靜脉-靜脉徑

^① 著者没有最近的工业生产材料，所以对离子交換树脂发展的情况了解的不多，这里介紹的材料可能与实际情况有所出入。

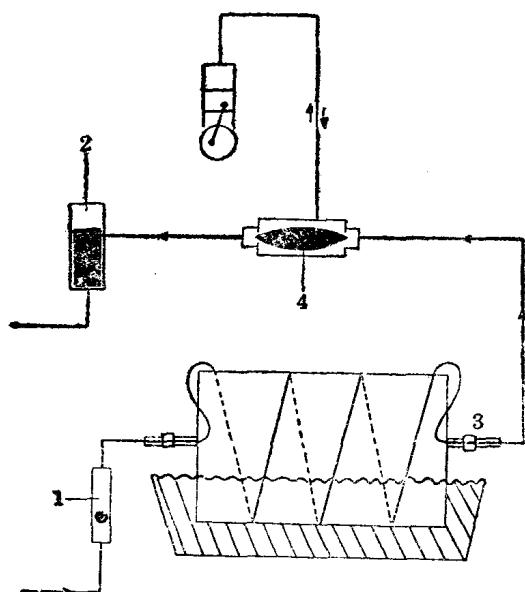


图4 人工肾构造示意图

1. 流量表; 2. 贮血瓶; 3. 旋转关节; 4. 唧筒(泵)。

路), 则在人工肾两侧(引血出体侧和还流侧)各设唧筒一具, 借此增大推动血液流动能力(动力)。

人工肾唧筒的设计要求, 可以不必太大(保证血流速度在 500 毫升/分以下即可), 所以动力不必太强, 但其时间较长, 故在设计上要求更为严格, 以免血球破坏过多。一般要求, 血液在 8 小时的体外循环之后, 血清中血红蛋白含量应低于 200 毫克%。

一般常用的唧筒有下列几种。

1. 色哥瑪(Sigma)式唧筒: 其构造原理为一排等大的金属棒状物, 在机械的控制下作依次、均匀的滚压动作, 滚压一特制的橡皮管, 于是管内产生抽吸的推动作用, 如此由管内