

高级卫生专业技术资格考试指导用书

肾内科学

高级医师进阶

杭宏东◎主编

系统梳理学科理论

条分缕析知识要点

活化临床思维模式

全面提升专业技能



中国协和医科大学出版社

高级卫生专业技术资格考试指导用书

肾 内 科 学

高级医师进阶

主 编 杭宏东

副主编 李龙凯 王 静

编 者

万 晶	王 然	王 楠	王 颖	王金花
王艳红	田 雪	刘 波	刘日升	刘贵波
吕雅荟	孙淑华	闫 云	闫梅杰	何 姗
初 艳	张 彤	张 婉	张美玲	张晓韫
李 英	李可新	杨 君	邵 冰	林子超
武晓华	范立夫	金晓燕	姜 燕	费淑香
赵 姗	徐文丽	秦伟伟	高照坤	



中国协和医科大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

肾内科学·高级医师进阶 / 杭宏东主编. —北京: 中国协和医科大学出版社, 2016. 1
(高级卫生专业技术资格考试指导用书)

ISBN 978-7-5679-0274-9

I. ①肾… II. ①杭… III. ①肾疾病-诊疗-医药卫生人员-资格考试-自学参考资料
IV. ①R692

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 037489 号

高级卫生专业技术资格考试指导用书 肾内科学·高级医师进阶

主 编: 杭宏东
责任编辑: 吴桂梅

出版发行: 中国协和医科大学出版社
(北京东单三条九号 邮编 100730 电话 65260378)

网 址: www.pumcp.com
经 销: 新华书店总店北京发行所
印 刷: 北京佳艺恒彩印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16 开
印 张: 26
字 数: 550 千字
版 次: 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷
定 价: 95.00 元

ISBN 978-7-5679-0274-9

(凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页及其他质量问题, 由本社发行部调换)

前 言

近年来肾脏疾病及其所导致的终末期肾衰竭已经成为常见并严重危害人类健康和寿命的疾病,引起了广泛的关注。我国政府也将慢性肾脏疾病的防治作为提高国民健康水平的重要研究课题。肾内科学是内科学的重要组成部分,作为一门独立的学科已经有了长足的发展。本书以介绍临床常见的肾脏疾病的临床诊断与治疗为重点,同时介绍国内外发展趋势,力求体现本专业领域的最新知识。全书共分 24 章 84 节,具体内容包括肾脏的结构和功能,肾脏疾病的临床表现,肾脏疾病的诊断方法,肾脏病理学概述以及常见肾脏疾病如肾小球疾病、肾小管-间质疾病、尿路感染与梗阻性肾病、囊肿性肾脏病、遗传性和先天性肾脏病,急性肾衰竭,慢性肾衰竭等的诊断与防治,还对其他疾病如自身免疫性疾病、血栓性微血管病、代谢性疾病、副蛋白血症、恶性肿瘤、感染性疾病、高血压、药物毒物等引起的肾损害,肾脏血管的血栓与栓塞性疾病,妊娠与肾脏疾病等相关知识做了系统的介绍。同时针对血液净化疗法、肾脏移植的有关内科问题、肾脏患者药代动力学与药物使用也做了相关介绍。

本书内容紧扣高级卫生专业技术资格考试要求,根据大纲对专业知识“了解”、“熟悉”、“掌握”、“熟练掌握”的不同层次要求,详略得当,重点突出,是拟晋升副高级和正高级职称考试人员的复习指导用书,同时也可供高年资医务人员参考,以提高主治医师以上职称医务人员临床诊治、临床会诊、综合分析疑难病例以及开展医疗先进技术的能力。

由于编者经验水平有限,书中难免存在错误与疏漏之处,敬请读者批评指正。

编 者

2015 年 11 月

目 录

第一章 肾脏的结构和功能	1
第一节 肾脏的大体解剖	1
第二节 肾脏的组织结构	2
第三节 肾脏的血管、淋巴及神经分布	7
第四节 肾脏的生理功能	8
第二章 肾脏病的临床表现	14
第一节 尿量异常	14
第二节 尿成分异常	16
第三节 排尿异常	22
第四节 肾脏疾病综合征	24
第三章 肾脏疾病的诊断	26
第一节 肾脏疾病的实验室检查	26
第二节 肾脏疾病的影像学检查	32
第三节 经皮肾穿刺活检术	34
第四章 肾脏病理学	39
第一节 肾脏疾病的病理学分类	39
第二节 肾活检病理检查的常见病变	41
第五章 肾小球疾病	46
第一节 急性肾小球肾炎	46
第二节 急进性肾小球肾炎	51
第三节 慢性肾小球肾炎	57
第四节 隐匿性肾小球肾炎	62
第五节 肾病综合征	65
第六节 IgA 肾病	76
第六章 肾小管-间质疾病	85
第一节 急性肾小管间质性肾炎	85
第二节 慢性肾小管间质性肾炎	90
第三节 肾小管性酸中毒	95
第四节 范科尼综合征	104

第七章 尿路感染与梗阻性肾病	107
第一节 尿路感染	107
第二节 梗阻性肾病	117
第八章 自身免疫性疾病	122
第一节 系统性红斑狼疮性肾炎	122
第二节 原发小血管炎肾损害	144
第三节 过敏性紫癜肾炎	155
第四节 其他风湿病肾损害	163
第九章 血栓性微血管病	176
第一节 溶血性尿毒综合征	176
第二节 血栓性血小板减少性紫癜	181
第十章 代谢性疾病肾损害	185
第一节 糖尿病肾病	185
第二节 高尿酸血症肾病	199
第十一章 副蛋白血症肾损害	209
第一节 冷球蛋白血症肾损害	209
第二节 肾淀粉样变性病	210
第十二章 恶性肿瘤相关的肾损害	216
第一节 多发性骨髓瘤肾脏损害	216
第二节 其他恶性肿瘤相关肾损害	222
第三节 肿瘤治疗过程中的肾损害	229
第十三章 感染性疾病相关的肾损害	235
第一节 乙型肝炎病毒相关肾炎	235
第二节 丙型肝炎病毒相关肾炎	239
第十四章 高血压与肾脏	244
第一节 高血压性肾损害	244
第二节 肾血管性高血压与缺血性肾脏病	251
第十五章 肾脏血管的血栓与栓塞性疾病	259
第一节 肾静脉血栓形成	259
第二节 胆固醇结晶栓塞性肾脏病	265
第十六章 囊肿性肾脏病	271
第一节 常染色体显性多囊肾病	271
第二节 常染色体隐性多囊肾病	278
第三节 单纯性肾囊肿	281

第四节	获得性肾囊肿	284
第五节	髓质海绵肾	285
第十七章	遗传性和先天性肾脏病	288
第一节	Alport 综合征	288
第二节	Fabry 病	292
第十八章	妊娠与肾脏疾病	295
第一节	妊娠期肾脏的生理变化	295
第二节	妊娠期高血压	297
第三节	妊娠期与肾脏有关的合并症	301
第四节	慢性肾脏病的妊娠问题	306
第十九章	药物、毒物肾损害	310
第一节	药物性肾损害	310
第二节	毒物相关性肾损害	319
第二十章	急性肾衰竭	325
第一节	急性肾衰竭的概述	325
第二节	急性肾衰竭的病理生理	326
第三节	急性肾衰竭的临床表现	326
第四节	急性肾衰竭的诊断与鉴别诊断	327
第五节	急性肾衰竭的治疗及预后	330
第二十一章	慢性肾衰竭	333
第一节	慢性肾脏病的概念及肾损害进展	333
第二节	慢性肾衰竭的分期及流行病学	335
第三节	慢性肾衰竭的病因及发病机制	336
第四节	慢性肾衰竭的临床表现	339
第五节	慢性肾衰竭的非透析治疗	346
第二十二章	血液净化疗法	349
第一节	血液透析	349
第二节	血液滤过	365
第三节	血液透析滤过	367
第四节	连续肾脏替代治疗	368
第五节	单纯超滤	369
第六节	血浆置换	370
第七节	血浆吸附	372
第八节	血液灌流	374

第九节 腹膜透析	375
第二十三章 肾脏移植	383
第一节 移植前受者准备	383
第二节 肾移植围术期处理	385
第三节 肾移植常见并发症处理	387
第四节 肾移植免疫抑制治疗	392
第二十四章 肾脏患者药代动力学与药物使用	393
第一节 肾脏在药物代谢、清除中的作用	393
第二节 肾衰对药代动力学和药效动力学的影响	394
第三节 透析对药物的清除	396
第四节 肾功能衰竭时的合理用药	398
附录一 高级卫生专业技术资格考试大纲（肾内科学专业——副高级）	403
附录二 高级卫生专业技术资格考试大纲（肾内科学专业——正高级）	405
附录三 全国高级卫生专业技术资格考试介绍	407

第一章 肾脏的结构和功能

第一节 肾脏的大体解剖

知识点 1: 肾脏的形态

副高: 了解 正高: 了解

肾脏是成对的蚕豆状器官, 中央为肾门, 是肾血管、肾盂、神经及淋巴管出入之处。其排列顺序为: 肾静脉在前、肾动脉居中、输尿管在最后面, 该处合称为肾蒂。肾门向内延续为肾窦。

肾脏的体积各人有所不同, 正常成年男性肾脏的平均体积为 $11\text{cm} \times 6\text{cm} \times 3\text{cm}$, 左肾略长于右肾。女性肾脏的体积和重量均略小于同龄的男性, 通常男性的单个肾重约 150g, 女性约 135g。儿童肾脏相对较大, 且有更加明显的胎儿分叶状, 这种分叶出生时存在, 通常在出生后 1 岁内逐渐消失, 偶见于成人。另一个正常变异是肾脏外侧缘的突起, 称驼峰肾, 是一种正常变异, 左侧多于右侧, 有人认为是由于受到脾脏或肝脏向下的压力形成。

知识点 2: 肾脏的位置

副高: 了解 正高: 了解

肾位于腰部脊柱两侧, 左右各一, 紧贴腹后壁, 位于腹膜后面。左肾上极平第 11 胸椎, 其后方有第 11、12 肋斜行跨过, 下端与第 2 腰椎齐平。右肾上方与肝相邻, 位置比左肾低半个到 1 个椎体, 右肾上极平第 12 胸椎, 下极平第 3 腰椎, 第 12 肋斜行跨过其后方。一般女性肾脏位置低于男性, 儿童低于成年人, 新生儿肾脏下端有时可达髂嵴附近。肾脏的位置可随呼吸及体位而轻度改变。

知识点 3: 肾脏的分层结构

副高: 了解 正高: 了解

肾脏为实质器官。外层为皮质, 厚度约为 1cm, 该层富有血管及肾小球, 颜色较髓质深, 为红褐色。皮质的深层为髓质, 占整个肾实质的 $2/3$, 该层血管较少, 致密而有条纹。髓质是由 8~18 个肾锥体组成, 伸向肾窦部分称为肾乳头, 肾乳头上有 10~25 个小孔, 开口于肾小盏。肾锥体另一侧向皮质伸出许多放射状条纹, 称髓放线。皮质嵌入椎体之间的部分为肾柱。每 1~2 个肾乳头被一个漏斗状的肾小盏包绕, 2~3 个肾小盏合成一个肾大盏, 2~3 个肾大盏集成肾盂, 肾盂向下逐渐缩小连续于输尿管。

知识点 4: 肾的被膜

副高: 了解 正高: 了解

肾实质包以肌织膜，由平滑肌纤维与结缔组织构成，紧贴附着不易剥离。在肌织膜外有三层包膜，分别是纤维囊、脂肪囊和肾筋膜。纤维囊为一层结缔组织膜，薄而坚韧，由致密结缔组织和少数弹力纤维构成，在正常状态下，容易与肾实质剥离。但在某些病理情况下，由于与肾实质粘连而不易剥离。纤维膜外面是脂肪囊，为肾周围呈囊状的脂肪层。脂肪囊对肾起弹性垫样保护作用。肾筋膜位于脂肪囊的外面，由腹膜外组织发育而来。肾筋膜分前后两层，包绕肾和肾上腺。向上向外侧两层互相融合。向下两层互相分离，其间有输尿管通过。肾筋膜向内侧，前层延至腹主动脉和下腔静脉的前面，与大血管周围的结缔组织及对侧肾筋膜前层相连续；后层与腰大肌筋膜相融合：自肾筋膜深面还发出许多结缔组织小束，穿过脂肪囊连至纤维膜，对肾起固定作用。

第二节 肾脏的组织结构

知识点 1：肾单位的概念

副高：了解 正高：了解

肾单位是肾脏结构和功能的基本单位，包括肾小体和与之相连的肾小管（近端肾小管、髓袢、远端肾小管）。人类的每个肾脏约由 100 万（80 万~110 万）个肾单位组成，出生时婴儿体重与肾单位数目呈正相关。根据肾小体在皮质中的位置，可分为表浅、中间和髓旁三种肾单位。表浅肾单位的肾小体位于离皮质表面几毫米之内，髓旁肾单位的肾小体位于皮质深层，靠近皮质与髓质交界处，中间肾单位的肾小体则位于以上两者之间。

一、肾小体

知识点 2：肾小体的组成

副高：了解 正高：了解

肾小体由肾小球和肾小囊组成，通过滤过作用形成原尿。肾小体有两个极，小动脉入肾小体的区域称血管极，对侧是与肾小管相连的尿极。

知识点 3：肾小体的位置

副高：了解 正高：了解

肾小体位于皮质迷路，近似球形，直径约为 $200\mu\text{m}$ 。近端小管曲部和远端小管曲部分布于肾皮质迷路和肾柱，髓袢则和集合管一起分布于髓质肾锥体和皮质髓放线中。近髓质者比位于皮质浅层者大 20% 左右。

知识点 4：肾小球的构成

副高：了解 正高：了解

肾小球的结构和功能最复杂，通过毛细血管袢的过滤形成原尿，原尿流经肾小管时，通过吸收和浓缩，将原尿改造为终尿。肾小球由两部分构成，即位于中央的血管球和位于周围的肾小囊。

知识点 5: 肾小球毛细血管襻

副高: 了解 正高: 了解

入球小动脉进入肾小球后分为 5~8 个主支, 使血管球形成相应的毛细血管小叶或肾小球节段。每个主支又分出数个支, 最后形成 20~40 个盘曲的襻状毛细血管网, 称毛细血管襻。各小叶的毛细血管返至血管极处, 又汇聚成主支, 最后合成出球小动脉。肾小球毛细血管襻是人体内唯一的介于两条小动脉之间的毛细血管床 (其他毛细血管网都是介于一条小动脉及一条小静脉之间), 这种特殊的解剖结构保证了肾小球毛细血管内的静水压较身体其他部位的毛细血管静水压高, 有利于毛细血管滤过功能的发挥。另一方面, 也使血液内的异常物质 (如免疫复合物等) 易于沉积在肾小球。

知识点 6: 肾小球毛细血管壁的组成

副高: 了解 正高: 了解

肾小球毛细血管壁有三层结构, 内侧衬以内皮细胞, 中间为基膜, 外侧被以上皮细胞, 即肾小囊脏层上皮细胞。

(1) 内皮细胞 扁平的内皮细胞被覆于毛细血管壁管腔侧, 与血液接触, 内皮细胞之间在电子显微镜下呈紧密连接, 但细胞体则布满直径 70~100nm 的窗孔。内皮细胞表面被覆富含唾液酸蛋白的多阴离子表面糖蛋白。所以内皮细胞带有负电荷。

内皮细胞构成了肾小球毛细血管的第一道屏障, 使血细胞及一些大分子物质不被滤出。内皮细胞表面的负电荷构成了肾小球毛细血管壁电荷屏障的重要组成部分, 它可以黏附细菌和白细胞; 内皮细胞对基膜的合成及修复有一定作用; 此外, 内皮细胞还具有抗凝及抗血栓、合成及释放 VIII 因子和内皮素的作用。

(2) 基底膜 肾小球毛细血管基膜由中间的致密层和内、外两侧的疏松层组成。一般认为成人基底膜的厚度约 300nm。基膜由 3 类生化成分构成: 胶原 (IV、V、VI 型胶原); 糖蛋白 (层粘连蛋白、纤粘连蛋白、内动蛋白和巢原蛋白) 及蛋白聚糖 (硫酸类肝素)。

肾小球毛细血管基膜带负电荷, 是肾小球滤过膜电荷屏障的重要组成部分。其主要功能是保证毛细血管壁的完整性和一定的通透性。

(3) 上皮细胞 上皮细胞位于肾小球毛细血管基膜外侧。该细胞具有足突, 足突和足突之间有一裂隙, 宽约 25nm, 称为裂孔, 裂孔上有厚 4~6nm 的膜, 称为裂孔膜, 裂孔膜实际上是足细胞单位膜最外面的一层。这一精细结构有利于肾小球毛细血管壁的选择性滤过功能。上皮细胞胞体及足突表面含有涎酸蛋白, 带有负电荷。

上皮细胞有多种生理功能: 它是肾小球滤过屏障的重要组成部分, 对于基膜的合成及修复有重要作用, 此外, 上皮细胞有很强的吞饮功能, 上皮细胞表面具有 C3b 受体, 上皮细胞可合成前列腺素 PGE_2 、 PGI_2 及血栓素。

知识点 7: 肾小球系膜

副高: 了解 正高: 了解

肾小球系膜位于肾小球毛细血管小叶的中央部分, 由系膜细胞和系膜基质组成。系膜基质内有一定间隙, 称为系膜通道, 不能通过肾小球滤过膜的大分子物质, 可经过此通道

转运至血管极进入远端肾小管，或进入淋巴管及毛细血管排出。

系膜细胞有多种生理功能：①对肾小球毛细血管襻有支持和保护作用；②调节肾小球微循环及滤过率；③吞噬与清洁功能；④参与免疫反应；⑤对肾小球局部损伤的反应；⑥迁移功能。

知识点 8：肾小球的滤过屏障

副高：了解 正高：了解

肾小球滤过屏障可有效地阻止血浆中白蛋白及更大分子量的物质进入尿液。其包括四个部分：①肾小球内皮细胞表面的细胞衣，也称之为多糖蛋白质复合物；②肾小球毛细血管的有孔内皮细胞；③肾小球基膜；④足细胞的裂孔隔膜。

知识点 9：肾小囊

副高：了解 正高：了解

肾小囊是肾小管盲端凹陷而成的双层囊，两层间的裂隙称为肾小囊腔。肾小囊的外层称为壁层，由单层扁平上皮构成，在肾小球尿极处与近端肾小管上皮相连。内层亦为脏层，即肾小球的脏层上皮细胞，壁层由肾小囊基膜和壁层上皮细胞组成。肾小囊基膜较厚，为1200~1500nm，在肾小体的尿极移行近端肾小管基膜；在血管极，与入、出球小动脉及肾小球毛细血管基膜相移行。

知识点 10：肾小球旁器

副高：了解 正高：了解

肾小球旁器位于入球小动脉、出球小动脉和远端肾小管之间的区域，是具有内分泌功能的一个特殊结构。包括球旁细胞、致密斑、球外系膜细胞和极周细胞。

球旁细胞和球外系膜细胞均有分泌肾素的功能，少部分肾素经小动脉内皮直接入血，大部分进入肾间质再经毛细血管入血。致密斑可以感受尿液中的钠离子浓度，调节肾素的分泌。肾小球旁器的血管和致密斑的接触面积是控制肾素分泌的结构基础，当远端肾小管内原尿尿量和钠离子减少时，远端肾小管直径变小，致密斑与血管的接触面积减少，导致肾素分泌增多；反之，接触面积增大，则肾素分泌减少。

二、肾小管

知识点 11：肾小管的组成

副高：了解 正高：了解

肾小管占正常肾皮质体积的80%~90%，是肾单位的另一个重要组成部分，它与肾小球之间相互影响。肾小管的上皮细胞有强大的重吸收功能，可重吸收约99%的肾小球滤出原尿，对保证体液的恒定有重要意义。此外，肾小管的不同节段，尚有一定的分泌功能。虽然每个肾单位的小管系统可从形态及功能上分为至少15个节段，但通常分为三大节段，即近端小管、髓袢和远端小管。

知识点 12: 近端肾小管

副高: 了解 正高: 了解

近端小管是肾小管中起重吸收作用的重要部分, 在肾小管的各段中最粗最长, 直径 50~60 μm , 长约 14mm, 被覆单层立方状或低柱状上皮。根据上皮细胞的主要形态和功能特点, 近端小管又分为曲部和直部两部分。近端小管曲部与肾小体的尿极相连, 位于肾小体周围构成皮质迷路的大部分; 近端小管直部与近端小管曲部相连, 位于髓放线。

近端小管主要功能是重吸收原尿中的水、钠、钾、钙、氯化物、碳酸盐, 磷酸盐以及一些有机物质如葡萄糖和氨基酸等。近端小管的病变常导致水和电解质代谢紊乱。

知识点 13: 髓襻细段

副高: 了解 正高: 了解

髓襻细段为连接近端小管直部和远端小管直部的直管部分。这一段的长度依不同类型的肾单位有明显区别, 皮质肾单位的细段很短, 主要位于髓质外带; 髓旁肾单位的细段较长, 起始于髓质外带, 延伸至髓质内带乃至肾乳头。细段的管径细, 只有 15 μm , 管壁也薄, 被覆单层扁平上皮细胞, 细胞核呈椭圆形, 凸向腔面, 细胞质少, 着色浅。

细段通过水的主动和被动重吸收, 对尿的浓缩有重要作用。

知识点 14: 远端小管

副高: 了解 正高: 了解

远端小管包括直部、致密斑和曲部。在肾髓质内外带交接处, 髓襻细段升支移行为远端小管直部, 入髓放线, 行至皮质迷路的肾小球血管极处, 形成致密斑, 继而移行为远端小管曲部, 迂曲分布于近端小管之间, 最后又行至髓放线进入集合管。远端小管直部又称髓襻升支粗段; 远端小管曲部又称远曲小管。远端小管对缺血有特殊的敏感性, 易导致缺血性损伤。

远端小管对钾、钠、氯化物的代谢及酸碱平衡的调节有重要作用。

知识点 15: 连接小管

副高: 了解 正高: 了解

连接小管为远端小管曲部和皮质集合管起始段的过渡节段, 由多种细胞组成, 包括连接小管细胞以及混杂的远曲小管和集合管细胞。细胞腔面有少数微绒毛, 有细胞侧突和基底褶, 细胞核位于细胞顶部, 线粒体较少, 不均匀地分布于基底褶附近。

连接小管具有分泌钾离子的功能, 对氢离子的释放也有重要作用。此外, 上皮细胞质内有较多的甲状旁腺激素和维生素依赖性钙结合蛋白, 具有调节钙离子的功能。

三、集合管

知识点 16: 集合管的分段

副高: 了解 正高: 了解

集合管不是肾单位的组成部分。根据其所在位置, 集合管可分为三段: 皮质集合管、

髓质外带集合管和髓质内带集合管。髓质内带集合管行至锥体乳头，称乳头管，并开口于肾乳头形成筛状区。

知识点 17：集合管上皮的组成

副高：了解 正高：了解

集合管上皮由主细胞及嵌入细胞组成。

(1) 主细胞 主细胞遍布集合管全长，细胞界限清晰，腔面覆有一层糖蛋白复合物，胞核呈圆形，位于细胞中央，胞质浅淡，电镜下线粒体较少，分布杂乱，腔面有少数短小微绒毛，侧面有不发达的小侧突，基底褶也较浅。

(2) 嵌入细胞 嵌入细胞散布于主细胞之间，腔面有较长的微绒毛，基底面有很多复杂的内褶，细胞质内有丰富的线粒体、溶酶体、游离核蛋白体、粗面及滑面内质网。

知识点 18：集合管的作用

副高：了解 正高：了解

集合管是肾脏调节水和电解质平衡的最后部位，对钠离子、钾离子、氯离子和酸碱调节起重要作用。集合管通过抗利尿激素参与尿浓缩功能的调节。

四、肾间质**知识点 19：肾间质的组成**

副高：了解 正高：了解

位于肾单位以及集合管之间的间叶组织称为肾间质。肾间质由间质细胞以及半流动状态的细胞外基质组成，后者由硫化或非硫化的糖胺多糖组成。肾皮质所含间质很少，在小于 36 岁的人群中，肾间质约占肾皮质总体积的 11.7%，在大于 36 岁的人群约占 15.7%。肾间质的相对体积由皮质到肾乳头逐渐增加，髓质外带占髓质总体积的 20%，肾乳头部占 30%~40%。

知识点 20：皮质肾间质

副高：了解 正高：了解

肾皮质含有两种间质细胞。

(1) I 型皮质间质细胞 与成纤维细胞相似，主要位于肾小管基膜与毛细血管之间，呈星芒状，有形状不规则的细胞核和发育完好的粗面及滑面内质网，能够产生促红细胞生成素 (EPO)。

(2) II 型肾皮质间质细胞 数量相对较少，为单核或淋巴样细胞，圆形，胞质很少，仅有少数细胞器，此类细胞来自骨髓。间质细胞之间为细胞外基质和少量胶原纤维，主要为 I 型、III 型胶原和纤黏连蛋白。

知识点 21：髓质肾间质

副高：了解 正高：了解

髓质间质细胞有三种：

(1) 第一种髓质间质细胞 与Ⅰ型皮质肾间质细胞相似，呈不规则星芒状，位于髓襻细段和直小血管之间，与细段长轴垂直排列，有如旋体状，细胞突起与肾小管及直小血管直接相连。与Ⅰ型皮质肾间质细胞不同处是其胞质内含有类脂包涵体或脂粒，呈均质状，界膜不明显。该细胞可产生糖胺多糖、前列腺素及其他降压物质。

(2) 第二种髓质肾间质细胞 呈圆形，与Ⅱ型皮质肾间质细胞相同，属于单核细胞或淋巴细胞，主要位于髓质外带及髓质内带的外部，无类脂包涵体，具有吞噬功能，有较发达的溶酶体。

(3) 第三种髓质肾间质细胞 属于血管周细胞，位于髓质外带及髓质内带的外部。其功能尚不清楚。

五、肾盏、肾盂和输尿管

知识点 22：肾盂和肾盏

副高：了解 正高：了解

肾盂占据并附着于肾窦的内侧，是输尿管上部的囊状扩张。肾盂向肾实质伸出 2~3 个肾大盏，继续分支形成 8~9 个肾小盏。肾小盏呈杯形，包绕肾乳头。一个肾小盏可接受来自多个肾乳头的尿液。肾盏及肾盂黏膜均为移行上皮，中层为两层平滑肌细胞，外膜为纤维结缔组织。肾盏和肾盂有节奏性蠕动，有促进排尿的作用。

知识点 23：输尿管

副高：了解 正高：了解

输尿管的黏膜形成许多纵行皱襞，移行上皮较厚，固有膜由致密的结缔组织构成，肌层为纵行和环形平滑肌组成，外膜为疏松结缔组织。

第三节 肾脏的血管、淋巴及神经分布

知识点 1：肾动脉

副高：了解 正高：了解

肾脏血供丰富，有 20%~25% 的心输出量流经肾脏。双侧肾动脉起自腹主动脉的两侧。大约在第 1 腰椎的水平，位于肠系膜上动脉的稍下方。肾动脉发出后，向外越过膈脚的前方进入肾门。右肾动脉较左肾动脉长，肾动脉进入肾门后分为前后两支，两支于肾盂的前方和后方在肾乳头凹陷处进入肾实质。前支较粗，通常在肾门以外发出一些次级支：上段动脉、前上段动脉、前下段动脉和下段动脉，供血范围较大；后支较细，延续成后段动脉，供血范围较小。

肾段动脉再行分支，位于肾锥体的侧方，称叶间动脉，叶间动脉行走至皮髓质交界处，发出与叶间动脉垂直并与肾表面平行的弓状动脉，自弓状动脉向皮质表面发出多数呈放射状的分支，称小叶间动脉，进入皮质迷路。小叶间动脉再分支则形成入球小动脉，在肾小球内形成毛细血管襻，再汇集成出球小动脉。皮质肾单位的出球小动脉离开肾小体后，迅

速分支形成肾小管周围的毛细血管网。髓旁肾单位的出球小动脉越过弓状动脉形成较长的直小动脉进入肾髓质。

知识点 2: 肾静脉

副高: 了解 正高: 了解

肾脏的静脉系统与动脉相伴行, 在皮质, 肾小管周围毛细血管网汇入小叶间静脉, 再注入弓状静脉。在髓质, 直小动脉经过毛细血管网演变为直小静脉, 直小静脉与直小动脉呈反方向折返注入小叶间静脉, 小叶间静脉汇入弓状静脉, 再注入肾段静脉, 在肾门处汇集为肾静脉, 最后注入下腔静脉。

知识点 3: 肾脏的淋巴管

副高: 了解 正高: 了解

肾的淋巴循环分为肾内和肾周两组, 肾内淋巴管与肾内动静脉相伴而行。肾皮质内淋巴毛细血管网分别位于肾被膜下及肾小管周围, 淋巴液流入小叶间动静脉周围的淋巴管。进而入弓状动静脉、叶间动静脉周围的淋巴管。髓质的淋巴毛细血管网存在于肾小管和集合管周围, 伴随直小动静脉上升到皮髓质交界处的弓状动静脉周围汇入较大的淋巴管。肾周淋巴管主要分布于肾被膜, 它们与肾内淋巴管有广泛的吻合支, 在肾门处与肾内淋巴管汇合。

知识点 4: 肾脏的神经

副高: 了解 正高: 了解

肾脏主要由来自腹丛的交感神经支配, 交感神经纤维随肾动脉进入肾脏, 逐级分布, 支配各级肾脏血管、肾小球及肾小管 (特别是位于皮质的肾小管)。另外, 来自弓状动脉周围神经丛的神经纤维支配髓旁肾单位的出球小动脉和直小动脉, 从而调节皮质和髓质间的血流而不影响肾小球的血液循环。来自迷走神经的副交感纤维, 只分布于肾盂和输尿管的平滑肌。

第四节 肾脏的生理功能

知识点 1: 肾脏生理功能概述

副高: 了解 正高: 了解

肾脏的生理功能主要是排泄代谢废物及调节水、电解质酸碱平衡, 以维持机体内环境稳定。上述这种强大的调节能力, 是基于肾小球有巨大滤过面积, 充足的血流供应及灵活的滤过调节能力及肾小管各段强大的重吸收及分泌的能力而完成的。

一、肾小球的滤过及调节功能

知识点 2: 肾小球滤过率的概念

副高: 了解 正高: 了解

肾小球滤过膜具有高度通透性，血浆中除大分子物质外，所有小分子物质均可自由通过。血液流经肾小球时，血浆经肾小球滤过膜滤出，形成肾小球滤液。单位时间内肾小球滤液的形成量称为肾小球滤过率（GFR）。正常人的肾小球滤过率是 $120\text{ml}/\text{min}$ ，这个数值受年龄、性别的影响，男性略高于女性，一般来说，40 岁之后 GFR 开始下降，每 10 年约减少 10%，80 岁之后 GFR 将减少 40% 左右，但这并不影响正常生活。

知识点 3：滤过分数

副高：了解 正高：了解

滤过分数是 GFR 与肾血浆流量（RBF）的比值。成年男性的 GFR 是 $120\text{ml}/\text{min}$ ，肾血浆流量约是 $1110\text{ml}/\text{min}$ ，即 RBF 约是 $600\text{ml}/\text{min}$ ，因此滤过分数为：20%（ $120/600$ ）。这表明流经肾脏的血浆约有 20% 由肾小球滤过形成原尿，即是血浆的超滤液。相比之下，肌肉毛细血管的滤过分数只有 1% 左右。肾小球的高滤过分数是由于肾小球毛细血管的高静水压以及高渗透性所决定的，也是维持肾小球的滤过功能所必需的。

知识点 4：影响肾小球滤过的因素

副高：了解 正高：了解

（1）毛细血管内压 主要由肾小球入球小动脉、出球小动脉阻力控制，肾小球入球小动脉阻力小于出球小动脉阻力，从而形成一定的压力差，即毛细血管内压。毛细血管内压增加，GFR 也增加，有利于血浆中可滤过物质及水通过滤过膜到达 bowman 囊，是滤液形成的主要力量。

（2）肾血浆流量 血浆流量对 GFR 的影响主要是通过调解肾小球毛细血管内血浆胶体渗透压上升速度而实现的。血浆流量减少，血浆胶体渗透压上升速度加快，因而在毛细血管后段可无滤液形成。但是，如血浆流量增加超过一定限度，血浆胶体渗透压上升很少，这时，如血浆流量再增加，对 GFR 的影响甚小。

（3）动脉血白蛋白浓度 主要受机体白蛋白合成和降解速度影响，血浆胶体渗透压与 GFR 成反比。

（4）滤过膜的通透系数 即滤过膜对水的通透性与整个滤过面积的乘积。滤过膜的通透系数增加，GFR 增加；但当肾小球内滤过压已达平衡，GFR 不再随滤过膜的通透系数增加而变化。

知识点 5：肾小球滤过率的自我调节

副高：了解 正高：了解

肾小球滤过作用受到多种因素调节，如神经、体液等因子，在机体体液平衡发生改变时，都可以反射性的被激活或抑制，从而尽量使肾小球的滤过达到相对恒定，如此肾脏仍可以使体液维持平衡。此外，肾脏尚存在自我调节机制，当去除神经、体液因子作用的情况下，肾血流量及肾小球滤过率仍能保持相对恒定，这种调节机制，称之为肾小球滤过率的自我调节。