

2

《排出2》

次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

(25点)

腎臓における尿生成は、糸球体でのろ過、細尿管（腎細管）での再吸収により行われるが、パラアミノ馬尿酸（PAH）、ペニシリンなど一部の物質は、細尿管において再吸収とは逆方向（毛細血管→細尿管）に能動輸送され、より積極的に排出されることが知られている。この現象を追加排出（正しくは分泌）という。追加排出される物質は、^(a)血液が1回腎臓を通ると、ろ過と追加排出によって大部分が血液から抜き取られ、^(b)尿中に排出される。

ヒトの場合、採取しやすい血漿（血液）や尿における各物質の濃度・量を比較し、クリアランスとよばれる値を測定することで、各物質の排出のされ方を推定することができる。

ある物質xのクリアランス（ C_x ）は、次のような式によって求められる。

$$C_x = \text{尿中の濃度 } U_x \times 1 \text{ 分間に生成される尿量 } V \div \text{血漿中の濃度 } P_x = \frac{U_x \cdot V}{P_x}$$

仮に、糸球体からボーマンのうへとろ過されるが、細尿管ではまったく再吸収も追加排出もされない物質aがあるとす。1分間に生成される原尿量（糸球体からボーマンのうへとろ過される血漿量）と尿量をそれぞれG、Vとし、物質aの血漿中の濃度を P_a 、物質aの尿中の濃度を U_a とすると、1分間に糸球体からボーマンのうへとろ過される物質aの量は であり、これがすべて尿中に排出されるので

$$\text{1} = \text{2}$$

の等式が成り立つ。これを変形すると

$$G = \text{3}$$

となる。すなわち、物質aのクリアランスは、1分間に生成される原尿量に等しい。

次に、糸球体でのろ過と細尿管での追加排出によって、尿中に完全に排出される物質bがあるとす。1分間に腎臓に流入する血漿量をR、物質bの血漿中の濃度を P_b 、物質bの尿中の濃度を U_b とすると、1分間に腎動脈から腎臓に流入する物質bの量は であり、これがすべて尿中に排出されるので

$$\text{4} = \text{5}$$

の等式が成り立つ。これを変形すると

$$R = \text{6}$$

となる。すなわち、物質bのクリアランスは、1分間に腎臓に流入する血漿量に等しい。

腎臓において、イヌリンという多糖類は物質aのような挙動をみせる。また、パラアミノ馬尿酸（PAH）は物質bにかなり近い挙動をみせる。これらの物質のクリアランスは、ヒトの腎機能の測定に用いられている。

問1 下線部(a)について、健康な成人において、血液に含まれ、原尿には含まれないものを2種類挙げよ。(2点)

問2 下線部(b)について、尿中の成分に関する次の(1), (2)の問いに答えよ。

- (1) 発汗により体液の浸透圧が上昇した場合、内分泌系の働きによってどのような調節が起こるか、関係する内分泌系の器官やホルモンの名称を挙げて説明せよ。(6点)
- (2) 高血糖の状態が続くと、尿中にグルコースが排出されるようになる。このとき尿量は増え、やたらと喉が渴くことが知られている。これはいったいなぜか。下線部の因果関係について推測し、簡潔に述べよ。(4点)

問3 文中の空欄1～6に適切な文字式を入れよ。(6点)

問4 アミノ酸は糸球体でろ過されるが、細尿管で再吸収されるため、健康な成人の場合、尿中の成分として排出されるのはわずかである。このとき細尿管でアミノ酸の再吸収に働くタンパク質(担体)は水銀(Hg)やカドミウム(Cd)などの重金属と結合しやすく、かつそれらが結合すると、アミノ酸の再吸収が強く阻害される。Cd中毒患者と健康な成人のアミノ酸クリアランスを比較した場合、より大きな値をとり得るのはどちらのアミノ酸クリアランスか推定せよ。(1点)

問5 ある健康な成人に、血漿中の濃度がイヌリンについては0.10 mg/mL、PAHについては1.5 mg/mLになる量を注入し、一定時間後に採集した尿におけるそれらの濃度を調べたところ、イヌリンについては12 mg/mL、PAHについては820 mg/mLだった。1分間に生成される尿量が1.0 mLだったとき、この成人について、次の(1), (2)の問いに答えよ。

- (1) 1分間に生成される原尿量を答えよ。(2点)
- (2) 1分間に心臓から拍出された血液のうち、腎臓に流入する血液の割合を、次の①～④のような順序で計算せよ。ただし、心拍数を62回/分、1回の拍出量を74 mL、血液中の血漿の割合を55%と仮定する。また、PAHは細尿管において追加排出が行われるものの完全には除去されず、実際には腎臓に流入したうちの9割が排出されることがわかっている。なお、答はいずれも小数第一位を四捨五入し、整数で示すこと。また、**問5**各問の答の数値をそれ以降の計算にそのまま用いること。(4点)
 - ① 1分間に心臓から拍出される血液量 [mL/分]
 - ② 1分間に腎臓に流入する血漿量 [mL/分]
 - ③ 1分間に腎臓に流入する血液量 [mL/分]
 - ④ 1分間に心臓から拍出された血液のうち、腎臓に流入する血液の割合 [%]

YBA6A1-Z1A2-03

M · E · M · O