

## 《日常安全用药丛书》编委会

主任委员：陈世铭（解放军总医院）

委 员（按姓氏笔画为序）：

毛高平（解放军空军总医院）

刘皈阳（解放军总医院）

陈世铭（解放军总医院）

陈宜鸿（解放军总医院）

孟元光（解放军总医院）

彭立人（北京朝阳医院）

本分册编写人员（按姓氏笔画为序）：

李 安（中日友好医院）

杨彦芳（中日友好医院）

贾 强（北京宣武医院）

彭立人（北京朝阳医院）

日常安全用药丛书

# 肾病患者安全用药手册

彭立人 主编



化学工业出版社

现代生物技术与医药科技出版中心

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

肾病患者安全用药手册/彭立人主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 10

(日常安全用药丛书)

ISBN 7-5025-6195-1

I. 肾… II. 彭… III. 肾疾病-用药法-手册 IV. R692. 05-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 107723 号

---

日常安全用药丛书  
肾病患者安全用药手册  
彭立人 主编

责任编辑: 郑叶琳 李建斌 郑宇印

文字编辑: 何 芳

责任校对: 李 林 靳 荣

封面设计: 于 兵

\*

化学工业出版社 出版发行  
现代生物技术与医药科技出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京兴顺印刷厂印刷

北京兴顺印刷厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 5 字数 128 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6195-1/R·252

定 价: 10.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

此为试读, 需要完整PDF请访问: [www.ertongboo.com](http://www.ertongboo.com)

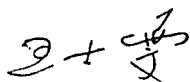
# 序

尽管人类在与疾病作斗争的过程中已经发明了许多许多的方法，如手术疗法、物理疗法及近年来发展起来的各种各样的介入疗法等，但药物作为最古老、最普遍、最方便的手段之一却越来越受到人们的重视。不仅如此，随着科学技术的快速发展，药品的种类及数量在急剧增长。并且，随着人们保健意识的增强、健康知识的增加、处方药及非处方药的区分等，人们对药品的需求也在急剧增加。与之相对应的是药品生产及销售市场的空前繁荣与发展，药品零售店像雨后春笋般出现在城市、乡村的大街小巷。据统计，世界上约有60%的人在服用药物，而其中40%的人为自我药疗。

然而，在大量用药的同时，许多人对药物的安全知识了解甚少，对药物的毒、副作用认识不足，加上某些药品广告的夸大宣传与误导，在一定程度上造成了药物的乱用、滥用及错用，给人们的身心健康带来了巨大的危害。药害悲剧时有发生，而其中最容易受到损害的是老人、孕妇、婴幼儿及肝肾功能损害者。这些特殊的人群对药品最敏感，同时也是药害的最大牺牲者。为此，提高人们的安全用药意识已成为人们身体健康的当务之急。

不仅一般患者需要加强安全用药的意识，一些年轻或经验不足的医生，也同样需要对此给予重视。在医疗单位中，药源性疾病屡见不鲜。从这个意义上讲，安全用药乃是人人都需重视的大事。《日常安全用药丛书》针对时弊，突出了用药的“安全”性，尤其是药物的毒、副作用及用药注意事项。本丛书共分《老年人安全用药手册》、《孕妇和乳妇安全用药手册》、《小儿安全用药手册》、《肝病患者安全用药手册》及《肾病患者安全用药手册》5个分册。解放军总医院、解放军空军总医院、北京朝阳医院、北京宣武医院、

中日友好医院等权威医疗单位的有关专家参加了编写审定。全书内容深入浅出，通俗易懂，丰富实用，针对性强，可供广大患者日常用药及各级医药工作者参考、借鉴。



解放军总医院老年心血管病研究所所长  
中国工程院院士

# 前 言

肾脏既是人体排泄药物及代谢产物的重要脏器，又是保持体内环境相对稳定的调节器官。由于肾脏本身结构和功能的特殊性，使其容易成为药物中毒的主要靶器官。近年来医药科学有了迅猛发展，临床用药的数量及种类日见增多，新药层出不穷，药物性肾损害的发生率也随之增高。据国内文献统计，在急性肾衰竭以及在慢性肾脏疾病基础上发生急性肾衰竭的病人中与药物相关者分别高达29.9%和37.5%，病人擅自用药、医生认识不足及用药不规范是其主要原因。随着医学模式的转变，临床处方指导已从处方药物的理化性质方面向生物影响的临床药理学方面发展，从对病人的一般性说明向个体化用药的方向发展。但是，目前反映这方面的专著却很少，为使人们对药物性肾损害有全面的认识 and 了解，也为给肾脏疾病病人提供一个合理、有效、安全的用药方案，减少不良反应的发生，我们特编写了本书，谨献给广大肾病患者及家属。

本书从肾脏生理及药物与肾脏关系的角度探讨了药物与肾脏的相互联系，并在此基础上详细阐述了肾病患者安全用药及药物性肾损害应如何防治等方面的问题。全书在编写过程中注重理论结合实践，突出临床实用，既有当前最新药物、最新知识和科研成果，又有多年临床经验的总结，可供广大肾病和肾衰竭患者及家属日常用药查阅，也可供从事临床肾病工作的医师和护士参考，并希望对内、外、妇、眼、耳鼻喉、皮肤等专业医师的临床工作提供借鉴。

由于编者水平有限，不足之处敬请指正。

彭立人

2004年10月

# 目 录

第一章 肾脏的结构与生理 .....	1
第一节 肾脏的结构 .....	1
一、肾脏的解剖 .....	1
二、肾脏的微细结构 .....	2
三、肾脏的血管、淋巴和神经 .....	5
第二节 肾脏的功能 .....	6
一、肾脏是维持机体内环境相对稳定的重要器官 .....	6
二、肾脏是人体重要的内分泌器官 .....	6
第三节 肾脏的生理特点 .....	6
一、肾脏的血液供应丰富 .....	6
二、肾小球内皮细胞表面积大 .....	7
三、肾小管上皮细胞表面积大 .....	7
四、肾小管酸化及浓缩功能的影响 .....	7
五、肾脏逆流倍增机制的作用 .....	7
六、肾脏的需氧量大 .....	7
七、肾脏储备功能逐渐减退 .....	8
第二章 肾功能与药物作用 .....	9
第一节 药物的肾脏排泄 .....	9
一、肾小球的药物滤过 .....	9
二、肾小管的药物排泌 .....	10
三、肾小管的药物重吸收 .....	12
第二节 药物对肾脏的影响 .....	12
一、直接毒性作用 .....	12
二、药物免疫反应 .....	13
三、梗阻性肾损害 .....	13
四、高渗性肾损害 .....	13

五、肾血流动力学改变 .....	13
六、其他 .....	14
第三节 肾功能不全（肾衰竭）与药物代谢动力学 .....	14
一、肾功能不全（肾衰竭）对药物吸收的影响 .....	14
二、肾功能不全（肾衰竭）对药物分布的影响 .....	14
三、肾功能不全（肾衰竭）对药物代谢的影响 .....	15
四、肾功能不全（肾衰竭）对药物排泄的影响 .....	15
第三章 肾病患者安全用药原则 .....	17
第一节 仔细斟酌、合理选药 .....	17
第二节 肾病患者用药的调整方法 .....	18
一、根据肾功能损害程度估算法 .....	19
二、根据病人血清肌酐值（ $S_{cr}$ ）推算法 .....	20
三、根据病人内生肌酐清除率（ $C_{cr}$ ）推算法 .....	20
四、应用图表检索法 .....	20
第三节 肾病患者怎样才能做到合理用药 .....	22
第四章 肾病患者用药误区 .....	23
一、急乱求医，擅自用药 .....	23
二、多多益善，盲目加量 .....	23
三、中草药保险 .....	24
四、价高药好，崇拜“洋药” .....	25
五、盲目偏信新药 .....	25
六、奢求滋补 .....	26
第五章 肾功能不全患者常用药物的合理应用 .....	27
第一节 抗感染药物 .....	27
一、抗细菌药物 .....	27
二、抗真菌药物 .....	40
三、抗病毒药物 .....	42
第二节 治疗心血管系统疾病药物 .....	45
一、抗高血压药物 .....	45
二、强心苷类 .....	54

三、抗心律失常药 .....	55
第三节 调脂药物 .....	58
一、分类 .....	58
二、选用原则 .....	60
三、药物相互作用 .....	60
第四节 抗炎免疫药物 .....	60
一、甾体抗炎药 (SAIDs) .....	61
二、非甾体抗炎药 (NSAIDs) .....	64
三、免疫抑制药 .....	65
第五节 降血糖药物 .....	71
一、磺脲类 .....	71
二、双胍类 .....	72
三、 $\alpha$ -糖苷酶抑制剂 .....	72
四、胰岛素增敏剂 .....	73
五、非磺脲类胰岛素促泌剂 (餐时血糖调节剂) .....	73
六、胰岛素 (Insulin) .....	73
第六节 呼吸系统用药 .....	75
一、 $\beta_2$ 受体激动剂 .....	75
二、磷酸二酯酶抑制剂 .....	76
三、M 胆碱受体拮抗剂 .....	77
第七节 消化系统用药 .....	77
一、 $H_2$ 受体拮抗剂 .....	77
二、质子泵抑制剂 .....	77
第八节 抗变态反应药 .....	78
一、传统抗组胺药 .....	78
二、新型抗组胺药 .....	78
第九节 中草药 .....	79
第六章 肾功能不全病人药物剂量调节 .....	82
一、评价肾功能的指标 .....	82
二、肾功能不全时药物的调整 .....	82
第七章 损害肾脏的药物简要介绍 .....	117

第一节 抗菌药 .....	117
一、致肾损害发生的机理 .....	117
二、常见导致肾损害的抗生素药物 .....	118
第二节 非甾体类抗炎药 .....	123
第三节 利尿药 .....	125
第四节 抗癫痫药 .....	126
第五节 血管收缩药 .....	126
第六节 抗高血压药物 .....	127
第七节 造影剂导致的肾损害 .....	129
第八节 抗肿瘤药物 .....	132
第九节 生物制剂 .....	134
第十节 治疗甲亢药物 .....	135
第十一节 治疗痛风药 .....	136
第十二节 锂剂 .....	136
第十三节 眼科用药 .....	137
第十四节 消化科用药 .....	137
第十五节 毒麻药 .....	137
第十六节 其他 .....	138
一、青霉胺和金制剂 .....	138
二、维生素 D .....	138
三、环孢素类 .....	138
四、雌激素 .....	139
第十七节 中草药 .....	139
第八章 药物性肾损害的处理原则及预后 .....	145
一、常引起急性肾小管坏死的药物 .....	145
二、造影剂所致肾损害防治措施 .....	145
三、常引起急性过敏性间质性肾炎的药物 .....	146
四、导致进展性肾衰竭或慢性肾衰竭的药物 .....	146
五、中药相关急性肾衰的治疗原则 .....	147

# 第一章 肾脏的结构与生理

## 第一节 肾脏的结构

### 一、肾脏的解剖

肾脏位于人体的腹膜后间隙内，脊柱两侧，左右各一，形似蚕豆，前面有腹膜覆盖，后面贴于腹后壁，为实质性脏器，属于腹膜外位器官。右肾上邻肝脏，故略低于左肾。左肾上极平第 11 胸椎下缘，下极平第 2 腰椎下缘，右肾上极平第 12 胸椎，下极平第 3 腰椎。肾脏的体积各人略有不同，一般正常成年男性的肾脏平均长 10 厘米，宽 5 厘米，厚 4 厘米，平均质量为 134~148 克，女性肾脏的体积和质量略小于同龄男性。肾脏分为上下两端、内外两缘和前后两面。上端宽而薄，下端窄而厚；前面较凸，朝向前外侧，后面较平，紧贴腹后壁；外缘隆起，内缘中间呈凹陷形称为肾门 (renal hilum)。出入肾门的结构合称肾蒂 (renal pediculus)，肾蒂主要结构的排列关系：由前向后依次为肾静脉、肾动脉和肾盂；从上向下依次为肾动脉、肾静脉和肾盂。肾门向肾内延续于一个较大的腔，称为肾窦 (renal sinus)，由周围的肾实质围成，内含肾动脉、肾静脉的主要分支及属支、肾小盏、肾大盏、肾盂和脂肪组织等。

左右肾脏的毗邻关系不同。肾脏的后面贴近腰方肌、腰大肌外缘和膈。右肾的上 2/3 接触肝左叶，下 1/3 接触结肠右曲，内侧缘接触十二指肠降部。左肾的上 1/3 接触胃，中 1/3 贴靠胰体和胰尾，下 1/3 接触空肠，外缘的上半与脾脏相接，下半与结肠左曲相邻。

肾脏的表面自内向外有三层被膜包绕。

(1) 纤维膜 (fibrous capsule) 是一层贴敷于肾脏实质表面

致密坚韧的结缔组织膜，内含少量弹力纤维。

(2) 脂肪囊 (adipose capsule) 为纤维膜外周的脂肪组织，在肾的边缘处脂肪较多，并通过肾门与肾窦内的脂肪组织相连续，对肾脏有弹性垫样的保护作用。

(3) 肾筋膜 (renal fascia) 位于脂肪囊外周，由腹膜外组织发育而来，分前后两层，包绕肾和肾上腺，对肾脏起固定作用。

在肾脏的冠状切面上，肾实质分为皮质和髓质两部分。肾皮质 (renal cortex) 位于浅层，占 1/3，富含血管，新鲜标本呈红褐色，肉眼可见密布的细小颗粒，即肾小体。肾髓质 (renal medulla) 位于肾实质的深部，占 2/3，色淡，主要由小管结构组成。肾髓质的管道结构有规律地组成向皮质呈放射状的条纹称髓放线，向内侧集合组成 15~20 个锥形体称为肾锥体 (renal pyramide)，每 2~3 个肾锥体的尖端合成一个肾乳头 (renal papillae)，肾乳头顶端有许多小孔，称为乳头孔 (papillary foramina)，是尿液流入肾盏的通道。浅层的肾皮质伸入到肾锥体之间的部分，称为肾柱 (renal columnae)。2 个或 2 个以上肾乳头伸入 1 个肾小盏 (minor renal calices)，小盏的边缘附着于肾乳头基部，包绕肾乳头，承接排出的尿液；2~3 个肾小盏合成一个肾大盏 (greater renal calices)，肾大盏约 2~3 个，再集合形成一个前后扁平、似呈漏斗状的肾盂 (renal pelvis)；肾盂出肾门后，向下弯行，逐渐变细移行为输尿管。

## 二、肾脏的微细结构

### (一) 肾单位 (nephron)

肾单位是组成肾脏结构和功能的基本单位，包括肾小体和肾小管。每个肾脏约有一百多万个肾单位。肾小体由肾小球和肾小囊组成。

#### 1. 肾小体 (renal corpuscle)

肾小体是形成原尿的主要结构，位于皮质迷路，近似球形，直径约为 200 微米，在皮质浅层者较小，靠近髓质者较大。肾小体的中央部分是由毛细血管组成的肾小球，肾小球外面紧包着肾小囊

(Bowman's capsule)。肾小体有两个极，小动脉出入肾小体的区域称为血管极，对侧即是与肾小管相连接的尿极。

## 2. 肾小球 (glomerulus)

入球小动脉从血管极进入球囊后，分成 5~8 个主支，以这些主支为基础再分成小支，最后形成盘曲的毛细血管网，称毛细血管襻 (capillary tuft)。每个主支形成的毛细血管襻又称为毛细血管小叶或肾小球节段 (segment)，一般每个肾小球包含 5~8 个毛细血管小叶。各小叶的毛细血管返回血管极处，又汇集成主支，最后形成出球小动脉离开肾小球。入球小动脉粗而直，而出球小动脉细而弯曲，从而造成入球小动脉和出球小动脉之间存在压力差，使得肾小球毛细血管内的静水压明显高于其他部位毛细血管的静水压，有利于肾小球毛细血管的滤过功能，不过也使血液内的异常物质 (免疫复合物等) 易于沉积在肾小球毛细血管壁。

在肾小球毛细血管襻之间存在少量系膜 (mesangium)。系膜由系膜细胞 (mesangium cell) 和系膜基质 (mesangial matrix) 组成，为肾小球毛细血管襻之间的轴心组织，并与毛细血管内皮细胞直接相邻，对肾小球毛细血管襻起着支撑的作用。

球内血管系膜细胞 (interglomerular mesangial cell) 及系膜，围绕在肾小球内毛细血管周围，其细胞质中含有大量致密的微丝 (microfilaments)，通过这些微丝控制毛细血管的收缩，平衡毛细血管内较高的静水压。此外，球内血管系膜细胞具有吞噬功能，可吞噬基膜漏出的大分子蛋白质，保持肾小球滤过膜的通透性。

肾小球毛细血管壁从内到外有三层结构。

(1) 内皮细胞层 (endothelium) 为附着在肾小球基底膜内的扁平细胞，其上有无数直径约 70 纳米的小孔，小孔上有一层极薄的隔膜，系由内皮细胞外层延续而来。内皮细胞层构成了肾小球毛细血管壁的第一道屏障，使血细胞及一些大分子物质受到阻拦而不被滤出。内皮细胞表面的负电荷是肾小球毛细血管壁电荷屏障的重要组成部分，可黏附细菌和白细胞，对基底膜的合成与修复也有一定作用，此外，内皮细胞还具有抗凝及抗血栓作用。

(2) 肾小球基底膜 (glomerular basement membrane, GBM) 位于内皮细胞和上皮细胞之间, 厚约 320 纳米, 从内到外由内疏松层、致密层和外疏松层组成。基底膜富含硫酸类肝素, 带负电荷, 也是肾小球滤过膜电荷屏障的重要组成部分。

(3) 上皮细胞层 (subepithelial) 即肾小球囊的脏层细胞, 贴附于肾小球基底膜外侧, 细胞呈多突状, 从其胞体伸出几个大的初级突起 (primary process), 每个初级突起又分出次级突起 (secondary process), 相邻次级突起形成指状交叉, 突起之间的空隙称为裂孔 (slitpore), 裂孔上覆有一层薄膜为裂隙滤过膜 (filtration slit membrane), 可有效地防止一部分蛋白质和其他有用物质的丢失。此外, 上皮细胞还具有吞饮功能, 可吞饮由滤过间隙漏出的任何蛋白质。因此, 上皮细胞被认为能监测滤过的进行。

肾小球毛细血管内的物质从血液滤过到肾小球囊腔, 必须经过上述三层结构, 即有孔的内皮细胞、基底膜和上皮细胞之间的裂孔, 这三层结构组成了肾小体的滤过屏障 (filtration barrier)。

### 3. 肾小管 (renal tubule)

肾小管是细长迂回的上皮性管道, 一般分为三段。第一段与肾小囊相连, 称近端小管, 依其走行的曲直, 又有曲部和直部之分。第二段称为细段, 管径细, 管壁薄。第三段称远端小管, 分直部和曲部, 其曲部末端与集合管相连。近端小管的直部、细段与远端小管的直部连成“U”字形, 称为髓攀。

### 4. 肾小球旁器 (juxtaglomerular apparatus, JGA)

肾小球旁器为肾小球血管极旁的一个小三角区, 由球旁细胞、致密斑、球外系膜细胞和极周细胞组成。

(1) 球旁细胞 (juxtaglomerular cell, JGC) 为入球小动脉壁上的平滑肌细胞在进入肾小球处转变而成, 具有分泌肾素和促红细胞生成素的作用。

(2) 致密斑 (macula densa, MD) 是远端肾小管靠近肾小球血管极一侧的上皮细胞 (细胞形态窄而高, 细胞核密集而染色深) 形成的一个椭圆盘状的聚集区, 称为致密斑。致密斑是一个化

学感受器，对小管液内钠离子浓度的变化十分敏感，进而调节球旁细胞分泌肾素。

(3) 球外系膜细胞 (extraglomerular mesangial cell) 位于入球小动脉、出球小动脉和致密斑所形成的三角区域内，并与球内系膜细胞相连；球外系膜细胞多为扁平状，细胞质分为许多层，且与肾小囊壁层基膜相连，所以它的功能除与球内系膜细胞有相同的收缩功能外，可以看成是肾小囊的一个关闭装置。

(4) 极周细胞 (peripolar cell) 位于肾小囊壁层细胞与脏层上皮细胞的移行处，内含许多球形分泌颗粒，可能分泌一种促进肾小管对钠离子重吸收的物质，通过肾小囊进入肾小管。

## (二) 肾间质 (renal interstitial tissue)

肾间质是指位于肾单位以及集合管之间的间叶组织，由间质细胞、少量的网状纤维、胶原纤维及半流动状态的细胞外基质组成。肾皮质所含肾间质较少，约占肾皮质总体积的 13% 左右，内含一些网状纤维和胶原纤维，交织分布于各种皮质成分之间，随着年龄增长，肾间质可增多。肾髓质的间质成分逐渐增加，在髓质外带占髓质总体积的 20%，肾乳头处高达 30%~40%。肾髓质中的细胞为间质细胞 (interstitial cell)，可分泌前列腺素。

## 三、肾脏的血管、淋巴和神经

### (一) 肾脏的血管

在第一腰椎水平，肠系膜上动脉的稍下方，双侧肾动脉自腹主动脉发出后，向外越过膈角的前方进入肾门，经叶间动脉、弓形动脉、小叶间动脉至入球小动脉进入肾小体，组成肾小球毛细血管襻，以后再汇集成出球小动脉，离开肾小体后又分支成二级毛细血管网，包绕于肾小管和集合管，然后汇合成静脉，经小叶间静脉、弓形静脉、叶间静脉至肾静脉进入体循环。

### (二) 肾脏的淋巴管

肾脏的淋巴循环分为肾内和肾周两组。肾内淋巴管与肾动静脉相伴而行；肾周淋巴管主要分布于肾被膜，与肾内淋巴管有广泛的吻合支，在肾门处与肾内淋巴管会合。

### （三）肾脏的神经

肾脏具有丰富的神经支配，主要来自腹腔神经丛，内含肾上腺素能和胆碱能两种神经纤维。交感神经主要支配各级肾动脉血管；迷走神经纤维与交感神经相伴行，亦支配相同的区域。肾小球没有神经支配，但是许多肾小管很可能有神经支配，这一点可能具有一定生理上的意义。

## 第二节 肾脏的功能

### 一、肾脏是维持机体内环境相对稳定的重要器官

肾脏的主要功能是生成尿液，通过尿液的生成与排出，排除机体内大部分代谢终产物以及进入体内的药物或毒物；调节细胞外液的容量及渗透压；保留体液中的钠离子、钾离子、碳酸氢盐和氯离子，排出氢离子，维持机体的酸碱平衡。

### 二、肾脏是人体重要的内分泌器官

肾脏具有内分泌功能，它可分泌血管活性激素和非血管活性激素。前者包括肾素、前列腺素及激肽类激素等，具有调节肾脏血液循环和肾小球滤过率、维持血压和水盐代谢平衡的作用。后者包括肾间质分泌的1-羟化酶，可使肝脏产生的25-羟维生素D<sub>3</sub>转化为有活性的1,25-二羟维生素D<sub>3</sub>，调节机体的钙磷代谢；肾脏产生的促红细胞生成素，刺激骨髓红系的增殖与分化，促进血红蛋白合成，改善贫血。

此外，肾脏也是肾外分泌的许多肽类激素如甲状腺素、血管升压素、降钙素等作用的重要靶器官，以及降解某些肾外激素如胃泌素、胰岛素和胰高血糖素的主要场所。

## 第三节 肾脏的生理特点

### 一、肾脏的血液供应丰富

双肾的质量仅为体重的0.4%，但其血液灌流量在静息时却占心

输出量的 20%~25%，相当于每 100 克肾组织有 300~400 毫升/分钟血液流过，明显超过脑（70 毫升/分钟）、甲状腺（150 毫升/分钟）及肝脏（100 毫升/分钟）等组织的血流量，是接受循环血液灌注最多的器官。由于肾脏血流量大，药物可随血流大量进入肾脏，容易产生对肾脏的毒性作用。

## 二、肾小球内皮细胞表面积大

肾脏具有丰富的毛细血管，肾小球毛细血管内皮细胞的表面积达 1.5 平方米，所以，当大量的药物随血流进入肾脏后，两者有着广泛的接触机会，大大增加了体内药物参与形成的抗原抗体复合物在肾小球毛细血管基底膜沉积的可能，导致肾脏损害。

## 三、肾小管上皮细胞表面积大

当药物以原型或其代谢产物随尿液经肾小球滤过进入肾小管管腔时，可直接损害肾小管上皮细胞，随后出现的肾小管排泌和重吸收等过程，又增加了肾小管上皮细胞与药物作用的机会。

## 四、肾小管酸化及浓缩功能的影响

由于受肾小管酸化功能的影响，尿液的 pH 值降低，使某些药物的溶解度也随之发生变化，加之肾小管浓缩尿液的作用，容易发生药物在肾小管管腔内析出结晶、沉淀并堵塞肾小管。

## 五、肾脏逆流倍增机制的作用

正常的肾髓质中存在着渗透压梯度，它的形成与稳定主要与肾髓质中的逆流倍增机制（counter-current multiplier mechanism）有关。当药物随尿液由肾小球基底膜滤过后，其水分在逆流倍增机制的作用下被肾小管重吸收，致使肾小管内药物的浓度进行性升高，以肾髓质乳头区的药物浓度增高最为明显，极易造成药物中毒性肾损害。

## 六、肾脏的需氧量大

正常肾脏需氧量很大，任何原因（脱水、过度利尿、休克等）引起的肾脏缺血、缺氧，都会使肾脏对药物毒性的敏感性增加，而易发生药物性肾损害。