

●特集・安全な高気圧酸素治療のために**高気圧酸素治療を行う患者への注意とチェック**

小林 繁夫*

Evaluation And Management Of a Patient For Hyperbaric Oxygenation

Shigeo Kobayashi*

Department of Hyperbaric Medicine University Hospital of Nagoya School of Medicine University of Nagoya

Though hyperbaric oxygenation (HBO) is very useful for many kinds of refractory hypoxic disorders that do not improve on ordinary oxygen therapy, HBO may occasionally potentiate some harmful complications, that is, a side effect of HBO. In order to avoid these unfavorable effects caused by HBO, such as barotrauma and/or oxygen toxicity, prior to HBO all patients scheduled for HBO should be examined for clinical evidence of no difficulty for HBO practice, such evidence as vital sign, cardiopulmonary diseases, tubular obstruction, blood examinations for bacterial and viral infectious diseases, and so on. During HBO, careful attention should always be given to the patient who complains of symptoms for barotrauma and/or oxygen toxicity.

はじめに

高気圧酸素治療 (以下, HBO と略記) は, 大気圧の2または3倍の高い気圧環境下に暴露した患者に高濃度の酸素を吸収させることによって, 上昇した環境圧力の物理的作用ならびに血中に溶解増量した高分圧酸素の生理・薬理学的作用の両者を急性または慢性, 全身的または局所的低酸素症をとまなう種々の疾患¹⁾に対する治療手段として利用する特殊な酸素療法である。

しかしながら, HBOは生体に対する一種の侵襲となり, 時として, 比較的短時間に変化する高

気圧治療装置 (以下, 装置と略記) 内部の圧力が生体器官・組織へ機械的損傷すなわち圧力外傷や圧力障害, また血中に過剰となった高分圧酸素が生体器官の正常な生理機能を障害するいわゆる酸素中毒症など, 生体へ種々の障害を惹起する原因になることがある。

したがって, HBOを施行しようとするものはHBOの実施にともなって生体へ及ぼされるこれらの影響を熟知し, 障害, 副作用などの発生を極力回避しなければならないが, そのためには, 装置本体とその付属機器に対する日常の点検・整備はもとより, 毎回の治療を実施する際に患者の状態を十分にチェックしてHBOの実施に支障のないことを予め確認したのち治療を開始することが肝要である。

本稿では, 安全で効果的なHBOを施行するために必要な諸事項のうち, とくに患者に対する注意事項について略述する。

治療前の注意とチェック

まず始めに, HBOを実施しようとする患者に対し本治療に関して十分な説明を行い, 理解がえられ, 文書による患者の同意 (インフォームド・コンセント informed consent) をえたのちHBOを開始する。ただし, 意識障害や見当識障害などのため患者本人から直接同意をえることができない場合は, 患者の代わりとなりえる家族, 親権者などから文書による同意をえる。また患者や家族などのインフォームド・コンセントをえることなく緊急に初回のHBOを行わなければならない症例では, 治療後可及的速やかにインフォームド・コンセントをえて, その結果を文書の形式で診療記録の一部として残す。さらに患者の全身状態を把握するため, 以下に述べる診察, 検査などを行う。

*名古屋大学医学部附属病院高気圧治療部

1. 患者の一般状況

医師または管理医は、HBO を行おうとする患者を直接診察して必要な問診を行い、病歴、病状などに関する情報をえる。さらに、vital sign などの全身状態を診察すると同時に HBO に対する緊急性を診断する。

意識状態、見当識などが正常でない患者の場合には、家族や関係者から病歴などの情報をえる。なお、患者の意識障害の程度を HBO 施行の前後で GCS などによって評価し、治療効果判定のための指標のひとつとする。

患者の病状によって必要と判断されたならば輸液のための血管確保、循環器系作動薬などの投与、気道確保のための気管内挿管、気管切開、人工呼吸器の使用などによる呼吸循環管理、その他の必要な処置などを行う。

2. 呼吸器系の状況

感冒症状の有無、胸部の打・聴診を含む理学的診察、胸部X線写真などによって呼吸器系の状態を把握する。さらに胸部X線写真の結果から気管支炎や肺炎など呼吸機能に影響を及ぼす肺疾患のほか、肺嚢胞など肺の空洞性病変の有無などを診断する。例えばブラなど肺空洞性病変が呼吸時に閉鎖する逆止弁機構の存在する細気管支などによって外界と交通している場合、肺空洞性病変が減圧過程で過膨張する結果破綻し、外傷性気胸を発生することがある。HBO 施行中、一旦、この外傷性気胸を生じると致命的となる虞があるので、HBO を実施する前に胸部X線写真によってこれら肺病変の有無を十分に検査する。

慢性閉塞性肺疾患で高炭酸ガス血症が長期間継続している患者の場合、正常では動脈血の炭酸ガス分圧によって制御されている化学受容器が高炭酸ガス血症に順化し、患者の呼吸は低酸素駆動 (hypoxic drive) によって行われている。この患者に自発呼吸下で HBO を実施した場合、動脈血の酸素分圧が短時間で極端に上昇する結果、患者の自発呼吸が低下ないし停止し、肺胞換気不良から血中炭酸ガス蓄積によるナルコーシス (CO₂ narcosis) に陥る虞があるので注意が必要である。

3. 循環器系の状況

心音聴診、血圧測定、さらに胸部X線写真、心電図などの検査結果から循環器機能を把握する。

虚血性心疾患、重症の不整脈などの疾患が存在して循環動態に重大な影響を及ぼす心不全状態の場合は問題となるが、通常これらの疾患の存在が直ちに HBO を行うために支障となるわけではない。また HBO 実施中に循環器系作動薬の使用、ECG や動脈圧波形などの測定による心・循環器系機能の連続監視が必要な場合もある。また、体内式ペースメーカーが装着された患者に HBO を施行する場合、そのペースメーカーが治療圧力に対して耐圧性のある機種であることを確認しなければならない。

4. 耳管機能の状況

HBO 施行前に耳鼻科的検診を実施し、咽頭、鼓膜、耳管、副鼻腔などの所見から耳管機能の状態を診断する。感冒などのため咽頭や副鼻腔粘膜に腫脹、炎症症状などが認められる場合、耳管開放運動の障害から HBO の施行によって耳痛、骨洞の疼痛 (スクイズ) などを訴え、中耳炎、鼓膜穿孔、耳出血などの合併症を発生することがある。必要な場合、予め鼻粘膜の腫脹軽減や鼓膜穿刺、鼓室内チューブ挿入などの処置を行う。

5. 投与中または服用・常用治療薬など

大気圧環境下でも空気より高い濃度の酸素を吸入する場合、酸素自体が生体内で薬としての作用を現す。また、HBO によって血中に増量された高分圧酸素から種々の治療薬剤に及ぼされる影響が懸念されるが、現在、ほとんどの薬剤は生体内で高分圧酸素と結合、化合するなどの影響をうけてその薬理作用が変化することはないと考えてよい。例外として、抗癌剤の一部²⁾慢性アルコール中毒治療剤であるジスルフィラム⁴⁾、甲状腺ホルモン製剤⁵⁾、副腎ホルモン剤⁶⁾、中枢神経抑制剤 (抗癲癇剤を含む)⁷⁾、抗血液凝固剤⁸⁾、インスリン⁹⁾ など、いくつかの薬剤は HBO の下ではその使用が禁忌となったり、使用に当たって特別な注意が必要となるものがある。

6. 既往症、その他の注意事項

未治療の癲癇など痙攣性疾患、開胸術、心疾患、呼吸器疾患などの既往症、細菌性およびウイルス性感染症などの有無を検査する。また、患者の体温が高い場合、生体酸素消費量が増加するため HBO の施行によって酸素中毒発生の可能性が高くなるといわれている。

胎児の器官原器が形成される妊娠初期では

HBOには催奇性のあることが動物実験で確認されている¹⁰⁾。一方、臨床的にはその事実は認められないとする報告もある¹¹⁾。しかし、妊娠初期の患者に対してHBOを実施しなければならない場合、母体の保護を優先してHBOを行うことを事前に患者本人およびその家族に説明して了解を得なければならない。妊娠安定期とされる5ヵ月以降ならば安全にHBOを施行できると報告されている¹²⁾。

その他必要ならば血液ガスの測定、疾患の別によって必要な血液検査および注意すべき問題点などを検討する。

以上述べた各項目に関してチェック・リストなどを作成し、HBOの開始を決定する前に患者に対する理学的所見、諸検査の結果、既往症などすべての項目に対し遺漏なくチェックを実施することが望ましい。しかし、患者の症状によってHBOを緊急に行う必要があるためHBOの実施前にこれらの項目の一部しかチェックすることができなかった場合は、初回の治療が終了したのち可及的速やかに残りの項目に関してチェックを実施しなければならない。

治療時の注意とチェック

1. 患者の服装、所持品などのチェック

HBOを行う場合、患者の着衣として合成繊維製品を避け、防炎加工または不燃加工を施した製品が望ましい。治療用着衣として、通常、木綿繊維製品が薦められているが、これは、温度・湿度など環境条件が同じであるならば、木綿製品の発生する静電気量は他の天然繊維製品や合成繊維製品に比較すると低値であるという意味であり、静電気の発生自体を阻止することは不可能である。したがって、スパークの発生源となる静電気の過剰な蓄積を確実に防止するため、治療中、患者および装置本体には完全なアースをつける。

また患者の所持品の点検はとくに綿密に行い、点火源となるマッチ、ライター、各種懐炉など、治療中破損によって熱傷の虞れのある湯たんぽ、さらに圧力によって破損する虞れのある腕時計、懐中時計、また補聴器、ラジオ、オーディオ機器、ポケットベル、携帯電話などの電化製品、セルロイド製品およびその他の引火性物品などを確実に排除する。さらに、患者に意識障害や見当識障害

などのある場合はもちろんであるが、装置内への危険物の持ち込みを完全に防止するため問診によるだけでなく、必要ならば、操作を行う医師や専任職員は、自ら寝具の点検、ボディ・チェックなどを行い、治療を開始する直前まで入念なチェックを欠かしてはならない。

2. HBO中の輸液など

HBO施行中にも患者に持続点滴静脈注射を行う必要がある場合、薬液容器の材質と点滴回路などに対する注意が必要となる。ガラス製の薬液容器は装置内圧力の変化によって破損することはないが、使用する場合には容器内の気体部分を通気針によって外気（装置内雰囲気）と交通させておく。ビニール・バッグを容器として使用した輸液剤や輸血血液などは、高気圧環境でも大気圧環境と同じ条件で通気針を使用せずに投与することができる。軟性プラスチック容器を使用した輸液などの場合、大気圧環境下では通常通気針は不要であるが、加圧・減圧時に容器内部の空気が圧縮・膨張されるため容器が変形する。その結果、HBO施行中、輸液などの投与速度の変動、減圧中に生体側から点滴回路内へ静脈血の逆流などを認めることもあるので注意が必要となる。したがって、HBO中にこの種類の容器から輸液などを行う場合には通気針を使用したほうがよい。さらに高気圧環境下では点滴回路中のドリップ・チェンバ（点滴筒）内部の気体が圧縮されるため滴下管先端と液面との間隙が減少し、場合によっては消失することがあるが、この間隙を高気圧環境下で再調整すると減圧時にドリップ・チェンバ内の気体の体積が再膨張したときにこれより末梢側の輸液回路へ空気が吸引される虞れがあるため高気圧環境下で液面の不用意な調節を行ってはならない。なお、自動注入器を使用する場合には機械的動力源を有する形式とし、電気的動力源を使用する形式の場合は機械的動力源、または他の形式へ変更する。また、低陰圧吸引装置に接続したドレイン管は、排液の逆流防止のためHBO中鉗子などで一時閉鎖するか落差吸引に変更する。

加圧治療中の患者の状態

加圧操作を行う場合、患者が耳管開放運動、いわゆる「耳抜き」を円滑に行うことができ、さらに前額部、顔面、歯牙などの疼痛、呼吸困難、そ

の他の異常を訴えることが無いかなど患者の状態を観察する。また耳痛、その他の異常を訴えた場合、「耳抜き」を指導するなど、適切な対応策をとる。

装置内部の圧力が治療圧力値にまで加圧されたら、装置によって異なるが、温度、湿度、炭酸ガス濃度などを指標として装置内部の環境を快適に維持するための換気操作を継続し、治療中、患者の監視を怠ってはならない。患者の眼瞼、口唇周囲、前額部を中心とする顔面筋、手掌筋などに軽度の攣縮が認められ、または患者がこれらを訴えた場合、また頻発する空咳、眩暈、嘔気、嘔吐、上気道の刺激症状、呼吸困難などを訴えた場合、これらは酸素中毒の前駆症状である虞がある。したがって、治療中の患者に上述の症状が認められ、また患者が体調の異常を自覚し、訴えた場合、第1種装置の場合ならば直ちに減圧を行うか、また第2種装置では酸素投与を中止するなど適切な処置を取る。装置の操作に当たっている医師でない専任職員は直ちに管理医またはこれにかわる医師に報告するとともに、前述同様の対応策をとる。

減圧操作中、HBO終了後の注意

HBOを終了する減圧過程で、患者が耳、顔面、歯牙の疼痛など「逆スクイーズ」症状を訴えることがある。HBOを終了し大気圧へ復帰した後にも、患者が耳の膨満感、耳痛、気分不良、胸痛、呼吸困難、その他の身体的異常などを訴えた場合、経過を観察するとともに、必要ならば、専門科医師の診察、処置などをうける。

おわりに

安全で効果的なHBOを施行するために患者に対して欠かすことのできない注意点は、HBOの副作用の防止と治療の安全管理のために必要な注意とチェックに集約することができる。これはHBO施行前の患者の既往歴を含む身体状況ならびに検査結果の確認と評価、施行中の患者の状況、治療終了時の患者の状態、訴えの種類などである。これらの観点に立脚して、HBOを実施する患者に対する注意点、チェック・ポイントを中心に概略を述べた。

〔参考文献〕

- 1) 日本高気圧環境医学会：高気圧酸素治療の安全基準。平成7年11月17日，最終改訂
- 2) Nemiroff P.M.: Effect of Cis-Platinum and hyperbaric oxygen on wound healing in mice. Undersea Biomed Res 15 (suppl): 40, 1988
- 3) Upton, P.G., K.T. Yamaguchi, S. Myers, T. D. Kidwell, and R.J. Anderson: Effects of antioxidants and hyperbaric oxygen in ameliorating experimental doxorubicin skin toxicity in the rat. Cancer Treatment Reports 70 (4): 503-507, 1986
- 4) Heikkla, R.E., F.S. Cabbat, G. Cohen: In vivo inhibition of superoxide dismutase in mice by diethyldithio-carbamate. J Biol Chem, 251: 2182, 1976
- 5) Kindwall, E.P.: The use of drags under pressure. In Hyperbaric Medicine Practice. ed. by E.P. Kindwall. Best Pud. Co. Flagstaff, Az., pp248-260, 1994
- 6) Bean, J.W.: Factors influencing clinical oxygen toxicity. Ann of the NY Acad of Sci. 117: 645-755, 1966
- 7) Gutsche, B.B., Harp, J.R. Stephen, G.R.: Influence of anesthetic drugs on dogs subjected to oxygen at 5 atmospheres. Proc Third Intl Conf on Hyperbaric Med. Natl Acad Sci, Natl Research Council, 1966, pp300-306
- 8) Torbati, D.: Heparin effects during hyperbaric oxygenation in rats. Neurosc Lett 55: 109-112, 1985
- 9) Takahashi, H, Kobayashi, S, Sakakibara, K: Effect of HBO on the endocrine system and metabolism of diabatic patients. Undersea Biom Res 17 (suppl): 52, 1990. (abstract only)
- 10) 湯佐祥子, 大山了己, 垣花 脩: 高気圧酸素の催奇形性および染色体異常発生について. 日高圧医誌 12: 76-77, 1977
- 11) Aksenova, T. A., Ezhova, L. S., Titchenko, L. I. and Volkova, L. A.: Hyperbaric oxygenation in prevention and treatment of fetus hypoxia and hypotrophy. The Seventh Int Nat Cong on Hyperbaric Med (abstracts): 361, 1981
- 12) Van Hoesen, K. B., E. M. Camporesi, R. E. Moon, M. L. Hage and C. A. Piantadosi: Should hyperbaric oxygen be used to treat the pregnant patient for acute carbon monoxide poisoning? A case report and literature review. J. A. M. A. 261: 1039-1043, 1989