

'20

推 薦

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この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9ページです。問題冊子、解答用紙（3枚）、及び下書き用紙（2枚）
に落丁、乱丁、印刷不鮮明などの箇所がある場合には申し出てください。
3. 解答は指定の解答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) 解答の字数に制限のある場合は、それを守ってください。
 - (3) 解答用紙にマス目のある場合は、訂正、挿入の語句は余白に記入してください。
 - (4) ローマ字、または数字を使用するときは、マス目にとらわれなくてもかまいません。
4. 試験時間は90分です。
5. 解答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。

以下の文章を読んで問 1～問 10 の設問に答えなさい。

はじめに

ヒトのからだは水に満ちている。ヒトはかつて、海中の生物を起源として、長い年月を経て地上の直立二足歩行動物として進化してきた。①ヒトの体内の水の成分（細胞外液）が海水の電解質組成とよく似ているのは、その進化の歴史を水の形で残しているようにも見える。また、喜怒哀楽の感情の発露として流される涙は、ヒトのからだに残された大海の一しずくなのかもしれない。

水は生命の源であり、健康の源でもある。体内に流れる水、体内から出る水、体内で作られる水、病気になると生まれる水などがある一方、水が不足することによって生まれるからだのひずみや病気もあり、時には死を招くことさえある。また、水の中でからだを動かしたり、水に接することで心身の健康を回復したり、病気の治療やリハビリテーションに役立つことも確かな医学的知識として広がってきた。

一方、飲む水については、自然の水から水道水、そして商品としてのミネラルウォーター、スポーツドリンクへと随分様変わりをし、水を飲むことがビジネスに結びつく時代を迎えた。それに伴い、飲む水に関する医学的基盤が今まで以上に求められるようになった。ヒトのからだの水に満ちていると同時に、世界も水に満ちている。歴史と文明は、水を得ることから始まったと言っても過言ではない。②宗教、文化、そして戦争の歴史の中に、水にまつわるものはまいきよにいとまがない。それはヒトと水との深い結びつきが、生理学的レベルを超える場面を示している。

本稿では、このように真に多彩な側面を持つヒトと水との関係を背景に、最近の知見と話題を示しつつ、ヒトの健康を支える水の存在と特性について述べてみたい。

1. 「運動中に水を飲むな」の危険性

スポーツの現場には医学的には誤りとされることが、「常識」として長く伝えられ、指導・実践されている例が少なくない。それらの多くは、スポーツの練習・トレーニングの効果がなればかりか、いたずらに外傷・傷害あるいは重篤な事故を招来する。

③「運動中に水を飲むな」というまちがった「常識」は、その最たる例である。運動中に水を飲むとバテやすくなる、動きが鈍くなる、飲むとかえって汗をかくと言われ、どんなに暑いところで激しい運動をしていても水を飲まないのが正しいと考えられていた。

そうしたまちがった常識の中で、数多くの子どもたちがスポーツの訓練を受けてきた。

歴史的に調査をした坂本の研究によれば、1904（明治37）年、武田千代三郎が『理論実験競技運動』で「水抜き油抜き」という内容の水分摂取を列記した鍛錬法を紹介してい

る。この流れが1916（大正5）年吉田彰信著『運動生理学』にも継承された。

一方、1933（昭和8）年、34（昭和9）年にかけて、陸軍戸山学校で節水（無水）行軍研究が実施され、精神鍛錬の要素を入れた運動中の水分制限を強要している。

つまり、「運動中に水を飲むな」というまちがった常識は、明治、大正、昭和の軍事の場面からスポーツの場面に、継承拡大して長く伝えられてきたものと推察される。

激しい運動時、収縮している筋肉では、安静時の15～20倍の熱が産出される。通常は、脳の視床下部にある温熱を感じる部分が体温の上昇を感じて、からだ中の血流量を増やして余分な熱が皮膚表面に伝えられ、外に熱を逃すと同時に、汗によって発散する。筋肉で出された熱の量が、熱の発散量を上回ると、からだの中に熱が次第に蓄積され、また、水分も多量に失われて脱水をきたす。長距離走では、体重の6～10%の減少が生じると言われている。このような脱水のために、発汗は減少し、熱射病などの高温障害をきたすことになる。特に子どもは、大人よりも体温の調節機能が未成熟なためその影響が強く現れやすい。

1986年7月に発生した千葉県の小学校5年生のソフトボール少年の罰練を原因とした熱射病による死亡事故をはじめ、7月8月を中心とした夏季の炎天下に体罰としてのランニング等を子どもに強制し水を摂らせないために熱射病をきたして死亡事故に至る例は、毎年のように続いている。わずか15年の生涯、その最後の言葉が「先生、水を飲ませてください」だったサッカー少年の例もある。暑熱環境下で激しい運動、スポーツ、労働を行う時には、しっかりと水を飲むことを徹底的に教え続ける必要がある。

2. ゴルフとビールと心筋梗塞

ゴルフ中の急性心筋梗塞の症例を収集・分析した河合らの報告によれば、全例男性で、管理職、会社経営、自営業の者が多く、生活習慣として運動・職業ストレスが存在するとみられる者が少なくないこと、喫煙者が大半であること、ビール等の飲酒との関係をうかがわせる者が少なくないことの特徴がみられた。また、事故に先行する高度な冠状動脈硬化等が見られないことも示され、心臓病のない人に「晴天の霹靂」として生じることがあるとされている。

ゴルフ場では、プレイ後にビールを飲むのが楽しみという中高年男性は多い。一般にアルコールには脳下垂体後葉から分泌される抗利尿ホルモンを抑制する作用があり、結果として利尿効果を有する。例えばビールを1,000 mL飲むと尿を1,100 mL出し、100 mL脱水状態となる（図1）。単純に言えば、「ビールを10本飲めば、11本分の尿が出て、1本分、体内の水分は不足する」という原理である。特にビールでノドを潤し、ゴルフで汗をかいたからだを癒すつもりが、実は汗による水分喪失に加えてビールでさらにそれを助長する結果を生み出すことになる。

日頃、ストレスの中、多くの原因を造っている喫煙習慣のある中高年男性が、睡眠不足

のまま早朝ゴルフ場に行ってプレイをし終えて、冷たいビールをジョッキで飲む。汗を結構かいているにも関わらずビールを楽しみにしているため、意識して水分を摂取しないでプレイを続け、ビールによる利尿作用で水分はさらに出されて脱水をきたす。その結果、長年の動脈硬化の存在を基盤として、閉塞性血栓が発生して心筋梗塞を発症するというメカニズムである。「ビールとゴルフと心筋梗塞」という3つのリスク要因による病態であるが、予防の鍵は、脱水を防ぐためにゴルフのプレイ中に冷たい水を飲むこととビールを飲んだ後にも水を飲むことに尽きる。

3. 「年寄りの冷水」と「年寄りに冷水」

高齢者が無理を重ねると、健康障害・事故をきたすことがしばしばある。その意味で「④年寄りの冷水」はまさに名言である。高齢者が健康増進や自己実現のために様々なスポーツに親しむことは良いことだが、その年齢、体力、健康度、経験等の条件・背景に見合わない内容・方法の運動・スポーツを無理に実践すれば、重篤な事故を招来するばかりである。

スイミングクラブ内で発生した中高年の事故例を収集・分析した佐野・武藤らの報告によれば、23例中、脱水が引き金となりうるものとしては、心筋梗塞2例（8.7%）、同上疑い1例（4.3%）、一過性脳虚血2例（8.7%）、同上疑い1例（4.3%）、計6例（26.1%）であり、脱水が引き金となり得たと考えられる事故が1/4を占めていた。また、1990年の日本マスターズ水泳大会での胸部解離性大動脈瘤破裂によるレース中の死亡例（73歳男性、50メートル自由形をゴール直後沈みかけ、直ちにプールサイドで行われた蘇生術にまったく反応せず。剖検：胸部解離性大動脈瘤破裂）では、前夜の飲酒による脱水が一因と判断された。

脱水による心筋梗塞、一過性脳虚血の発生には、脱水に伴う血栓形成能亢進が考えられる。それは、1) 血液粘度の上昇、2) フィブリノーゲンその他凝固因子の濃度の上昇、3) 血小板濃度の上昇、によってもたらされる。

また脱水は、血流抵抗増大により、有酸素運動中の収縮期血圧上昇、等尺性運動中の収縮・拡張両期血圧上昇をもたらす。日本マスターズ水泳大会での胸部解離性大動脈瘤破裂によるレース中の死亡例では、50メートルプールは初めてという緊張と興奮、持久力よりも瞬発力を発揮しての力泳による血圧上昇と相まって、前夜の飲酒によるアルコール利尿に伴う脱水が血流抵抗を増大させ、有酸素運動中の収縮・拡張両期血圧上昇の増幅をもたらして大動脈瘤破裂を招いたものと判断された。

高齢者が適度な運動・スポーツを健康状態や体調に合わせて行うことは良いことである。その際、運動中に脱水を起こさないように、日頃以上に運動前、運動中に水をこまめに飲むことを意識することが重要である。

高齢者に「水をよく飲むように」と伝えると「夜中にトイレに起きるのが嫌だから」な

どと言って受け入れない場合が多い。しかし、高齢者は、心不全や腎不全等で医師から飲水を制限されている場合を除き、もっと水を飲むべきである。第一に高齢者の特性である脱水傾向があることが多いこと、第二にさらにお茶類で水分は良く摂っていると錯覚している高齢者が多いこと（お茶類にはカフェインが入っていて利尿効果がある）、第三にアルコールがノドを潤すと錯覚している高齢者が多いことが主な理由である。「年寄りの冷水」を銘記して、無理は禁物を知ることでも大事であるが、「年寄りに冷水」を覚えて、高齢者がこまめによく水を飲むことは、事故を予防し、健康を増進するために重要である。

4. エコノミークラス症候群と水

いわゆる「エコノミークラス症候群」は、航空機旅行による長時間の座位姿勢によって、下肢から骨盤にかけての深部静脈血がうっ滞して血液粘度が上昇し、血栓が生じて発症する深部静脈血栓症と、その血栓によって惹起される肺動脈血栓症をきたす一連の病態と考えられている。しかし、実際には一流サッカー選手の事例のように、ファーストクラスの乗客でも発症し、さらには船、列車、車などの航空機以外の交通機関を利用した際にも血栓症を発症することがあると報告されており、医学用語としては「旅行者血栓症」や「ロングフライト血栓症」等の呼称が使われている。その他、大きな手術後、長期臥床後、パソコン操作、また、最近では新潟中越地震時の車中生活などが原因での、深部静脈血栓や肺動脈血栓症なども報告されている。

航空機内のエコノミークラス症候群の危険因子として、特に重要なものは、環境因子とアルコール摂取と考えられる。つまり、航空機内の環境は湿度が低く体内から水分が失われやすい。温度22～25℃、湿度20%以下で砂漠地帯と同じような環境とまで言われる程である。

一般に成人では、1日に180 Lほどの水を体内で使用している。しかし、摂取する水の必要量は1日に約2.5 Lである。これは体内で使用する水の大半が⑤腎臓によって再生、再利用されているためである。摂取量・排出量の内訳は図2に示すとおりである。この図中の代謝水とは、体内で蛋白質や炭水化物、脂肪などが燃えて出る水のことである。

飛行機による海外旅行中に喪失する水分量を推計してみると、表1のように、およそ1時間に80 mLとされている。一方、一般的な状態で呼吸と蒸発で失う水分量は約38 mL（表2）なので、1時間で約40 mLの水分を余分に失っている計算になる。

⑥一般的な状態での水分摂取量は、睡眠時間を6時間として計算すると、1時間に約72 mLとなる。このため水分量の目安としては、一般的な水分摂取量に加えて余分に失っている40 mLを足した量、すなわち1時間に約120 mLの水分摂取が妥当な量と推察される。この量の摂取が困難な場合でも、1時間に80 mLの水分摂取は最低限必要とみなされる。飛行機に実際に乗るまでの手続きと時間経過を見越せば、航空機内環境での水分の摂取の仕方は、水分がからだに吸収されるまでの時間を考慮して、搭乗前に100～120 mLの水分摂取

を行い、その後は1時間に80~120 mLの水分の補給を行うとよいと考えられる。

また、航空機内でのアルコール摂取については、その利尿作用のため、脱水ひいてはエコノミークラス症候群を起こしやすく、さらに注意を払う必要がある。したがって、リラックスできる程度の少量のアルコールに抑えておくと共に、飲酒後に水をさらに飲むことが大切である。

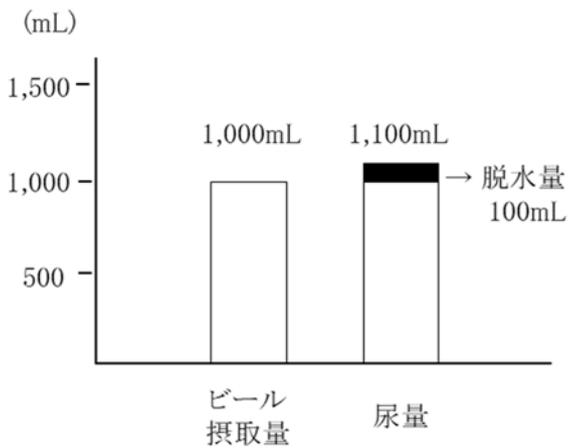


図1 ビール摂取量と尿量の関係

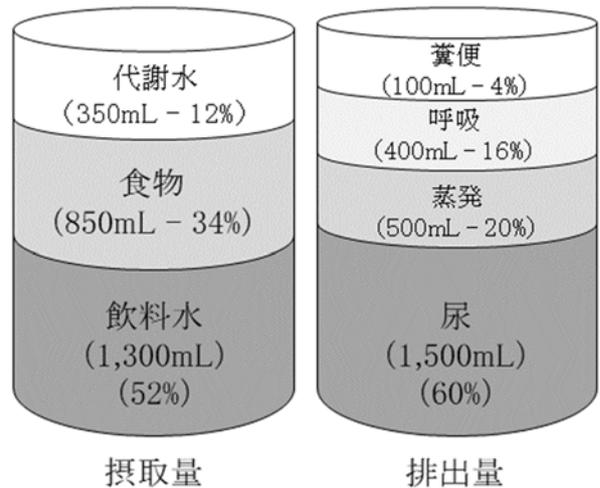


図2 体内の水の収支(1日2.5L)

表1 各都市までの飛行時間・水分喪失量

都市名	飛行時間	水分喪失量
ニューヨーク	12時間30分	1,000 mL
ホノルル	10時間	800 mL
シンガポール	7時間	560 mL
バンコク	6時間30分	520 mL
パリ	12時間30分	1,000 mL

表2 一般的な状態での蒸発、呼気中の水分排泄量

$$(1日蒸発量+1日呼吸中の水分量) / 24時間$$

$$= (500 mL + 400 mL) / 24 = 37.5 mL / 時間$$

(武藤芳照、太田美穂、江夏亜希子、小松泰喜、朴眩泰、山田有希子. 健康を支える水. J Natl Inst Public Health. 2007; 56(1): 2-8 より引用、一部改変。)

問1 水は1気圧の環境下では凝固点(融点)が0℃、沸点が100℃である。この条件を前提に以下の(1)から(4)の設問に答えなさい。

(1) 以下の空欄(a)～(e)にあてはまる適切な語句または数値を答えなさい。

℃を略さずに英語で書くと (a) と表記される。水の密度が最も高くなる時の温度は (b) ℃で、その時の密度は (c) g/mL である。氷の密度はおよそ (d) g/mL であり、水の凝固熱(融解熱)は (e) cal/g である。なお、1 カロリーはおよそ 4.2 ジュールである。

(2) 氷の密度が水のそれと異なる理由を簡略に説明しなさい。

(3) 水の流動が穏やかな淡水の湖沼が冬季に凍結する場面を想定する。その際、なぜ湖沼の表面から凍るのかを水の性質の観点から説明しなさい。

(4) 地球上には14億 km³の水があると推計されている。これが1つの水槽に入っていると見なす。ここにコップ1杯(140 mL)の水を加えて均一になるまでよく攪拌し、再度同じ量の水を汲んだ場合、当初コップに入っていた水分子は再び何個同じコップに戻るかを計算しなさい。水の分子量は18、水の密度は1.0 g/mL、アボガドロ数は6.0×10²³とする。解答欄には計算過程も示しなさい。

問2 以下の(1)、(2)の設問に答えなさい。

(1) リン酸緩衝液は生物学研究によく用いられる水溶液である。その原材料の1つであるリン酸水素2ナトリウム・12水 (Na₂HPO₄・12H₂O) を用いて、200 mmol/L のリン酸水素2ナトリウム (Na₂HPO₄) 水溶液を100 mL 作りたい。その際に必要な Na₂HPO₄・12H₂O は何gか答えなさい。Na₂HPO₄の式量は142とする。解答欄には計算過程も示しなさい。

(2) Na₂HPO₄・12H₂Oのような、結晶に水が入り込んでいる物質の総称を答えなさい。

問3 以下の(1)、(2)の設問に答えなさい。

(1) 下線部①について、細胞外液および海水の主たる溶質であるナトリウムイオンの濃度を計算に基づいて比較したい。なお、ヒトの細胞外液のナトリウム濃度は145mmol/L、塩化ナトリウムの式量は58、海水の塩類濃度は3.5%でそのうち塩化ナトリウムが80%を占める。また、海水中のナトリウムイオンはすべて塩化物由来とみなす。この条件で、海水中のナトリウムイオンの濃度をモル数を用いて表せ。解答欄には計算過程も示しなさい。

(2) 上記の結果をもとに、下線部①の記述に補足して適切な文章に改めよ。

問4 下線部②に関して、以下の設問に答えなさい。

(1) (A)まいきよと(B)いとまの漢字を書きなさい。

(2) 下線部②の具体的事例を1つ挙げて説明しなさい。

問5 下線部③はなぜ間違った常識なのか、本文に即して120文字以内で説明しなさい。

問6 下線部④に関連して、以下の設問に答えなさい。

(1) 下線部④の意味を説明しなさい。

(2) 水に関連した以下の慣用句の意味を説明しなさい。

(A) 血は水よりも濃し

(B) 水を差す

(C) 山紫水明

問7 航空機内のエコノミークラス症候群の発症を防ぐために、A航空会社ではエコノミークラス症候群についての説明と予防策を記した文書を乗客向けに配布することを計画した。本文の説明を踏まえて、その説明文書を作成しなさい。

問8 下線部⑤に関連して、以下の空欄(a)～(j)に当てはまる適切な語句または数値を答えなさい。

ヒトの腎臓は左右一対あるソラマメ形の臓器で、正中側に腎動脈、腎静脈、(a)の3本の管が出入りしている。腎臓表面は被膜に包まれ、断面を観察すると肉眼的に、皮質、(b)、腎うを区別できる。腎臓には尿を生成する構造単位である(c)があり、ヒトの場合、1個の腎臓に約(d)個の(c)がある。(c)には毛細血管が複雑に絡まった(e)と、これを包み込む(f)が含まれており、これらを合わせて腎小体という。腎小体は血液をろ過する機能があり、ろ過された直後の液体は(g)と呼ばれる。(f)は(h)という細長い管に連続しており、ループ状の部分を経て他の(h)とともに(i)へ合流し、(i)は腎うへ開口している。腎うはさらに(a)を経て、尿を貯留する袋状の臓器である(j)へと続いている。

問9 図2は安定した状態での24時間あたりの体水分の収支を示したものである。図の意味することを説明したうえで、水分摂取量を変えない状態で、高温下で運動をし、発汗量が2倍に増加した場合、体水分を維持するために尿量がどのようになるかを説明しなさい。なお、抗利尿ホルモンの分泌機構は正常に維持されていると仮定する。

問10 下線部⑥に関連して、一般的な状態での水分摂取量は、睡眠時間を6時間として計算すると、1時間に約72 mLとなることを計算式で示しなさい。

(以下、余白)