

急性肾衰竭

Acute Renal Failure

主编 解汝娟

Acute Renal Failure



北京大学医学出版社

急性肾衰竭

主 编 解汝娟

副主编 隋满姝 邹春波 贾西贝

编写人员名单 (按姓氏笔画排序)

马林林 (哈尔滨医科大学附属第一医院)

王明昇 (哈尔滨医科大学附属第一医院)

邢 丽 (哈尔滨医科大学附属第一医院)

那士平 (哈尔滨医科大学附属第一医院)

刘睿婵 (哈尔滨医科大学附属第一医院)

陆 红 (哈尔滨医科大学附属第一医院)

邸 波 (哈尔滨医科大学附属第一医院)

吴红赤 (哈尔滨医科大学附属第一医院)

殷恒强 (哈尔滨医科大学附属第一医院)

北京大学医学出版社

内 容 提 要

本书是系统讲述急性肾衰竭理论和临床实践的学术性专著。急性肾衰竭的诊断、治疗、预防和机制的研究是肾脏病学领域中非常重要的组成部分。作者本着“从实验室到临床，以临床为主”的原则，以临床上常见或应引起重视的问题为重点，详细介绍了急性肾衰竭的基本概念、病因、病理生理学机制、诊断思路和方法、临床的典型和特殊表现、治疗的总体思路和基本措施；同时还具体介绍了与全身各系统疾病、肾间质疾病、肾脏血管疾病及药物相关的急性肾衰竭。本书不仅可供肾脏科医师及有志于进行肾衰竭研究的肾脏科学工作者参阅；而且也希望对内、外、妇、儿、眼耳鼻喉、皮肤科等各专业医师的临床工作有参考作用。

图书在版编目 (CIP) 数据

急性肾衰竭/解汝娟主编. —北京: 北京大学医学出版社, 2007. 10

ISBN 978-7-81116-156-4

I. 急… II. 解… III. 急性病: 肾功能衰竭-诊疗
IV. R692.505.97

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 148854 号

急性肾衰竭

主 编: 解汝娟

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E-mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京东方圣雅印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 靳新强 责任校对: 金彤文 责任印制: 张京生

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 24 字数: 587 千字

版 次: 2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷 印数: 1—3000 册

书 号: ISBN 978-7-81116-156-4

定 价: 65.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前 言

肾脏病学可能是所有临床医学专业中发展最为迅速的领域之一。对于急性肾衰竭的诊断、治疗、预防和发病机制研究也取得了令人瞩目的成果。尽管国际上有关急性肾衰竭的书籍很多,但我国至今有关专著尚少。因此,我们编写了这本书,供广大临床医生在繁忙工作中学习和参考。

急性肾衰竭是全身各器官功能衰竭中经过早期诊断及预防性措施和(或)早期治疗后可以缓解、延缓发生甚至逆转的一类疾病,因此对于临床医师具有极大的挑战性。急性肾衰竭又是与全身各系统疾病密切相关的一组疾病:急性肾衰竭的发病与各科的急性失血、感染及各种治疗措施和药物应用等多种因素密切相关。因此,对急性肾衰竭的早期诊断、预防性措施和(或)早期治疗要求临床医师共同参与。本书不仅可供肾科医师及有志于进行肾衰竭研究的肾科学者参阅;而且也希望对内、外、妇、儿、眼、耳鼻喉、皮肤科等各专业医师的临床工作所参考。

20余年来,我国肾病学界的专家们,在肾疾病基础研究及临床工作中都有很多进展。我们哈尔滨医科大学在这些方面也做了一些工作,本书作者均为哈尔滨医科大学附属第一医院的医生。本书的内容本着“从实验室到临床,以临床为主”的原则。以临床上常见或应引起重视的问题为编写主题。由于各章内容之间交叉较多,因此书中有些内容从不同的角度有所重复,而且各位作者的观点也不尽相同。我们本着“仁者见仁、智者见智”的原则,对一些尚无结论的问题保留作者之间的不同提法,为读者提供较为宽阔的思考余地。

本书经反复修改,历时2年,虽主观上力求做到言简意赅,辞约意丰。然而,由于水平和时间上的制约,书中难免有遗漏或欠妥之处,敬希读者多加批评和指正。

仅以本书献给国内肾病学和内科学界的同道们,我们恭候着大家的评议和指正。

解汝娟

2007年5月

目 录

1 肾的结构和生理	(1)
1.1 肾的结构	(1)
1.2 肾的血液循环及其调节	(9)
1.3 肾脏生理	(10)
2 急性肾衰竭的病因及发病机制	(31)
2.1 急性肾衰竭病因学分类	(31)
2.2 急性肾衰竭发病机制	(36)
2.3 急性肾衰竭发病过程中各期的机能代谢变化	(43)
2.4 急性肾衰竭的病理变化	(45)
2.5 急性肾衰竭的流行病学	(45)
3 急性肾衰竭的诊断及鉴别诊断	(49)
3.1 急性肾衰竭的诊断	(49)
3.2 急性肾衰竭的鉴别诊断	(61)
4 急性肾小管坏死	(65)
4.1 病因	(65)
4.2 发病机制	(67)
4.3 病理变化	(71)
4.4 临床表现	(72)
4.5 主要并发症	(74)
4.6 诊断与鉴别诊断	(75)
4.7 预防与治疗	(76)
4.8 预后	(80)
5 肾小球疾病所致的急性肾衰竭	(83)
5.1 急性感染后肾小球肾炎所致的急性肾衰竭	(83)
5.2 急进性肾小球肾炎所致的急性肾衰竭	(87)
5.3 膜增生性肾炎所致的急性肾衰竭	(90)
5.4 IgA 肾病所致的急性肾衰竭	(91)
5.5 原发性肾病综合征所致的急性肾衰竭	(94)
5.6 狼疮性肾炎所致的急性肾衰竭	(96)
5.7 肺出血肾炎综合征	(100)

6	药物相关性急性肾衰竭	(103)
6.1	总论	(103)
6.2	抗生素诱发的急性肾衰竭	(110)
6.3	非甾体类抗炎药诱发的急性肾衰竭	(113)
6.4	造影剂诱发的急性肾衰竭	(116)
6.5	肿瘤化疗药物诱发的急性肾衰竭	(121)
6.6	免疫抑制剂诱发的急性肾衰竭	(123)
6.7	甘露醇诱发的急性肾衰竭	(126)
6.8	中药诱发的急性肾衰竭	(128)
6.9	其他	(130)
7	多脏器功能衰竭伴急性肾衰竭	(133)
7.1	常见病因	(133)
7.2	发病机制	(133)
7.3	MODS 中导致急性肾小管坏死的危险因素	(134)
7.4	临床表现	(135)
7.5	临床分期	(136)
7.6	MODS 病情诊断标准及严重程度评分标准 (1995)	(136)
7.7	防治	(138)
7.8	预后	(145)
8	挤压综合征	(147)
8.1	病理生理改变	(147)
8.2	病理改变	(148)
8.3	临床表现	(148)
8.4	实验室检查	(149)
8.5	诊断	(149)
8.6	预防和治疗	(150)
9	肾综合征流行性出血热	(153)
9.1	流行性出血热概述	(153)
9.2	流行性出血热的肾损害	(154)
10	溶血性尿毒综合征	(159)
10.1	流行病学与分类	(159)
10.2	病因	(160)
10.3	发病机制	(162)
10.4	病理改变	(164)
10.5	临床表现	(164)
10.6	实验室检查	(165)
10.7	诊断和鉴别诊断	(166)
10.8	治疗原则	(166)
10.9	预后	(168)

11	血栓性血小板减少性紫癜引起的急性肾衰竭	(171)
11.1	病因	(171)
11.2	发病机制	(171)
11.3	病理改变	(173)
11.4	临床表现	(173)
11.5	实验室检查	(173)
11.6	诊断与鉴别诊断	(174)
11.7	治疗	(175)
12	肾移植术后急性肾衰竭	(179)
12.1	病因及发病机制	(179)
12.2	危险因素	(179)
12.3	临床表现及诊断	(179)
12.4	预防	(180)
12.5	治疗	(181)
12.6	CRRT 在移植急性肾衰竭病程中的使用	(181)
13	中毒性急性肾衰竭	(185)
13.1	重金属中毒性肾病	(185)
13.2	有机磷中毒性肾病	(186)
13.3	有机溶剂引起的中毒性肾病	(187)
13.4	其他化学物质引起的中毒性肾病	(188)
14	尿路梗阻性急性肾衰竭	(191)
14.1	病因	(191)
14.2	发病机制	(192)
14.3	临床表现	(196)
14.4	诊断	(197)
14.5	治疗	(198)
14.6	梗阻性肾衰竭诊治过程中应注意的问题	(199)
14.7	预后	(199)
15	妊娠相关的急性肾衰竭	(201)
15.1	妊娠期泌尿系统及其他相关方面的改变	(201)
15.2	病因及发病机制	(201)
15.3	临床表现	(203)
15.4	治疗	(204)
16	老年性急性肾衰竭	(207)
16.1	老年肾结构及生理功能的改变	(207)
16.2	老年人易致急性肾衰竭的原因	(208)
16.3	老年人急性肾衰竭的临床类型及特点	(210)
16.4	几种特殊疾病致老年人急性肾衰竭	(211)
16.5	老年人急性肾衰竭预防与治疗	(215)

16.6	老年性急性肾衰竭的预后	(216)
17	儿童急性肾衰竭	(219)
17.1	急性肾衰竭的常见病因与分类	(219)
17.2	发病机制	(221)
17.3	儿童急性肾衰竭的临床表现	(221)
17.4	鉴别诊断	(223)
17.5	肾活检	(225)
17.6	治疗	(225)
17.7	预后	(233)
17.8	死亡原因	(233)
18	心血管疾病与急性肾衰竭	(235)
18.1	充血性心力衰竭时的急性肾衰竭	(235)
18.2	感染性心内膜炎引起的急性肾衰竭	(236)
18.3	心脏手术与急性肾衰竭	(237)
19	肾动静脉血管病变并发的急性肾衰竭	(243)
19.1	肾动脉血栓及栓塞	(243)
19.2	动脉粥样硬化栓塞性疾病	(244)
19.3	肾静脉血栓	(246)
20	自身免疫性疾病引起的急性肾衰竭	(253)
20.1	显微镜下多血管炎	(253)
20.2	韦格纳肉芽肿	(256)
20.3	结节性多动脉炎	(258)
20.4	变应性肉芽肿性血管炎	(261)
20.5	皮炎和多发性肌炎	(262)
20.6	艾滋病	(266)
21	代谢性疾病所致急性肾衰竭	(271)
21.1	肾淀粉样变性病	(271)
21.2	糖尿病肾病	(275)
21.3	高尿酸血症肾病	(282)
21.4	高钙性肾病	(284)
21.5	低钾性肾病	(287)
22	肝肾综合征	(289)
22.1	病因与发病机制	(289)
22.2	临床表现	(290)
22.3	诊断	(291)
22.4	预防及治疗	(292)
22.5	预后	(295)
23	急性肾衰竭的病因治疗及预防	(299)
23.1	肾前性肾衰竭的治疗	(299)

23.2	急性肾小管坏死·····	(299)
23.3	急性间质性肾炎致 ARF 的病因治疗·····	(300)
23.4	急性肾小球疾病的病因治疗·····	(300)
23.5	肾后性 ARF 的治疗·····	(300)
23.6	急性肾衰竭的预防·····	(301)
24	代谢紊乱处理及营养治疗·····	(303)
24.1	代谢紊乱处理·····	(303)
24.2	营养治疗·····	(305)
25	血液净化疗法在急性肾衰竭中的应用·····	(313)
25.1	急性肾衰竭的透析治疗指征·····	(313)
25.2	急性肾衰竭的透析治疗技术·····	(314)
25.3	血液净化技术的原理及临床应用·····	(319)
25.4	急性肾衰竭透析治疗的血管通路及腹腔导管植入·····	(340)
25.5	透析并发症·····	(345)
25.6	急性肾衰竭透析治疗的终止·····	(349)
26	急性肾衰竭的药物治疗·····	(351)
26.1	血管活性药·····	(351)
26.2	利尿药·····	(354)
26.3	其他药物·····	(355)
27	急性肾衰竭的预后及评估方法·····	(359)
27.1	急性肾衰竭的预后·····	(359)
27.2	急性肾衰竭病情的评估方法·····	(363)
27.3	急性透析充分性倡议·····	(368)

肾的结构和生理

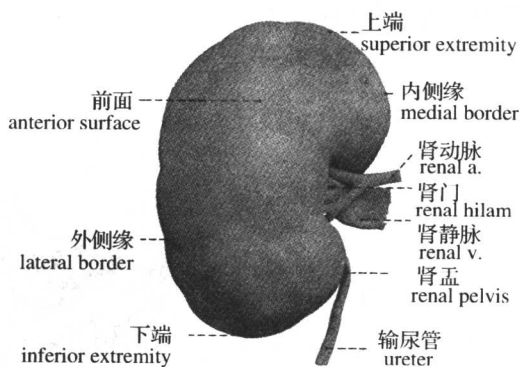
1.1 肾的结构

1.1.1 肾的解剖

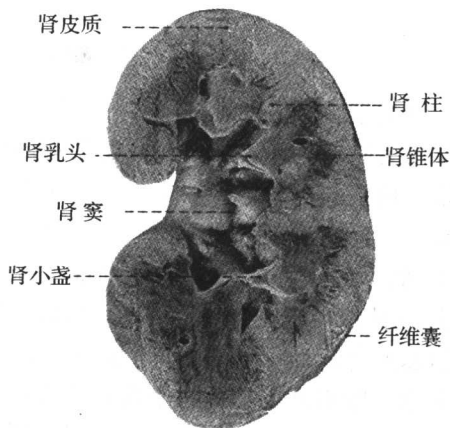
肾属于实质性器官，位于腹膜后脊柱两侧，左右各一，形似蚕豆。新鲜的肾呈红褐色，含有丰富的血液。肾的体积各人有所不同，一般而言，正常成年男性平均长10cm，宽5cm，厚4cm，平均重量134~148g。女性肾的体积和重量均略小于同龄的男性。肾分为上、下两端，内、外两缘和前、后两面。前面略凸隆，后面平坦；外侧缘呈弓形，凸弯向外侧，内侧缘中部凹陷，有肾动、静脉，淋巴管和输尿管出入，叫做肾门。进出肾门的诸结构为结缔组织所包绕，叫做肾蒂。右侧肾蒂较短。肾蒂内结构排列的顺序是：从前向后依次是肾静脉、肾动脉、输尿管；从上向下为肾动脉、肾静脉、输尿管。从肾门进入为一扩大的腔隙，叫做肾窦，为肾血管的分支、肾盂和肾大盏、肾小盏所占据，中间充填以脂肪组织（图1-1）。

肾表面包被着致密的结缔组织被膜，叫肾纤维囊，内部为肾实质。肾实质又分为位于周边部的肾皮质和中央部的肾髓质。从肾的冠状剖面上（图1-2），肉眼可见肾实质分为皮质和髓质两个部分。肾皮质位于浅层，占肾实质的1/3，富含血管，新鲜的肾皮质呈红褐色的颗粒状，即肾小体。肾髓质位于深层，占肾实质的2/3，主要有许多小

管道组成。肾髓质的管道结构有规律的组成向皮质层呈放射状的条纹，称髓放线；向内集成15~20个锥形体，称为肾锥体。肾锥体之间有皮质成分伸入，叫做肾柱。肾锥体的基底朝向皮质，尖端钝圆朝向肾窦，叫做肾乳头，有时2至3个肾锥体合成一个肾



■图1-1 肾的结构（前面观）

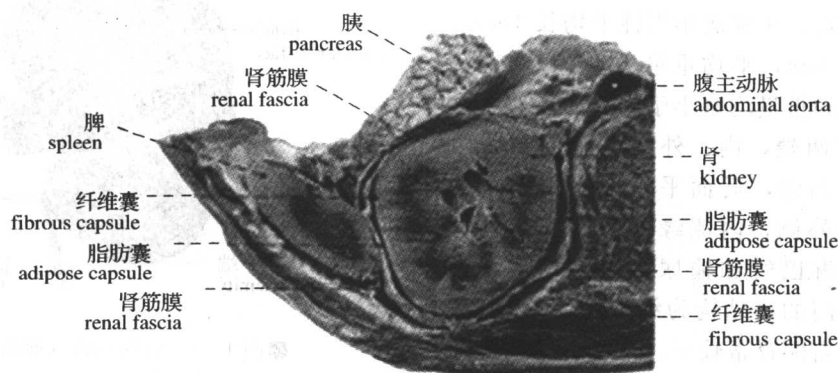


■图1-2 肾额状切面

乳头。肾乳头顶端有许多小孔，肾内形成的尿液经这些小孔流入肾小盏内。在肾窦内约有7至8个呈漏斗状的肾小盏。2至3个肾小盏合成一个肾大盏。肾大盏约2至3个再集成一个前后扁平、呈漏斗状的肾盂。肾盂至肾门后，向下弯行，逐渐变细，移行为输尿管。

肾的表面由内向外有纤维膜、脂肪囊和肾筋膜等三层被膜包绕。①肾纤维膜：是肾本身的被膜，由致密结缔组织和少量弹力纤维构成，薄而韧，除覆于肾的表面外，在肾门处折入肾窦，被于肾窦内面。纤维囊与肾实质易于分离，在肾与周围组织广泛粘连的情况下，利用这一特点，可采取被膜下肾切除手术。②肾脂肪囊：为包绕一侧肾和肾上腺的脂肪组织层，具保护肾的作用，又称肾床。在成人此囊厚度可达2厘米，在肾的边

缘部和下极较厚，并经肾门伸入肾窦内。肾周围炎即指此层的感染，肾囊封闭即将药物注入此层内。③肾筋膜：为腹膜外组织特化形成，在肾的外侧缘分为前、后两层，前层被覆于肾和肾上腺的前方，向中线越过下腔静脉和腹主动脉的前方，再被覆另一侧的肾和肾上腺。后层被覆于肾的后面，与腰方肌筋膜、腰大肌筋膜相贴，内侧附着于椎体侧缘。肾筋膜前、后层在肾上腺上方愈合，与膈下筋膜相续；在肾的外侧缘互相融合续于腹横筋膜；后层向下续于髂筋膜，而前层向下则逐渐变薄，消失于腹膜外组织中。如此，肾筋膜形成了一个包被双侧肾、肾上腺和中轴大血管下方开口的囊，这是出现游走肾的结构基础，也是肾周围脓肿时，易向下方蔓延的原因之一（图1-3）。



■图1-3 肾的被膜（横断面）

肾位于腹膜后间隙内，脊柱两侧，两肾上端较为靠近，而下端则相距略远，即肾的长轴由内上斜向外下。两肾上端距正中线约3.8cm，下端距正中线7.2cm。左肾上端平第11肋下缘，下端约平第二腰椎下缘。右肾上、下端均较左肾低约半个椎骨。第12肋斜越左肾后面中部、右肾后面上部。肾门约平第一腰椎高度，幽门平面通过右肾门上部和左肾门下部。两肾上端有肾上腺覆盖，左肾前面从上向下分别与胃、胰尾、空肠相邻，外侧缘上部接脾，下部邻结肠左曲。右

肾前面上2/3部邻肝，下1/3部接结肠右曲，内侧缘与12指肠降部相贴。两肾后面第12肋以上部分，膈肌对向肋膈隐窝（窝），故肾手术经后入路时，应注意勿损伤肋膈隐窝，以免造成气胸。第12肋以下部分，肾后面从内侧向外侧依次与腰大肌、腰方肌和腹横肌相邻接（图1-4）。肾的位置有一定的个体差异，一般女性低于男性，儿童低于成人，新生儿肾的位置更低，有时下端可达髂嵴附近。

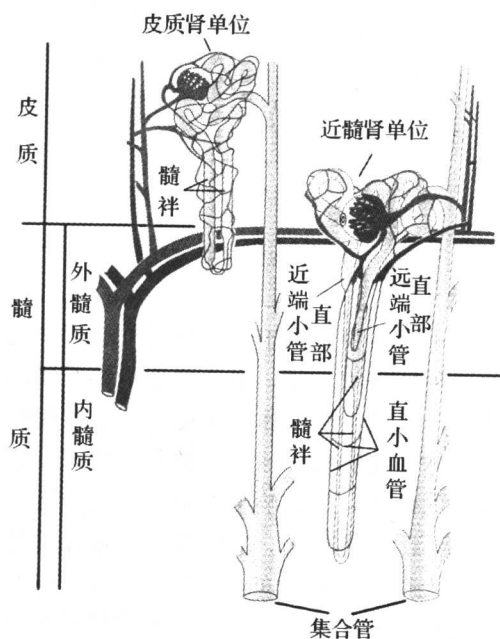


■图 1-4 肾的位置及毗邻（前面观）

1. 十二指肠水平部 2. 升结肠 3. 十二指肠降部 4. 右肾 5. 十二指肠上部 6. 肝总动脉 7. 膈下动脉 8. 下腔静脉 9. 胃左动脉 10. 脾动脉 11. 胰 12. 脾 13. 胃后静脉 14. 左肾 15. 十二指肠空肠曲 16. 降结肠 17. 髂腹下神经 18. 髂腹股沟神经 19. 睾丸静脉 20. 生殖股神经 21. 右髂总动脉 22. 交感干 23. 十二指肠升部

1.1.2 肾的微细结构

肾单位是肾结构与功能的基本单位，它由一个肾小体和与之相通的小管组成，与集合管共同完成泌尿功能。人类每个肾约有 100 多万个肾单位。

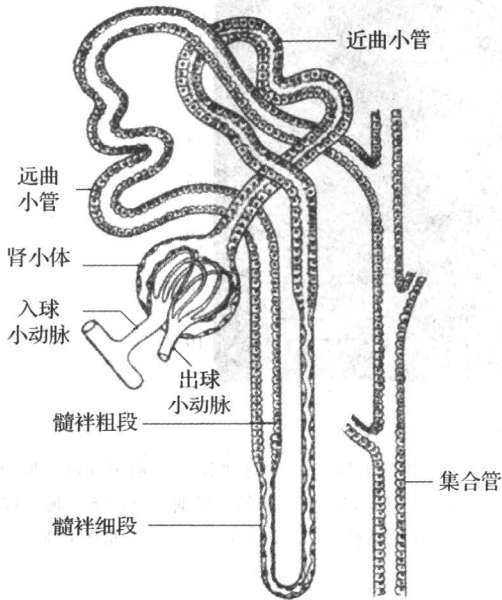


■图 1-5 皮质肾单位和近髓肾单位示意图

肾单位按其在肾部位不同，分为皮质肾单位和近髓肾单位（图 1-5）。皮质肾单位位于皮质浅表部位，约占肾单位的 85%，肾小球体积较小，入球小动脉口径比出球小动脉的口径粗 1 倍，因此肾小球毛细血管网内血压较高，在尿液形成中起重要作用，其出球小动脉再进一步分成毛细血管，几乎全部分布于皮质部分的肾小管周围，髓袢较短，只达外髓质层，有的甚至不到髓质。近髓肾单位靠近髓质的内皮质层，肾小球体积较大，入球小动脉与出球小动脉的口径无明显差别，其出球小动脉不仅形成球后毛细血管网，而且发出若干直小动脉直行进入髓质，再折返、直行上升为直小静脉，构成“U”型直血管袢，并与髓袢伴行，近髓肾单位的髓袢较长，可深入到内髓质层，这些对尿液的浓缩具有重要意义。与分泌肾素有关的肾小球旁器主要分布在皮质肾单位，因而皮质肾单位肾素含量较高，而近髓肾单位几乎不含肾素（图 1-6）。

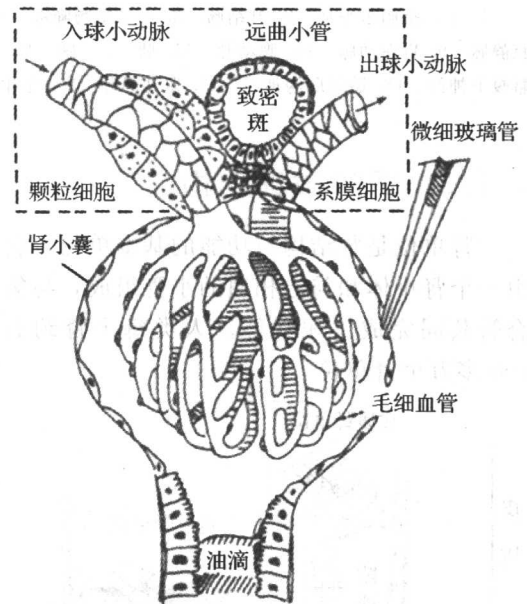
■表 1-1 肾单位的组成

肾单位	肾小球	肾小球	
		肾小球囊	
	肾小管	近端小管	曲部（近曲小管） 直部（降支厚壁段）
		细段	（降支薄壁段、袢部、升支薄壁段）
		远端小管	直部（升支厚壁段） 致密斑
			曲部（远曲小管）



■图 1-6 肾单位示意图

肾小体 90% 以上分布在肾皮质部分。肾小体是由肾小球及包围在其外的肾小球囊组成。肾小球的核心是一团毛细血管网，它的两端分别与入球小动脉及出球小动脉相连。肾小球外覆以肾小球囊，肾小球囊的壁层上皮细胞与肾小管上皮细胞相延续，其囊腔与肾小管腔相通。肾小管包括近曲小管、髓袢和远曲小管等三部互相续接的小管。肾小球滤出的原尿，经过肾小囊进入肾小管，肾小管可将原尿中的绝大部分水分和一些物质重新吸收，并分泌出一些物质，最后形成尿液。经集合管、乳头管导入肾小盏。肾皮质主要由肾小体及近曲和远曲小管组成；肾锥体则由髓袢、集合管、乳头管等直行的小管构成。肾小管的功能除参与排泄某些代谢废物，还与调节体内水、电解质、酸碱平衡等有重要关系，这在保持内外环境稳定方面起重要作用。肾小管的迂曲部分在皮质内围绕于肾小体的周围，直行的部分位于髓质内，许多肾小管的末端汇集成集合管，再合并形成乳头管开口于肾乳头。

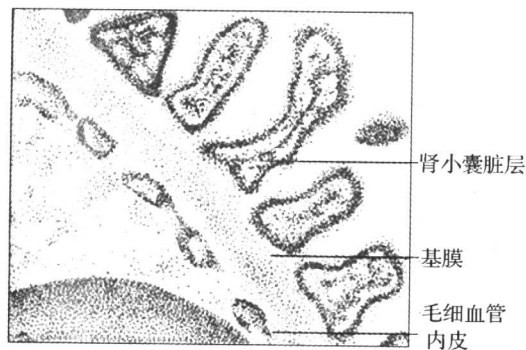


■图 1-7 肾小体示意图

肾小球系膜 位于肾小球毛细血管袢之间的一种特殊间充质，由系膜细胞和系膜基质组成。系膜细胞的作用可能有：①收缩作用，入球小动脉和出球动脉的收缩作用受系膜细胞的调节，以影响毛细血管袢的内压和滤过率。②支持作用，它填充于毛细血管袢之间，支持毛细血管的位置。③吞噬作用，能吞噬被阻留在基膜内的大分子物质和蛋白质。④分泌肾素，在肾缺血或免疫复合物沉积时，系膜细胞增生且分泌肾素。

系膜基质充满系膜细胞,在内皮细胞和基膜之间,能让大分子物质通过并供系膜细胞吞噬。

肾小球滤过膜 肾小球滤过膜是指肾小球毛细血管袢的管壁。它由三层构成,最里层是毛细血管内皮细胞,中层为基底膜,外层为上皮细胞(也称足细胞,即肾小球囊的脏层)。滤过膜由三层结构组成(图1-8):①内层是毛细血管的内皮细胞。内皮细胞上有许多直径50~100nm的小孔,称为窗孔(fenestration),它可防止血细胞通过,但对血浆蛋白的滤过可能没有阻留作用。②中间层是非细胞性的基膜,是滤过膜的主要滤过屏障。基膜是由水合凝胶(hydrated gel)构成的微纤维网结构,水和部分溶质可以通过微纤维网的网孔。有人把分离的基膜经特殊染色证明有4~8nm的多角形网孔。微纤维网孔的大小可能决定着分子大小不同的溶质何者可以滤过。③外层是肾小囊的上皮细胞。上皮细胞具有足突,相互交错的足突之间形成裂隙。裂隙上有一层滤过裂隙膜(filtration slit membrane),膜上有直径为4~14nm的孔,它是滤过的最后一道屏障。通过内、中两层的物质最后将经裂隙膜滤出,裂隙膜在超滤作用中也很重要。



■图1-8 滤过膜示意图

肾小球滤过膜具有一定的“选择性”的通透性。这是因为滤过膜各层的孔隙只允许一定大小的物质通过,而且和滤过膜带的电荷有关。滤过分子大小一般以有效半径来衡

量,半径小于14nm如尿素、葡萄糖、通过滤过膜不受限制;半径大于20nm如白蛋白,滤过则受到一定限制;半径大于42nm,如纤维蛋白原,则不能通过。滤过膜所带电荷对其通透性有很大影响。正常时滤过膜表面覆盖一层带负电荷的蛋白多糖,使带负电荷的较大分子不易通过,如白蛋白,当在病理情况下滤过膜上负电荷减少或消失,白蛋白滤过增加而出现蛋白尿。

肾小囊 肾小囊是肾小管盲端扩大并内陷所构成的双层球状囊。囊的外层称壁层,内层称脏层,两层之间的间隙称肾小囊腔。肾小囊脏层即肾小球的脏层上皮细胞层,壁层由肾小囊基底膜的壁层上皮细胞层构成。肾小囊基底膜较厚,约为1200~1500nm,在肾小体的尿极移行为近端肾小管基底膜,在血管极与入球小动脉及肾小球毛细血管基底膜相移行。壁层上皮细胞呈立方和扁平状,游离面偶见微绒毛,在肾小体尿极与近端肾小管上皮细胞层相延续,在血管极与脏层上皮细胞相连。

肾小球旁器 肾小球旁器由球旁细胞、致密斑和球外系膜细胞所组成。上述三种成分均位于入球小动脉和出球小动脉构成的三角区上,致密斑构成三角区的底边,肾小球旁器对入球动脉压力及肾小管中的钠浓度反应敏感,以此来调节肾素-血管紧张素-醛固酮系统。

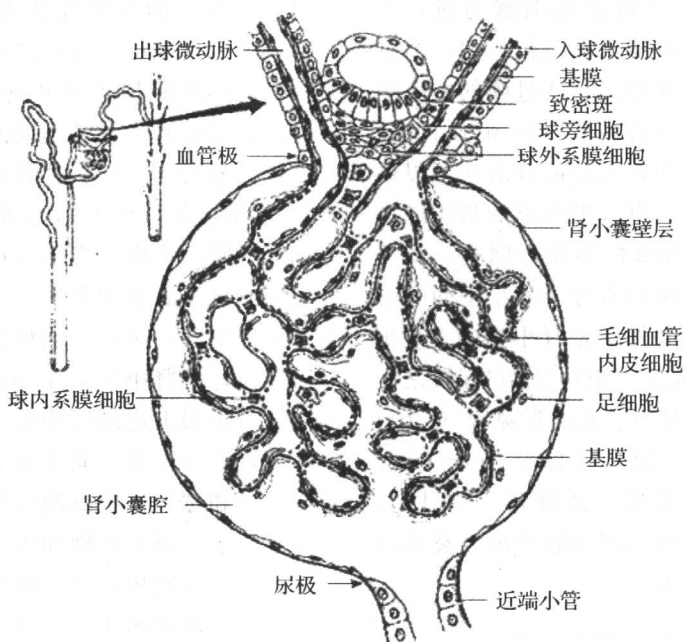
球旁细胞 主要由入球小动脉血管壁中膜的平滑肌细胞衍化而成。细胞体积较大,呈立方形,核大而圆,胞质呈弱嗜碱性,胞质内有丰富的分泌颗粒,颗粒呈PAS反应阳性。电镜下,细胞内肌丝少,粗面内质网和核糖体多,高尔基复合体发达,颗粒大小不等,多数呈均质状,用免疫组织化学法证明颗粒内含有肾素(renin)。在球旁细胞和内皮细胞之间无内弹性膜和基膜相隔,故其分泌物易释放入血,促使血管收缩,血压升高。

致密斑是远端小管直部靠近肾小体血管极一侧的上皮细胞群。致密斑直径约40~

70 μm , 其中的上皮细胞呈高柱状, 胞质色浅, 核椭圆形, 排列紧密, 位于细胞顶部(图 1-9, 1-10)。致密斑基膜常不完整, 细胞基部有细小而分支的突起, 并可与邻近细胞的突起镶嵌, 故与邻近细胞关系密切。致密斑细胞间有细胞间隙, 细胞表面缺乏酸性糖蛋白, 故致密斑是髓袢升支中唯一能通透水的上皮区, 使之成为传递“信息”的场所。因此, 致密斑可视为一种离子感受器, 能敏锐地感受远端小管内滤液的 Na^+ 浓度

变化。当滤液内 Na^+ 浓度降低时, 致密斑细胞将“信息”传递给球旁细胞和球外系膜细胞, 促进球旁细胞分泌肾素, 增强远端小管储 Na^+ 排 K^+ 作用。

球外系膜细胞 是位于血管极三角区内的一群细胞, 细胞形态结构与球内系膜细胞相似, 并与球内系膜相延续(图 1-9)。球外系膜细胞与球旁细胞、球内系膜细胞之间有缝隙连接, 因此认为它在球旁复合体功能活动中, 可能起“信息”传递作用。



■ 图 1-9 肾小体和球旁复合体模式图

肾小管和集合管 肾小管为肾小球囊的延续, 有近曲小管、髓袢与远曲小管三部分, 肾小管主要调节水盐代谢, 即进行重吸收和分泌作用。肾小管汇合成集合小管, 后者又汇合成集合管, 穿过肾髓质至肾乳头顶端开口肾盂。

肾间质 在肾小管和血管间有少量结缔组织, 称为肾间质, 肾间质在皮质区甚少, 而在锥体乳头处则甚丰富。间质内含有纤维、基质和间质细胞。间质细胞呈星形, 有较长突起, 胞质内除含较多的细胞器外, 还有许多嗜银颗粒。肾间质具有生成前列腺素

的功能、吞噬功能和促进尿液浓缩功能。

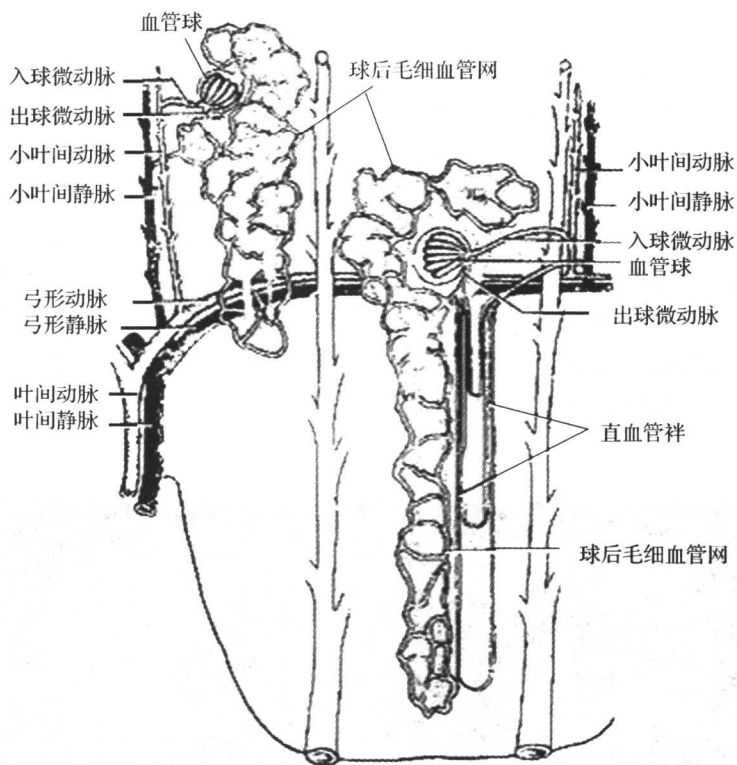
1.1.3 肾的血管、淋巴和神经

肾动脉在第 2 腰椎水平起于腹主动脉侧壁, 经肾门入肾后分为数支叶间动脉, 在肾柱内上行至皮质与髓质交界处, 横行分支为弓形动脉。弓形动脉分出若干小叶间动脉, 呈放射状走行于皮质迷路内(图 1-10)。直达被膜下形成毛细血管网。小叶间动脉沿途向两侧分出许多入球微动脉进入肾小体, 形成血管球。再汇合成出球微动脉。浅表肾单位的出球微动脉离开肾小体后, 又分支形

成球后毛细血管网，分布在肾小管周围。毛细血管网依次汇合成小叶间静脉，弓形静脉和叶间静脉，它们与相应动脉伴行，最后形成肾静脉出肾。髓旁肾单位的出球微动脉不仅形成球后毛细血管网，而且还发出若干直小动脉直行入髓质，而后在髓质的不同深度，又返折直行上升为直小静脉，构成“U”形直血管袂，与肾单位的髓袂伴行（图1-10），故血管袂与肾单位的功能关系密切（表1-2）。在有效循环血量不足或交感神经兴奋时，由于入球小动脉收缩，血液

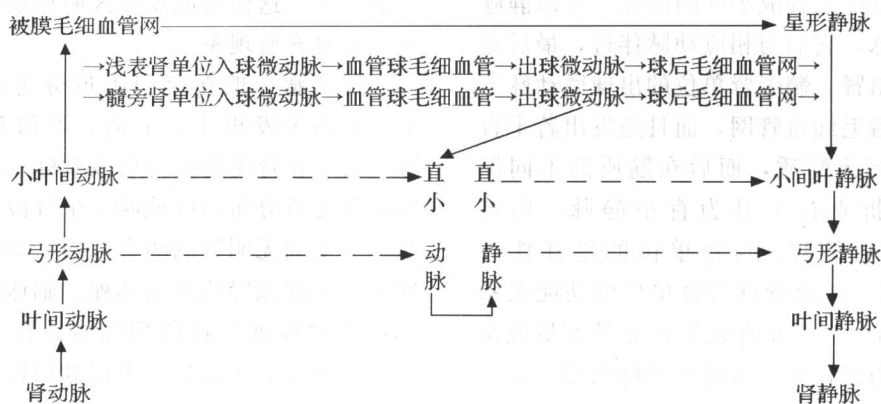
经短路直接进出球小动脉，再经直小血管进入髓质区，这样造成皮质区明显缺血，而髓质区相对充血现象。

肾动脉一般在肾门附近分为前、后两干，由前干发出上、上前、下前和下段动脉，后干在肾窦延续为后段动脉。每个段动脉的分支所分布的区域叫一个肾段。各段动脉的分支间无明显的吻合，当一个段动脉阻塞时，可致该肾段缺血坏死。临床上肾的局部病变时可进行肾段切除术。肾可分为上段、上前段、下前段、下段和后段等5段。



■图1-10 肾血液循环模式图

■表 1-2 肾的血循环

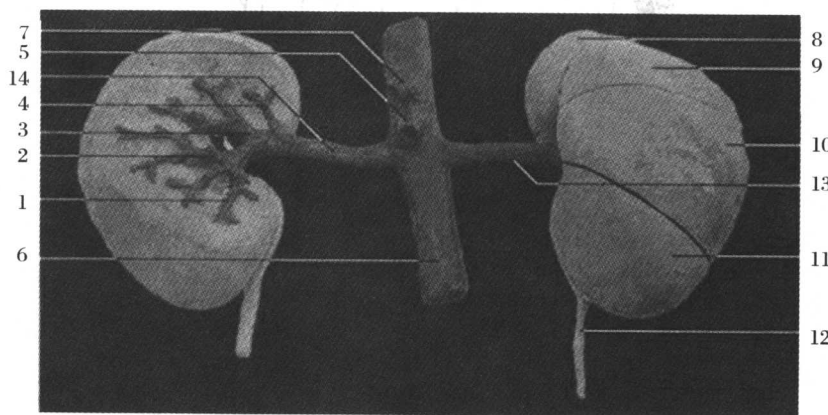


肾有两组淋巴丛，即肾内淋巴丛和被膜淋巴丛。肾内的毛细淋巴管分布在肾小体和肾小管周围，沿血管逐级汇成小叶间、弓形和叶间淋巴管，经肾门淋巴管出肾。被膜内的毛细淋巴管，汇合而成淋巴管，或与肾内淋巴丛吻合，或汇入邻近器官的淋巴管。

肾的淋巴管分为浅、深两组。浅组收集脂肪囊和肾筋膜的淋巴；深组汇集肾实质的淋巴。浅、深两组淋巴管在肾蒂汇成较粗的

淋巴管注入腰淋巴结或直接汇入腰干。

肾的神经来自肾丛。肾丛的纤维来自腹腔丛，接受腹主动脉丛和腰交感干的纤维，沿肾动脉及其分支入肾。交感神经分布于肾血管的各级分支，使血管平滑肌收缩，调节肾实质的血流量。副交感神经只达至肾盂部，功能不确定。内脏感觉纤维主要伴交感神经走行，经胸10至腰3节段后进入脊髓。



■图 1-11 肾动脉及肾段

1. 下段动脉 2. 下前段动脉 3. 上前段动脉 4. 上段动脉 5. 肠系膜上动脉 6. 腹主动脉 7. 腹腔干
8. 上段 9. 上前段 10. 下前段 11. 下段 12. 输尿管 13. 左肾动脉 14. 右肾动脉