

# 常用肾脏功能实验室检测





# 肾脏解剖图

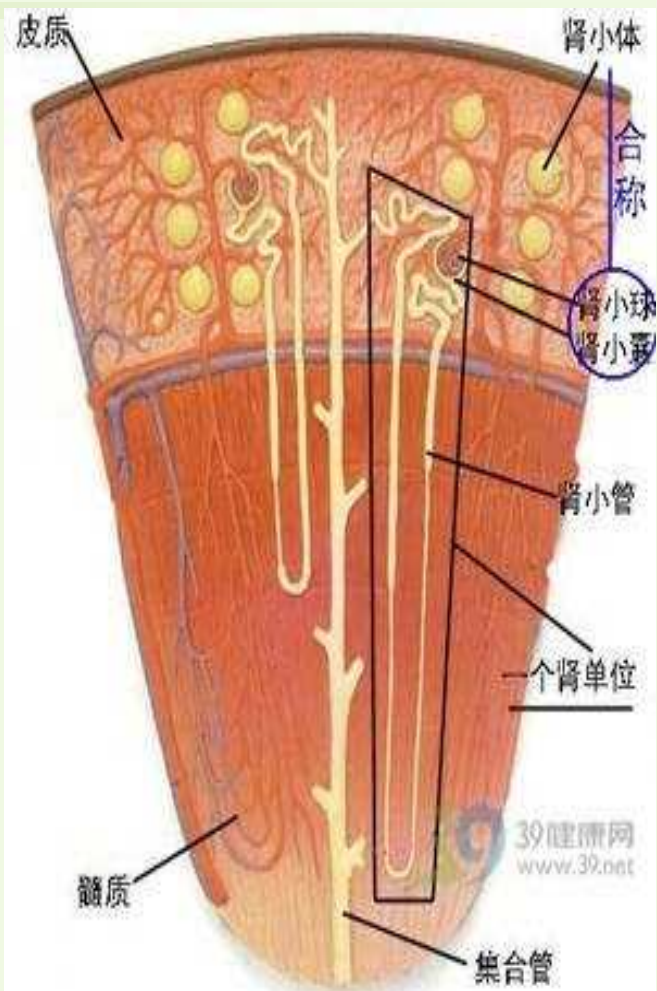
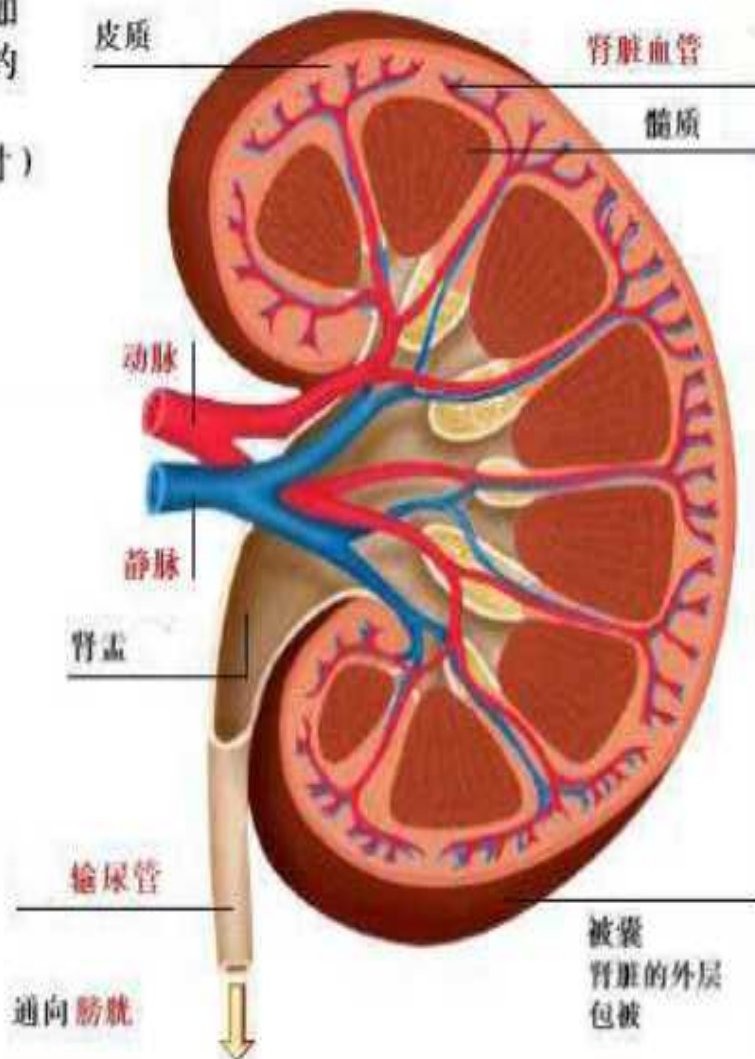


人体有两个红褐色，形如蚕豆的肾脏，每个大约10cm（4英寸）长，5cm（2英寸）宽，2.5cm（1英寸）厚。肾脏可分为三个部分：皮质、髓质和肾盂。

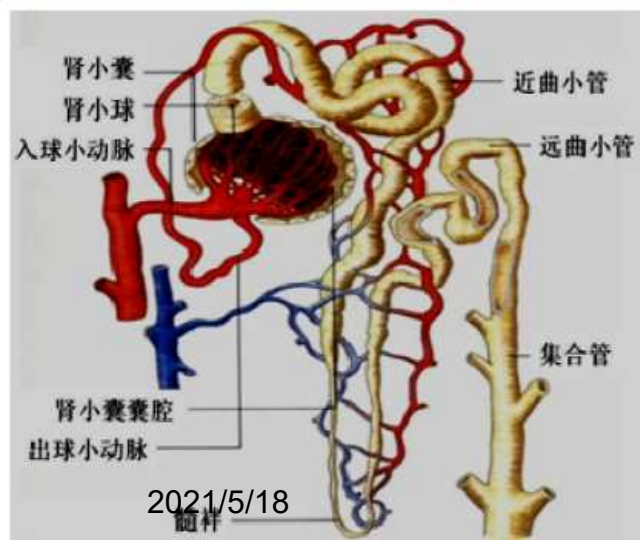
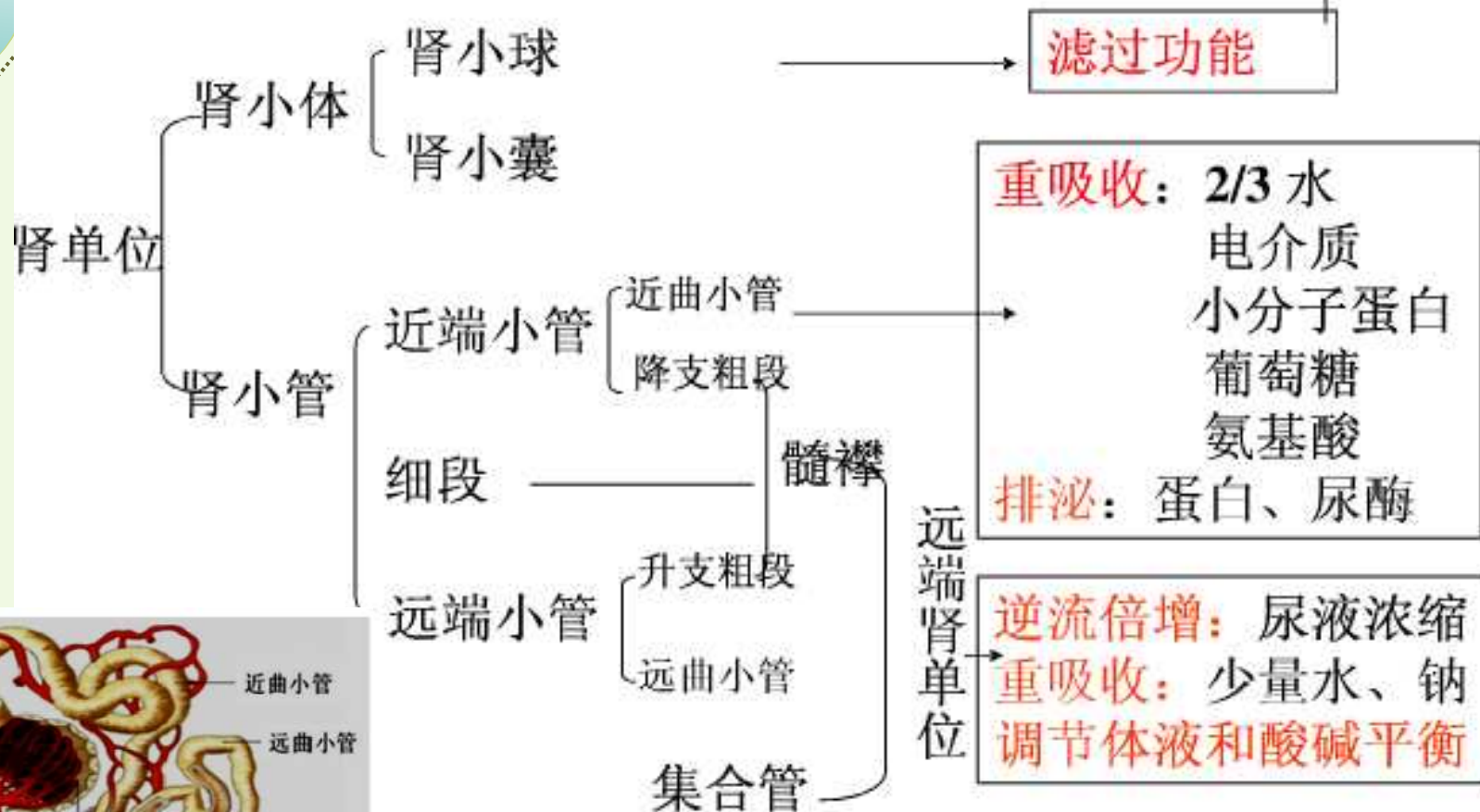
**皮质**  
包含过滤血液的肾小囊

**髓质**  
包含数以百万计产尿的微管

**肾盂**  
呈漏斗形，收集并输导尿液



# 肾单位结构及功能



2021/5/18



# 肾脏的基本功能:

(1) **生成尿液、排泄代谢产物:** 机体在新陈代谢过程中产生多种废物, 绝大部分废物通过肾小球血滤过、肾小管的分泌, 随尿液排出体外。

(2) **维持体液平衡及体内酸碱平衡:** 肾脏通过肾小球的滤过, 肾小管的重吸收及分泌功能, 排出体内多余的水分, 调节酸碱平衡, 维持内环境的稳定。

## (3) **内分泌功能**

① 分泌肾素、前列腺素、激肽。通过肾素—血管紧张素—醛固酮系统, 和激肽—缓激肽—前列腺素系统来调节血压。

② 促红细胞生成素, 刺激骨髓造血。

③ 活性VitD3 。调节钙磷代谢。

④ 许多内分泌激素降解场所——如胰岛素、胃肠激素等。当肾功能不全时, 这些激素T<sub>1/2</sub>明显延长, 从而引起代谢紊乱。

# 肾脏的解剖和生理功能

## ➤ 肾小球

滤过血浆，生成原尿

## ➤ 肾小管

重吸收：氨基酸、蛋白、  
碳酸氢根、钠、钾、  
水、葡萄糖等

排泌：氢、钾、氨、药  
物、毒物等

浓缩稀释功能

## ➤ 肾血管

充分的血流量，保证肾  
脏的正常功能

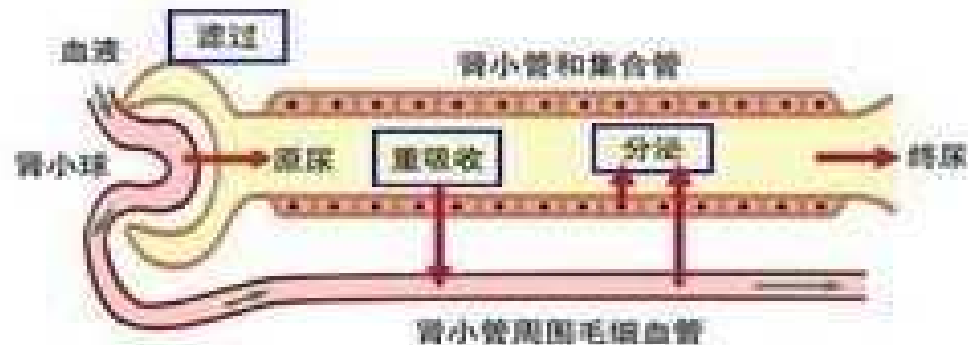
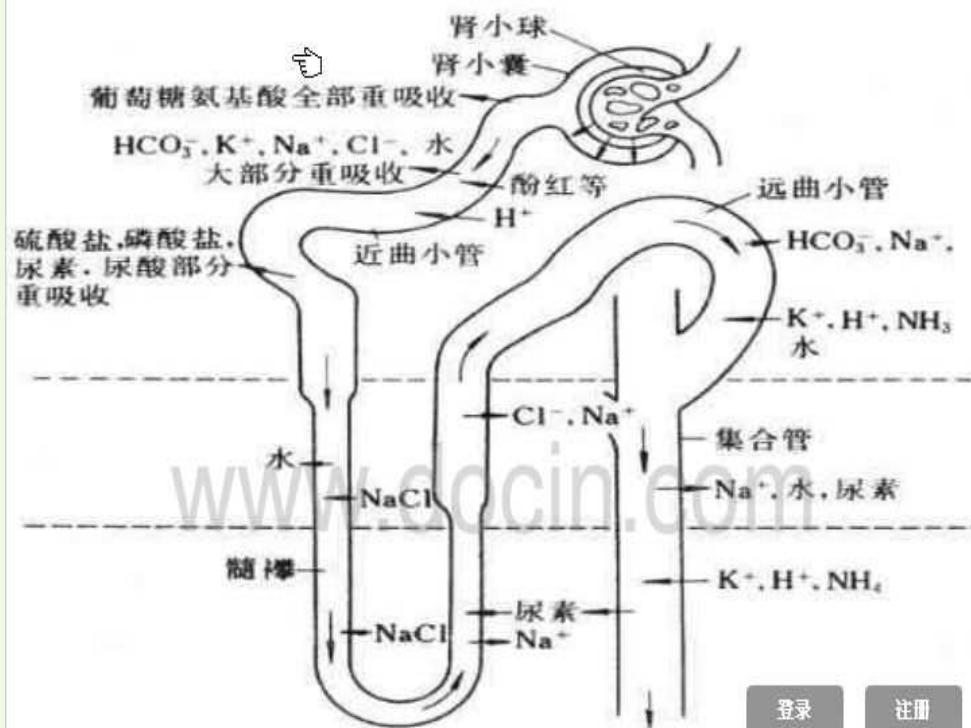


图 - 尿生成的基本过程示意图



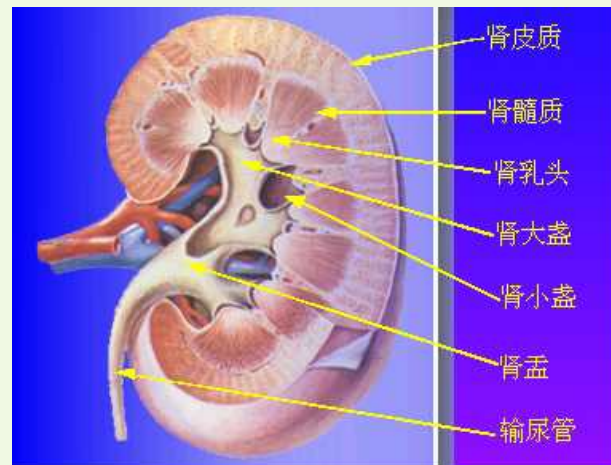


# 肾脏疾病的实验室检查

- 尿液检查：常规检查、细菌学检查、特殊生化检查（蛋白、酶学）
- 肾功能检查：肾小球滤过功能  
肾小管功能检查  
肾血流量测定
- 肾脏活体组织病理检查
- 肾脏内分泌功能检查  
肾素—血管紧张素系统  
激肽释放酶—激肽系统  
前列腺素  
1, 25-二羟胆骨化醇

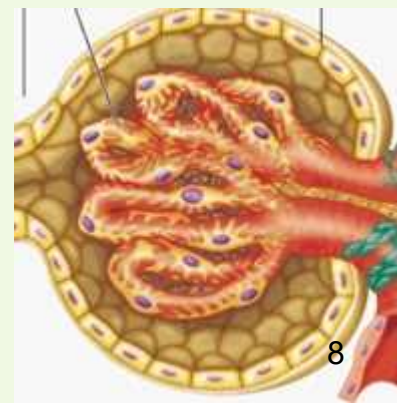
# 肾功能检查的目的

- 了解肾脏是否有广泛性损害，判断肾脏疾病的严重程度，以作为制定治疗方案的参考。
- 动态观察肾功能变化，以帮助了解病情、确定疗效、调整药物剂量和评估预后。



# 第一节 肾小球功能检测

肾小球的功能主要是滤过, 评估滤过功能最重要的参数是肾小球滤过率 (glomerular filtration rate, GFR)。单位时间内(分钟)经肾小球滤出的血浆液体量, 称为肾小球滤过率。为测定肾小球滤过率, 临床上设计了各种物质的肾血浆清除率 (clearance) 试验。



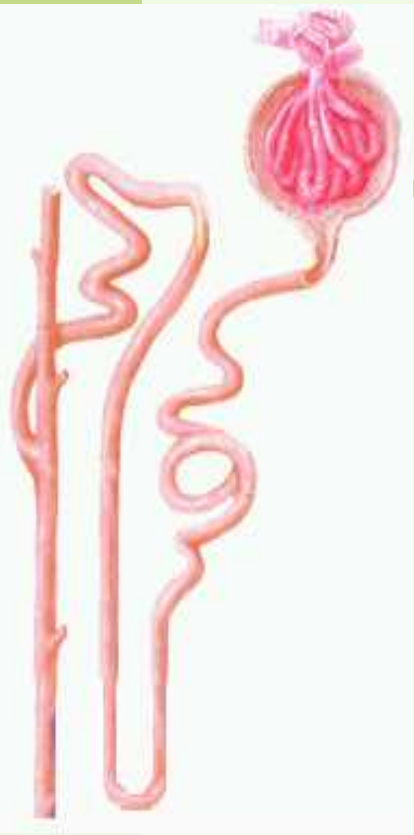


**肾清除率**系指双肾于单位时间(min)内, 能将若干毫升血浆中所含的某物质全部清除, 结果以毫升/分(ml/min)或升/24小时(L/24h)表示:

$$\text{清除率} = \frac{\text{某物质每分钟在尿中排出的总量}}{\text{某物质在血浆中的浓度}}$$

$$C = (U \times V) / P$$

C为清除率 (ml/min); U为尿中某物质的浓度; V为每分钟尿量 (ml/min); P为血浆中某物质的浓度。



## 各种物质经肾排出的方式大致分四种：

1. 全部由肾小球滤出, 肾小管不吸收、不排泄, 如菊粉, 可作为肾小球滤过率测定的理想试剂, 能**完全反映肾小球滤过率 (GFR)**。Ccr 替代。
2. 全部由肾小球滤过, 不被肾小管重吸收, 很少被肾小管排泄, 如肌酐等, **可基本代表GFR**。



3. 全部由肾小球滤过后，又被肾小管全部吸收，如葡萄糖，可作为**肾小管最大吸收率测定**。
4. 除肾小球滤出外，大部分通过肾小管周围毛细血管向肾小管分泌后排出，如对氨马尿酸、腆锐特可作为**肾血流量测定试剂**。



## 各种物质经肾排泄的方式

| 试剂           | 肾小球滤出 | 肾小管吸收 | 肾小管排泌           | 评价               |
|--------------|-------|-------|-----------------|------------------|
| 菊粉           | 全部    | 不     | 不               | <b>GFR</b> 的理想试剂 |
| 肌酐           | 全部    | 不     | 很少              | 基本代表 <b>GFR</b>  |
| 葡萄糖          | 全部    | 全部    | 不               | 肾小管最大吸收率测定       |
| 对氨马尿酸<br>碘锐特 | 全部    |       | 大部分（肾小管周围的毛细血管） | 肾血流量测定试剂         |

# 一、血清肌酐测定



## 【原理】

血清肌酐 (serum creatinine, Scr) 由外源性和内生性两类组成。血中的肌酐主要由肾小球滤过排出体外, 肾小管基本不重吸收且排泌量也较少, 在外源性肌酐摄入量稳定的情况下, 血中的浓度取决于肾小球滤过能力, 当肾实质损害, 血中肌酐浓度就会急剧上升, 故测定血中肌酐浓度可作为GFR受损的指标。敏感性较BUN好, 但并非早期诊断指标。



## 【参考值】

全血肌酐：  $88.4 \sim 176.8 \mu\text{mol/L}$

血清或血浆肌酐：

男性：  $53 \sim 106 \mu\text{mol/L}$

女性：  $44 \sim 97 \mu\text{mol/L}$ 。



## 【临床意义】

### 1. 血肌酐增高

见于各种原因引起的肾小球滤过功能减退：

①急性肾衰竭，血肌酐明显的进行性的升高为器质性损害的指标，可伴少尿或无少尿；

②慢性肾衰竭：血肌酐升高程度与病变严重性一致，

☆肾衰竭代偿期，血肌酐 $<178\text{ }\mu\text{mol/L}$ ；

失代偿期，血肌酐 $>178\text{ }\mu\text{mol/L}$ ；

肾衰竭期，血肌酐明显升高 $>445\text{ }\mu\text{mol/L}$ 。



## 2. 鉴别肾前性和肾实质性少尿

☆①器质性肾衰竭血肌酐常超过 $200\text{ }\mu\text{mol/L}$ ;

②肾前性少尿如心力衰竭、脱水、肝肾综合征、肾病综合征等所致有效血容量下降,使肾血流量减少,血肌酐浓度上升多不超过 $200\text{ }\mu\text{mol/L}$ 。

## ☆3. BUN/Cr (单位为mg/dl) 的意义

①器质性肾衰竭, BUN与Cr同时增高, 因此 $\text{BUN/Cr} \leq 10:1$ ;

②肾前性少尿, 肾外因素所致的氮质症, BUN可较快上升, 但血Cr不相应上升, 此时 $\text{BUN/Cr}$ 常 $>10:1$ 。



4. 老年人、肌肉消瘦者肌酐可能偏低，一旦血要警惕肾功能减退, 应进一步作Ccr检测。

5. 当血肌酐明显升高时, 肾小管肌酐排泌增加, 致Ccr越过真正的GFR。此时可用甲氰咪胍抑制肾小管对肌酐分泌。

## 二、内生肌酐清除率（Ccr）测定

### 【原理】

肌酐是肌酸的代谢产物，血液中肌酐的生成可有内、外源性，在严格控制饮食和肌肉活动相对稳定的情况，血肌酐的生成量和尿的排出量较恒定，其含量的变化主要受内源性肌酐的影响，而且肌酐分子量为113，大部分从肾小球滤过，不被肾小管重吸收，排泄量很少。

☆肾单位时间内，把若干毫升血液中的内生肌酐全部清除出去，称为内生肌酐清除率（endogenous creatinine clearance rate, Ccr）。

# 【方法】

## 1. 标准24小时留尿计算法

- ①病人连续3天进低蛋白饮食, 避免剧烈运动和利尿剂的使用
- ②于第4天晨8时将尿液排净, 然后收集记录24小时尿量(次日晨8点尿必须留下), 并加入甲苯4~5ml防腐。取血2~3ml(抗凝或不抗凝均可), 与24小时尿同时送检;
- ③测定尿及血中肌酐浓度



④应用下列公式计算Ccr:

$$\text{Ccr (ml/min)} = \frac{\text{尿肌酐浓度 (}\mu\text{mol/L)} \times \text{每分钟尿量 (ml/min)}}{\text{血浆肌酐浓度 (}\mu\text{mol/L)}}$$



## 2. 4小时留尿改良法

因留24小时尿不方便, 易导致留不准(少)且高温时需冷藏, 影响肌酐检测, 因此常引起误差(偏低)。在严格控制条件下, 24小时内血浆和尿液肌酐含量较恒定, 为临床应用方便, 可用4小时尿及空腹一次性取血进行肌酐测定, 先计算每分钟尿量( $\text{ml}/\text{min}$ ), 再按上述公式计算清除率。



### 3. 血肌酐计算法

是一种简便的方法, 根据血肌酐, 体重, 年龄, 性别计算, 计算公式为:

$$Ccr (ml/min) = \frac{(140 - \text{年龄}) \times \text{体重 (kg)}}{72 \times \text{血肌酐浓度 (mg/ml)}} \quad (\text{男性})$$

$$Ccr (ml/min) = \frac{(140 - \text{年龄}) \times \text{体重 (kg)}}{85 \times \text{血肌酐浓度 (mg/ml)}} \quad (\text{女性})$$



## ☆ 【参考值】

成人80~120ml/min,

老年人随年龄增长, 有自然下降趋势。

西咪替丁、甲苄嘧啶、长限制剧烈运动均使 $C_{cr}$ 下降。



## 【临床意义】

### 1. 判断肾小球损害的敏感指标

当GFR低到正常值的50%，Ccr测定值可低至50ml/min，但血肌酐、尿素氮测定仍可在正常范围，因肾脏有强大的储备能力，故Ccr是较早反映GFR的敏感指标。

## ☆2. 评估肾功能损害程度及指导治疗

四期分类：

| 期         | Ccr(ml/min) |
|-----------|-------------|
| I (代偿期)   | 51—80       |
| II (失代偿期) | 50—20       |
| III (衰竭期) | 19—10       |
| IV (尿毒症期) | <10         |

程度分类：

| 程度 | Ccr(ml/min) |
|----|-------------|
| 轻度 | 70—51       |
| 中度 | 50—31       |
| 重度 | <30         |

指导治病

| Ccr (ml/min) | 措施     |
|--------------|--------|
| 30—40        | 限制蛋白饮食 |
| <30          | 利尿剂无效  |
| <10          | 血透     |





## 三、血清尿素氮测定

### 【原理】

①血尿素氮 (blood urea nitrogen BUN)

AA→NH<sub>3</sub>+CO<sub>2</sub>→肝脏→BUN→肾小球滤过→肾小管吸收  
(30-40%)→尿中排泄。

②粗略观察肾小球的滤过功能：当肾实质受损害时，肾小球滤过率降低，致使血浓度增加，目前临床上多测定血尿素氮，粗略观察肾小球的滤过功能。

### ☆【参考值】

成人3.2~7.1mmol/L,

婴儿、儿童1.8~6.5mmol/L。



## 【临床意义】

### 1. 器质性肾功能损害

- ①各种原发性肾小球肾炎、肾盂肾炎、间质性肾炎等所致的慢性肾衰竭。
- ②急性肾衰竭肾功能轻度受损时，尿素氮可无变化，但GFR降至50%以下，BUN才见升高。因此血BUN测定不能作为早期肾功能指标。但尿毒症其增高的程度一般与病情严重性一致：  
☆肾衰竭代偿期GFR下降至50ml/min，血BUN<9mmol/L；肾衰竭失代偿期，血BUN>9mmol/L；肾衰竭期，血BUN>20mmol/L。



## ☆ 2. 肾前性少尿:

如严重脱水、大量腹水、心衰、肝肾综合征等所致的血容量不足、肾血流量减少致少尿。此时BUN升高,但肌酐升高不明显,  $\text{BUN/Cr (mg/dl)} > 10:1$ , 称为肾前性氮质血症。经扩容尿量多能增加, BUN可自行下降。

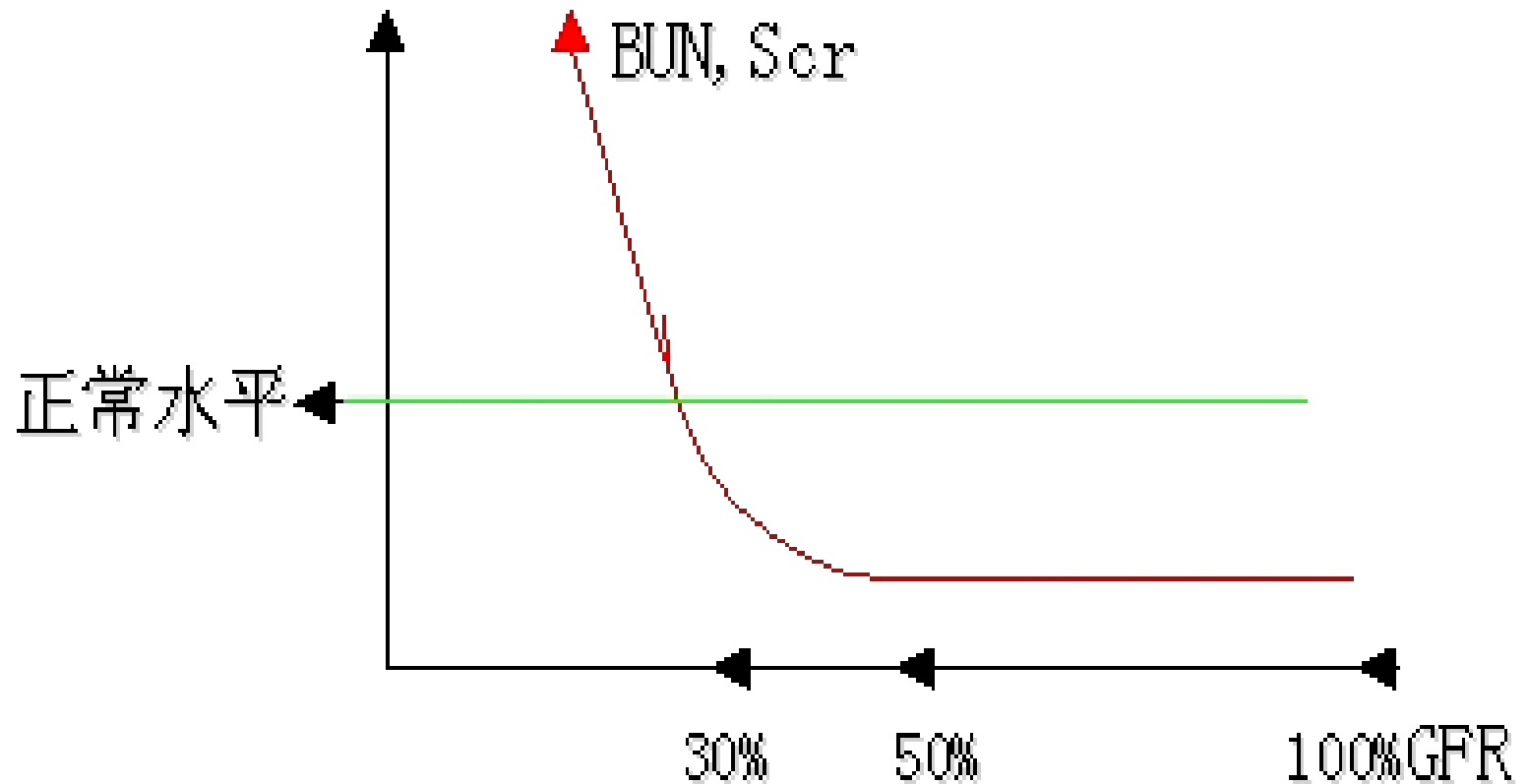


### 3. 蛋白质分解或摄入过多：

如急性传染病、高热、上消化道大出血、大手术后和甲状腺功能亢进、高蛋白饮食等,但血肌酐一般不升高。以上情况矫正后,血BUN可以下降。

### 4、血BUN作为肾衰竭透析充分性指标

# 临床常用GFR测定方法





## 四、血 $\beta_2$ -微球蛋白的测定

### 【原理】

血 $\beta_2$ -微球蛋白（ $\beta_2$ -MG）是体内有核细胞包括淋巴细胞、血小板、多形核白细胞产生的一种小分子球蛋白。广泛存在于血浆、尿、脑脊液、唾液及初乳中。正常人血中浓度很低，可自由通过肾小球，然后在近端小管内几乎全部被重吸收、分解。

### 【参考值】

正常成人血清：1-2mg/L



## 【临床意义】

当肾小球滤过功能下降时，血  $\beta_2$ -微球蛋白水平上升。血  $\beta_2$ -微球蛋白作为肾小球滤过功能减退的一个指标。与年龄、性别、肌肉组织的多少等无关。当体内有炎症或肿瘤时，血中  $\beta_2$ -微球蛋白增高。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/548112120061006022>