

会員からの質問への回答 (2015年)

学術委員会：大浦紀彦，川島眞之，合志清隆*，小島泰史，鈴木一雄，芝山正治，丹羽康江，野原 敦，別府高明
(*：委員長)

本学会は会員ないし非会員からも高気圧医学に関連した質問を受け付けており，これには本学術委員会が対応してきた。内容によっては迅速な対応を求められることから一時的な返答を行うこともあるが，基本的には全委員で科学的根拠に基づいて検討した後に質問者へ回答がなされている。

本委員会の回答集は全委員で可能な限り科学的根拠を示すことに重点を置いたものであり，委員で返答が困難な際には，その領域の専門家ないし製造業者に問い合わせることも行われている。したがって，この回答集は本邦での高気圧医学における最も専門性の高いものと考えられる。しかし，質問によっては明確な科学的根拠を示すことが困難なことも事実である。

本委員会による回答集の作成と会誌への掲載は2013年から開始され定着した感があるが，この回答集を臨床現場で活用して頂ければ幸いである。さらに臨床現場からは，回答集を「Q&A」として学会ホームページでの掲載を望む声が多く寄せられており，この方向で早急に対処したいと考えている。

I. 治療装置

第1種装置は空気あるいは酸素での加圧か？

本学会の安全基準では，第1種装置は空気ないし酸素で加圧するとなっています。代表的な国際学会のUHMS (Undersea & Hyperbaric Medical Society) では「1人用治療装置は酸素で加圧する」としておりますし，米国のエキスパートからの情報でも1人用装置を空気で加圧していないと連絡を受けています。カイロや静電気を含めた発火は空気加圧で多少は低くなる可能性が考えられますが，すべての高気圧酸素治療に際して事前のチェックを十分に行う必要があります。次いで，酸素加圧では，1) 何らかの患者の異変時の急速減圧が安全に行いやすい，2) メンタルの障害，軽度の意識障害，上肢機能障害，などでマスクの再装着を必要としない，3) マスク内に吐物を誤嚥する可能性がない，この3点が酸素加圧の安全性になります。わが国では火災事故を経験しており，酸素加圧を危険視する傾向ですが，通常は酸素加圧方式が国際標準ですし，日常的な危険性もより低いと考えられます。

II. ME機器

1. 第1種治療装置での輸液ポンプの使用は？

外部から輸液が可能な専用の装置がありますが，治療装置内部から圧が加わっていますので注意が必要です。内部への輸液ポンプの持ち込みは行っておりません。2012年の回答として本誌に紹介しています(日本高気圧環境潜水医学会雑誌 2013; 48: 34-35)

III. 付帯物

本学会の安全基準の第35条と36条に装置内への「持ち込み禁止」と「衣類の制限」が規定されており，酸素加圧での第1種装置に限らず第2種装置でも注意が必要です。しかし，身体への付帯物のなかで，それを取り除いて高気圧酸素治療を行なうことが困難なものもあり，その際には付帯物の「引火性」と「帯電性」を十分に検討したうえで高気圧酸素治療の実施になります。また，個々の製品で検討することが困難な事例も出てきますが，これは

科学的根拠を示すことの限界です。

1. 大腸ストーマ装具を着けたまま高気圧酸素治療は可能か？

ストーマを装着している場合に、その付着部とストーマ袋で材質が異なり、さらにそれぞれが複数の素材のものが開発されています。このストーマ一式が引火性ないし帯電性で問題になることはないと考えます。しかし、現場での対処では心配ないし気になるものですので、この部分は木綿のタオルで覆うようにしています。この種の付帯物には、各種ドレーン類や排尿バッグが含まれます。

2. タオルや衣類の洗濯に柔軟剤は必要か？

付帯物としての衣類、特に下着類では「木綿または木綿と同等以上の衣類」の基準を満たすものとあります。その対策として柔軟剤の使用も一方策ではありますが、臨床現場での経験則からは「下着類における洗濯で柔軟剤までは必要ない」と考えています。下着類のなかには静電気が問題になる衣類もありますので、その上に木綿の衣類を着けてもらうようにしています。

3. 治療装置内で創傷被覆材の使用は可能か？

創傷を覆う「ドレッシング材」(救急絆創膏、手術被覆・保護材、熱傷被覆・保護材、創傷被覆材など)は、プラスチックや天然素材など、様々な素材で出来ています。高気圧酸素治療での使用可否については十分検討されていないのが現状です。各製品の素材としての引火性に関しては、製品に外部から引火した場合の可燃性は考えられますが、自然発火、自然発熱する製品はありません。また、抗菌性の製品には微量の銀成分が含まれていますが、高気圧酸素治療で発熱するものではありません。また、液体の「皮膚被膜剤」(キャビロン、リモイスコートなどの皮膚の膜を形成してテープかぶれから皮膚を守るもの)には溶剤として引火性の液体が使用されています。乾燥後に皮膚上に形成される被膜自体はプラスチックの成分ですので自然発火と自然発熱の心配はありませんが、乾燥後も溶剤が残留している可能性があるため、高気圧酸素治療での使用には十分な注意を払う必要があります。これは消毒用アルコール等の引火性液体の使用と同様と認識いただければよろしいと思います。「皮膚用粘着剥離剤」も同様の扱いとなります。

また、被覆材の種類によってはポンプとバッテリーが付いたものがあり、これは高気圧酸素治療の前に点検して取り外して、治療後には再度接続するのですが、タバコの入れ物の大きさで内部に単三の電池が2本入っています。このような小さな機器は患者自身も着けているのを忘れてしまう可能性がある所以要注意です。

(一部は取り扱いメーカーのコメント)

IV. 副作用ないし薬剤関連

1. 使用禁止の薬剤は何か？

高圧酸素治療での使用薬剤で「明確な禁忌」はありません。この件は本誌にも紹介されていますが(日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2013, 2015)、むしろ詳細な調査が行われていないのが実状です。一般的には、「その薬剤の副作用増強」ないし「薬剤による酸素中毒の増強」の可能性が留意すべき点と考えてよいと思います。委員の1人として、これまで30年近く10数万件の高圧酸素治療の経験がありますが、薬剤による重大な副作用は経験していません。しかし、使用している個々の薬剤で副作用が出る可能性を予見しながら患者の状態をチェックしています。また、複数の薬剤が使用されていると個々の薬剤の副作用の増強だけではなく、その他に予見しにくい状態変化にも注意する必要があります。

2. 耳痛の予防と対処法

多くの患者が初回は耳抜き動作に慣れず耳痛を訴えますが、耳痛を訴えれば圧を下げて再加圧する操作を1～3回行えば加圧可能なことがほとんどです。さらに、耳抜き訓練（オトベントなど）を行うことも推奨されます。しかし、高齢者では耳抜きができないことがあり、無理して加圧を行うと中耳炎を起こすことがあります。耳抜きができないか、不得意と判断した患者では耳鼻科を受診してもらい、鼓膜切開ないしチュービングを積極的にしてもらいます。また、点鼻薬が試みられることがありますが、その効果は明らかではありません。潜水関係ではプソイドエフェドリンで中耳の圧外傷を減らすとの報告がありますが、リバースブロックの問題があり一般的ではないと考えられます。

〈参考文献〉

Brown M, et al. Pseudoephedrine for the prevention of barotitis media: a controlled clinical trial in underwater divers. Ann Emerg Med 1992; 21: 849-852.

V. 適応疾患関連

1. 放射線膀胱炎に対する高気圧酸素治療の効果は？

放射線膀胱炎に対する治療方針は血尿の程度によって大別されます（図1）。もし高気圧酸素治療で血尿が改善しなければ膀胱ファイバースコープにて出血状態を観察しつつ、経尿道的電気凝固で止血するのもよいと考えられます。（エキスパートオピニオン）

軽微 G0~1	膀胱ファイバースコープにて確認, HBO
	↓
中等度 G2~3	1%アルブミン液による膀胱灌流, 輸血, HBO
	↓
	HBO, 経尿道的電気凝固
	↓
重篤 G4	HBO, 内腸骨動脈塞栓, 経尿道的電気凝固
	↓
	HBO, 経皮的両側腎瘻増設, 経尿道的電気凝固
	↓
	両側尿管皮膚瘻増設, 膀胱摘出

*:SOMA Scale: Mark IB 1995, Nakada T 2012

図1 血尿の程度*による治療方針

2. 放射線膀胱炎での高気圧酸素治療の回数？

84例の放射線膀胱炎の方々に平均61回の高気圧酸素治療を行って12年間フォローしました。その治療結果で止血効果は87%と良いのですが、追加治療が必要なこともあります（図2）。その際には約20回の高気圧酸素治療を追加して様子を見ます。継続して高気圧酸素治療を行うと本人のQOLを低下させることがあるので、間歇的な高気圧酸素治療と経尿道的膀胱止血操作を組み合わせるのがよいと考えています。（エキスパートオピニオン）

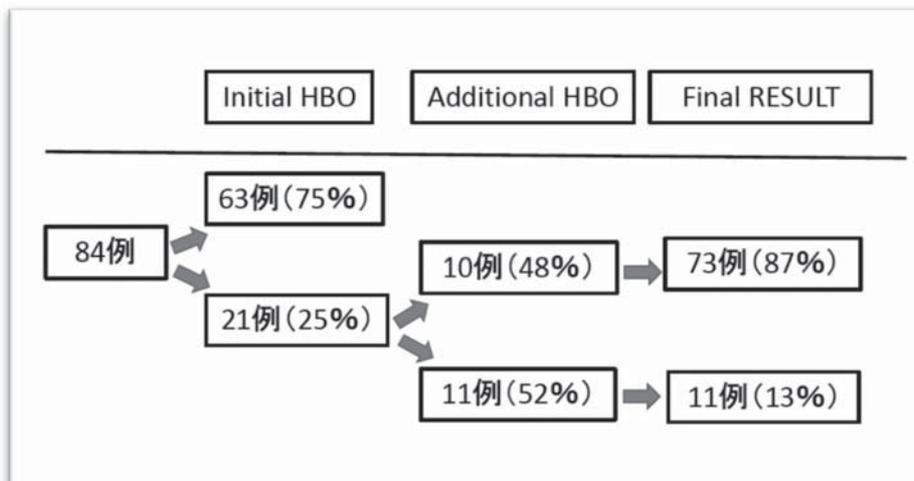


図2 84例の放射線膀胱炎患者の血尿長期フォロー

VI. 潜水関係

1. 減圧障害に罹患後の潜水復帰は？

確立された指針はないようです。そこで本学会総会での講演が参考になるかもしれませんが、「減圧障害を起こしても仕方がない潜水であった。かつ現在は無症状であるのであれば、教育後にダイビング復帰は可能だろうが、その他（窒素負荷が少ないにも拘わらず減圧障害罹患ないしは治癒していない減圧障害、ないしはその両方）は潜水の復帰を勧めない。また、どうしても復帰希望する場合は、精査（心血管系、神経系等）とチャンバーでの試験潜水が必要ではないか。」との意見です（Strauss MB, 2011）。しかし、わが国ではチャンバーでの試験潜水は一般化していません。また、治癒後の潜水禁止期間として、米海軍では再圧治療後1週～30日としているようですが、軍隊の基準であり、民間ではより安全域を取った方がよいとの見解が多いようです。

〈参考文献〉

堂本英治, 他: 減圧障害 (減圧症と動脈ガス塞栓症) に対する再圧治療マニュアル作成の試み。日本高気圧環境医学会雑誌 2001; 36: 1-17.

2. 水中での酸素減圧の実施は水深12mより実施してよいか？

これは高気圧作業安全衛生規則（高圧則）の改正によるものと推測しますが、水中での酸素減圧の実施については、酸素中毒の問題から、基本的には水深6m以下での実施が望ましいです。個人的な酸素耐性の問題もありますが、NOAAでも100%酸素での水中減圧については6mを限度としています。

改正高圧則の第15条第1号では減圧時に純酸素の吸入を12m以下で認めています。同時に「潜水作業者が溺水しないよう必要な措置を講じて浮上を行わせる」とあります。すなわち、溺水と酸素吸入による酸素中毒予防のための装備や設備を整える必要があります。特に、脳に何らかの病気があった場合には、高い酸素分圧は痙攣発作を誘発しかねません。したがって、スクーバダイビングのような水中環境でレギュレーターを用いて酸素レギュレーターの使用は該当されないと考えています。

3. 頭痛や倦怠感は減圧障害なのか？

減圧障害の典型的で多い症状は痛みや感覚異常です。もちろん、体調不良、疲れ、頭痛なども症状の1つとして含まれていますので、これらを否定することはできません。さらに、減圧障害は浮上から1時間以内が42%に、3

時間以内が60%、24時間以内に98%がみられるとの米軍の報告が診断の参考になると思います。また、頭痛を訴える多くの事例では、不眠による体調不良や後頭神経痛のことも多い印象です。

〈参考文献〉

Vann RD et al: Decompression illness. Lancet 2010; 377: 153-164.

4. 圧縮ガス潜水後の息こらえ潜水（スキンドайビング）は危険か？

極めて危険な行為で、関係者の周辺では死亡事例も何件か経験されています。この危険性は研究者が自ら行い重症の減圧症になったことが1965年に報告されています。

スクーバ潜水の後では不活性ガスの気泡が血管内に生じますが、これは肺の最小動脈に留まり、呼吸から排出されます。スクーバ潜水の後には肺にガスが貯まっており、それが気圧の変化（スキンドайビング）あるいは単なる息こらえ（バルサルバ法：息をぐっこらえる）では肺の気泡が一気に肺から大動脈に流れ込み、これがガス塞栓症を起こします。ですから、単に気圧だけの問題ではなく、息をこらえて胸腔内圧（肺の圧）が高まれば危険になります。スクーバ潜水後はスキンドайビングをしないか、どうしても必要ならばスクーバ潜水でやったほうが無難です。

〈参考文献〉

Paulev P: Decompression sickness following repeated breath-hold dives. J Appl Physiol 1965; 20: 1028-1031.

5. フーカー潜水直後の死亡原因は何か考えられるか？

フーカー潜水の最中に何らかの致死的な身体異常、例えば心筋梗塞や不整脈などの心疾患、あるいはくも膜下出血に代表される脳卒中、さらに上腸管膜動脈閉塞症などが生じたかによって、緊急浮上はなくとも以上の推測される偶発的な疾患が直接的な原因となり、浮上後に心肺停止状態になったものと考えられます。次いで、死亡者本人が基礎疾患として肺の嚢胞性疾患（プラなど）を持っており、それが潜水作業中に破裂して、大量の動脈ガス塞栓症を脳や全身の臓器に起こした可能性もあります。

6. 脳の手術後でダイビングは可能か？

脳の手術によって、どの程度の神経障害が残っているか、さらに痙攣発作が十分にコントロールされているか、このようなことが問題になり、専門の担当医と相談することが重要です。特に痙攣発作の問題は重大で、水中での発作は生命に危険がおよぶ可能性が高くなります。