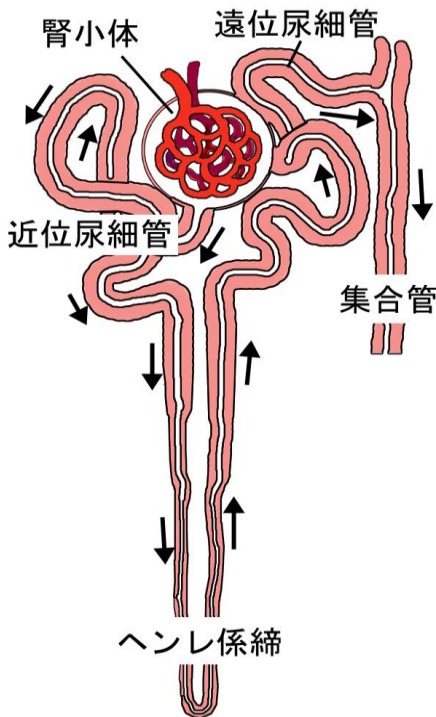
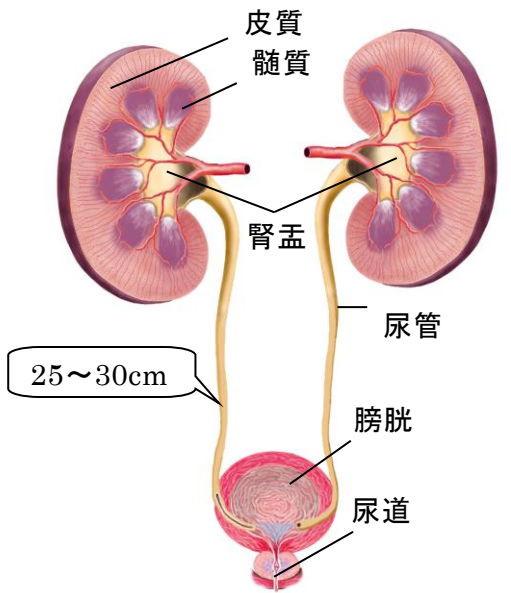


## 9 泌尿器のしくみと働き



### 1. 泌尿器系 (211, 212(図))

左右の腎臓 左右の尿管 膀胱 尿道

#### 1) 腎臓の構造(212参照)

- ① 腎の位置 左右1対の器官・腹膜後器官
- ② 腎の重量 130g
- ③ 右腎臓 左腎臓より数センチ下にある。
- ④ 腎動脈 右が長い 腎静脈の後
- ⑤ 腎静脈 左が長い 腎動脈の前
- ⑥ 腎血流量 10/分 心拍出量の20%

【尿路】 腎盂—尿管—膀胱—尿道

【上皮】 移行上皮 腎盂 — 尿管 — 膀胱

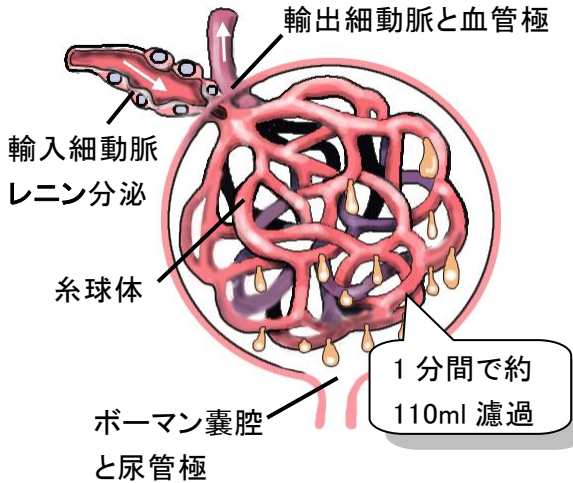
#### 2) 腎小体とネフロンの構造 (213(図))

①腎皮質と髓質	皮質 腎小体(100万個) 髓質 集合管から腎盂へ
②腎小体	糸球体+ボーマン嚢からなる
③極	血管極 細動脈が出入りする部位 尿管極 近位尿細管が始まる部位
④ネフロン	腎の機能単位 腎小体+尿細管からなる
⑤近位尿細管	有用成分再吸収の主要部
⑥ヘンレ係締	
⑦遠位尿細管	アルドステロン: $\text{Na}^+$ を再吸収して $\text{K}^+$ 、 $\text{H}^+$ を排出
⑧集合管	バソプレシン: 水の吸収

#### 3) 腎臓の働き

正常な働き	腎障害があると
1) 不要な老廃物(窒素成分など)を尿として排出。	尿毒症
2) 電解質を調節して血液を弱アルカリ性に保つ。	代謝性アシドーシス
3) 体液量を調節して循環血液量と血圧を調節する。	浮腫、尿崩症、高血圧、心不全
4) 生理活性物質を分泌(エリスロポエチン・レニン)	腎性貧血、レニン過剰の高血圧
5) ビタミンDを活性型ビタミンD <sub>3</sub> に変換する。	$\text{Ca}^{2+}$ 吸収障害、骨軟化

4) 腎小体(糸球体とボーマン囊)の構造(213(図))



腎小体は1個の腎臓で100万個ある。

腎小体	糸球体	血漿の濾過
	ボーマン囊	原尿を受ける袋

血管が出入りする血管極(輸入動脈と輸出動脈)と原尿が出る尿管極がある。

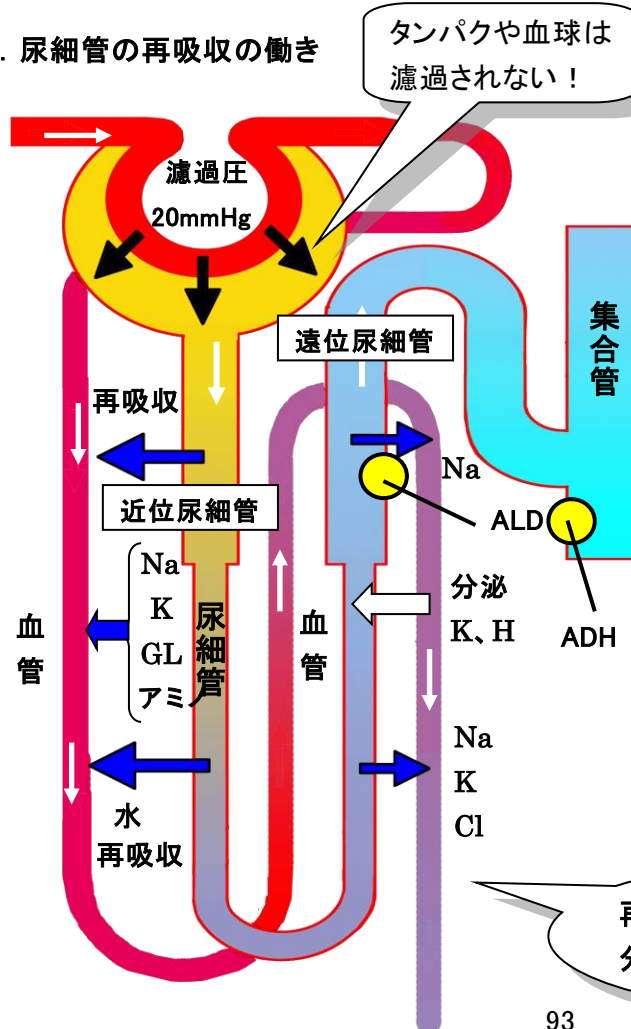
原尿とは……………

糸球体で濾過された血漿成分(110ml/分)で、血球やアルブミンなどのタンパクは含まれない。しかし、その他の有用成分が含まれるので次の尿細管で99%が再吸収されて血液に戻される。

濾過の原理 (数値は mmHg) 218. 219(図)

輸入動脈圧(60) - (膠質浸透圧(25) + ボーマン囊内圧(15)) = 有効濾過圧 ≒ 20mmHg  
 尿生成のために血圧は最低 60mmHg が必要である。これ以下では尿が生成できない。

2. 尿細管の再吸収の働き



1) 原尿からの再吸収

濾過された原尿(110ml/分)は、尿細管へ流れて再吸収される

(1) 近位尿細管

水分、Na<sup>+</sup>、グルコース、アミノ酸な HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> などが再吸収される。再吸収の主要な部位で、物質によっては70~100%が吸収される。

(2) 遠位尿細管

残りの水分や Na<sup>+</sup>を再吸収  
 ■遠位尿細管に作用するホルモン  
 アルドステロン(ALD)、PTH

(3) 集合管

さらに水分を再吸収し、尿量減少  
 ■集合管に作用するホルモン  
 バソプレシン(ADH)

再吸収とは……………血液に戻すこと  
 分泌とは……………尿中に捨てること

2) 尿細管の再吸収と分泌(219(図))

	再吸収 %		分泌	吸収の特徴
近位尿細管	水、Na <sup>+</sup> 、K <sup>+</sup> 、HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、 <b>アミノ酸</b>	80%	尿酸、H <sup>+</sup> 、 クレアチニン NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 、尿素	<b>刷子縁</b> (吸収作用) 能動・受動輸送
	<b>ブドウ糖(閾値 180mmg)</b>	100%		
		100%		
ヘンレ係締(下降部) (上行部)	<b>水分のみ</b>	15%		水チャネル
	Na <sup>+</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、K <sup>+</sup>			共輸送
遠位尿細管	水分、Na <sup>+</sup> 、HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、 Mg <sup>2+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、	5-10%	H <sup>+</sup> 、K <sup>+</sup>	<b>アルドステロン</b>
集合管	<b>水分</b>	4%	H <sup>+</sup> 、K <sup>+</sup>	<b>バソプレシン</b>

3) 遠位尿細管と集合管に作用するホルモンとその働き

分泌ホルモン	分泌刺激	作用部位	作用
アルドステロン	血圧低下	遠位尿細管	Na <sup>+</sup> 再吸収、K <sup>+</sup> 、H <sup>+</sup> 排出
バソプレシン(ADH)	浸透圧上昇	集合管	水再吸収
心房性 Na 利尿ペプチド(ANP)	心房壁伸展	集合管	水再吸収抑制
パラトルモン(PTH)	Ca 低下	遠位尿細管	Ca 再吸収

4) 糸球体傍細胞装置(血管極)の構成

① 緻密斑と糸球体外メサンギウム	遠位尿細管の尿流量と Na、Cl 濃度を感知
② 輸入動脈平滑筋	血圧低下(循環血液量低下)によりレニンを分泌する
<b>その働き</b>	
① 尿細管—糸球体フィードバック	
② 流量が少ない場合はレニンを分泌、血圧を上昇させ、腎血液流量を増加して、濾過量を増加させる。 <b>分泌刺激: 血圧低下、交感神経刺激</b>	

3. 糸球体濾過量と尿量

糸球体血流量(RBF)	1000ml/分	心拍出量の20%
糸球体血漿流量(RPF)	600ml/分	Ht 45%、血漿は 55%(約 60%とした場合)
糸球体濾過量(GFR)原尿	110ml/分	170 リットル/日(約 99%は再吸収される)
尿量として	約 1ml/分	1.5 リットル/日

1) 不用物は尿中に捨てられる

	正常な腎臓で捨てられる物質	腎不全
① 過剰な物	水、電解質(カリウムなど)	浮腫、高血圧、高カリウム血症
② 窒素成分	<b>尿素(血中尿素窒素)、尿酸、クレアチニン</b>	尿毒症(腎不全の終末期)
③ 酸性物質	乳酸、ケトン体、リン酸、硫酸、水素イオン	代謝性アシドーシス

腎透析が必要になる

2) クレアチニンクリアランス(22(図)1)

クレアチニンクリアランス(CCr)は腎臓における1分間の糸球体濾過量(GFR)で表す。

1分間に、血清中のクレアチンを尿中にどれだけ捨てられるかを調べる検査

$$CCr=GFR= \frac{\text{尿中 Cr 濃度 } 1000\mu\text{g/ml} \times 1 \text{ 分間尿量 } 1\text{ml/分}}{\text{血清 Cr 濃度 } 10\mu\text{g/ml}} = 100\text{ml/分(正常)}$$

※1000 μg/ml=1mg/ml=100mg/dℓ      10 μg/ml=0,01mg/ml=1mg/dℓ

3) 慢性腎臓病とGFR値(腎機能の指標となる):GFRの低下により血清クリアチニン値は上昇

慢性腎臓病の病期	I 期	II 期	III 期	IV 期	V 期:腎不全
濾過機能の程度	90ml ↑	60~89ml ↓	30~59ml ↓	15~29ml ↓	15ml ↓

4. 尿管の3つの生理的狭窄部(結石により尿管閉塞が起こりやすい部位)(216参照)

- ① 尿管が始まる部位    ② 外腸骨動脈と交差する部位    ③ 膀胱を貫く部位(膀胱三角)

5. 蓄尿と排尿(222(図))

蓄尿反射	交感神経(腰髄:下腹神経)刺激	→ 膀胱壁弛緩      平滑筋
	運動神経(陰部神経)	→ 内尿道括約筋収縮      平滑筋
排尿反射	副交感神経(仙髄:骨盤内臓神経)	→ 外尿道括約筋収縮      骨格筋
	運動神経(陰部神経)	→ 膀胱壁収縮      平滑筋
		→ 内尿道括約筋弛緩      平滑筋
		→ 外尿道括約筋弛緩      骨格筋

1)尿道の長さ

男性	18cm(カテーテルは20cm)
女性	3~4cm(カテーテルは5cm程度)

6. 尿量と排尿障害

正常尿量	1500ml/日(最低尿量500ml必要)	尿意 300ml・最大容量は約 700ml
無尿	100ml/日以下	激しい脱水や出血
乏尿	400ml以下/日(比重が上がる)	腎不全、高熱、大量出血、高温
多尿	3000ml以上/日(比重が下がる)	尿崩症(ADHの分泌障害)、寒冷
頻尿	排尿回数が8回以上/日	膀胱炎、前立腺肥大
尿閉	尿を生成しても膀胱から排尿できない	尿道の閉塞、炎症など、腰椎麻酔

1)尿のpHと比重

尿の色とpH	1)色:淡黄色~淡黄褐色透明    2)pH 5.0-7.0の弱酸性
尿の比重と固形成分	1)1.015 ~1.030    2)50~70g/日(尿素とクレアチニンなど)
尿の臭い	採尿直後の尿はアンモニア臭がない。時間経過で尿素が細菌によりアンモニアに分解されると臭う。