DOI:10.16016/j.1000-5404.1979.02.033

读书札记

人工肾浅说

人工肾这个救治肾功能不全病的医疗仪器，约在本世纪四十年代中期始用于临床。对其原理的研究和仪器造形的改进，可追溯到本世纪初。据说，此装置在一九一三年十一月十日出现于医学史，是由美国 Jchns Hopkin 大学的 Abel 氏完成的（把病人的血抽出，在半透膜中透析后，再输回体内），但至今尚不够完善，仍处于边使用边研究改进中。自人工肾应用于临床以来，确实救活了许多濒于肾病末期的病人。荷兰 Koeff氏设计了简型人工肾于一九四五年九月十一日对一个由胆囊炎引起的急性肾功能不全的六十七岁女病人用人工肾进行透析，改善了尿毒症，挽救了患者生命，奠定了真正人工肾的基础。人工肾亦可应用于战时救活伤员的肾病。一九五〇年美帝侵朝战争，用于挽救由战伤所致的急性肾功能不全，据统计与第二次世界大战相比，肾功不全的死亡率由92%降至50%以下。由于人工肾装置的不断改进，对慢性肾功不全症的疗效也很显著。

我国于五十年代初已有研究，自六十年代以来，全国各大医院都在应用，疗效较好。

此外腹膜透析法与人工肾几乎是同时进行研究的，这里就不作介绍了。

一、人工肾的原理：

肾脏一般都知道它是由 100 万—150 万个肾小球与其下端相连的肾小管组成的肾单位。它的功能除了生成尿、排尿、过滤、重吸收的主要作用以外，还有与肾小球并行着的近球体中的近球细胞分泌肾素（肾素为致密斑的细胞所分泌之说已为近年的研究所否定）来调解血压。肾脏还有与成熟红细胞有关的 Erythropaiein 因子，可以促进血红细胞的生长，而醛固酮及其他盐皮质激素可调节肾小管对电解质的重吸收，使体液中各种电解质保持平衡，维持生命活动。而人工肾仅是借助半透膜的透析和弥散作用，使血液中某些废物及水和电解质能排出体外，不致使过多的废物蓄积体内形成致命的尿中毒而已。名之谓人工肾 (artificial kidney) 实际上不过是一种血液透析器 (dialyser) 而已。根本不能代替整个肾的功能。

透析作用是溶解中的电解质及小分子物质可穿过半透膜，如将氯化钠溶液和氯化钾溶液置于半透膜之间，Na^+ 就通过半透膜渗向氯化钾一边，而 K^+ 同样向氯化钠溶液方向移动，直到两种溶液达到同等的浓度为止。人工纤维有一种叫 Cellophone (赛璐璐膜)，有微细小孔平均只有30 Å（1 Å = 10^{-7}mm)。这些小孔只有电解质、小分子化合物，如尿素、肌酐等代谢产物，才可以透过，象蛋白质，蔗糖，红、白血细胞，大分子化合物和生物根本不能通过。如近年来制成的醋酸赛璐璐 (Cellulose，一种植物纤维素)，它的细孔更小，只能通过分子量更小的物质，一般选用30 Å的半透膜为宜。

二、透析液的组成：

人体血液进入 cellulose 之间隔着人工调配成的透析液。血液中的废物或过量的水和电解质经过 Cellulose 透析到透析液内。因此透析液的组成是非常重要的。透析液组成的原则是：

(1) 不含有要从体内排出的任何物质；

(2) 为此，凡血液中含有不应排出的物质，而半透膜又可以通过应使透析液内必需含有等量的同样物质，以保持血液中某物质

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的平衡；

(3) 透析液的渗透压应与血液的渗透压相同，或略高。

(4) 透析液的 pH 可略高于血液；

(5) 因此透析液制配需严格按照化学浓度准确制备。一般使用的单位是 mg/dL、mEq/L、mosm/L等。(mosm即表示渗透压单位，如一立升中含一 mmol 的溶液即定为一mosm/L。例如，Na是一价原子23mg，K 是39mg，溶于 1 立升中，各为1mEq/L，亦即表示各为1mosm/L。

(6) 至于渗透压的计算法，因为血清中阳离子大部分是钠离子，其他与Na^+相适应的一价阴离子含量也都大体相同。血清的渗透压一般是285～295 mosm/L，这相当于血清中 Na 的渗透压的 2 倍。其余如血清中的葡萄糖与其他离子合计约为 6 mosm/L。因此，习用的计算法是透渗液含 Na离子量乘 2 加6就相当于一般血清的285—295mosm/L。

(7)一般常用的透析液主要成分如下表：

原液（即浓缩液）	NaCl (w/v%)	20.253
	KCl 〃	0.522
	$CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 〃	0.642
	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 〃	0.542
	$CH_3COOH \cdot 3H_2O$ 〃	15.718
	Glucose	7.000
应用液（稀释液）	Na^+ (mEq/L)	132
	K^+ 〃	2
	Ca^{++} 〃	2.5
	Mg^{++} 〃	1.5
	Cl^- 〃	105
	Acetate 〃	33
	Glucose (%)	0.2
	渗透压 (mosm/L)	285.1

三、透析液各成分的意义

钠是存在于细胞外液的，为维持渗透压的重要离子。肾功能不全时，排泄阻碍，长期存于体内，可导至细胞外液增加，导至死亡。过去透析液曾用 Na 值为 140mEq/L，往往引起高血压、脑出血。最近多采用 Na 值为 130mEq/L。这是慢性肾功不全症长期进行透析有效成分之一。

钾值上升常能导致心的传导系统紊乱而死亡。透析可除去血清中的钾离子。如果病人血清中钾离子属于正常范围 (3.5～5.0 mEq/L)，一般透析液钾可以低于正常，甚至可不加钾离子。

钙离子在体内多与蛋白质结合存在。正常人在 5 mEq/L 上下，尿毒症时可透析 50%，即3mEq/L，因此透析液中有2.5mEq/L即可。

氯离子在人体内多由NaCl,KCl,$CaCl_2$, $MgCl_2$ 等盐类生成，其不足或过剩影响不大。

镁在人体内也多与蛋白结合存在。一般与骨代谢、神经、肌肉的功能有关。又与细胞内代谢的蛋白酶类关系密切。透析液内一般为1.5mEq/L。镁与钙类似。溶液的用水，一般不可用硬水。

重碳酸盐、醋酸盐有调节pH的作用，尿中毒多于酸中毒。$NaHCO_3$与$CaCl_2$，$MgCl_2$发生反应，往往可使 Mg 或 Ca 发生沉淀作用。醋酸盐类在纠正酸中毒的效果虽然不如$NaHCO_3$。但它可在肝内代谢生成HCO_3^-，较$NaHCO_3$作用安全。

用葡萄糖可以调节渗透压。加入葡萄糖 200～400 mg/dL，可使透析液的渗透压上升11—22mosm/L。但葡萄糖浓度不可过高，避免血糖值的上升。

透析前后血液生化学的变动是必须时时注意的。一般生化检查项目为钾、钠、钙、氮化物、Co_2结合力以及尿素氮、Creatinine (肌酸肝)、尿酸等。又如 GOT、GPT、盐性磷酸酶、LDH 等酶类必须检查。其次，血糖值也应检查。

以上氮化物、电解质的测定是关键性的，这些物质下降与否，决定人工肾的治疗效果。此外，形成尿毒症的原因物质中除了

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

尿素增加外，还有一种蛋白代谢产物，叫胍(Guanidine)。正常人血清中的胍基琥珀酸(Guanidinosuccinic acid)在0.15mg/dL以下。而尿毒症病者平均为2.75mg/dL，是值得注意的。

四、现行的人工肾装置

(1) 供应透析液的装置

a、将体内的血液导出体外的导管

b、透析膜及其支架

c、透析完毕后的血液回流入体内的导管。

以平板型为例其主要成分是一套可容50～100立升液体的透析槽。装备有：使血液灌入管状透析膜内的血流泵；使透析液喷出的循环泵；废液排出泵。

近来，人工肾改进为小型，可以随身携带。其透析槽可容8～10立升，透析液另有容器，不断地流入槽内，进行反复再循环。

还有中空纤维型，即以直径为200μ的细醋酸赛璐璐做成的中空管纤维约一万多支，束成一团，装进一长管形容器内。

(2) 监护装置：主要由透析液浓度计、透析液流量计、温度计、负压计、漏血计和血液计组成。有单人用和多人用的监护装置。

最近，人工肾除更小型化以外，还改进了透析膜，即经过特殊处理的醋酸赛璐璐(Polyvinyl copolymer)和Collagen。特别是以“AmiconXM—50”膜做成的空心纤维型的人工肾较为流行。可以除掉较大的分子量物质云。

(3) 长期使用的透析装置要进行消毒。有的人工肾每支用一次即抛置不用。

五、人工肾与肾移植

这两种手段特别是对慢性肾功能不全症，二者是相辅相成的。但肾移植较人工肾复杂，困难也多，诸如选择供者，生体肾与死体肾的效果亦不同，而血型、血缘关系等对疗效也有影响。加以异体排斥的免疫原理尚不十分了解，移植后经常服用免疫抑制药物，对其他脏器也有不良的付作用。

1973年据Lowrie等人的报告，由有血缘（父母子女）供肾者生存率在一年以内的为84.2～39.5%，用死者供肾生存率一年内约为68.7%，用人工肾约为88.5—92.9%。

六、血液透析适应简介

急性肾功不全特别是急性肾小管坏死，在无尿期时进行血液透析为好。血清生化检查指标：氮化物为100mg/dL以上，血清Creatinine值10mg/dL以上，此外高钾血症、水中毒、酸中毒、心功能不全等等，在保守疗法无效时，可用血液透析法。

慢性肾功不全，凡精神意识较清醒、年龄在65岁以下者效果都较好。生化指标大体同上。

（迟复元记，郭乃勉校）

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net