

主编 董兴刚 蒋晓峰 张国兆

急症

肾脏病的

诊断和治疗

J

IZHENG

SHENZANGBING

DE ZHENDUAN HE ZHILIAO



上海中医药大学出版社

急症肾脏病的 诊断和治疗

主编 董兴刚 蒋晓峰 张国兆

编委 安增梅 王慧芳 崔春黎 马 骏
许 晨 傅舒昆 李建国 吴 灏
袁伟杰 叶朝阳 张玉强 邓跃毅
王海颖 王 嵩 李铭新 于 青
张汝忠 刘兴党 李 斌 冯 娟
蔡安萍 董兴霞 冯继明

主审 张庆怡 陈以平

上海中医药大学出版社

责任编辑 樊玉琦
技术编辑 徐国民
责任校对 王德良
封面设计 王 磊
出版人 朱邦贤

图书在版编目(CIP)数据

急症肾脏病的诊断和治疗 / 董兴刚, 蒋晓峰, 张国兆主编. —上海: 上海中医药大学出版社, 2002

ISBN 7-81010-686-4

I. 急... II. ①董... ②蒋... ③张... III. 急性病: 肾疾病-诊疗 IV. R692

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 082859 号

急症肾脏病的诊断和治疗

主编

董兴刚 蒋晓峰
张国兆

上海中医药大学出版社出版发行 (零陵路 530 号 邮政编码 200032)

新华书店上海发行所经销

上海市印刷四厂印刷

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 6 字数 151 千字 印数 1—3 100 册

版次 2002 年 11 月第 1 版

印次 2002 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 7-81010-686-4/R·651

定价 15.70 元

前 言

每当我们回顾总结临床工作中急症肾脏病的诊疗体会时,总在思考着如何对复杂的急症肾脏病作出正确的诊断和治疗,从而挽救患者的生命。我们的体会是,个人医德医术的提高,首先得益于自己导师的辛勤培养,也需要自身努力学习理论知识以及注重对临床诊疗经验的积累。通过反复的实践和总结,才能更好地掌握急症肾脏病的诊疗技术。为此我们编写了这本《急症肾脏病的诊断和治疗》。

本书分为总论、急症肾脏病各论、急症肾脏病并发症及处理、透析技术在急症肾脏病中的应用 4 篇 20 章。书中重点论述了急症肾脏病的诊断技巧和治疗要领,介绍了国内外成熟、先进的诊疗技术和方法,反映了急症肾脏病的最新研究进展。

本书的编著者具有丰富的急症肾脏病的临床经验,有的是国内肾脏病学科著名的教授,有的是近几年来本领域临床实践中成长起来的中青年学者。难得的是在本书的编写过程中得到了肾脏病学科前辈们的指导帮助,在此表示深深的谢意。

本书适用于肾脏病专科医生以及其他各科临床医生参考使用。

对书中存在的不足之处,诚请同道们指正。

编 者

2002 年 8 月

目 录

第一篇 总论

第一章 肾脏的基础知识.....	1
第二章 肾脏病的常见症状及实验室检查	14
第三章 肾脏的影像学检查	46
第四章 肾脏的核医学检查	56

第二篇 急症肾脏病各论

第五章 急性肾小球肾炎	65
第六章 急性尿路感染	71
第七章 急性间质性肾炎	81
第八章 肺出血-肾炎综合征.....	92
第九章 急进性肾小球肾炎	97
第十章 泌尿系统结石	101
第十一章 急性肾功能衰竭.....	110

第三篇 急症肾脏病并发症及处理

第十二章 多系统脏器衰竭.....	121
第十三章 心脑肺复苏.....	125

第四篇 透析技术在急症肾脏病中的应用

第十四章 腹膜透析.....	131
第十五章 妊娠期患者的透析治疗.....	146

第十六章	小儿患者的透析治疗·····	150
第十七章	老年患者的透析治疗·····	158
第十八章	多系统脏器衰竭患者的透析治疗·····	166
第十九章	高危出血患者的透析治疗·····	171
第二十章	连续性血液净化治疗·····	174

第一篇 总 论

第一章 肾脏的基础知识

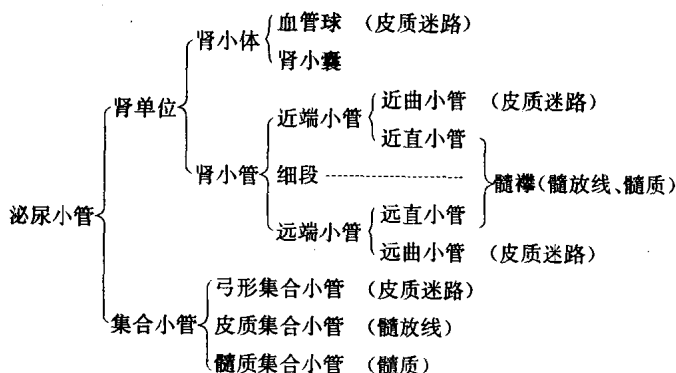
肾脏的主要功能是生成尿液,并以此排出体内代谢过程中产生的废物,参与调节机体的水和电解质平衡。此外,肾还分泌多种生物活性物质,这些物质对机体的某些生理功能有重要的调节作用。因此,肾对维持机体内环境相对稳定起重要作用。

肾表面覆有薄层结缔组织被膜,正常时易剥离,肾发生病变时此被膜易与肾实质粘连而不易分离。肾门向肾实质内凹陷,该处有输尿管、血管、神经和淋巴管出入。肾实质分为皮质和髓质。皮质主要位于肾的外周,由髓放线(medullary ray)和皮质迷路(cortical labyrinth)组成。髓质位于肾的深部,由10~18个肾锥体(renal pyramid)构成。锥体尖端突入肾小盏内,称肾乳头,每个肾乳头上有10~25个乳头孔,为乳头管的开口,尿液由此孔排至肾小盏内。肾锥体内有许多纵行的小管,呈条纹状。锥体的条纹状小管呈辐射状伸入皮质,构成髓放线,髓放线之间的皮质为皮质迷路。肾锥体之间有皮质伸入,称为肾柱。每个髓放线与其周围的皮质迷路构成一个肾小叶,小叶间的结缔组织分隔并不明显,但其中有小叶间血管走行。一个肾锥体及与其相连的皮质构成肾叶,肾叶间有叶间血管走行。

肾实质主要由大量泌尿小管(uriniferous tubule)组成,泌尿小管间有少量结缔组织,为肾间质。泌尿小管为单层上皮围成的管道,包括肾单位和集合小管两部分。泌尿小管各段在肾

实质内的分布和走向具有一定的规律(表 1-1)。肾单位的起始部膨大如球,称肾小体,位于皮质迷路。与肾小体相连的长而弯曲的小管称肾小管,可分为近端小管、细段和远端小管三段。近端小管的起始段蟠曲行走于肾小体周围,称近曲小管,其离开皮质迷路进入髓放线,直行而下,进入肾锥体,为近直小管。随后管径骤然变细,称为细段。细段之后管径又骤然增粗,并反折上行于肾锥体和髓放线内,为远直小管。近直小管、细段和远直小管三者构成“U”形的髓襻(medullary loop),又称 Henle 襻。由皮质向髓质方向下行的一段髓襻称降支(descending limb),而由髓质向皮质方向上行的一段髓襻称升支(ascending limb)。远直小管离开髓放线后,返回皮质迷路内,又蟠曲行走于原肾小体周围,称远曲小管。远曲小管的末端汇入集合小管,集合小管从皮质直行至髓质,由细至粗并逐级汇合,末端经乳头管开口于乳头。

表 1-1 泌尿小管的组成及各段在肾内的分布



一、肾单位

肾单位(nephron)是肾形成尿液的结构和功能单位,由肾小体和肾小管组成。每一肾脏约有 100 万个以上肾单位。根据肾小体

在皮质内的分布位置,可将肾单位分成浅表肾单位(superficial nephron)和髓旁肾单位(juxtamedullary nephron)两类。浅表肾单位数量较多,其肾小体位于皮质外层,体积较小,髓襻较短,有时甚至不进入肾锥体,髓襻中的细段亦短,有时可缺如。髓旁肾单位数量较少,其肾小体靠近肾锥体,体积较大,髓襻较长,甚至可伸至近乳头尖处,髓襻中的细段较长。

(一) 肾小体

肾小体(renal corpuscle)呈球形,直径为 $150\sim 250\ \mu\text{m}$,由血管球和肾小囊组成。肾小囊是近端小管起始部膨大并凹陷而成的杯形结构,血管球则是一团分支蟠曲的毛细血管,嵌在肾小囊的杯口内。肾小体的杯口处称血管极,有微动脉进出;在血管极的对侧称尿极,该处肾小体与近端小管相连通。

1. 血管球(glomerulus) 为肾小体内一团蟠曲的毛细血管簇,又称肾小球,后者常被用来泛指整个肾小体。入球微动脉在肾小体的血管极处进入肾小体,先分成 $2\sim 5$ 根初级分支,每根初级分支再形成许多网状吻合的毛细血管襻,称为毛细血管小叶。每个血管球含有 $2\sim 5$ 个毛细血管小叶。毛细血管小叶的中轴有血管系膜。小叶的毛细血管先汇集成数支微动脉,后者再汇合成一根出球微动脉,从血管极离开肾小体。

电镜下,血管球毛细血管为有孔型,孔径约 $50\sim 100\ \text{nm}$,孔上有隔膜覆盖。内皮细胞的腔面和内皮孔周围均覆有薄层糖衣,为带负电荷的唾液酸糖蛋白。

毛细血管内皮外大多有血管球基膜(glomerular basement membrane, GBM)包绕,仅朝向血管系膜侧的内皮外无 GBM,直接与血管系膜相邻接。GBM 作为血管球的骨架结构,与足细胞一起包绕在血管球毛细血管外,形似有折叠的囊,开口于肾小体的血管极处。GBM 一般较其他部位的基膜厚,在成人平均厚约 $240\sim 350\ \text{nm}$ 。电镜下可分三层,中层厚而致密,电子密度较高,

内、外层薄而稀疏,电子密度较低。GBM 内主要含有Ⅳ型胶原蛋白、硫酸肝素蛋白多糖(heparan sulfate proteoglycan, HSPG)和层粘连蛋白(laminin)等成分。Ⅳ型胶原蛋白分子形成一个不规则、多孔隙的网状分子结构,构成 GBM 的骨架;硫酸肝素链携有许多负电荷,为 GBM 内的主要阴离子位点,其借层粘连蛋白附着于Ⅳ型胶原蛋白。

2. 肾小囊(renal capsule) 又称 Bowman 囊,由壁层和脏层两层上皮构成,两层上皮间的腔隙为肾小囊腔(capsular space 或 Bowman's space)。

壁层上皮为单层扁平上皮,在肾小体的尿极处与近端小管上皮相延续,在血管极处向内反折为脏层上皮。

脏层上皮又称血管球上皮(glomerular epithelium),由高度特化的足细胞(podocyte)构成,细胞呈多突状,其突起包绕在 GBM 的外方。胞体体积较大,核大着色浅,核仁明显,胞质内富含与合成蛋白质有关的细胞器:发达的粗面内质网、丰富的游离核糖体和体积较大的高尔基复合体;此外常见内吞小泡及溶酶体等,提示细胞有较强的胞吞活动。扫描电镜下可见由胞体伸出几个大的初级突起,每个初级突起又垂直发出大量指状的次级突起。次级突起也称足突(foot process),其朝向 GBM 侧呈膨大状,紧贴于 GBM 外方。相邻足细胞的次级突起或细胞自身的次级突起可相互穿插嵌合,呈栅栏状。相嵌的足细胞突起间留有深约 150~500 nm,宽约 20~40 nm 的间隙,称滤过裂隙(filtration slit)或裂孔(slit pore),滤过裂隙上覆有厚约 4~6 nm 的薄膜,称裂隙膜(slit membrane)。足细胞的胞体和初级突起突向肾小囊腔,不直接贴附于 GBM 上,两者之间约有 1~2 nm 的间隙。足细胞的腔面膜表面覆有 12 nm 厚的载负电荷的唾液酸糖蛋白,可防止足细胞与肾小囊壁层上皮贴附,维持足突的指状相嵌构型及足突间的滤过裂隙宽度。足细胞的细胞骨骼发达,含有较丰富的微管、收缩

性微丝和中间丝。胞体内主要为中间丝,微管较少,而初级突起内主要为微管和收缩性微丝,中间丝较少。足细胞有多种重要的功能:①参与GBM的形成和更新,一般认为GBM由足细胞和内皮细胞共同参与形成。②有活跃的胞吞活动,细胞能从滤液中吞饮蛋白质或其他成分。③对血管球毛细血管的支持作用,足细胞足突贴附于GBM外,足突内的微丝收缩可抵抗血管球毛细血管因高静水压而引起的管壁扩张,对高度蟠曲的毛细血管的构型和结构稳定起重要作用。④足细胞的膜上具有多种血管活性物质的受体,故推测足细胞足突的收缩可动态地影响滤过裂隙大小,从而影响肾小球滤过率。

3. 肾小体的滤过功能 肾小体以滤过方式形成滤液。血液流经血管球毛细血管时,由于毛细血管内血压较高,使血浆内的物质经有孔内皮、GBM和足细胞裂孔膜滤入肾小囊腔,这三层结构称为滤过膜(filtration membrane)或滤过屏障(filtration barrier),对血浆成分具有大小和电荷的双重选择性通透作用,滤过膜的大小选择性通透取决于滤过膜三层结构的分子孔径,分别能限制血液内不同大小分子的滤过,一般认为分子量小于7万的物质能通过滤过膜,如血浆中的水、溶质和小分子物质很容易通过滤过膜,而分子量大于7万的大分子物质则不易通过滤过膜。滤过膜上带负电荷的成分是滤过膜电荷选择性通透的结构基础,如毛细血管内皮细胞表面、足细胞足突表面和裂隙膜表面均覆有一层带负电荷的唾液酸糖蛋白,以及GBM内的富含阴离子的硫酸肝素蛋白多糖。滤过膜的电荷选择性通透性使带阳离子的物质易于通过滤过膜,而带阴离子的物质很难通过,如正常生理情况下,分子量为6.9万的白蛋白尽管其分子量小于理论上的滤过孔径,由于其携带负电荷,故只能少量滤过。

滤入肾小囊腔的滤液也称原尿,成人每天可形成约180 L (125 ml/min)原尿。病理情况下,若滤过膜受损,大分子血浆蛋白

甚至血细胞可通过滤过膜漏出,出现蛋白尿或血尿。

4. 血管系膜(mesangium) 由血管系膜细胞(mesangial cell)和基质组成。血管系膜细胞又称球内系膜细胞,呈星形多突状,突起长短不等,核小而圆,或略有凹陷,染色略深。胞质内有发达的内质网、明显的高尔基复合体和大小不一的吞噬泡及少量散在的溶酶体,尚可见分泌颗粒。血管系膜细胞为收缩性细胞,其结构和功能与平滑肌细胞类似。胞体和突起内有较多的微管、收缩性微丝和中间丝。细胞的突起由胞体伸向 GBM,内有许多微丝束。微丝走向与突起的长轴平行,终止于突起的两端,并借纤维粘连蛋白直接与 GBM 相连,或经纤维粘连蛋白与基质内的微原纤维相连,后者再与 GBM 相结合。系膜细胞的功能是:① 能吞噬和清除滤入基质内的大分子物质,包括残留在 GBM 上的沉积物,以维持 GBM 的通透性。② 细胞的收缩活动可防止血管球毛细血管因血管内较高的静水压而扩张,以维持毛细血管的结构恒定。从生物力学的角度,GBM 和系膜细胞突起内的微丝束共同构成一个包绕在内皮管道外的圆筒状结构。系膜细胞收缩时,其突起可牵拉 GBM,所产生的切向张力可抵抗毛细血管壁向外扩张。③ 曾认为系膜细胞的收缩活动有调节毛细血管管径的作用,但目前认为由于相邻两个血管系膜角(指 GBM 偏离毛细血管内皮处的夹角)的间距较小,故系膜细胞的收缩对毛细血管的管径影响很小。④ 能合成系膜基质成分。此外,体外培养实验表明系膜细胞能合成和分泌多种酶及生物活性物质,如纤维蛋白溶解酶原激活因子 I、血小板源性生长因子类似物、胰岛素样生长因子 I、血小板激活因子等。正常生理情况下,系膜细胞更新率较慢,但在某些病理情况下,系膜细胞大量增生,吞噬和清除作用增强。

(二) 肾小管

肾小管由单层上皮围成,上皮为基膜及少量结缔组织。

1. 近端小管(proximal tubule) 是肾小管中最长和最粗的一段,长约 14 mm,约占肾小管总长的一半,直径为 50~60 μm ,可分为曲部和直部两段。

(1) 近曲小管(proximal convoluted tubule) 光镜下可见管壁由单层立方或锥体形细胞组成,体积较大;细胞分界不清,核圆形,位近细胞基部;胞质呈强嗜酸性,细胞游离面有刷状缘,基部有纵纹。电镜下可见细胞游离面有大量长而密集的微绒毛,构成光镜下所见的刷状缘,使细胞游离面表面积扩大约 36 倍。顶部胞质有许多小管和小泡,由相邻微绒毛基部的细胞膜凹陷形成,细胞以此胞饮方式重吸收原尿内的蛋白质等大分子物质。细胞基底面有发达的质膜内褶,褶间胞质内有许多体积较大、纵向排列的杆状线粒体,形成光镜下的纵纹。细胞基侧面有许多侧突,内有线粒体,相邻细胞的侧突呈指状交叉,并相互伸入质膜内褶的空隙内,两者构成广泛的细胞间迷路,故光镜下细胞分界不清。在侧突和质膜内褶的细胞膜上富含 Mg^{2+} 依赖的 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶,即钠泵,分布于该处的线粒体可为钠泵提供能量。侧突和质膜内褶的存在使细胞基部的表面积明显扩大,有利于 Na^+ 和水的迅速转运。

(2) 近直小管 其结构基本与近曲小管类似,但上皮细胞略矮,微绒毛略短,侧突和质膜内褶不如近曲小管的发达,顶部胞质的小管和小泡均较少。

近端小管上述结构特点使其具有良好的重吸收功能,原尿中的全部葡萄糖、氨基酸和蛋白质,以及大部分的 Na^+ 和水、50% 的碳酸氢盐和尿素等被近端小管重吸收。此外,近端小管细胞还能向小管腔内分泌 H^+ 、 NH_3 、肌酐和马尿酸,转运排出血液中的酚红和青霉素等药物。近端小管的损害可严重影响肾的正常排泄功能,因此临床上应用马尿酸或酚红排泄试验,以了解近端小管的功能状态。

2. 细段(thin segment) 管径较细,直径约 $12\sim 15\ \mu\text{m}$,由单层扁平上皮围成。细胞扁平,胞质着色较浅,核扁圆形凸向管腔,细胞游离面无刷状缘。电镜下可见散在而短小的微绒毛、胞质内褶和侧突。细段上皮较薄,有利于水和电解质的通透。

3. 远端小管(distal tubule) 较近端小管短,故在光镜切片中断面较少。可分成直部和曲部两段。

(1) 远直小管 管径约 $20\ \mu\text{m}$,长约 $9\ \text{mm}$ 。管壁为单层立方上皮,细胞体积较小;核圆位近腔面,胞质着色较浅,细胞分界较清晰,游离面无刷状缘,基底纵纹明显。电镜下观察,细胞游离面的微绒毛短而少,基部质膜内褶发达,褶深可达细胞高度的 $2/3$ 或更多;基侧面的侧突广泛;褶间胞质和侧突内的线粒体细长,数量多。质膜内褶和侧突的细胞膜上有较强的 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶活性。近年发现远直小管游离面和侧面的细胞膜上有一种 T-H 蛋白(Tamm-Harsfall protein),为凝胶状的酸性糖蛋白,可能作为水的通透屏障。远直小管能主动向间质泵出 Na^+ ,而水不能通过,致使间质的渗透压从锥体底至乳头逐渐递增。间质内的渗透压梯度有利于集合小管重吸收水分,使尿液浓缩。

(2) 远曲小管(distal convoluted tubule) 管道长 $4.6\sim 5.2\ \text{mm}$,管径 $20\sim 50\ \mu\text{m}$ 。其结构类似于远直小管,但细胞略高,胞质着色略浅。电镜下观察,细胞也有广泛的侧突和发达的质膜内褶。细胞基侧面膜上有强的 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶活性和较高的 $\text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+} - \text{ATP}$ 酶活性。远曲小管是离子交换的重要部位,能重吸收 NaCl 和 Ca^{2+} 等,并向小管腔内分泌 K^+ 、 H^+ 和 NH_3 等,对维持血液的酸碱平衡起重要作用。肾上腺皮质醛固酮能促进上皮细胞吸 Na^+ 排 K^+ 。

二、集合小管

集合小管(collecting tubule)全长约 $20\sim 38\ \text{mm}$,分为弓状集

合小管、皮质集合小管和髓质集合管三段。弓状集合小管较短,呈弓状由皮质迷路弯入髓放线,汇合为皮质集合小管,后者下行至肾锥体,改称为髓质集合小管,其末端进入锥体乳头部,故又称乳头管。集合小管的管径由皮质段至髓质段逐渐增粗,上皮细胞由单层立方渐变为单层柱状,至乳头管处转变为高柱状。细胞的胞质清亮,境界清晰。电镜下观察,细胞游离面有少量短的微绒毛,基部有浅的质膜内褶,相邻细胞间的间隙明显,细胞侧面有少量指状突伸入细胞间隙内。集合小管上皮由集合管细胞和闰细胞组成,前者的微绒毛少,细胞器简单,腔面膜上有 Na^+ 通道和水通道蛋白,有重吸收 Na^+ 和水的功能,使尿液浓缩;后者的微绒毛略多,细胞器较多,腔面膜上有 $\text{H}^+ - \text{ATP}$ 酶,基侧面膜上有 Cl^- 和 HCO_3^- 交换载体,与分泌 H^+ 和重吸收 HCO_3^- 有关,使尿液酸化。集合小管细胞的功能受醛固酮和抗利尿激素的调节。

综上所述,肾小体形成的大量原尿,流经肾小管各段,经肾小管的重吸收和排泌作用后,由集合小管进一步重吸收水和 Na^+ 并分泌 H^+ ,使尿液浓缩和酸化,最终形成终尿经乳头孔排入肾小盏。每天排出的终尿量约 $1\sim 2\text{ L}$,仅占原尿量的 1% 。在形成终尿的过程中,由于进行了离子交换,排出多余的物质,对体内的水盐代谢和酸碱平衡有重要的调节功能。

三、球旁器

球旁器(juxtaglomerular apparatus)又称球旁复合体,由球旁细胞、致密斑和球外系膜细胞组成,三者在肾小体血管极处构成三角形的区域,致密斑为三角区的底,入球微动脉和出球微动脉分别为两侧边,球外系膜细胞位于该三角区的中央。球旁器有调节机体的血压、血容量和电解质平衡的功能。

(一) 球旁细胞(juxtaglomerular cell)

入球微动脉末端行至肾小体血管极处,其管壁中膜的平滑肌

细胞转变成上皮样细胞,称球旁细胞。偶见出球微动脉的管壁内有球旁细胞。细胞体积较大,呈立方形,核大而圆、着色浅,胞质呈弱嗜碱性,含分泌颗粒,颗粒呈PAS阳性。电镜下可见细胞内肌丝少,粗面内质网和核糖体丰富,高尔基复合体发达,分泌颗粒有膜包被、大小不一。用免疫组织化学法证实颗粒内含有肾素。球旁细胞与内皮紧贴,其分泌物易释放入血。肾素是一种蛋白水解酶,可使血浆中的血管紧张素原转变为血管紧张素 I,后者在内皮细胞分泌的转换酶作用下转变为血管紧张素 II。血管紧张素 II 有较强的缩血管作用,使血压升高。肾素还能刺激肾上腺皮质分泌醛固酮,促进远曲小管和集合小管吸 Na^+ 排 K^+ , 同时伴有水的重吸收,使血容量增加、血压升高。

(二) 致密斑(macula densa)

远直小管的末端伸入皮质迷路,行至肾小体血管极处,其朝向肾小体侧的上皮增高、变窄,形成椭圆形的斑样隆起,称致密斑。致密斑基部的大部分区域与球外系膜细胞相接触,仅少部分区域与入球微动脉及出球微动脉相接触。细胞呈高柱状,排列紧密;核椭圆形,位近细胞顶部;胞质着色浅。电镜下观察,游离面有许多微绒毛或微皱褶,细胞间有广泛的细胞间隙,侧面胞膜有许多小突起伸入间隙内,并借桥粒相连,细胞基部有许多分支突起,可伸至球外系膜细胞或球旁细胞。细胞的腔面膜上有 $\text{Na}^+ - 2\text{Cl}^- - \text{K}^+$ 共运输载体,无 T-H 蛋白,故致密斑有转运水和离子的结构基础。致密斑为 Na^+ 离子感受器,能敏感地感受小管液的 Na^+ 浓度变化。当小管液 Na^+ 浓度降低或血压下降时,致密斑对 NaCl 的转运率下降,促进细胞产生 NO 和前列腺素(prostaglandins, Pgs),通过旁泌作用,促进球旁细胞合成和释放肾素。

(三) 球外系膜细胞(extraglomerular mesangial cell)

又称极垫细胞(polar cushion cell),埋于球外系膜的基质内。

球外系膜细胞与球内的血管系膜细胞相延续,两者的形态结构类似。球外系膜细胞有许多分支突起,相邻细胞的突起间有缝隙连接。球外系膜细胞与致密斑细胞紧密相贴,并与球旁细胞、血管系膜细胞之间有缝隙连接,故认为它在球旁器诸细胞的功能活动中,起传递“信息”的作用。

四、肾间质

分布于泌尿小管之间的少量结缔组织为肾间质。皮质内的间质较少,髓质深部的间质较多。髓质间质内除成纤维细胞和巨噬细胞外,尚有一种特殊的载脂间质细胞(lipid-laden interstitial cell)。细胞略长,呈星形,有许多长突起。细胞的长轴与髓襻、直小血管及集合小管的长轴相互垂直,横架在这些管道之间,如同梯级。胞质内有许多特征性的嗜锇性脂滴,含前列腺素及其前体;内质网丰富,高尔基复合体发达。载脂间质细胞能分泌前列腺素和形成间质内的纤维和基质。

五、肾的血液循环

肾动脉经肾门入肾后分成数支叶间动脉,行于肾柱内(图 1-1)。叶间动脉上行至锥体底部附近,沿皮髓质交界线分支为弓形动脉。弓形动脉以规则的间距发出若干小叶间动脉,呈放射状行于皮质迷路内。小叶间动脉走向皮质表面时,沿途向周围发出许多入球微动脉,分别进入一个或分支进入几个肾小体,形成血管球。小叶间动脉的末端分支在被膜内形成毛细血管网,汇入星形静脉。浅表肾单位的出球微动脉离开肾小体后再次分支,形成球后毛细血管网,分布在近曲小管和远曲小管的周围。球后毛细血管网汇集成小叶间静脉,并依次汇入弓形静脉和叶间静脉,最后经肾静脉出肾,静脉与相应的动脉伴行。近髓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降入髓质,然