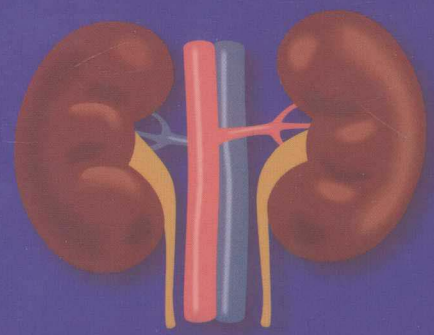


SHIYONG XIANDAI  
SHENNEIKEXUE

主编 聂祥智 吴国庆 刘文 梁新华

# 实用现代 肾内科学



科学技术文献出版社  
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

# 实用现代肾内科学

主编 聂祥智 吴国庆 刘文 梁新华



科学技术文献出版社  
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

·北京·

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

实用现代肾内科学/ 聂祥智等主编. -北京: 科学技术  
文献出版社, 2013.6  
ISBN 978-7-5023-7925-4

I. ①实… II. ①聂… III. ①肾疾病—诊疗 IV. ①R692

中国版本图书馆CIP数据核字 ( 2013 ) 第114804号

## 实用现代肾内科学

---

策划编辑: 薛士滨      责任编辑: 薛士滨      责任校对: 赵文珍      责任出版: 张志平

---

出 版 者 科学技术文献出版社  
地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038  
编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)  
发 行 部 (010) 58882868, 58882874 (传真)  
邮 购 部 (010) 58882873  
官 方 网 址 <http://www.stdp.com.cn>  
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销  
印 刷 者 天津午阳印刷有限公司  
版 次 2013年6月第1版 2013年6月第1次印刷  
开 本 787×1092 1/16  
字 数 655千  
印 张 27.75  
书 号 ISBN 978-7-5023-7925-4  
定 价 88.00元

---



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

# 《实用现代肾内科学》编委会

## 主 编

聂祥智 吴国庆 刘 文 梁新华

## 副主编

潘春勤 刘新华 高润祥 芝 敏 杨 艳

### 编委（按姓氏笔画排）

刘 文 甘肃省第二人民医院  
刘新华 新疆医科大学第一附属医院  
芝 敏 新疆医科大学第五附属医院  
吴国庆 江西中医学院附属医院  
杨 艳 新疆医科大学附属中医医院  
聂祥智 武汉市第一医院  
高润祥 湖北省郧西县人民医院  
曹绥琳 西安高新区医院  
梁新华 新疆医科大学第五附属医院  
潘春勤 仙桃市第一人民医院

# 前 言

肾脏疾病是临床上的常见病、多发病，近年来随着各种继发性肾脏疾病的增多，肾脏疾病的发病率逐年上升。据最近一次在北京地区进行的流行病学调查表明，慢性肾脏病的发病率已经近 10%。肾脏病已成为威胁公众健康的重要疾病。

随着自然科学各领域的发展，肾脏疾病在基础研究及替代疗法方面取得了很大的发展。但是对于慢性肾脏疾病的药物治疗却进展缓慢。中医中药在几千年的临床实践中，积累了丰富的治疗肾脏疾病的经验。近年来，全国各地的肾脏病专家，在继承前人经验的基础上，逐渐形成了各个疾病系统的治疗方案，经临床验证，具有很好地应用性及明显的临床疗效。本书即是博采众长，从中西医两个方面系统地介绍了每种肾脏疾病的诊疗方案及研究进展。

本书分两篇十二章，第一篇绪论分别阐述肾脏解剖生理、肾内科疾病的诊断及治疗技术，第二篇各论介绍了肾内科常见疾病的诊断及治疗，每种疾病均按概述、病因、发病机制、临床表现、并发症、诊断、治疗、预后、预防及护理进行阐述，重点介绍药物治疗作用。

本书内容丰富，编排新颖，简明实用，适合内科医师、基层全科医师、临床药师、医学院校师生参考使用，亦可供肾脏病患者求医问药时参阅。由于编写水平有限，书中难免有错误及不足之处，望广大读者提出宝贵意见！

《实用现代肾内科学》编委会

2013 年 5 月

# 目 录

## 第一篇 绪 论

第一章 肾脏的解剖生理	1
第一节 肾脏的大体解剖	1
第二节 肾脏的微观解剖	3
第二章 肾脏的生理	10
第一节 概述	10
第二节 肾小球的滤过作用	14
第三节 肾小管的重吸收及排泌作用	18
第三章 肾脏病的常用检查	20
第一节 尿液检查	20
第二节 血液检查	24
第三节 肾功能检查	26
第四节 肾组织活检	33
第五节 肾脏的影像学检查	38
第四章 肾脏病的治疗及其进展	47
第一节 血浆置换	47
第二节 血液灌流	53
第三节 血液透析	56
第四节 腹膜透析	59
第五节 肾脏移植	67

## 第二篇 各 论

第五章 原发性肾小球疾病	74
第一节 概述	74
第二节 急性肾小球肾炎	78
第三节 急进性肾小球肾炎	85
第四节 慢性肾小球肾炎	92
第五节 IgA 肾病	127
第六节 肾病综合征	135
第七节 隐匿性肾炎	152
第六章 继发性肾小球疾病	157
第一节 系统性红斑狼疮性肾炎	157

第二节	过敏性紫癜肾炎	168
第三节	原发性小血管炎肾损害	174
第四节	糖尿病肾脏疾病	175
第五节	高血压肾损害	183
第六节	溶血性尿毒症综合征	191
第七节	肾淀粉样变性病	199
第八节	干燥综合征肾损害	208
第九节	类风湿性关节炎肾损害	212
第十节	骨髓瘤性肾病	214
第十一节	淋巴瘤肾损害	221
<b>第七章</b>	<b>肾小管-间质疾病</b>	<b>226</b>
第一节	急性间质性肾炎	226
第二节	慢性肾小管-间质性肾炎	229
第三节	肾小管性酸中毒	235
第四节	Fanconi 综合征	240
第五节	马兜铃酸肾病	245
第六节	放射性肾炎	249
第七节	慢性反流性肾病	254
第八节	尿酸性肾病	262
<b>第八章</b>	<b>肾血管疾病</b>	<b>267</b>
第一节	肾动脉狭窄	267
第二节	肾静脉血栓形成	272
<b>第九章</b>	<b>感染性肾脏疾病</b>	<b>278</b>
第一节	膀胱炎	278
第二节	急性肾盂肾炎	283
第三节	慢性肾盂肾炎	297
第四节	乙型病毒性肝炎相关性肾炎	302
第五节	肾结核	308
第六节	流行性出血热肾损害	322
<b>第十章</b>	<b>肾结石</b>	<b>333</b>
<b>第十一章</b>	<b>遗传性肾脏病</b>	<b>350</b>
第一节	遗传性肾炎	350
第二节	薄基底膜肾病	356
第三节	Fabry 病	360
第四节	Alport 综合征	365
第五节	多囊肾	373
<b>第十二章</b>	<b>肾功能衰竭</b>	<b>380</b>
第一节	急性肾功能衰竭	380
第二节	慢性肾功能衰竭	400
	参考文献	435

# 第一篇 绪 论

## 第一章 肾脏的解剖生理

### 第一节 肾脏的大体解剖

人体是由多个系统组成的有机整体，各个系统具有不同的生理功能，主司循环、呼吸、消化和泌尿等，共同在生命活动中发挥生理作用。其中泌尿系统是由左右肾脏、输尿管、膀胱及尿道组成。在这些器官中，比较而言，肾脏的解剖结构最为复杂，血液供应丰富，生理功能极其重要，因此，也易发生多种疾病。熟悉肾脏的解剖和生理功能，有助于人们掌握肾脏疾病的发生机制、临床表现，正确分析各种实验室检查结果，从而提高肾脏疾病的防治水平。

泌尿系统的主要功能是排出机体新陈代谢中产生的代谢废物和多余的水，保持机体内环境的平衡和稳定。肾脏是泌尿系统中最重要脏器，其主要功能包括：将体内的代谢产物和进入体内的异物排出体外；调节体内水与电解质的平衡；调节体内的酸碱平衡；产生促红细胞生成素（EPO）、肾素、前列腺素、前列环素、1, 25-双羟维生素 D<sub>3</sub> 等多种生物活性物质。肾的这些功能对于维持机体内环境的稳态起重要的作用。肾生成尿液的过程受神经、体液及肾自身的调节。

#### 【肾的形态】

肾是实质性脏器，位于腹后壁，左右各一，形似蚕豆，其表面光滑，质柔软，新鲜时呈红褐色。肾分内外侧两缘，前后两面及上下两端。肾内侧缘中部四边形的凹陷为肾门，是肾的血管、神经、淋巴管及肾盂出入之门户。由肾门伸入肾实质的凹陷为肾窦，由肾血管、肾小盏、肾大盏、肾盂和脂肪所占据。肾门是肾窦的开口，肾窦是肾门的延续。肾的前面凸向前外侧，后面紧贴腹后壁，上端宽而薄，下端窄而厚。成年人肾脏长约 10cm（8~14cm），（随人的身高有所浮动）宽约 5cm（5~7cm），厚约 4cm（3~5cm），约 120~150g 重。

#### 【肾的位置与毗邻】

##### 1. 肾的位置

肾位于脊柱两侧，腹膜后间隙内，属腹膜外位器官。肾的高度左肾上端平第 11 胸椎体下缘，下端平第 2 腰椎体下缘；右肾上端平第 12 胸椎体上缘，下端平第 3 腰椎体上缘。（因受肝的影响，右肾较左肾约低 1~2cm）两肾上端相距较近，下端相距较远（外



八字)。肾门约在第1腰椎椎体平面，相当于第9肋软骨前端高度，在正中线外侧约5cm。在腰背部，肾门的体表投影点在竖脊肌外侧缘与第12肋的夹角处，称肾区。肾病患者触压或叩击该处可引起疼痛。

2. 肾的毗邻

肾上腺位于两肾的上方，两者虽共为肾筋膜包绕，但其间被疏松的结缔组织所分隔。故肾上腺位于肾纤维膜之外，肾下垂时肾上腺可不随肾下降。左肾前上部与胃底后面相邻，中部与胰尾和脾血管相接触，下部邻接空肠和结肠左曲。右肾前上部与肝相邻，下部与结肠右曲相接触，内侧缘邻接十二指肠降部。两肾后面上1/3与膈相邻，下部自内侧向外侧与腰大肌、腰方肌及腹横肌相毗邻。

【肾的结构】

观察肾的冠状切面(图1-1-1, 图1-1-2)，肾实质可分为表层的肾皮质和深层的肾髓质。肾皮质厚1~1.5cm，新鲜标本为红褐色，富含血管并可见许多红色点状细小颗粒，由肾小体与肾小管组成。肾髓质色淡红，约占肾实质厚度的2/3。可见15~20个圆锥形、底朝皮质、尖向肾窦、光泽致密、有许多颜色较深、放射状条纹的肾锥体，肾锥体的条纹有肾直小管和血管平行排列形成。2~3个肾锥体尖端合并成肾乳头，并突入肾小盏，肾乳头顶端有许多小孔称乳头孔，肾产生的终尿就是经乳头孔流入肾小盏内，伸入肾锥体之间的皮质称肾柱。肾小盏呈漏斗形，共有7~8个，其边缘包绕肾乳头，承接排出的尿液。在肾窦内，2~3个肾小盏合成肾大盏，再有2~3个肾大盏汇合形成一个肾盂(尿液经集合管在肾乳头的开口进入肾小盏，再进入肾大盏和肾盂。肾盂中的尿液经输尿管进入膀胱，发生排尿反射时膀胱中的尿液由尿道排出体外)。

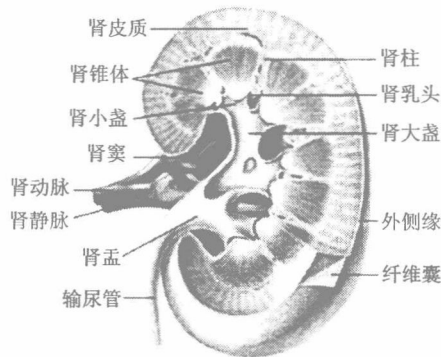
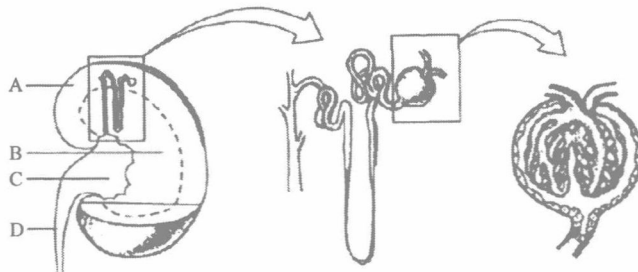


图1-1-1 左肾额状断面(前面)



A.肾皮质 B.肾髓质 C.肾盂 D.输尿管

图1-1-2 肾脏的大体结构

**【肾的被膜】**

肾皮质表面包被有由平滑肌纤维和结缔组织构成的肌织膜，它与肾实质紧密粘连，不可分离，进入肾窦，并覆于肾乳头以外的窦壁上。除肌织膜外，通常将肾脏的被膜分为三层：由内向外依次为纤维囊、脂肪囊和肾筋膜。

(聂祥智)

## 第二节 肾脏的微观解剖

肾是由肾实质和肾间质组成，肾实质是由肾单位和集合管所组成，肾间质是由少量结缔组织、血管和神经构成。

**【肾单位】**

肾单位是肾脏结构和功能的基本单位，每个肾单位包括肾小体和肾小管两部分，根据肾小管在皮质内的位置，又分为表浅肾单位和髓旁肾单位，表浅肾单位髓襻短，仅达髓质外带；髓旁肾单位的髓襻长，可伸达乳头。在数量上前者为后者的7倍。髓襻由一段下行的近端小管直部、细段和一段上行的远端小管直部（又称上行粗支）组成，三者共成一“U”形（图1-2-1）。

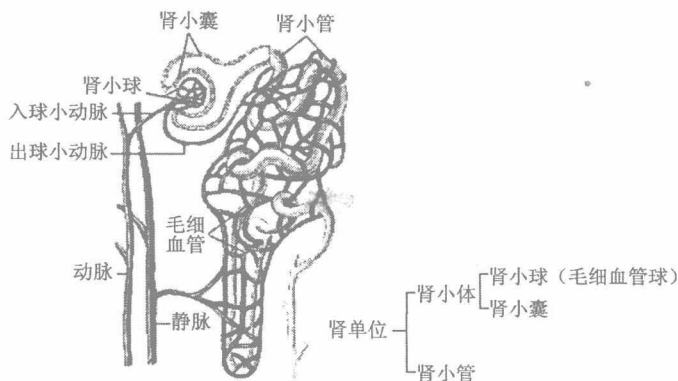


图 1-2-1 肾单位模式图

**(一) 肾小体**

肾小体呈卵圆形，直径 150~250 $\mu\text{m}$ ，肉眼可见，致使皮质呈颗粒状。肾小体一侧是小动脉出入处，称为血管极。与血管极相对的一端，与近端小管相连，称为尿极。每个肾小体由肾小球和肾小囊两部分组成（图1-2-2）。

1. 肾小球：肾小球是一团毛细血管网，由入球小动脉分支形成。入球小动脉进入肾小球后，即分为 4~6 支，每支又再分出许多小分支，组成许多祥状毛细血管小叶，每一小叶以肾小球系膜为轴心而缠绕。各小叶的毛细血管汇合成出球小动脉离开肾小球。肾小球具有滤过作用。

(1) 系膜：由系膜细胞及系膜基质组成。系膜位于毛细血管间，构成肾小球毛细血管丛小叶的中轴，并与毛细血管的内皮直接相邻，起到肾小球内毛细血管间的支持作用。

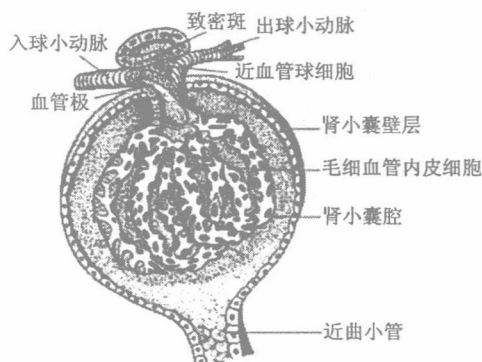


图 1-2-2 肾小体结构图

系膜细胞的形态呈星形，在单个系膜区系膜细胞不超过 3 个系膜细胞的功能主要表现在下述几个方面：①球内血管系膜细胞的胞质中含有大量致密的微丝，通过这些微丝系膜控制了毛细血管的收缩，平衡毛细血管内较高的静水压，以保持毛细血管的管径恒定。②系膜细胞能吞噬和清除滤入基质内的小分子或大分子物质，包括残留在基膜上的沉积物。系膜细胞还能通过溶酶体酶的分泌作用，释放多种蛋白水解酶，降解大分子物质或免疫复合物。细胞的吞噬和清除功能对于维持系膜的通透性及防止免疫复合物的沉积有重要生理意义。③系膜细胞能合成多种酶及生物活性物质，如系膜细胞能合成和释放肾素，能产生纤溶酶原激活因子 I、尿激酶、血小板源性生长因子（PDGF）以及纤维蛋白酶原激活抑制因子 I，系膜细胞能分泌白介素-1（IL-1）（以上物质都参与了肾脏纤维化的发病机制）。④系膜细胞有合成和分泌基质成分的功能。⑤系膜细胞具有分裂能力，在病理情况下系膜细胞大量增生。

系膜基质为系膜细胞所产生，是一种基质样物质。系膜基质主要有两个功能：①基质内 IV 型胶原蛋白构成的三维网状结构对血管球毛细血管提供强而有韧性的支持作用。②系膜基质的结构呈亲水的多阴离子水合凝胶状，为血浆成分的滤过提供了理想的场所。

## （2）肾小球毛细血管壁

从内到外有三层结构：①内皮细胞层：构成肾小球滤过膜的内层。为附着在肾小球基底膜内的扁平细胞，很薄上有无数的直径约 70~100 nm 的小孔，称窗孔。在内皮细胞表面覆有一层细胞衣，富含带负电荷的唾液酸糖蛋白。内皮细胞的孔是形成原尿的第一道屏障。一般认为内皮孔能阻挡血液内的血细胞、血小板及较大分子物质的滤过，少量大分子物质可由内皮细胞通过吞饮活动而转运。②肾小球基膜（GBM）：为肾小球滤过膜的中层，位于肾小球毛细血管内皮与足细胞之间。光镜下 GBM 是一均质状薄膜，呈 PAS 阳性。成人的 GBM 厚约 270~350nm，而婴儿期和儿童期的 GBM 较薄，约 110nm，随年龄增长逐渐增厚。GBM 在电镜下可分为三层，从内到外为：a.内疏松层厚约 20~40nm，内含微小细丝，横跨在内皮细胞与基膜中层之间。B.中层为致密层厚约 200~240nm，由许多平行排列的细丝和小颗粒组成。C.外疏松层厚约 40~50nm，内含细丝，横跨于中层和足细胞的足突间。GBM 是肾小球选择性滤过的主要屏障，主要成分包括

胶原(IV型胶原为主)、层粘连蛋白、硫酸类肝素等阴离子蛋白多糖、纤维连接蛋白、内动蛋白及其他糖蛋白。IV型胶原构成GBM网状超级结构,基本骨架,其间填充着层粘连蛋白、纤维连接蛋白、硫酸类肝素和蛋白聚糖等。层粘连蛋白、纤维连接蛋白的主要功能是将细胞黏附于基膜上,而带负电荷的硫酸类肝素和蛋白聚糖则形成电荷选择性屏障。另外基膜上有直径约4~8nm的多角形网孔,是阻止血浆蛋白滤过的重要屏障。

③上皮细胞层:上皮细胞即肾球囊的脏层上皮细胞,从其胞体伸出几个大的初级突起,每个初级突起又分出次级突起,也称足突。相邻足细胞突起之间或足细胞本身的突起之间形成如指状交叉的栅栏状,突起间的空隙称裂孔,直径约40nm。足细胞和裂孔膜表面覆有一层唾液酸糖蛋白,因此足细胞表面也带有负电荷。

通过对一些遗传性肾病的研究先后确立了多个位于足细胞及裂孔隔膜的蛋白分子,如Nephrin、podocin和CD2相关蛋白(CD2AP)等,这些分子成分对于维系“裂孔隔膜复合体”的正常结构和滤过屏障的完整功能其关键作用。其中Nephrin为跨膜蛋白,特异性表达于肾小球,其细胞外部分由免疫球蛋白样区域组成。Nephrin分子自相邻的足突向滤过隙内延伸,并相交形成二聚体。Nephrin胞质内部分在足突内与podocin和CD2相关蛋白(CD2AP)分子结合,并通过CD2AP与细胞骨架中的肌动蛋白相连。这样足突可以通过其收缩和舒张,改变裂孔的大小和滤过膜的面积,调节肾小球的滤过功能;另外足细胞在生理情况下可以分泌GBM的主要组成成分IV型胶原和纤连蛋白。在促纤维化因子的刺激下还能分泌MMP,从而在GBM的代谢平衡中发挥作用。

滤过膜:血管球毛细血管内的血浆成分滤入肾小囊腔必须经过有孔内皮、GBM和足细胞足突间的裂孔隔膜三层结构总称为滤过膜或滤过屏障。

滤过膜的选择性通透作用:滤过膜对血浆成分具有选择性的通透作用,这一作用的发挥主要是取决于蛋白分子的大小和所携带电荷的正负。分子体积越大,通透性越小;分子携带阳离子越多,通透性越强。

## 2. 肾小囊

又称Bowman囊,为肾小管起始段膨大并凹陷而成的双层囊,外为壁层内为脏层,之间为球囊腔。壁层是由壁层细胞(单层扁平上皮细胞)与其下面的基膜一起组成,围成囊球腔的外壁(在一定的疾病情况下如急性肾小球肾炎,壁层细胞增殖形成新月体);在血管极壁层向内反折而成脏层。壁层细胞下面具有非常特别的结构的基膜,称为肾小球周围基膜,是由小球基膜在血管极处演变的,尔后在尿极处转变为肾小管基膜。

## (二) 肾小管

肾小管包括近端小管、细段和远端小管,各段管径、长度以及细胞的形态结构有所不同。肾小管的管壁均由单层上皮围成,上皮外方为小管基膜及少量网状纤维(图1-2-3)。

### 1. 近端小管

紧接肾球囊的尿极,占肾单位总长度的一半左右。近端小管分为两部分:第1段为近端小管曲部;第2段为近端小管直部,构成髓襻降支的第1段。近端小管的特点是在上皮细胞刷状缘有许多密集的微绒毛,每平方微米有微绒毛150根,使近端小管的表面积达50~60m<sup>2</sup>,为近端小管的重吸作用的形态学基础。

(1) 近端小管曲部:也称为近端曲管,为肾单位最粗最长的一段,其直径为50~60μm,长度平均为140mm。

(2) 近端小管直部：即髓襻降支粗段，其结构基本上与近端曲部相同。

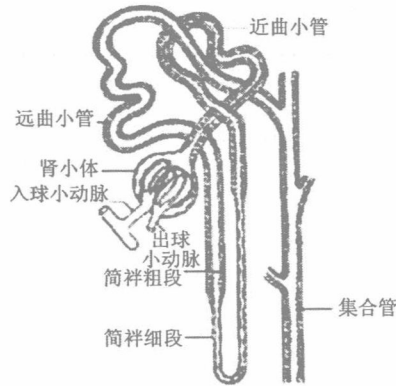


图 1-2-3 肾小管模式图

### 2. 细段

也称髓袢，为连接于近端小管直部与远端小管直部之间的细直部。该段特点是管径细、管壁薄，呈单层扁平上皮，无刷状缘。在浅表肾单位只有很短的细段，构成髓袢降支细部。在髓旁肾单位细段较长，分为降支细部和升支细部。其上行和下行细支均认为不具有主动转运功能，但具有逆流倍增功能，对于尿液浓缩有重要作用。

### 3. 远端小管

由远端小管直部和曲部构成，经髓放线又返回所属肾小体附近变为曲部，迂曲走行于近端小管之间，最后又至髓放线连于集合管。远端小管直部，又称为髓袢升支粗段，长 9mm 左右，直径约 35 $\mu$ m。远端小管细部，又称为远端曲管，它比近端小管细且短，直径 20~50 $\mu$ m，长约 5mm。远端小管直部上皮细胞能主动运转钠离子，对水的通透性低，以致小管内液的渗透压比血浆低。远端小管仍可继续重吸收钠离子，因在基底部和侧突处有“钠泵”，驱动钠泵主要的酶是  $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{-ATP}$  酶。

### (三) 皮质肾单位和近髓肾单位的结构和功能的区别

根据肾单位在肾中所在位置的不同，可分为皮质肾单位和近髓肾单位，两者在结构和功能上有明显的区别（表 1-2-1）。

表 1-2-1 皮质肾单位和近髓肾单位的结构和功能的区别

分布	占肾单位总数的百分比	肾小球体积	髓袢长度	出球小动脉特点
皮质肾单位 外皮质层和中皮质层	85%~90%	较小	较短只到达外髓部	分支形成血管网包裹肾小管
近髓肾单位 内皮质层	10%~15%	较大	较长可深入到达内髓部	形成缠绕临近肾小管的毛细血管网和细长的 U 形直小血管，直小血管形成毛细血管网包裹髓袢升支和集合管

### 【集合管】

集合管分为三段：弓状集合小管、直集合小管和乳头管。

正常人每天由两肾生成的超滤液总共约 180L，而最终排出的尿液仅约 1.5L。这表明超滤液在通过肾小管和集合管的过程中，其中的水约 99% 被重吸收。超滤液中的其他物质也有选择性的被重吸收，有些物质还被肾小管上皮细胞分泌入小管液。例如，超滤液中的葡萄糖全部被肾小管重吸收回血液， $\text{Na}^+$ 、尿素等被不同程度地重吸收，而肌酐、尿酸和  $\text{K}^+$  等被肾小管分泌至小管液中。因此最终排出的尿液成分和肾小囊内的超滤液的成分有很大差别。

### 【肾小球旁器】

肾小球旁器又称近球复合体，由球旁细胞、致密斑、球外系膜细胞和极周细胞组成，在肾小球血管极处组成三角形区域。

#### 1. 球旁细胞

为入球小动脉的平滑肌细胞在进入血管球处演变而来，常呈群分布。球旁细胞的体积较大，细胞质丰富，其功能是产生肾素及促红细胞生成素。

#### 2. 致密斑

是远曲小管起始部的上皮细胞，呈高柱状，使管腔内部呈现斑纹状隆起，故称为致密斑。致密斑是离子感受器，感受远端小管液钠离子浓度的变化，并将信息传递给球旁细胞。当原尿中钠离子浓度降低时，则促使球旁细胞分泌肾素。反之，肾素分泌减少。

#### 3. 球外系膜细胞

是位于入球小动脉、出球小动脉和致密斑之间的一群细胞。球外系膜细胞与球内系膜细胞相连，并且与包曼氏囊壁层基膜相连，所以它除与球内系膜细胞有相同的收缩功能外，尚可看成是包曼氏囊的一个关闭装置。

### 【肾间质】

肾脏的间质由肾是指中管外肾小管之间的空间以及伴随的细胞成分和细胞外的物质一起组成。

#### 1. 肾间质的成分

肾间质由细胞和细胞外的原纤维结构、蛋白聚糖、糖蛋白和间质的液体组成。

(1) 肾间质细胞：①成纤维细胞；②易变细胞；③充满脂质的间质细胞；④血管周围的细胞。

(2) 细胞外成分：间质细胞外成分主要由基质组成。

#### 2. 肾间质组织的意义

(1) 纤维及基质的产生和退化：充满脂质的间质细胞合成氨基葡聚糖，可能是内髓中透明质酸的来源。

(2) 组织结构的支撑：间质凭借细胞外有弹性的网状纤维和基质支撑肾小管和血管。

(3) 交换和隔离：在间质小管和血管之间所有的交换都需要通过间质的分隔空间。

### 【肾的血液供应】

人的每个肾约重 150g，两肾共 300g，以人的体重为 60kg 计算，肾占体重的 0.5%，但两肾的血流量大约为 1200ml/min，占心输出量的 22%（也就是说每 4~5 分钟人体内的全部血流可流经肾一次）。以单位质量计，肾的血流量是脑的 7 倍，冠状动脉的 5 倍。从以上我们可以看出肾脏的血液供应是非常丰富的，那么肾脏充足的血液供应仅仅是为

肾组织提供营养吗？事实上肾循环的高灌注量有双重的功能，其一是给肾组织提供氧和营养物质；其二是形成尿液。

### （一）肾脏血液系统的组成

肾动脉由腹主动脉垂直分出，经肾门进入肾，其分支形成叶间动脉、弓形动脉、小叶间动脉，再分支成入球小动脉。入球小动脉进入肾小体后分支形成肾小球毛细血管网，肾小球毛细血管网汇集成出球小动脉后离开肾小体。（以上是肾小球的血液供应，下面是肾小管的血液供应）出球小动脉离开肾小体后再次分支，行成毛细血管网，包绕于肾小管和集合管的周围，然后再汇合成静脉，经小叶间静脉、弓形静脉、叶间静脉，汇成肾静脉。肾静脉从肾门出肾，汇入下腔静脉。

### （二）肾血流量的调节

肾血流量对于肾脏发挥滤过功能很重要，而且肾脏纤维化的基础就是肾脏的血流灌注减少。肾血流量受自身调节机制及神经、体液因素的调节。由于肾血流灌注以肾皮质部最高，所以肾血流量的调节主要是对皮质血流量的调节。

#### 1. 肾血流量自身调节

肾血流量自身调节机制对于肾小球滤过功能稳态的维持有重要意义，所谓的肾血流的自我调节是指当动脉血压在 80~180mmHg 范围内波动时，肾小球毛细血管血压可保持相对稳定，从而使肾小球滤过功能保持稳态。但是当动脉血压低于 80mmHg 以下时肾小球毛细血管血压就会下降，肾小球的滤过功能减退。（临床上比较常见于急性大失血导致的急性肾衰）

#### 2. 肾血流的神经调节

肾交感神经活动加强时，其末梢释放的去甲肾上腺素作用于小动脉血管平滑肌的  $\alpha$  肾上腺素能受体，引起血管收缩，从而使肾血流量减少。反之当交感神经活动抑制时，肾血流量增加。

#### 3. 肾血流的体液调节

血管紧张素 II (AngII) 肾素-血管紧张素-醛固酮系统是调节肾脏活动的一个重要体液系统，在血液循环中，AngII 作为一种缩血管物质，可产生强烈的缩血管作用，使外周阻力增大，动脉血压升高。在肾脏局部 AngII 可使肾脏小动脉血管平滑肌收缩，因而使肾血流量降低。出球小动脉对 AngII 的敏感性较入球小动脉高，低浓度的 AngII 就可使出球小动脉收缩；而在入球小动脉，AngII 可使血管平滑肌生成前列环素 (PGI<sub>2</sub>) 和 NO，这些物质能减弱 AngII 的缩血管作用。

（1）缓激肽：在肾脏内也存在激肽释放酶-激肽系统。缓激肽可使肾脏的小动脉舒张，也能促进肾脏内 NO 和前列腺素的生成，导致肾血流量增加。

肾素-血管紧张素系统和激肽释放酶-激肽系统在功能上互相制约，互相协调，两者之间又存在密切的联系。血管紧张素转换酶是使 AngI 转化成 AngII 的酶，同时也是使缓激肽降解的酶。（临床上应用的血管紧张素转换酶抑制剂，即 ACEI 类药物在减少 AngII 生成的同时也可以减少缓激肽的降解，从而发挥其降解作用）。

（2）一氧化氮 (NO)：NO 是由血管内皮细胞合成和释放的一种舒血管物质，在肾脏入球小动脉血管内皮生成的 NO 可使入球小动脉舒张，从而使肾血流量增加。

（3）内皮素 (ET)：ET 是由血管内皮细胞合成和释放的一族肽类物质，是已知的

最强烈的缩血管物质之一。在肾脏中起作用的 ET 是 ET-1，它的主要作用是使小动脉收缩，血管阻力升高，故肾血流量减少。

(4) 前列腺素：前列腺素的作用主要是对抗交感神经和血管紧张素的缩血管效应。

**【肾的神经支配】**

肾有来自自主神经系统的胆碱能神经纤维和肾上腺素能神经纤维，它们一般与动脉伴行。神经末梢见于所有动脉支的平滑肌细胞附近，包括输入和输出细动脉，以及到达髓质外区内带的直小血管。肾小球没有神经支配，但是许多肾小管很可能有神经支配，在生理上这一点可能具有相当的重要性。

(聂祥智)



## 第二章 肾脏的生理

### 第一节 概述

肾脏的生理功能主要是排泄代谢产物及调节水、电解质和酸碱平衡，维持机体内环境稳定。排泄是机体物质代谢全过程中的最后一个环节，是机体最基本的生命活动之一。肾脏的基本生理功能是生成尿液，从尿中排出各种需要消除的水溶性物质。肾脏泌尿活动的生理意义，一方面是排泄上述各种新陈代谢的终产物以及进入体内的药物和异物等；一方面又调控体液的容量及其成分的排出，保留体液中各种对机体有用的营养物质和重要的电解质，如钠、钾、碳酸氢盐以及氯离子等，排出过多的水和电解质，尤其是氢离子。由于从肾脏排出的物质种类最多，数量很大，而且可随着机体的不同情况而改变尿量和尿中物质的排出量，在调节机体的水和渗透压平衡、电解质和酸碱平衡中起着重要的作用。

肾脏有三大基本功能：

#### 【分泌尿液，排出代谢废物、毒物和药物】

机体在代谢过程中产生多种废物，其中除少量蛋白质代谢产生的含氮物质可从胃肠道排泄外，绝大部分代谢产物均由肾脏排出。尿素、肌酐为主要的含氮代谢产物，这些物质可被肾小球滤出。肌酐不被重吸收，但当血浓度增高时，少部分可经肾小管分泌，尿素则有相当一部分可被重吸收，特别是在肾脏血流下降时，尿素的重吸收分数增加，使血中尿素水平上升，该现象称为肾前性氮质血症。

代谢中还可产生一些有机离子，另一些药物也属有机阴离子或阳离子，这些有机离子也主要经肾脏排泄；肾小管的分泌作用对这些物质的排泄起重要作用。当肾功能不全时，可引起代谢产物的潴留，这与尿毒症症状的产生有一定关系。

#### 【维持机体体液平衡、酸碱平衡】

肾脏通过肾小球的滤过，肾小管的重吸收及分泌功能，排出体内多余的水分，调节酸碱平衡，维持内环境的稳定。

除了由肾小球滤过外，肾小管尚可直接分泌某些代谢产物，如肌酐、氢离子、钾离子等，以排出体外。但在排泄分泌的同时尚有重吸收过程。如对葡萄糖、氨基酸、维生素、多肽类物质和少量蛋白质，在近曲小管几乎被全部回收，而肌酐、尿素、尿酸及其他代谢产物，经过选择，或部分吸收，或完全排出。肾小管尚可分泌排出药物及毒物，如酚红、对氨马尿酸、青霉素类、头孢霉素类等；药物若与蛋白质结合，则可通过肾小球滤过而排出。

通过上述功能完成以下作用：

#### 1. 调节酸碱平衡

人体在消化食物过程中及体内糖、脂肪、蛋白质代谢产物所产生大量酸性物质和少