



Urinalysis:
From
Practical Technique
To
Clinical Application

实用尿液分析技术与临床

主 编 丛玉隆 马骏龙 张时民



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

R446.12
20141

阅 览

实用尿液分析技术与临床

主 编 丛玉隆 马骏龙 张时民

副 主 编 (以姓氏笔画为序)

王玉林 刘 军 李 艳 沈一珊 沈佐君 周丰良
凌 励 常淑芹 鲁广洲

编写顾问 李 泳

编 委 (以姓氏笔画为序)

丁建文	于洪峰	马骏龙	王 青	王 毅	王玉林
王胜江	王海滨	丛玉隆	朱海波	向代军	刘 军
刘广华	刘志强	刘金花	孙宏华	孙拥新	汤宝健
花陈祥	李 泳	李 艳	李 萍	李 琪	李 强
李 堃	李正伟	李光耀	李兴翠	李晓京	肖 茹
吴 侠	吴凤桐	余 蓉	何延峰	何晓东	何浩会
邱丽丽	邹 颖	沈一珊	沈佐君	张 普	张旭凯
张时民	陆 琤	周 玉	周丰良	周永清	周晓谋
周慧明	赵 丹	赵 臣	赵 丽	秦晓燕	原健太朗
俸 皓	凌 励	高春艳	高柏鹤	郭海燕	唐毓强
常淑芹	蒋 均	鲁广洲	曾 真	薛丹丹	



人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

实用尿液分析技术与临床 / 丛玉隆, 马骏龙, 张时民主编.
—北京: 人民卫生出版社, 2013

ISBN 978-7-117-17694-1

I. ①实… II. ①丛…②马…③张… III. ①尿液检验
IV. ①R446.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 164530 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数 据库服务, 医学教育资 源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

实用尿液分析技术与临床

主 编: 丛玉隆 马骏龙 张时民

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京汇林印务有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 889×1194 1/16 印张: 33

字 数: 1022 千字

版 次: 2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-17694-1/R · 17695

定 价: 168.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

自《当代尿液分析技术与临床》(1998年)与《现代尿液分析技术与临床》(2006年)出版以来,受到广大读者的青睐与肯定。对我国尿液分析自动化、标准化、规范化发展发挥了积极的作用。然而近些年,检验医学飞速发展,检验方法在标准化、自动化、即时化、信息化方面取得了卓越成就,检验医学越来越关注在个性化诊断、治疗和监测方面的应用,循证医学、转化医学、实验经济学的理念深入到检验医学的各个环节。ISO 15189 引领的医学实验室质量管理(2012年11月30日新版发布),使检验医学进入了新阶段。检验医学已成为临床医学的重要支撑,在医疗、教学和科研中发挥了不可替代的作用。上述两部专著已不能满足在尿液检验学科方面的发展和临床实践的需要,为此出版本书——《实用尿液分析技术与临床》。

本书编写的宗旨是“实用”、“前瞻”、“全面”、“严谨”,内容体现“可读性”、“创新性”、“时效性”。遵循这一原则,作者对上述两版相关章节内容作了较大修整,涵盖了基础理论、检验技术、临床应用、前沿进展、标准和指南以及管理科学等,是全面实用而又具有前瞻性的尿液分析参考书籍。重点阐述近几年发展很快的“尿液干化学分析技术”、“尿液有形成分分析的自动化技术”和当前国内临床检验实践最关注的“尿液显微镜形态学检查”内容。新增添了“临床实验室质量管理体系”章节。

本书编写的另一特点为编写团队,我们邀请了来自国内外医疗市场有关尿液分析主流设备的12个生产企业的研发人员,他们的研发理念、设计思路、技术原理及仪器的使用维护等精彩内容使本书增色不少,对于笔者和编写团队也是一次新的尝试。本书还包含大量尿液有形成分的形态学彩色图片,涉及细胞、管型、结晶、细菌、真菌和寄生虫等诸多方面,其形态学特点在本书中有对应的描述,获得相映成对、相得益彰的效果。并首次收录多种尿液有形成分自动化分析设备的原理图、流程图,以及这些设备在临床实践中的病例报告,对临床实验室工作有很大的指导和借鉴价值。本书除作为临床检验工作中重要的参考资料外,亦可用于临床医疗技能的培训和教学。

在本书即将出版之际,笔者向来自全国多个省市检验专家和国内外体外诊断产品(IVD)的研发人员表示由衷的感谢!同时,还要感谢参与本书编写的各位编辑、出版人员及检验医学界的前辈、专家和同仁对本书的出版给予的关爱、支持和帮助!

丛玉隆

2013年8月8日

第一章 概述	1
第一节 肾脏的基本结构	1
一、肾小体	1
二、滤过膜	2
三、肾小球肾小管	2
四、集合管	2
第二节 尿液生成的生理机制	2
一、肾小球的滤过	2
二、影响肾小球滤过的因素	3
三、肾小球滤过的调节	4
四、肾小管重吸收和分泌功能	6
第三节 肾脏疾病的病因及主要临床症状	7
一、肾脏疾病的原因	7
二、肾脏疾病的症状	8
第四节 肾脏病实验室检查历史与趋势	8
一、尿液检查发展历史	8
二、尿液检查的发展趋势与问题	10
第五节 尿液检查实验室的安全性	10
一、物理性危险	10
二、放射性危险	10
三、火灾和爆炸危险	11
四、电力性危险	11
五、化学性危险	11
六、尿液检查生物危害风险	12
七、标准预防	12
八、生物废物	13
九、危险材料的政策	13
十、暴露控制计划	13
十一、与尿液和体液相关的其他安全性问题	13

第二章 尿液分析全面质量管理	14
第一节 临床实验室质量管理体系	14
一、质量管理体系的概念	14
二、质量管理体系的构成	15
三、实验室质量管理体系的建立	17
四、质量管理体系文件的编制	18
五、质量管理体系文件的管理	20
六、临床检验的操作规程	21
第二节 尿液分析前质量管理	22
一、尿液标本采集	22
二、实验室对标本的接收、上机前处理	29
三、尿内物质对于化学法检查影响	30
第三节 尿液检查分析中质量管理	31
一、程序文件的制定	31
二、检测系统的建立与维护	41
三、各项记录	42
第四节 尿液分析后质量管理	43
一、检验结果的确认	43
二、尿液检验结果警告或危急值的处理	43
三、检验后尿液标本的处理	43
第三章 尿液干化学分析技术	46
第一节 尿液干化学分析技术的发展	46
一、尿液检查的初级阶段	46
二、尿液干化学分析阶段	46
三、尿液分析自动化阶段	47
第二节 尿液干化学试带检查	48
一、尿液颜色	48
二、尿液透明度	50
三、尿液酸碱度	51
四、尿比重	52
五、尿蛋白	53
六、尿葡萄糖	55
七、尿酮体	57
八、胆红素	58
九、尿胆原	59
十、尿液亚硝酸盐	60
十一、尿血红蛋白	62
十二、尿白细胞酯酶	64

十三、尿维生素 C	65
十四、尿微量白蛋白	67
十五、尿肌酐	68
十六、尿钙	68
第三节 干化学尿液分析仪	69
一、干化学尿液分析仪的分类	69
二、干化学尿液分析仪的检测原理	69
三、干化学尿液分析仪的组成	71
四、尿液分析仪试带组成及结构	72
五、干化学尿液分析仪的使用	73
六、干化学尿液分析的质量管理	77
第四节 各种类型的干化学尿液分析仪	80
一、Urisys 系列干化学分析仪	80
二、Clinitek 系列干化学尿液分析仪	84
三、AX 系列干化学分析仪	88
四、iChem VELOCITY 系列尿液干化学分析仪	91
五、LabUMat 干化学尿液分析仪	94
六、URIT 系列干化学尿液分析仪	99
七、H 系列干化学尿液分析仪	101
八、UDC 系列干化学尿液分析仪	105
九、LX 系列干化学尿液分析仪	108
十、UA 系列尿液干化学分析仪	114
十一、AVE-75 系列全自动尿液干化学分析仪	116
第五节 干化学检查存在的问题和发展趋势	121
一、干化学检查存在的问题	121
二、干化学检查的发展趋势	122
第四章 尿液有形成分的自动化分析技术	124
第一节 概述	124
一、尿液自动化有形成分分析技术的发展	124
二、尿液自动化有形成分分析设备的分类	125
三、自动化尿液有形成分分析系统的应用和要求	126
四、尿液有形成分分析仪的发展方向	126
第二节 流式细胞自动化有形成分分析技术	127
一、流式细胞自动化有形成分分析技术检测系统的结构	127
二、流式细胞自动化有形成分分析技术的检测原理	127
三、分析流程	131
四、可报告参数及参考区间	132
五、技术性能指标	133

六、方法学评价和质量保证	133
七、临床典型病例	140
第三节 流式数字图像分析法有形成分分析技术	144
一、iQ200 全自动尿液有形成分分析仪	144
二、FUS 系列全自动尿液有形成分分析系统	157
第四节 数字图像法尿液有形成分分析技术	163
一、AVE-76 系列尿液有形成分分析仪	163
二、LX-8000R 一体化全自动尿液有形成分分析系统	177
三、EH-20 系列全自动尿有形成分分析系统	185
四、CobiSed 尿液有形成分分析系统	193
五、URIT 尿液有形成分显微识别系统	197
六、THME-US 系列尿有形成分分析仪	208
七、UriSed 尿液有形成分分析系统	216
八、其他分析系统	220
第五章 尿液理化检查	226
第一节 尿液理学检查	226
一、尿量	226
二、颜色和透明度	227
三、比重	229
四、尿渗量	230
五、气味	231
第二节 尿液酸碱度检查	231
一、检测原理	232
二、方法学评价	232
三、质量控制	232
四、参考区间	233
五、临床意义	233
第三节 尿液蛋白质检查	233
一、检测原理	233
二、方法学评价	234
三、质量控制	235
四、参考区间	235
五、临床意义	235
第四节 尿糖检查	236
一、检测原理	236
二、方法学评价	237
三、质量控制	238
四、参考区间	238

五、临床意义·····	238
第五节 尿液酮体检查·····	239
一、检测原理·····	239
二、方法学评价·····	239
三、质量控制·····	240
四、参考区间·····	240
五、临床意义·····	240
第六节 尿胆红素、尿胆原和尿胆素检查·····	240
一、检测原理·····	241
二、方法学评价·····	241
三、质量控制·····	242
四、参考区间·····	242
五、临床意义·····	242
第七节 尿液血红蛋白检查·····	243
一、检测原理·····	243
二、方法学评价·····	243
三、质量控制·····	243
四、参考区间·····	243
五、临床意义·····	243
第八节 尿液肌红蛋白检查·····	244
一、检测原理·····	244
二、方法学评价·····	244
三、质量控制·····	244
四、参考区间·····	245
五、临床意义·····	245
第九节 尿本周蛋白检查·····	245
一、检测原理·····	245
二、方法学评价·····	245
三、质量控制·····	246
四、参考区间·····	246
五、临床意义·····	246
第十节 尿乳糜定性试验·····	246
一、检测原理·····	246
二、检测方法·····	247
三、方法学评价·····	247
四、质量控制·····	247
五、参考区间·····	247
六、临床意义·····	247
第十一节 尿含铁血黄素定性试验·····	248

一、检测原理	248
二、检测方法	248
三、方法学评价	248
四、质量控制	248
五、参考区间	249
六、临床意义	249
第十二节 尿氨基酸及代谢物检测	249
一、胱氨酸尿	249
二、苯丙酮酸尿	250
三、对-羟基苯丙氨酸(酪氨酸)尿	251
四、尿黑酸检验	252
五、Hartnup病检验	252
第十三节 尿卟啉及衍生物检验	253
一、尿卟啉定性试验	253
二、粪卟啉定性试验	254
三、卟胆原定性试验	255
第十四节 尿黏多糖检查	256
一、检测原理	256
二、检测方法	256
三、方法学评价	257
四、质量控制	257
五、参考区间	257
六、临床意义	257
第十五节 尿液电解质测定	258
一、尿钾测定	258
二、尿钠测定	259
三、尿氯测定	260
四、尿钙测定	261
五、尿磷测定	262
六、尿镁测定	263
七、尿铅测定	264
八、尿液阴离子间隙	265
第十六节 尿液肌酐、尿素、尿酸的测定	265
一、尿液肌酐测定	265
二、尿素测定	266
三、尿酸测定	267
第十七节 尿人绒毛膜促性腺激素检查	268
一、检测原理	268
二、检测方法	269

三、方法学评价	269
四、质量控制	270
五、参考区间	270
六、临床意义	270
第六章 尿液有形成分形态学检查	272
第一节 概述	272
一、定义	272
二、发展历史	272
三、质量保障	274
第二节 尿液有形成分的染色方法	275
一、活体染色法	275
二、固定染色法	279
三、特殊染色法	280
四、免疫及荧光染色法	282
第三节 尿液有形成分检查法	287
一、非定量检查法	287
二、定量检查法	289
三、染色检查法	293
四、其他检查方法	294
五、离心与非离心定量计数法的差异探讨	299
第四节 尿液有形成分特点	300
一、细胞	301
二、管型	313
三、结晶	322
四、细菌和真菌	330
五、寄生虫和其他外界混入物	331
第五节 尿液有形成分检查的临床意义	334
一、尿中出现各类细胞的临床意义	334
二、尿中出现管型的临床意义	337
三、尿中发现结晶的临床意义	338
四、尿中其他特殊发现物的临床意义	339
第六节 尿液沉渣检查标准化的建议	339
一、材料与器械	339
二、标本的收集及运送	340
三、尿沉渣检验的操作步骤	340
第七节 尿路结石的检查	341
一、尿路结石的生成原因	341
二、尿路结石的形成机制	342

三、尿路结石的检查方法	343
四、尿结石仪器分析进展	344
五、临床应用	346
第八节 尿液有形成分的显微镜拍摄技术	347
一、显微镜配置的数码相机拍摄法	348
二、家用数码相机拍摄方法	350
三、手机拍摄方法	351
第七章 尿液蛋白分析	354
第一节 尿液特种蛋白分析技术	354
一、特种蛋白的免疫测定技术	355
二、尿微量白蛋白	366
三、 α_1 微球蛋白	367
四、尿视黄醇结合蛋白	368
五、尿 β_2 -微球蛋白	368
六、胱抑素 C	369
七、尿免疫球蛋白	370
八、分泌型 IgA	371
九、尿转铁蛋白	371
十、N-乙酰- β -D-氨基葡萄糖苷酶	372
十一、本周蛋白尿——免疫球蛋白轻链	373
十二、尿 γ -谷氨酰基转移酶	373
十三、FDP	374
十四、尿溶菌酶	374
十五、尿 Tamn-Horsfall 蛋白	375
十六、不同疾病中尿蛋白联合检测	376
第二节 尿液蛋白质电泳分析技术	377
一、醋酸纤维素薄膜电泳	378
二、凝胶电泳	380
三、十二烷基磺酸钠——变性凝胶电泳	381
四、免疫电泳技术	383
五、毛细管电泳技术	385
六、液相色谱技术	387
七、微流控芯片电泳	388
八、尿蛋白电泳技术应用实例	389
第三节 尿液蛋白质组学分析	392
一、尿液蛋白组学发展历史	392
二、尿蛋白组学研究方法	393
三、尿液蛋白组学技术路线	395

四、尿液蛋白质组学的应用	395
五、问题与展望	396
六、尿蛋白组学技术在异体干细胞移植排斥反应中研究的实例	396
第八章 尿液酶学检验	401
第一节 尿酶概述	401
一、尿酶的来源	401
二、尿酶的分类	402
第二节 尿酶测定技术	403
一、尿酶活性测定	403
二、酶质量测定	405
第三节 尿酶活性报告方式	405
一、尿酶活性的计算	405
二、尿酶活性报告方式的评价	405
第四节 尿酶检测样本收集与贮存	406
一、标本的采集	406
二、标本的处理	407
三、标本的贮存	407
第五节 尿酶的临床应用	408
第六节 尿液常见酶检测	408
一、N-乙酰- β -D-氨基葡萄糖苷酶	408
二、谷氨酰基转移酶	410
三、丙氨酸氨基肽酶	412
四、乳酸脱氢酶及同工酶	413
五、碱性磷酸酶	414
六、 β -葡萄糖醛酸苷酶	415
七、芳香基硫酸酯酶	416
八、溶菌酶	418
九、淀粉酶	419
十、亮氨酸氨基肽酶	421
十一、半乳糖苷酶	421
十二、中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白	422
第九章 尿液肿瘤标志物检验	426
第一节 概述	426
一、肿瘤标志物定义	426
二、尿液肿瘤标志物分类	426
三、尿液肿瘤标志物检测方法	427
四、尿液肿瘤标志物检测临床应用	428
第二节 尿液中主要肿瘤标志物检测	429

一、核基质蛋白	429
二、膀胱特异性核基质蛋白	430
三、端粒酶和端粒酶反转录酶	431
四、生存素	432
五、膀胱肿瘤抗原	433
六、透明质酸和透明质酸酶	434
七、细胞角蛋白	435
八、糖类抗原 19-9	436
九、微小染色体维持蛋白	437
十、人绒毛膜促性腺激素	437
十一、 β -绒毛膜促性腺激素与膀胱肿瘤	438
十二、前列腺癌基因 3	439
十三、CD44 基因	439
十四、血管内皮生长因子	440
第十章 肾功能检查	443
第一节 肾小球功能检查	443
一、肾清除试验	443
二、肾小球滤过功能检查	444
第二节 肾小管功能检查	456
一、近端肾小管功能检查	456
二、远端肾小管功能检查	461
三、肾小管酸碱调节功能检查	464
第三节 常见肾脏疾病的生物化学检验	466
一、肾小球肾病	466
二、肾病综合征	467
三、急性肾损伤	468
四、慢性肾脏病	469
五、糖尿病肾病	470
六、高血压肾病	471
七、肾小管性酸中毒	472
第四节 肾功能试验方法学及临床评价	472
一、肾功能检测项目分类	473
二、肾功能检测项目选择	473
三、肾功能检测项目评价	474
第十一章 泌尿生殖系感染的微生物学检测及意义	475
第一节 概论	475
一、尿路感染的定义	475
二、发病率	476

三、尿路感染的途径·····	476
四、病原体·····	476
五、易感因素·····	477
六、发病机制与防御机制·····	478
七、临床表现及实验室诊断·····	479
八、标本采集原则·····	480
九、微生物学检测的质量控制·····	481
第二节 尿路非特异性感染的微生物学检测·····	482
一、大肠埃希菌·····	482
二、葡萄球菌属·····	484
三、肠球菌属·····	484
四、肺炎克雷伯菌·····	485
五、铜绿假单胞菌·····	485
六、肠杆菌属·····	486
七、其他肠杆菌科细菌·····	487
八、常见病原菌的抗生素治疗原则·····	487
第三节 泌尿生殖系特异性感染的微生物学检测·····	488
一、泌尿生殖系真菌感染·····	488
二、泌尿生殖系结核分枝杆菌感染·····	489
三、泌尿生殖系寄生虫感染·····	491
四、泌尿生殖系病毒感染·····	494
五、其他特殊类型的感染·····	498
第四节 泌尿生殖系性传播疾病的微生物学检测·····	502
一、淋球菌·····	502
二、支原体·····	503
三、沙眼衣原体·····	506
四、梅毒螺旋体·····	507
五、人类免疫缺陷病毒(HIV)·····	509
六、人乳头瘤病毒(HPV)·····	510

第一章

概 述

尿液是人体重要的体液之一,通过人体生成并排出尿液,带走水分、内源性及外源性的代谢产物,调节和维持体液容量和成分,维持内环境相对稳定。肾脏是生成尿液的器官,早期肾脏病变常常并无明显的症状和体征,只是反映在化验检查的改变上,在肾病发展过程中,许多检验参数直接反映病理变化和疾病的预后,甚至作为标志物作为诊断的依据。因此,肾脏疾病的临床检验在其诊断、治疗和预后的评价中占有重要地位。尿液分析是肾脏疾病检验的重要组成部分,随着肾脏病学科的发展日新月异,人们亦在不断赋予尿液分析新的内涵。本章对尿液生成的解剖基础、尿液生成的生理机制、尿液检验的发展等作简略的概述,以期对读者理解本书以下章节的内容有所裨益。

第一节 肾脏的基本结构

尿液是在肾脏中生成的。肾是一个实质性器官,位于腹腔后上部,脊椎两旁,左右各一,前面有腹膜遮盖,属腹膜后位器官。肾的长轴上端倾向脊柱,下端倾向下外方,右肾比左肾略低。肾脏的大小因人而异,正常成年男性每个肾脏平均重 120~150g,一般左肾比右肾稍重。肾实质分为皮质和髓质两部分。皮质位于髓质表层,富有血管,主要由肾小体和肾小管构成。髓质位于皮质深部,血管较少,由 15~25 个肾锥体构成。锥体的顶部伸向肾盂,终止于肾乳头。在肾单位生成的尿液,经集合管在肾乳头开口处进入肾小盏,再进入肾大盏和肾盂,最后经输尿管进入膀胱。肾盂、肾盏和输尿管壁含平滑肌,其收缩运动可将尿液驱向膀胱。在排尿时,膀胱内的尿液经尿道排出体外。

肾的基本结构(图 1-1-1)和功能单位是肾单位,人类每个肾约有一百万个肾单位(nephron)。肾单位是生成尿液的基本功能单位,它与集合管共同完成尿液的生成过程。肾脏不能再生新的肾单位。肾单位由肾小体(renal corpuscle)及与之相连接的肾小管(renal tubule)构成,肾小管与集合管(collecting duct)相连。集合管不属于肾单位,但它在尿液的生成过程中,特别是在尿液的浓缩过程中起重要作用。

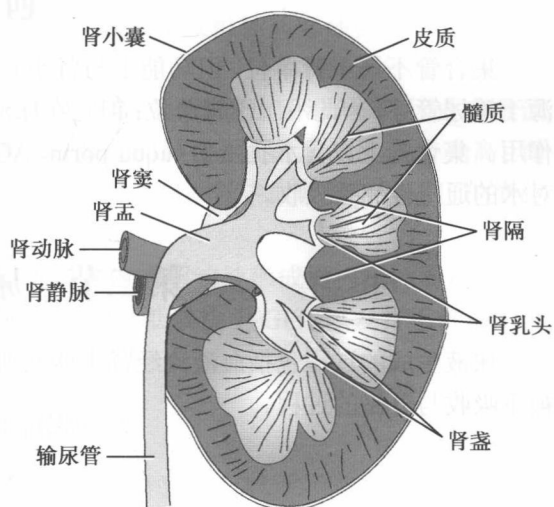


图 1-1-1 肾脏的基本结构

一、肾 小 体

肾小体由肾小球(glomerulus)和肾小囊(Bowman's capsule)组成。肾小球是位于入球小动脉(afferent arteriole)和出球小动脉(efferent arteriole)之间的一团经分支又再吻合的毛细血管网,毛细血管网汇合,

形成出球小动脉。肾小囊的脏层和壁层之间的间隙为肾小囊,包裹肾小球。肾小囊脏层的上皮细胞紧贴肾小球的毛细血管壁,与肾小球毛细血管内皮细胞和基底膜共同构成滤过膜。血浆经滤过,形成超滤液(ultrafiltrate),进入肾小囊腔,是尿液生成的第一步。肾小囊的壁层与肾小管壁相连,肾小囊腔与肾小管腔连通。

二、滤过膜

滤过膜由毛细血管内皮细胞、基膜和肾小囊脏层足细胞的足突三层结构构成,滤过膜的内层细胞是毛细血管内皮细胞,细胞上有许多直径约70~90nm的小孔,称之为窗孔(fenestration),小分子溶质以及小分子量的蛋白质可自由通过,但血细胞不能通过;内皮细胞表面有带负电荷的糖蛋白,可阻碍带负电荷的蛋白质通过。基膜层为非细胞性结构,是由基质和一些带负电荷的蛋白质构成的微纤维网结构,IV型胶原形成肾小球膜基膜的基本结构,其间填充层粘连蛋白、巢蛋白、纤维粘连蛋白、硫酸类肝素和蛋白聚糖等。基膜上有直径为2~8nm的多角形网孔,网孔的大小决定分子大小不同的溶质是否可以通过,也是阻碍血浆蛋白滤过的一个重要屏障。带负电荷的硫酸类肝素和蛋白聚糖形成滤过膜的电荷选择性屏障。

滤过膜的外层是肾小囊上皮细胞。上皮细胞有很长的突起,相互交错对插,在突起之间形成滤过裂隙(filtration slit)。裂隙表面覆盖一层薄膜,称为滤过裂隙膜(filtration slit membrane),膜上有直径为4~11nm的小孔,是滤过膜的最后一道屏障。肾小球滤过屏障上有一种蛋白质,称为去氧肾上腺素,是足细胞裂隙膜的主要蛋白质成分,也是第一个被确定的滤过裂隙膜的蛋白分子,其作用是阻止蛋白质的漏出。缺乏去氧肾上腺素的人尿中会出现蛋白质。

三、肾小球肾小管

肾小球肾小管包括近端小管(proximal tubule)、髓袢(loop of Henle)和远端小管(distal tubule)。髓袢按其行走方向又分为降支(descending limb)和升支(ascending limb)。髓袢降支包括近端小管的直端(pars recta)和髓袢降支细段(thin segment of descending limb);髓袢升支包括髓袢升支细段(thin segment of ascending limb)和升支粗段(thick segment of ascending limb)。远端小管与集合管相连接。

四、集合管

集合管不属于肾单位,但功能上与肾小管类似,集合管与远端小管相连接。集合管在胚胎发育中起源于输尿管芽,因此不属于肾单位;但它在尿液的生成过程中,特别是在尿液的浓缩与稀释过程中起重要作用。集合管上皮含水孔蛋白(aqua porin, AQP) AQP2,受血管升压素(vasopressin)的控制,决定集合管对水的通透性和重吸收。

第二节 尿液生成的生理机制

尿液生成的过程包括血液流经肾小球毛细血管网的滤过过程以及小管液流经肾小管各段和集合管时被重吸收与分泌的过程。

一、肾小球的滤过

(一) 血浆进入肾小囊

血液流经肾小球毛细血管网的滤过是一种超滤过(ultrafiltration),也称超滤,即血浆中除蛋白质以外,几乎血浆中所有成分均能被滤过进入肾小囊腔,因此这种滤过液称为超滤液(ultrafiltrate)。超滤液的形成,是尿生成的第一步。

(二) 肾小球滤过率

单位时间内(每分钟)两肾生成的超滤液量,称为肾小球滤过率(glomerular filtration rate, GFR)。据