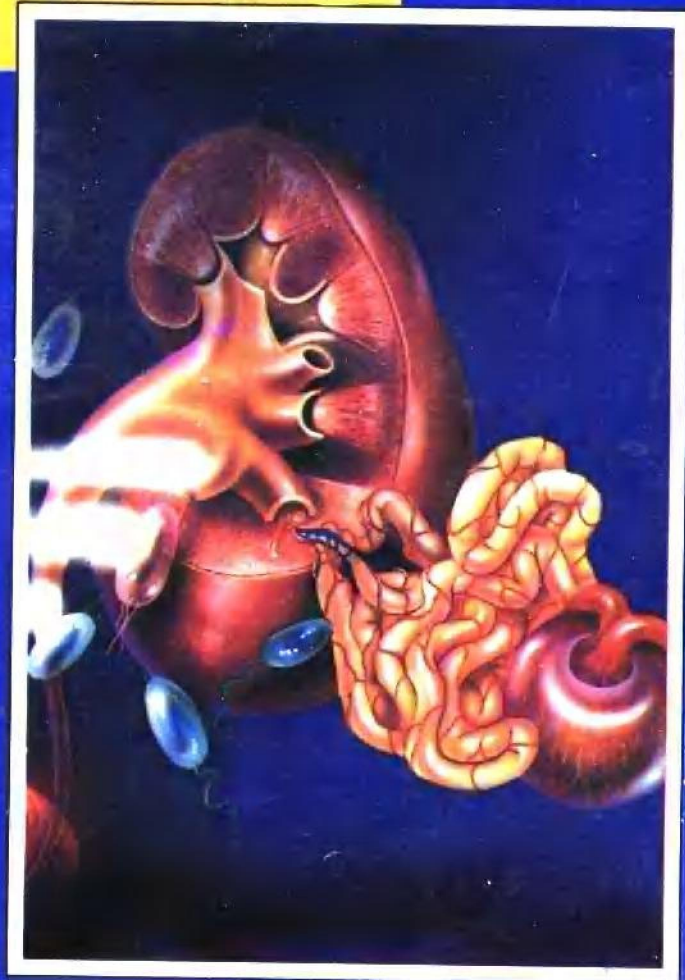


现代透析疗法

XIANDAI
TOUXI
LIAOFA

主编 刘伏友 彭佑铭 季龙振



湖南科学技术出版社

505

现代透析疗法

主编：刘伏友 彭佑铭 季龙振 主审：罗季安 湖南科学技术出版社

湘新登字 004 号

现代透析疗法

刘伏友 彭佑铭 季龙振主编

责任编辑：汪华

*

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路 3 号)

湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷三厂印刷

*

1993 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：9.25 字数：241,000

印数：1-1,600

ISBN7-5357-1111-1

R·237 定价：6.30 元

地科 113-076

前 言

肾脏病学是一门发展很快的新学科，其中急、慢性肾功能衰竭的治疗是肾脏病学科中十分活跃的一个分支。近二十多年来，随着对急、慢性肾功能衰竭的发病机理、病理生理的深入研究，急、慢性肾功能衰竭的治疗方法已有根本性的改进和提高。如肾功能衰竭非透析治疗中的低蛋白饮食疗法、必需氨基酸和酮酸疗法等，大大地延缓了疾病的发展进程。血液透析技术的不断改进，持续非卧床腹膜透析和血液滤过的应用，延长了慢性肾功能衰竭病人的生命。血浆置换、血液灌流不但用于肾脏病领域，而且也为抢救中毒和治疗一些难治性免疫性疾病提供了有效的治疗手段。

据有关资料统计，全国已有近二百所医院建立了透析治疗机构，专业医务人员近千人，腹膜透析开展更为广泛，已发展到基层医疗单位，甚至普及到病人家庭。因我国人口众多，单从慢性肾功能衰竭估计，全国需要透析治疗者达十万人以上，而现在维持透析治疗者不足二千人，说明透析疗法虽已开展，但远不能满足病人的需要。随着我国科学技术的进步，预计今后几年，透析疗法将在市、县级医院逐渐普及，专业队伍将日益壮大。为适应这一形势，进一步促进透析疗法的发展和推广，我们根据多年的临床实践和体会，参阅了近年来国内外有关文献和资料编写了此书，其目的主要是为内科、肾科医师及基层医务工作者提供肾功能衰竭的现代治疗方法，同时也使病人对这些新方法有所了解。由于我们水平有限，书中若有缺点和错误，敬请读者批评指正。

本书编写过程中，得到了湖南医科大学附二院的支持和鼓励，在此敬致谢忱。

刘伏友

1993年1月10日

目 录

第一章 透析疗法简史	(1)
第二章 肾脏、腹膜的解剖生理基础	(4)
第一节 肾脏的解剖与生理	(4)
第二节 腹膜的解剖与生理	(10)
第三章 急性肾功能衰竭概述	(13)
第一节 病因	(13)
第二节 发病原理	(14)
第三节 临床表现	(15)
第四节 诊断与鉴别诊断	(17)
第五节 治疗要点	(19)
第六节 预后	(21)
第四章 慢性肾功能衰竭概述	(23)
第一节 病因	(23)
第二节 发病原理	(24)
第三节 临床表现	(27)
第四节 诊断与鉴别诊断	(33)
第五节 治疗要点	(34)
第六节 预后	(37)
第五章 血液透析	(39)
第一节 血液透析原理	(39)
第二节 血液透析装置	(42)
第三节 透析液及透析用水的处理	(56)
第四节 血液通路	(70)

第五节	血液透析的抗凝方法	(82)
第六节	血液透析病人的适应症和禁忌症	(87)
第七节	血液透析的操作方法	(91)
第八节	维持性血液透析治疗方案及疗效评价	(108)
第九节	血液透析的并发症	(115)
第十节	血液透析新技术	(130)
第六章	血液滤过	(142)
第一节	血液滤过原理	(142)
第二节	血液滤过装置、操作方法及置换液	(144)
第三节	血液滤过的适应症和禁忌症	(150)
第四节	血液滤过的并发症及处理	(150)
第五节	连续性动静脉血液滤过	(151)
第六节	血液滤过的疗效评价	(155)
第七章	血液灌流	(157)
第一节	血液灌流的原理	(157)
第二节	血液灌流装置	(159)
第三节	血液灌流的适应症和禁忌症	(160)
第四节	血液灌流的方法	(162)
第五节	血液灌流的疗效评价	(164)
第六节	免疫吸附	(165)
第八章	血浆置换	(167)
第一节	血浆置换原理	(167)
第二节	置换液	(171)
第三节	血浆置换的方法	(172)
第四节	血浆置换的适应症和并发症	(173)
第五节	血浆置换疗效评价	(176)
第九章	腹膜透析	(177)
第一节	腹膜透析原理	(177)
第二节	腹膜透析液	(181)
第三节	腹膜透析管及透析管的植入	(185)

第四节	腹膜透析的适应症与禁忌症	(188)
第五节	腹膜透析的方法及操作程序	(191)
第六节	腹膜透析的并发症	(196)
第七节	腹膜炎	(200)
第八节	家庭腹膜透析	(206)
第十章	胃肠道透析	(209)
第一节	口服吸附剂疗法	(210)
第二节	消化道透析疗法	(213)
第三节	中药导泻疗法	(216)
第十一章	几种特殊情况的透析治疗	(218)
第一节	急性中毒的血液净化治疗	(218)
第二节	老年人的透析疗法	(221)
第三节	小儿的透析疗法	(225)
第四节	糖尿病性肾病并肾功能衰竭的治疗	(229)
第十二章	透析病人药物及营养管理	(238)
第一节	透析病人药物管理	(238)
第二节	透析病人营养管理	(244)
第十三章	透析与肾脏移植	(252)
第一节	肾脏移植的免疫学基础	(252)
第二节	受肾者的选择和准备	(258)
第三节	供肾者的选择	(262)
第四节	排异反应的诊断及处理	(263)
第五节	肾移植的并发症	(265)
附录		
一、	血液透析记录表	(269)
二、	腹膜透析记录表	(270)
三、	常用食物成分表	(271)
四、	主要参考文献	(284)

第一章 透析疗法简史

血液透析应用于临床已有近 50 年的历史，目前仍是血液净化疗法中使用最多、最广泛的一种方法，主要用来治疗各种病因引起的急、慢性肾功能衰竭和某些药物、毒物中毒。血液透析随着化学、电子、生物工程等科学技术的发展和医学工作者的努力，实现了血液透析机的自动化、多功能；透析器的小型化、高效能；透析技术日益完善，治疗效果明显提高，成为一种安全、可靠的肾脏功能替代疗法。

在血液透析的基础上，已发展成包括血液滤过、血液灌流、血浆置换、血液透析滤过、血液滤过吸附及腹膜透析等的一门新的血液净化治疗学。治疗范围已扩大到其它领域，为一些难治性疾病提供一条有效的治疗途径。但是血液净化（包括血液透析）仍处于发展阶段，现有的治疗效果尚不令人满意，远没有达到正常肾脏的功能，还有许多问题亟待医务工作者和工程技术人员进一步研究解决。

自 1854 年 Grahan 提出用透析治疗尿毒症的设想以来一百多年间，经几代人的理论研究和临床实践，不仅使透析疗法治疗尿毒症变成现实，而且发展成为一门独特的血液净化治疗学。简略的回顾一下透析疗法的发展史，也可以从中得到一些启迪。

一、血液透析的发展

1913 年 Abel 等根据透析血液清除尿毒症病人血液中的某种毒性物质的设想，用火棉胶透析膜制成管状透析装置（命名为人工肾）用生理盐水作透析液，水蛭素抗凝，动、静脉分别插入管，建立血管通路作血液透析的动物试验，结果表明能清除血液

中的非蛋白氮。。1923 年 Nechels 用牛肠外膜作透析膜，制成 0.4m^2 的透析器，对切除双肾的狗作血液透析，能改善尿毒症症状。由于缺乏良好的透析膜和抗凝剂，这一时期的血液透析只局限在动物试验上。

30 年代，由于化学、制药工业的发展，肝素的提纯和醋酸纤维膜，铜仿膜先后研制成功。1938 年 Thalheim 首先应用醋酸纤维膜制成人工肾，肝素抗凝作动物试验获得成功，这些都为血液透析的临床应用奠定了基础。

1943 年 Kolff 等人用醋酸纤维膜制成转鼓型人工肾、肝素抗凝，对 10 例急性肾功能衰竭病人进行血液透析获得成功。此后，经他多次改进，并设计制造了广泛使用的可弃式蟠管型人工肾，抢救了不少急性肾功能衰竭病人。Kolff 被认为是近代人工肾的创始人。

1957 年 Kill 研制成平板型人工肾，称为 Kill 型或标准平板型人工肾，采用专门的透析液，使血液透析基本定型。以后经不断改进，发展成为小型化的积层平板型透析器。1960 年 Quimton 工程师与 Scribner 用聚氟乙烯硅胶管作动、静脉外瘘，1965 年 Brescia-Cimino 用血管吻合法建立永久性动、静脉内瘘，使长期维持血液透析成为可能。

1966 年以后，Stewas 研制成空心纤维型透析器。Cole, Eschbach 等人进一步完善了血液透析机的监护系统，并使其自动化，血液透析更加安全、可靠。

二、血液滤过的发展

1947 年 Alwall 提出应用超滤理论来清除尿毒症的毒素和多余的水份，并于 1952 年应用于临床，称为单纯超滤。1967 年 Bluemle, Henderson 等人提出，根据超滤原理研究一种高效的滤器，模拟肾小球的滤过功能，用液体置换模拟肾小管的重吸收功能，设计一种新的血液净化技术，称为血液滤过。1973 年 Henderson 应用于临床，它清除中分子物质和水分比血液透析好，对血液动力学的影响也较小。

三、血液灌流的发展

1964 年 Yatzids 等用活性炭作吸附剂，直接做血液灌流的动物试验。因活性炭使血浆蛋白变性，血液有形成分遭破坏，炭粒脱落引起血栓等严重并发症不能应用于临床。

1970 年 TMS Chang 用微囊技术，将椰壳炭用硝化纤维素—白蛋白双重包裹进行血液灌流，并应用于临床获得成功。以后对吸附剂进行了广泛研究，日本小高通夫研制球状石油炭粒。目前，国内外已研制成多种规格高分子合成树脂，对血液灌流机进行改进使血液灌流得以推广。

四、腹膜透析的发展

1923 年 Ganter 首先应用腹膜透析治疗尿毒症，因感染率高，易发生腹膜炎和肠粘连而基本废用。五十年代以后，由于消毒技术的进步，抗生素的广泛使用，插管技术的改进，感染危险性大为减少，腹膜透析又被重视，多用来治疗急性肾功能衰竭和中毒。

1964 年 Palmer 首先应用腹壁插管法建立持久性的腹膜透析通路。1968 年 Tenckhoff 研制成 Tenckhoff 氏透析管并改进插管方法。Seattle 等设计了一个自动化腹膜透析机，从而使腹膜炎的发生率明显下降，为长期进行间歇性腹膜透析(IPD)创造了条件。1977 年 Popricn 提出持续性不卧床腹膜透析(CAPD)的新方法，使长期维持续性腹膜透析更为合理。

季龙振

第二章 肾脏、腹膜的解剖生理基础

第一节 肾脏的解剖与生理

一、肾脏的解剖

(一) 肾脏的大体观

肾脏呈扁豆形，左右各一，位于腹膜后脊柱两侧浅窝中。左肾较长而窄，肾门对第一腰椎；右肾较宽而短，肾门对第二腰椎。我国人的肾脏一般长 9~11cm，宽 5~6cm，厚 3~4cm，重 120~150 克。左肾略重于右肾，男性肾略大于女性肾。

肾额切面观（图 2—1）可分为肾实质和窦两大部分。肾实质又可分为皮质和髓质两部分。皮质位于肾实质表层，厚约为 1cm，呈红褐小粒状，主要结构为肾小体和肾小管弯曲部；髓质位于肾实质内层，占肾实质的 $2/3$ ，由 10—20 个肾锥体组成，主要结构为肾小管直部，细段所形成的髓袢及集合管，乳突管，呈放射状平状排列，此外，尚有丰富的血管、淋巴管及充填其间的疏松结缔、脂肪组织。

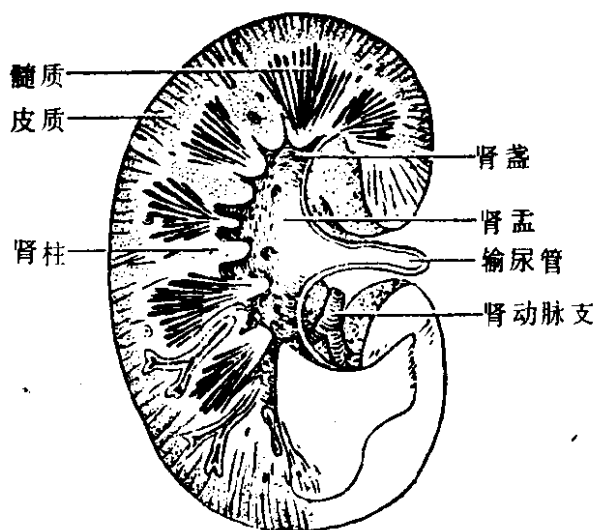


图 2—1 肾脏的额切面

(二) 肾单位

肾单位是肾脏的基本单位，它与集合管共同完成泌尿功能。

人的每个肾脏有 100 万个以上的肾单位。肾单位由肾小管和肾小体组成（图 2—2）。

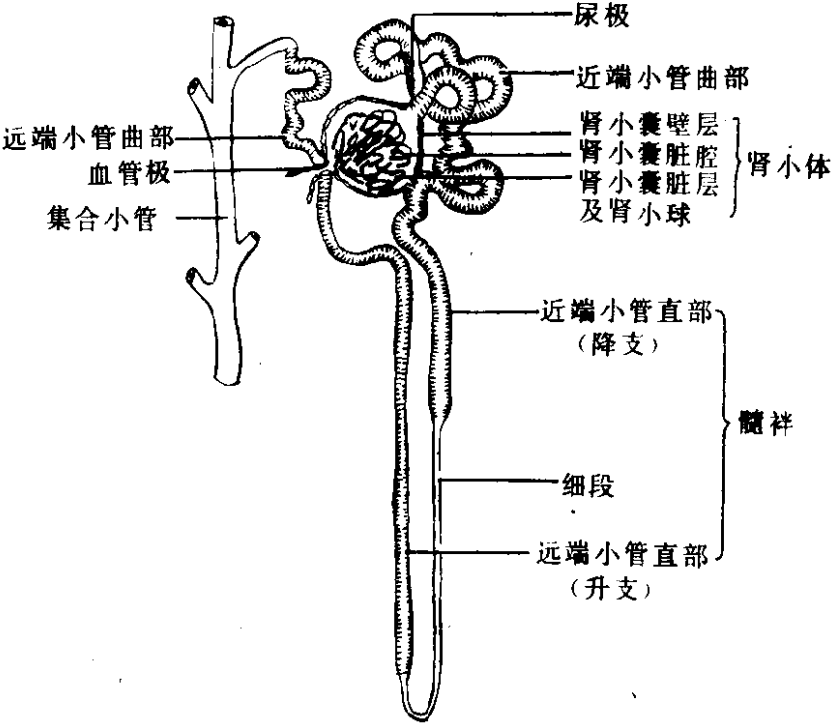


图 2-2 肾单位的组成

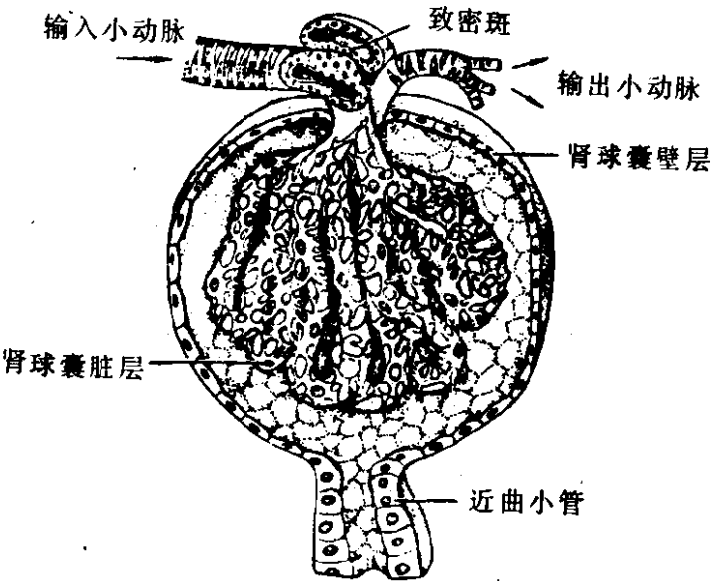


图 2-3 肾小球模式图

1. 肾小体：是由肾小球（血管球）和肾小囊组成（图 2—

3)。肾小球内毛细血管壁内皮细胞，基底膜和肾小囊脏层上皮细胞三者组成滤过膜。毛细血管间形成系膜区，内有系膜细胞和基质，其毛细血管内皮下无基底膜。

肾小球是一团毛细血管祥，分成4~10个毛细血管小叶，与入球和出球小动脉连接为肾小体的血管极。肾小囊是肾小管盲端扩大内陷构成的双层球囊包围肾小球。囊壁外层称为壁层，由单层扁平上皮细胞构成，与肾小管连接为肾小体的尿极。内层称为脏层，由高度变态的单层多极足突的上皮细胞构成。脏层与毛细血管内皮细胞及血管系膜区之间，有一层共同的基底膜。

滤过膜由内皮细胞、基底膜、上皮细胞组成，总滤过面积为 1.5m^2 。内皮细胞为大而扁平的细胞，厚为约 $40\mu\text{m}$ ，细胞之间有 $100\mu\text{m}$ 的间隙，胞浆内有 $70\sim 100\mu\text{m}$ 的小孔，滤过作用好；基底膜厚约 $110\sim 300\mu\text{m}$ ，可分内疏板、密板和外疏板三层，由胶原纤维构成，呈网状排列，网眼 $3\sim 8\mu\text{m}$ 。基底膜为亲水胶样物质，含有丰富的酸蛋白，特别是外疏板富有酸性粘多糖，与滤过膜的通透性有密切关系；上皮细胞又称足突细胞，有多级足突相互交叉，附着在基底膜上，足突间有约 $25\mu\text{m}$ 的裂隙孔，孔上覆盖着厚 $4\sim 6\mu\text{m}$ 的薄膜，可滤过分子量为4000以下的物质。

2. 肾小管：包括近端小管、细段、远端小管三部分。

近端小管连接肾小囊，在肾皮质内呈螺旋状走向肾包膜，这段称为近曲小管；然后折向髓质层，称为近端小管直部或降支。细段为近端小管直部与远端小管直部或升支间的细管。远端小管升支在髓质，呈垂直状进入皮质直达肾小球血管极附近，变为螺旋状称为远曲小管，远曲小管末端与集合管相连接。

集合管在皮质集合管多个远曲小管后，呈放线状伸入髓质，在锥体乳突部汇合成乳突管排入肾盏、肾盂。

(三) 肾小球旁器

肾小球旁器位于肾小体血管极旁，是一组与肾素分泌、调节作用有关的细胞群。由球旁细胞、致密斑、球外系膜细胞组成（图2—4）。

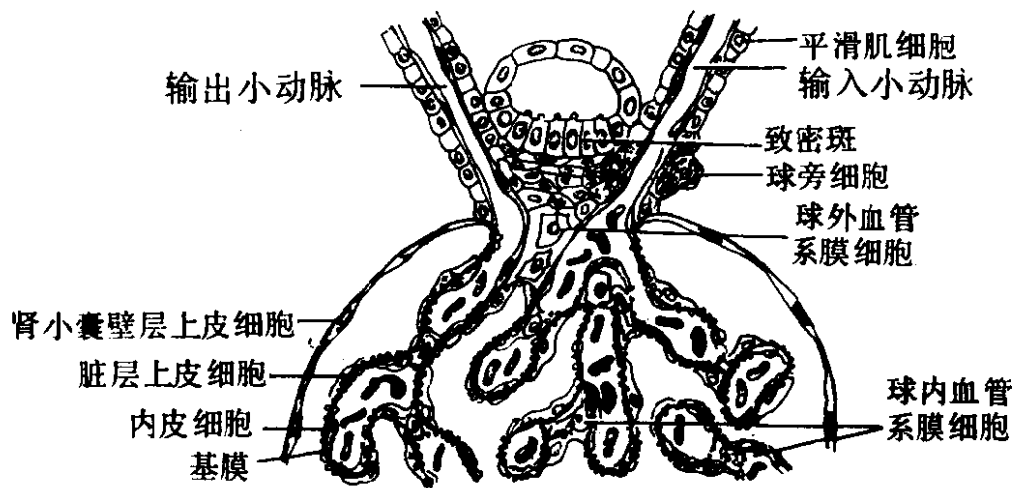


图 2-4 肾小球旁器

1. 球旁细胞是入球动脉在入血管极前的管壁中聚集的一种特殊平滑肌细胞。这种细胞含有许多特殊的颗粒，能分泌肾素，其数目受肾血流量或细胞外液量的调节。

2. 致密斑是远曲小管起始部的一组致密的柱状上皮细胞，底部与球外系膜细胞相连接，两侧与入、出小动脉相接触。致密斑是化学感受器，主要是根据小管液中钠离子浓度的变化来调节肾素—血管紧张素—醛固酮系统。

3. 球外系膜细胞是位于致密斑与出入球小动脉之间三角区的一组细胞，与传递致密斑与肾小球之间的讯号有关。

4. 肾间质细胞位于肾小管与肾血管之间，功能尚不十分清楚，可能与前列腺素等激素分泌有关。

(四) 肾血管与淋巴管

肾动脉自肾门入肾后，在锥体分成叶间动脉，再在皮质，髓质交界处，垂直分成弓状动脉，弓状动脉 90% 进入皮质分成小叶间动脉，最后分支成入球动脉形成肾毛细血管球。毛细血管球汇合成出球动脉后，供应皮质区肾小管血运。10% 弓状动脉下降到髓质部，供应肾小管、集合管、乳突管、肾间质血运。两者最后汇合成相应的静脉离开肾脏。

肾脏有丰富的淋巴管。深层淋巴管为肾实质淋巴管，与肾血

管平行排列分布。浅层淋巴管为包膜下淋巴丛，在肾门与肾内的淋巴管汇合。

(五) 神经

肾脏有交感神经与副交感神经分布，在动脉周围形成神经丛，并有大量神经节细胞。神经纤维几乎布满所有血管壁。肾丛的神经纤维一部分来自主动脉丛。它的作用是调节肾血流量。

二、肾脏基本生理功能

肾脏的基本生理功能是排泄代谢废物，调节水、电解质及酸碱平衡，内分泌激素，维持机体内环境的相对稳定。

(一) 尿液的生成

肾脏的排泄和调节功能是通过尿液生成来实现的。尿液的生成包括肾小球的滤过，肾小管、集合管的重吸收和分泌三个过程。

1. 肾小球的滤过作用：当血液流经肾小球毛细血管时，血浆中部分水、电解质、有机物和分子量小于 68000 的蛋白可以通过肾小球滤过膜进入肾小囊形成肾小球滤液（原尿）。其滤过率可用下列公式表示：

$$GFR = KS[P_{GC} - (\pi_{GC} + P_{BC})]$$

GFR 为滤过率。K 为肾小球毛细血管通透性。S 为毛细血管面积。 P_{GC} 为肾小球毛细血管静水压。 π_{GC} 为毛细血管胶渗压。 P_{BC} 为肾小囊内压。正常人男性为 $125 \pm 15 \text{ ml/min}$ ，女性少 10%。肾小球的滤过率与滤过膜的通透性、面积、肾血流量、肾小球毛细血管压力、肾小囊内压及血浆胶体渗透压等因素有关。

2. 肾小管、集合管的重吸收：集合管不属于肾单位，但与肾小管都具有重吸收和分泌功能，与尿的生成有密切的关系。

肾小球滤液进入肾小管称为小管液，小管液中的成分被肾小管上皮细胞再吸收到周围血液的过程称为重吸收。小管液中溶质的重吸收可分为主动重吸收和被动重吸收两种方式。主动重吸收是溶质逆浓度梯度或电位梯度转运，需要消耗一定的能量，主动

转运是通过细胞膜载体、膜泵或细胞吞饮等方式实现的。被动重吸收是依浓度梯度或电位梯度差转运，不需能量。

肾小管、集合管对各种物质重吸收的能力是不同的，而且有一定的限度。如对葡萄糖、氨基酸、蛋白质几乎全部吸收，水、钠、氯、钾绝大部分吸收，尿素部分吸收，肌酐很少吸收。又如对葡萄糖、蛋白质的重吸收也有一最大限量，超过了膜载体对葡萄糖或细胞对蛋白质的吞饮能力则不能再吸收。因此，某物质的最大转运值，为该物质的阈值。

肾小管、集合管对水、电解质的重吸收：① Na^+ 的重吸收，近曲小管重吸收滤液中的65%，25%在髓袢中吸收，余为远曲管、集合管吸收，仅1%从尿中排出，钠除髓袢粗段升支外，均为肾小管上皮细胞钠泵主动重吸收；② K^+ 的重吸收，大部分在近曲小管，滤液中90%的钾被重吸收，为主动重吸收，尿中每天排钾2~4克；③ Cl^- 的重吸收绝大部分是随钠离子重吸收而被动吸收，只有髓袢粗段上支是主动吸收。④ HCO_3^- 的重吸收是以二氧化碳的形式，通过一系列生化反应进行的。小管液的 HCO_3^- 与 H^+ 结合生成 H_2CO_3 ， H_2CO_3 分解成 CO_2 和 H_2O ， CO_2 弥散到小管上皮细胞内， CO_2 与 H_2O 在碳酸酐酶的作用下生成 H_2CO_3 ，然后分解为 HCO_3^- 和 H^+ ， HCO_3^- 随 Na^+ 重吸收回血液，而 H^+ 则分泌到小管腔内。⑤水的重吸收60~70%在近曲小管，10%在髓袢降支细段，10%在远曲小管，10~20%在集合管，只有1%左右排出体外。近曲小管是随 Na^+ 重吸收而被动重吸收，与体内缺水无关。而远曲小管、集合管上皮细胞对水的通透性受抗利尿激素的控制，对水的重吸收起调节作用。机体缺水时，垂体后叶抗利尿激素分泌增加，对水的重吸收增加。

3. 肾小管和集合管的分泌作用；肾小管的分泌作用是指肾小管上皮细胞通过新陈代谢所产生的物质分泌到小管液中，如 H^+ 、 NH_3 、 K^+ 等的分泌。排泄作用是指肾小管上皮细胞将血液中的某些物质排入小管液中，如青霉素、酚红等的排泄。

尿中一部分物质是从肾小管和集合管上皮细胞分泌到管腔液