

# 2018 年度

## 専門医・専門技師認定試験

### 出題問題(一部)と解説

2018 年に実施された専門医及び専門技師認定試験問題の一部について、正答に解説を添えて開示いたします。試験問題は、第 6 版高気圧酸素治療法入門（テキスト）の執筆者及び教育集会・専門医研修講座（講習会）の講師の先生方に作成いただいております。出題の基本はテキスト及び講習会資料となりますが、その先生方に昨年出題された問題の中から 1 問を選んで解説していただきました。今回はそのうち 13 問を選んで掲載することにしました。

専門医には、特定の診療科のみならず高気圧酸素治療適応疾患全般について、及び高気圧（潜水）障害についての見識をみる問題から、高気圧酸素治療の管理に関するものまで幅広く出題されています。また、専門技師には医師を補佐する立場として適応疾患について臨床的などころも含めて出題されています。

認定試験の参考としていただければと思います。

認定・試験委員会委員長  
専門医認定委員会委員長 鈴木信哉

**問題 1** 医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律(医薬品医療機器等法)で、高気圧酸素治療装置の定義はどれか。

1. 一般医療機器
2. 管理医療機器
3. 高度管理医療機器
4. 設置管理医療機器
5. 特定保守管理医療機器

a. 1, 2, 3

b. 1, 2, 5

c. 1, 4, 5

d. 2, 3, 4

e. 3, 4, 5

## 問題 1 の正答と解説

【正答】 e

(法令・法規) 医師・技師共通問題 (正答率：技 85 %、医 81.8%)

【解説】

医療機器に関する法令は平成 17 年(2005 年)4 月に旧薬事法が大幅に改正され、それ以前は医療用具、医用機器、医療機などと呼称されていたが、改正法により「医療機器」が行政的な正式名称となった。さらに、医療機器の特性に応じた安全対策の見直しの一環として医療機器の種類も、一般医療機器、管理医療機器および高度管理医療機器の 3 種類に分類されることとなった(リスククラスの国際分類は 4 つ)

①一般医療機器(クラスⅠ)：不具合が生じた場合でも、人体へのリスクが極めて低いと考えられるもの、②管理医療機器(クラスⅡ)：不具合が生じた場合でも、人体へのリスクが比較的低いと考えられるもの、③高度管理医療機器：不具合が生じた場合、人体へのリスクが比較的高いと考えられるもの(クラスⅢ)、患者への侵襲性が高く不具合が生じた場合、生命の危機に直結する恐れがあるもの(クラスⅣ)。

高気圧酸素治療装置はクラスⅢである。

当改正法では、保守点検、修理その他の管理に専門的な知識及び技能を必要とすることからその適正な管理が行われなければ疾病の診断、治療又は予防に重大な影響を与える恐れがあるものとして、厚生労働大臣が指定する「特定保守管理医療機器」が定義された。また、高気圧酸素治療装置、MRI 等の比較的大型な医療機器に対しては、「設置管理医療機器」が定義された。これは設置に当たって組立てが必要な特定保守管理医療機器であって、保健衛生上の危害の発生を防止するために当該組立てに係る管理が必要なものとして厚生労働大臣が指定するものである。

**問題2** 正しいのはどれか。

- a. 水深 10m では  $1\text{cm}^2$  あたり 9 mの水圧が負荷される。
- b. 一定量の気体を等温で圧縮すると気体の圧力は体積に比例する。
- c. 一定量の気体を一定の圧力の下で膨張させると気体の体積と絶対温度は反比例する。
- d. 2種類以上の気体の混合気体の総圧力は各気体の圧力の和に等しい。
- e. 気体の圧力が 2 倍になると液体に溶け込む気体の量は  $1/2$  になる。

## 問題 2 の正答と解説

【正答】 d

(物理学) 技師問題 (正答率 : 技 46 %)

【解説】

1ATA が指定する 1033 cm H<sub>2</sub>O であることから水深 10m は大気圧に加え 10m 分の水圧が負荷され、2ATA になる。ボイル・シャルルの法則の問題である。気体の圧力と体積は反比例する ( $PV=一定$ )。また、体積と温度は比例する ( $V/T=一定$ )。ヘンリーの法則により気体の分圧に溶存気体の量は比例する。圧力が 2 倍なら溶けた気体の量も 2 倍になる。

**問題3** 肺過膨張症候群と考えられる疾患はどれか。

1. 気胸
2. 肺気腫
3. 肺水腫
4. 皮下気腫
5. 動脈ガス塞栓症

a. 1, 2, 3

b. 1, 2, 5

c. 1, 4, 5

d. 2, 3, 4

e. 3, 4, 5

### 問題3の正答と解説

【正答】c

(適応疾患・副作用) 医師・技師共通問題 (正答率：技 42 %、医 54.5%)

【解説】

肺過膨張症候群は肺の圧外傷であり、減圧時に肺が閉鎖腔となることにより引き起こされる病態である。肺泡が破れて肺腔内に気体が漏れ出せば気胸となり、縦隔に侵入すると縦隔気腫や皮下気腫となり、肺静脈内に混入すると動脈ガス塞栓症となる。

**問題 4** 減圧症がもっとも発症しやすいのはどれか。

- a. 最大深度 20m で滞底時間 50 分の潜水を行い、減圧停止を設けず浮上した。
- b. 最大深度 40m で滞底時間 25 分の潜水を行い、減圧停止を設けず浮上した。
- c. 最大深度 6m の潜水を午前 3 時間および午後 3 時間行った。
- d. 治療表 6 に従事した治療装置内医療介助者が 24 時間後航空機に搭乗した。
- e. 治療表 6 の最初のエア・ブレイクの時点で、治療装置内医療介助者が減圧停止を設けずに空気呼吸のまま減圧して装置から退出した。



#### 問題4の正答と解説

【正答】b

(再圧治療) 医師・技師共通問題 (正答率：技 50 %、医 63.6%)

【解説】

最大潜水深度と滞底時間（潜水始めから浮上開始までの時間）の簡単な関数で表されるヘンブルマンの窒素ガス曝露指数（Q 値）を使うと、容易に潜水深度に関係なく窒素ガスの負荷状態を判断することが可能になる。滞底時間 100 分以下の範囲であれば、無減圧潜水限界時間に相当する Q 値は、フィートでは 500（メートルでは 153）の時となる。（第 6 版高気圧酸素治療法入門 162 ページ）

設問 a の Q 値は、141 で無減圧潜水限界内であるが、設問 b の Q 値は、200 で無減圧潜水限界時間を超えてしまう。

深度 10m 以浅の潜水では減圧症の頻度はかなり低くなり、6m 以浅では減圧症は起きない。（第 6 版高気圧酸素治療法入門 150 ページ）

治療表 6 の治療圧は 18m(60ft)である。従って無減圧潜水限界時間(t)は  $153 = 18 \times \sqrt{t}$  (フィートで計算の場合  $500 = 60 \times \sqrt{t'}$ ) であり、これを解くと、 $t = 72$  分、( $t' = 69$  分) となる。治療表 6 の最初のエア・ブレイクは 18m に到達してから 20 分経過した時点で開始されるため、治療開始から 18m に到達する時間を加えても、無減圧潜水限界内である。

**問題5** 重症軟部組織感染症について正しいのはどれか。

1. 軟部組織に主に好気性菌が感染して発症する。
2. 肛門会陰部周囲の壊死性筋膜炎は予後良好である。
3. 糖尿病や肝硬変など基礎疾患を有する患者に多い。
4. 高気圧酸素治療により嫌気性菌に対する殺菌効果が期待できる。
5. まず高気圧酸素治療を行い、効果が不十分な場合は手術療法が選択される。

a . 1, 2

b. 1, 5

c. 2, 3

d. 3, 4

e. 4, 5

## 問題5の正答と解説

【正答】 d

(治療計画) 医師・技師共通問題 (正答率：技 81 %、医 90.9%)

【解説】

配布資料「重症軟部組織感染症」参照

クロストリジウム属など嫌気性菌が体表面ではなく皮下組織や筋層に感染して重症化する。もともと肝硬変や糖尿病などで免疫が低下した患者に発症することが多く、緊急に創部の外科的処置が必要である。組織の酸素分圧上昇で嫌気性菌への静菌作用を期待し高気圧酸素治療を行う。

なお、ガス壊疽に対する HBO においてクロストリジウム菌全てに殺菌的に作用するわけではなく、静菌的に働いていて、 $\alpha$  トキシン産生抑制に 250mmHg 以上の酸素分圧が必要とされている： Clostridial Myonecrosis. Hyperbaric Oxygen Therapy Indications, 14th Ed.

**問題6** 一酸化炭素の血管内皮細胞傷害の機序で正しいのはどれか。

1. CO は・NO の放出を促す。
2. 好中球からミエロペルオキシダーゼが放出される。
3. 接着分子の影響が抑制される。
4. COHb が好中球と血管壁との接着を促進させる。
5. CO は血小板に作用する。

a . 1, 2, 3

b. 1, 2, 5

c. 1, 4, 5

d. 2, 3, 4

e. 3, 4, 5

## 問題 6 の正答と解説

【正答】 b

(疾患別／CO 中毒) 医師・技師共通問題 (正答率：技 8 %、医 27.3%)

【解説】

第 6 版高気圧酸素治療法入門 P176 に基づき、CO は血小板に作用して・NO を放出し、血小板と好中球の反応から、好中球のミエロペルオキシダーゼが放出される病態が分かってきている。(参考文献の Volterra A ら<sup>14)</sup> の論文より)

**問題 7** 網膜動脈閉塞症について正しいのはどれか。

- a. 常圧下の高濃度酸素吸入で改善がなければ高気圧酸素治療は適応外となる。
- b. 高気圧酸素治療より血栓溶解療法の方が効果的である。
- c. 高気圧酸素治療中に視野障害の悪化を認めたため治療を中止した。
- d. 高気圧酸素治療で視機能の改善を認めたため 1 回で施行を終了した。
- e. 高気圧酸素治療では脈絡膜血管からの酸素供給により病態を改善させる。

## 問題7の正答と解説

【正答】 e

(疾患別／網膜動脈閉塞症) 医師・技師共通問題 (正答率：技 38 %、医 54.5%)

【解説】

- a. 常圧下での酸素吸入で効果が得られない場合は高気圧酸素治療をすぐに始めた方がよい。
- b. 血栓溶解療法は有効性がはっきりしておらず、血栓溶解療法の方が効果的ということではない。発症から時間も経過している症例が多く、また対象となるのは高齢者が多く、副作用なども考慮する必要がある。
- c. トンネルビジョン（視野狭窄）は酸素中毒の一つである可能性があり、エア・ブレイクを行うことで改善を認めることもあるので、治療を継続するかどうかは症状を見ながら検討すべきである。
- d. 視機能の回復や造影検査などによる再疎通の確認ができるまでは少なくとも行う必要があり、通常は10回以上施行することが多い。
- e. 正解

**問題8** 放射線治療後の晩期障害に対する高気圧酸素治療について正しいのはどれか。

1. 直腸障害の症状緩和が期待できる。
2. 小線源治療後の膣潰瘍に有効である。
3. 膀胱の症状は血尿のみである。
4. 膀胱出血は直腸出血よりも治癒率が低い。
5. 直腸出血は口側の消化管出血よりも治癒率が低い。

a. 1, 2, 3

b. 1, 2, 5

c. 1, 4, 5

d. 2, 3, 4

e. 3, 4, 5



## 問題 8 の正答と解説

【正答】 b

(疾患別／放射線障害) 医師・技師共通問題 (正答率：技 38 %、医 72.7%)

【解説】

1. 直腸障害の症状として、下血（肛門からの出血）の他、直腸炎の症状として排便回数増加（頻便）や違和感なども伴うことがある。これらの症状は直腸粘膜や組織の炎症に起因することから、これらの症状改善も期待できる。
2. 小線源治療後には腔潰瘍、潰瘍部からの出血の他、感染併発や潰瘍の進行によって瘻孔形成（膀胱腔瘻、小腸膀胱瘻など）を呈することがある。これらの病態は肉芽増生を必要とすることから、**HBO** による創傷治癒支援により保存的に治癒を期待できる。
3. (×) 膀胱障害の症状には、障害を生じた部位からの出血の他、創傷による疼痛（下腹部、排尿時）、排尿障害を呈することがある。
4. (×) 文献上、膀胱出血の奏効率は **76.3%** だが、効果不十分な場合に **30～37** 回の追加治療で完治した報告があり、治療奏効率はより高い。直腸出血は **86%** で完治（**41%**）～症状緩和（**45%**）を得られ、少なくとも同程度の有効性と考えられる。
5. 放射線治療後の消化管障害に対する **HBO** をまとめた論文によると、口側の消化管（食道、胃、十二指腸、小腸、結腸）でも直腸障害でも有効であり、より少ない治療回数で治癒が得られやすいとの報告があった。

**問題9** 腸閉塞について正しいのはどれか。

1. 脱水になりやすいので補液を行う。
2. 高気圧酸素治療は早期であるほど予後が良い。
3. 腸管壊死が明らかな場合には早急に高気圧酸素治療を行う。
4. 減圧チューブは抜去した上で高気圧酸素治療を行う。
5. 治療圧を上げるほど治療成績が良い。

a. 1, 2

b. 1, 5

c. 2, 3

d. 3, 4

e. 4, 5

## 問題9の正答と解説

【正答】 a

(疾患別／腸閉塞) 医師・技師共通問題 (正答率：技 73 %、医 90.9%)

【解説】

1. 腸閉塞は脱水になりやすく、脱水が進行すると腸管壊死のリスクが高くなるので早期より細胞外液や生理食塩水の点滴静注を行う。
2. 高気圧酸素治療は早期に行うと腸管の過膨張を防ぐことができ、治療成績がよい。
3. (×) 腸管壊死や穿孔、腹膜炎合併例は手術の絶対適応である。いたずらにHBOで手術を引き延ばすべきではない。
4. (×) 減圧チューブは抜去せず、開放（若しくはクランプ）でHBO施行可能である。排液バッグが繋がっている場合には、治療中の逆流を予防すべきである。
5. (×) 治療圧と治療成績には明らかな相関はない。

**問題 10** ガス壊疽に対する高気圧酸素治療について正しいのはどれか。

1. 作用機序として $\gamma$ 毒素の産生を抑制する。
2. 非クロストリジウム感染には無効である。
3. 外科的治療の併用が必要である。
4. 治療中は全身状態の変化に注意が必要である。
5. 発症後速やかに 3 ATA での治療が望ましい。

a. 1, 2, 3

b. 1, 2, 5

c. 1, 4, 5

d. 2, 3, 4

e. 3, 4, 5

## 問題 10 の正答と解説

【正答】 e

(疾患別／軟部組織感染症) 医師・技師共通問題 (正答率：技 35 %、医 100%)

【解説】

1. 高気圧酸素治療によってクロストリジウムによる  $\alpha$  毒素の産生を抑制する (第 6 版高気圧酸素治療法入門 P. 183)。
2. 保険診療の適応疾患として重症軟部組織感染症 (ガス壊疽、壊死性筋膜炎) であり、非クロストリジウム性ガス壊疽も含まれる (第 6 版高気圧酸素治療法入門 P.184 表 1)。
3. 本病態を疑えば速やかに病変部分を切開するべきで外科的治療の併用も必要となる (第 6 版高気圧酸素治療法入門 P.183)。
4. 糖尿病や心血管障害を有する高齢者、ステロイドや免疫抑制剤服用中のコンプロマイズド・ホストに罹患することも多く、高気圧酸素治療中は全身状態の変化に注意が必要である (第 6 版高気圧酸素治療法入門 P.183)。
5. ガス壊疽に対する UHMS indication 内の utilization review として発症 24 時間以内に 3ATA、90 分 3 回を施行と記載されている (第 6 版高気圧酸素治療法入門 P.184)

**問題 1 1** 誤っているのはどれか。

- a. アシドーシスとなった組織は易感染性となる。
- b. 外傷により浮腫をきたした組織はアシドーシス状態である。
- c. 低酸素状態の創ではコラーゲンの合成と毛細血管新生が妨げられる。
- d. コンパートメント徴候があり、筋区画内圧が 20mmHg を超える場合、注意を要する。
- e. コンパートメント徴候があり、筋区画内圧が 40mmHg を超える場合には、高気圧酸素治療が第 1 選択となる。

## 問題 1 1 の正答と解説

【正答】 e

(疾患別／急性外傷性血流障害) 医師・技師共通問題 (正答率：技 77 %、医 90.9%)

【解説】

- a. b. c. (○) 外傷による浮腫により毛細血管での血流障害をきたし、組織は低酸素状態となり嫌気性解糖となり、乳酸値が上昇、アシドーシスとなる。アシドーシスとなった組織では嫌気性菌のみならず、通常の細菌も繁殖し易くなる。
- d. (○) コンパートメント徴候は、筋区画内圧は通常 8mmHg 以下であるが、30mmHg では積極的な治療介入を要し、20mmHg 以上からは注意を要する。
- e. (×) 40mmHg 以上では、高気圧酸素治療では限界があり、筋膜の減張切開を行う。

**問題 1 2** 正しいのはどれか。

1. 広範囲熱傷では高度の脱水となる。
2. 凝固壊死となった熱傷層は虚血となる。
3. 重症広範囲熱傷では精神的管理を要する。
4. 重症広範囲熱傷において死亡原因の 20% は感染による。
5. 重症広範囲熱傷における血管透過性の改善は受傷後 6 時間頃からである。

a . 1, 2, 3

b. 1, 2, 5

c. 1, 4, 5

d. 2, 3, 4

e. 3, 4, 5



## 問題 1 2 の正答と解説

【正答】 a

(疾患別／熱傷・凍傷) 技師問題 (正答率：技 45 %)

【解説】

1. 広範囲熱傷による脱水は高度であり、**Baxter** の公式などに基づいて、大量の補液を行うこととなる。
2. 熱傷層は凝固壊死となり、血管組織も壊死し、その部分は虚血となる。
3. 集中治療から長期管理となり栄養管理、精神的管理、瘢痕拘縮の治療とリハビリテーションを要する。
4. (×) 急性期を適切な補液等で多臓器不全を回避しても、感染による合併症が致命的であり、死亡率の 70% を占める。
5. (×) 重症広範囲熱傷において、血管透過性が改善してくるのは受傷後 48～72 時間頃からである。

**問題 1 3** コンパートメント症候群と高気圧酸素治療について正しいのはどれか。

1. コンパートメント症候群は上腕部と大腿部に好発する。
2. コンパートメント症候群では神経症状がある。
3. 患部の高举が治療原則の1つである。
4. 高気圧酸素治療により末梢循環が改善する。
5. 筋膜切開後の高気圧酸素治療が原則である。

a . 1, 2, 3

b. 1, 2, 5

c. 1, 4, 5

d. 2, 3, 4

e. 3, 4, 5

### 問題 13 の正答と解説

【正答】 d

(疾患別／運動器疾患) 医師・技師共通問題 (正答率：技 38 %、医 63.6%)

【解説】

複数の筋肉がある部位では、いくつかの筋ごとに、骨，筋膜，筋間中隔などで囲まれた区画に分かれて存在する。その区画のことをコンパートメントという。骨折や打撲などの外傷が原因で筋肉組織などの腫脹がおこり，その区画内圧が上昇すると，その中にある筋肉，血管，神経などが圧迫され，循環不全のため壊死や神経症状をおこすことがある。これをコンパートメント症候群という。とくに多くの筋が存在する前腕，下腿や大腿部で起きやすい。強い疼痛が特徴であり，他に腫脹，知覚障害，強い圧痛などがみられる。治療は RICE 治療 (R:rest 安静，I:icing 冷却，C:compression 圧迫，E:elevation 挙上) が基本であり、筋区画内圧が 40mmHg 以上であれば，筋膜切開 (減張切開) が必要となる<sup>1)</sup>。コンパートメント症候群は、組織低酸素環境を呈し、高気圧酸素治療による組織の酸素化と腫脹減少により末梢循環動態が改善する。コンパートメント症候群に対する高気圧酸素治療のタイミングは、筋膜切開後でも適応となるが、軽度のコンパートメント症候群では、筋膜切開を施行せず高気圧酸素治療が選択されることもある。

#### 参考文献

1. コンパートメント症候群. 日本救急医学会 HP

<http://www.jaam.jp/html/dictionary/dictionary/word/1113.htm>