

群馬大学

'12

受験
番号

前期日程

医学部医学科小論文問題①

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子のページ数は7ページです。問題冊子、答案用紙及び下書き用紙に落丁、乱丁、印刷不鮮明などがある場合には申し出てください。
3. 解答は指定の答案用紙に記入してください。
 - (1) 文字はわかりやすく、横書きで、はっきりと記入してください。
 - (2) 解答の字数に制限がある場合には、それを守ってください。
 - (3) 訂正、挿入の語句は余白に記入してください。
 - (4) ローマ字、数字を使用するときは、まず目にとられなくてもかまいません。
4. 試験時間は90分です。
5. 答案用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

下記の文章を読んで設問A～Hに答えなさい。なお、印(*)のついた単語には文末に注釈があります。

血流と血圧の認識

心臓の鼓動や拍動する血管(動脈)の存在は、紀元前約1500年の古代エジプト時代から知られていました。動脈からの血液の噴出が傷ついた戦士の死亡に関係することも知られており、古代ローマ帝国時代には、動脈血管を静脈に挿入し、動脈血の噴出力を利用した輸血も行われました。しかし、血液型の適合・不適合の認識はなかったため、救命は不確かなものでした。

血圧が最初に記録されたのは、1733年ステファン・ヘイルズ(Stephen Hales)が行った馬の頸動脈に管を挿入しての直接測定です。その測定によると最大血圧は、血液が管中を上昇した高さが8フィート3インチ(現在の測定値に置き換えると174 mmHg^{*1})に相当)であったとされます。

簡便な間接的血圧測定機器(血圧計)は、1896年リヴァ・ロッチ(Riva Rocci)により開発されました。1905年にニコライ・コロトコフ(Nikolai Korotkov)が聴診器を用いて血管音(コロトコフ音)を聴取して、収縮期(最大)血圧と拡張期(最小)血圧を測定する方法を提案し、現在もコロトコフ音による測定が行われています。

高血圧とはどのような状態か

安静時の成人の正常な動脈血圧は、収縮期(最大)血圧が100—130 mmHg、拡張期
A (最小)血圧が50—85 mmHgにあります。血圧値は心臓の拍動とともに変動しています。収縮期血圧とは、血液を大動脈に送り出すために心臓が収縮した時の動脈血管内圧(動脈にかかる血液の圧力)です。この時、血圧値は最大値を示すので、収縮期血圧のことを最大血圧とも表現します。これに対して拡張期血圧とは、次の収縮のために心臓が血液をため込む時の動脈血管内圧です。この時、血圧値は最小値を示すので、拡張期血圧のことを最小血圧とも表現します。

心臓から送り出された血液は動脈内を巡り、毛細血管を経由して静脈から再び心臓に戻ってきます(血液循環と呼びます)。心臓から送り出された血液が再び心臓に戻ってくるにはある程度の血圧と血管の柔軟性が必要です。動脈硬化とは血管の柔軟性が

失われた状態です。動脈硬化によって血管が強く収縮していたり狭窄^{*2}しているとその先へ血液が進めません(末梢血管抵抗が高いといいます)。この時、血液を先送りするために血圧が上昇します。

この現象を理解するために以下のような例を考えてみましょう。水道にホースをつなぎ、蛇口を開けて水を流し(心拍出量に相当)、庭に水やりをします。軽くホースの先を持っていると近くの草花にしか水を撒くことができません。ホースの先を指で強くつまむと、遠くの樹木まで撒水することができます。このホースを血管だとすると、ホースを強くつまむ力は末梢血管抵抗にあたります。この時、水圧が上がってホースをつまむ指先には強い圧力を感じます。これを血管に置き換えれば血圧上昇に相当します。

さらに強い力でホースを締め付けたり折り曲げたりする(血管が狭窄した状態)と、ホースの先からはほとんど水は出なくなります(血液の流れがとだえた状態)。その状態が脳で生じれば脳梗塞です。心臓で生じれば狭心症や心筋梗塞になります。また、強い力でホースを締め付けたり折り曲げたりすると、ホースのもろい部分から水が漏れ出したり、ホースと蛇口のつなぎが外れたりして水が溢れます。この状態は脳出血などに相当します。したがって、ホースをしなやかに保つ、すなわち、血管の柔軟性を良好に保ち、動脈硬化を生じさせないことが大切です。

血圧値は、心臓から血管へ送り出される血液量(心拍出量)と末梢毛細血管抵抗(細動脈の収縮が主体)の積「 $\text{血圧} = \text{心拍出量} \times \text{末梢毛細血管抵抗}$ 」として計算されます。心拍出量は心筋の収縮性と血液量(体内水分量)ならびに心拍数などによって規定され、毛細血管抵抗は血管の形態学的変化(構造変化、動脈硬化など)と血管作動物質(血管収縮性物質や血管拡張性物質)の増減、その反応性などによって変動しています。

先程のホースによる水やりにたとえてみると、水道水の量(心拍出量に相当)を変えなくても、ホースをつまむ(末梢血管抵抗を増大させる)と水圧(血圧)が上昇しました。この時、つままれたホースは歪んでいます。ホースをつまむ力(血管収縮性物質にたとえられます)をゆるめると、水圧は低下しますし、ホースの歪みももとへ戻ります(形態学的変化を伴わない機能的な血管収縮が解除される)。もちろん、水道の

蛇口をいっばいに開けて水量を増やしても(心拍出量を増大させる)、水圧(血圧)が上昇します。

したがって、血圧上昇は末梢毛細血管抵抗の増大、心拍出量の増大あるいは両者の増大のいずれによっても生じることが理解できます。

心臓から送り出された血液は主要な臓器へ供給される

前述したように、心臓から送り出された血液は大動脈を經由して、全身に分配されます。健常な成人の1回あたりの心拍出量は約70 mL(50—80 mL)です。心拍数は1分間に約70回(50—90回)ですから、1分間に心臓から送り出される血液量はおよそ5000 mL(3500—6000 mL)に及びます。その約15%に相当する750 mLの血液は脳へ分配されます。冠動脈を経て心臓の筋肉(心筋)へは約5%に相当する250 mLの血液が分配されます。腎臓では水溶性の老廃物を濾過して尿として排泄しているのので、約20%に相当する1000 mLの血液が分配され、肝臓へも同様に約20%に相当する1000 mLの血液が分配されます。また、筋肉や皮膚などへも約20%に相当する1000 mLの血液が分配されます。

軽い運動を行うと、1分間の心拍数はおよそ100回近くまで増加します。血液の流れも速くなります。しかし1回あたりの心拍出量は約60 mLくらいに減少します。それでも1分間に心臓から送り出される血液量はおよそ6000 mLに増加することになります。運動している時には、血液は四肢への供給が多くなり、主として内臓臓器(脳、心臓、腎臓、肝臓など)の血流量が減少します。したがって、臓器障害をもつ場合や動脈硬化病変*³を有する場合には、強い運動を行うと、障害されている内臓臓器への血流量がいっそう減少します。

たとえば、心臓の冠動脈に硬化性病変がある場合に、強い運動をすると心筋自体も多くの酸素と栄養を消費しますが、血液分配が減少することに加えて、硬化性病変が存在するので血液の流入が十分に行えません。その結果、狭心症の症状が出現したり、心筋梗塞が誘発されることとなります。同様に、いずれの主要臓器においても血流量が減少すると、酸素や栄養素の供給不足と老廃物の搬出遅延が起こり、臓器の働きが不十分になります。

血圧を調節・維持するシステム

血圧維持の第一の目的は、血液を全身循環させることによって、臓器・組織・細胞へ酸素・栄養素などを送り届けること(供給)と、二酸化炭素(炭酸ガス)や代謝老廃物を運搬除去することです。生命維持に必要な主要臓器(脳・心臓・腎臓など)への血流が減少した場合、血流維持のための血圧上昇機構が作動します。

血圧調節機構にはいろいろなものがありますが(図1)、秒単位で反応する超急性期作動性調節機構として圧受容体系調節機構(血管壁に加わる血圧の上昇・下降を感知して脳内にある血管運動中枢に信号を送り、血管の収縮・拡張や心拍数の調節を行うシステム)、中枢虚血反応性調節機構(脳への血流減少を感知して全身の血圧を上昇させるシステム)、化学受容体系調節機構(血液中の炭酸ガス濃度や脳への酸素供給などを感知して血圧・呼吸調節を行うシステム)があります。分単位で作動する急性期作動性調節機構にはレニン-アンジオテンシン系などの内分泌系の調節機構があります。時間単位あるいは日単位の長期の血圧調節において重要な働きをしているのは、腎臓-体液系調節機構です。

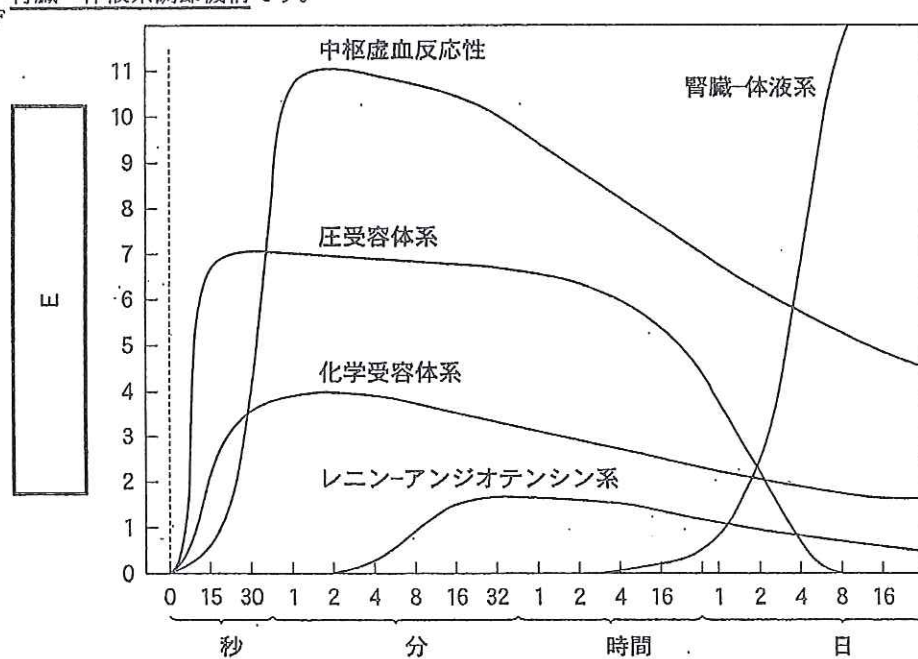


図1

血圧は、睡眠・覚醒をはじめとするさまざまな状況に対応して変動していますが、その反応には、前述のような体内のいろいろな血圧調節機構が複雑に連動しています。その他、季節や気温の変動、入浴などによる外気温の変動などに対応して、体温調節などのために皮膚末梢血管の収縮・拡張による血圧の変動もあります。

(塩之入洋著、「高血圧の医学」中公新書 より 一部改変)

*1 血圧などの循環系や血液ガスの表現に用いられる圧単位。1 mmHg(水銀柱ミリメートル)=1.333224 hPa(ヘクトパスカル)。

*2 血管や気管、食道などの管部分の内腔が狭くなり、血液や空気、飲食物などが通過しにくくなる状態。

*3 血管の弾力性がなくなり硬くなった病的な変化。

設問

- A. 下線部Aについて、血液は収縮期には心臓から拍出されるが、拡張期には拍出されない。しかし、拡張期でも血圧は0にはならない。安静時の正常な拡張期血圧がなぜ50—85 mmHgを示すのか。その理由を答案用紙 A欄に日本語100字以内(句読点も含めて)で示しなさい。
- B. 下線部Bについて、血圧は上腕(肩と肘の間)の動脈などの太い動脈の圧を測定して決定する。その場合、なぜ末梢毛細血管抵抗の増大や心拍出量の増大が血圧の上昇につながるのか、日本語50字以内(句読点も含めて)で答案用紙 B欄に説明しなさい。
- C. 下線部Cについて、組織100gあたりの血流量が最も多い器官(臓器)は腎臓であるが、その理由を答案用紙 C欄に日本語60字以内(句読点も含めて)で説明しなさい。
- D. 下線部Dについて、なぜ運動時に血液の四肢への供給が多くなるのか。その理由を答案用紙 D欄に日本語40字以内(句読点も含めて)で説明しなさい。
- E. 図1の横軸は「時間」を示している。縦軸の空欄 は何を表しているか。答案用紙 E欄に日本語50字以内(句読点も含めて)で説明しなさい。
- F. 下線部Fについて、「腎臓—体液系調節機構」はどのようにして血圧を調節しているのか。答案用紙 F欄に日本語50字以内(句読点も含めて)で説明しなさい。

G. 下の図2は、左心室の圧-容積図である。この図は1回の心周期(収縮-拡張の過程)の左心室圧(mmHg)と左心室容積(mL)との関係を曲線で示したものである。この図で数字が打ってある4つの線分(1→2, 2→3, 3→4, 4→1)でそれぞれ起こっている事象を答案用紙 1-3 G欄に日本語 300 字以内(句読点も含めて)で説明しなさい。

H. 下の図2について、大動脈圧が高くなった場合、数字の打ってある2の位置(線分1→2の終点)はどうか。答案用紙 1-3 H欄に日本語 100 字以内(句読点も含めて)で説明しなさい。

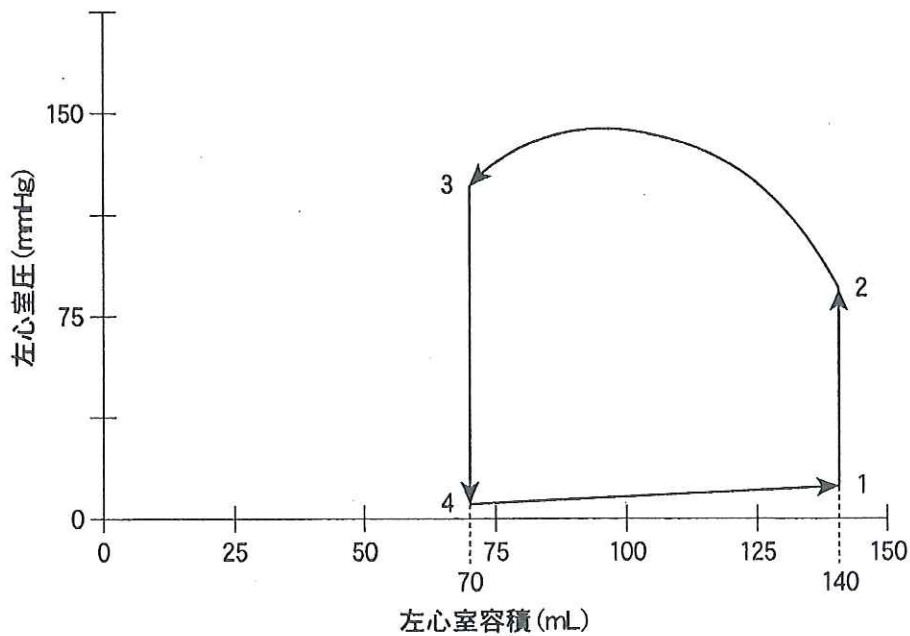


図 2