

3. 潜水障害3例に対する高圧酸素療法

大岩 弘典* 大谷 宏明* 伊藤 教之**

高圧酸素療法（OHP）が潜水障害のうち減圧症及び空気塞栓に対し、古典的な再圧治療法と比べ、完全治癒率が高く、適用の第1にあげられている。

潜水障害に対するOHP（表1）は気泡あるいは空気の血管（または組織）内の存在による血流障害に起因する減圧症等については、物理化学的な適用の意義がよく理解できるのに反し、他の非減圧症型症例に対しては、適用のメカニズムがいまだ十分に検討されていない。

今回、我々が経験した3例の潜水障害患者は、いずれも非減圧症例で、①浮上中に肺の過膨張により、縦隔洞に漏気、縦隔気腫を起し、呼吸循環障害を呈したもの。②ヘルメット潜水中に換気調整バルブを誤操作、asphyxiaによる意識障害、呼吸停止に陥ったもの。③潜水中のパニックにより海水を誤飲、溺水し、仮死状態を呈したものの3例でいずれもOHPを初期治療に適用したものである。

上記の3例はいずれも減圧症及び空気塞栓に対するOHPの適用の根拠である、再圧→血流障害改善、高分圧酸素→組織低酸素症の改善、2次障害の予防の概念だけでは説明できないものである。新しい適用の概念の説明を要するものと考えている。

症例1、縦隔気腫—32才男。スクーバ潜水中に5mの浅深度から急浮上し、胸痛と呼吸困難を訴え来診。胸部X線像から肺の過膨服による漏気・縦隔気腫（図1）を呈したものと診断、治療表5欄を修正した間歇的OHP療法（図2）を施行し

た。尚、発症から治療開始までの時間はおよそ2時間である。治療開始後80分で胸痛、顔面蒼白、呼吸困難及び頻脈などの症状は全て消退し、以後、計260分のOHP治療終了時には、軽度の背部痛を残すのみで斜位撮影を含む胸部X線検査で縦隔内の漏気像は消失している。

症例2、asphyxia—29才男。ヘルメット潜水器で加圧水槽にて70m潜水作業訓練中、誤って換気調整バルブをしぼった状態のまま潜降したため、供給空気量が減少し、換気不全に陥り低酸素症に加え、CO₂ナルコージスを合併し、意識喪失、呼吸停止に至った。ただちに緊急減圧を始め、9mまで浮上、衛生員による心肺蘇生法（CPR）を受けながら、18mに再加圧、医師の診察を受け、ただちに図4に示すOHPを施行している。OHP開始後頻速に回復を示し3時間後には、正常にもどり、後遺症なく治癒した。

症例3、海水による溺水—36才男。スクーバによる50m潜水中パニックを起し浮上中に海水を誤飲、溺水し、仮死状態で同僚に救出された。船上にてただちに体位ドレナージにより気道からの海水排除をおこない、CPRを施行した。まもなく自発呼吸が再開したので船上減圧室に収容、図5に示すOHPを施行した。以後治療表5欄を修正した、1.8ATA—20分の酸素呼吸を繰り返す間歇的OHPを施行しながら当院に運ばれ、減圧時には、右胸部痛を軽度訴える他全ての所見は回復した。胸部X線検査で右下肺野にびまん性の陰影（図6）、白血球増多（12,000）、発熱37.2℃の他は血圧、脈拍・心電図も正常値を示し、海水溺水に伴う血液濃縮や肺水腫の発生に伴う検査所見は認められていない。以後、胸部X線検査所見か

*海上自衛隊江田島地区病院

**海上自衛隊潜水医学実験隊

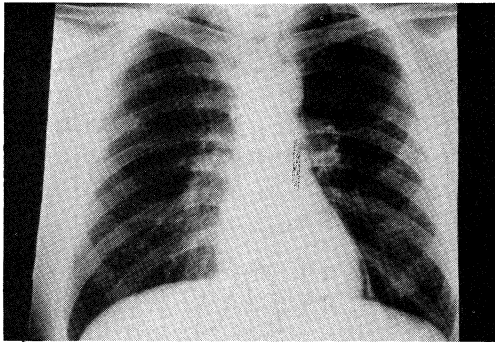


図1

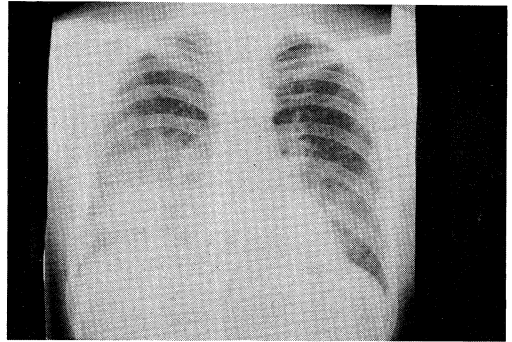


図6

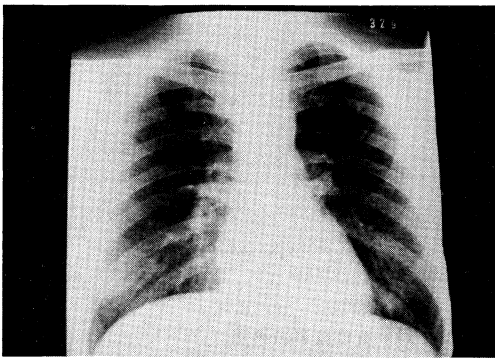


図3

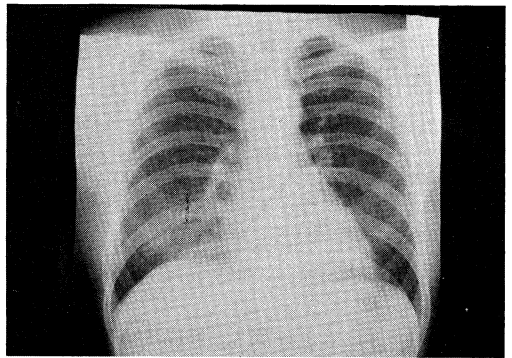


図7

表1 潜水障害に対する酸素再圧治療

種類	絶対的適用	一部適用	適用の要検討
1 減圧症	急性減圧症 (1) ベンズI型 関節痛(ベンズ) (2) ベンズII型 ア 呼吸循環障害(チョークス) イ 中枢神経系障害(CNS ベンズ) ウ 皮膚血管障害(SK ベンズ) エ 内耳機能障害	慢性減圧症 CNS ベンズの後遺症 (脳型, 脊髄型)	慢性減圧症 骨え死
2 気圧障害	1 肺の過膨脹 外傷性空気塞栓(脳脊髄塞栓) 2 しめつけ(SQUEEZE) 内耳, 副鼻腔などの SQUEEZE		1 肺の過膨脹 (1) 気胸 (2) 縦隔気腫 2 しめつけ (SQUEEZE)
3 高圧ガスの効果による障害	CO中毒		1 N ₂ 酔い 2 CO ₂ ガス中毒
4 低酸素症			1 低換気状態 2 溺水

液の貯溜、肺水腫を起し、同様に肺シャント率を増加させる可能性もある⁽²⁾。このような例では、大気圧酸素呼吸では、動脈血酸素分圧 (PaO_2) が上昇せず、低酸素症が改善されないことが予想される。

溺水に対する OHP の適用は次の点に利点が考えられる。

1) 高分圧酸素呼吸による PaO_2 の増加が、肺シャント率の増加を想定してもなお十分な値が期待できる。Lanphier⁽³⁾によれば、2.8 ATA の O_2 呼吸時にシャント血流20%を想定しても 1,000 mmHg を越え、これは組織低酸素の改善に役立つ十分な値である。

2) 高分圧酸素をデマンド呼吸装置を使って呼吸することは、持続性陽圧呼吸 (CPPV) と同じ効果をもたらす、萎縮された無気肺の治療に役立つ可能性がある。

デマンド呼吸装置を大気圧で使用した場合の吸気及び吸気の抵抗は、それぞれ12及び1cmAq/l/sec に近く、2.8 ATA ではガス密度の増加分だけ増加し、19及び1.6cmAq/l/sec となると予想される⁽⁴⁾。

Safer⁽¹⁾はシャントの程度を評価し、治療に応用できるとして、100% O_2 呼吸を間歇的陽圧呼吸 (IPPV) または CPPV でおこなうことを提案している。

症例3の例では、CPRにつづく間歇的高圧酸素呼吸 (Intermittent Oxygen Breathing) を4時間持続したあとの胸部X線検査及び血液電解質などの所見から、OHP治療は臨床所見の大幅な改善があったことを示している。更にOHPをひきつづき2回施行し、第3病日の胸部X線検査では、

無気肺か肺水腫をうたがう所見が完全に消え、OHPが完治までの期間短縮に寄与したと考えられる。

過去、溺水の蘇生例で、蘇生後数時間以上経過して突然死亡する、いわゆる半溺水とか溺水に近い状態 (Semi or near drowning) はその原因について定説がなく、脳への酸素供給を高くし、肺炎を防ぐことに向けられている (Russell. S. Fischer)。溺水例に対する適用がOHPの有する呼吸生理学的検討の問題点解明の一助となるかも知れない。

ま と め

潜水障害のうち非減圧症型の症例 (縦隔気腫、窒息・溺水) 3件にOHPを適用し、それぞれ短時間に完治を得たが、OHPの適用は、高分圧酸素呼吸の投与による低酸素症の早期の改善の他に高圧の影響による換気力学的治療の応用が、換気機能障害の改善や2次障害の予防に役立つと考えられる。

【参 考 文 献】

- 1) 奥田千秋：溺水，救急治療の実際，治療. 16 (2) : 1979.
- 2) Swan, H.G.: Mechanism of circulatory failure in fresh and sea water drowning. *Circ. Res.* 4: 241, 1956.
- 3) Lanphier, E. H.: Determination of oxygenation in man water pressure. (ed. Lanphier, E. H. and Rahn, H.) State Univ. N. Y. Buffalo, 1966, pp. 49—55.
- 4) 大岩弘典：SCUBA潜水における換気能について。呼吸と循環17(10)：65—72, 1969.