●Committee Report

高気圧酸素療法(hyperbaric oxygen therapy, HBO)における適応疾患の見直しと再編
— 特に国内の臨床報告と基礎研究及び国外のランダム化比較試験などからの提案 —

井上 治，久木田 一朗，合志 清隆，
山見 信夫，鈴木 一雄

日本高気圧環境・潜水医学会

2009年6月発行

発刊に当たって

この度，当学会としては初めて Committee Report と位置づけて，会員の日頃における診療の参考にして戴くための解説書として本書を配信することに致しました。

高気圧酸素治療（HBO)に係わる上で全医療診療領域と言っても良い位に多領域に渡り異なる疾患の患者を，限定された専門領域を有する臨床医が診るのは至難の業といえます。しかし，専門外領域であってもそれなりの対処をしなければならない場合に適切なHBO が施行されるための手引き書があれば，当初の対応が可能となります。そのための適応疾患の診断ならびに治療手技を誤らないためにもHBO担当医自身の専門外知識の入手は絶対不可欠と言えます。

この度，本学会の学術委員長としてこの問題解決に取り組んだ井上理事らが「高気圧酸素療法における適応疾患の見直しと再編」をまとめられました。この問題に関しては理事会として，各疾患分野間の専門性に偏りがあり，いまだ意見の調整が十分に取れていない分野も含まれており，時期尚早であり，内容の再検討も必要であろうとの指摘もございました。しかしながら，大変なご努力でまとめられました力作であり，之を再編集するには更に膨大な時間を要すると思われます。そこで学会としてはCommittee Reportの形で会員諸兄の評価を願うことを考慮に入れ，近い将来再編集できるための基礎資料と位置付けて各位に配信することにいたしました。

各専門分野で高気圧酸素治療（HBO)に係わる上で修正や文献紹介等をお願いできましたなら，より質の高い手引き書が出来上がるものと思われます。

是非，皆様の専門適応疾患について，ご経験を踏まえましたご指摘や再編版の分担執筆著者としてのご協力を賜りたく存じます。

日本高気圧環境・潜水医学会
代表理事　　眞野喜洋

高気圧酸素療法(hyperbaric oxygen therapy, HBO)における適応疾患の見直しと再編
— 特に国内の臨床報告と基礎研究及び国外のランダム化比較試験などからの提案 —

井上　治[1)]　久木田　一朗[2)]　合志　清隆[3)]　山見　信夫[4)]　鈴木　一雄[5)]

琉球大学医学部附属病院 高気圧治療部[1)]
同　救急部[2)]
Clinical Research Team, The Baromedical Research Foundation, Columbia SC, USA（前 産業医科大学脳神経外科・高気圧治療部）[3)]
東京医科歯科大学大学院健康教育分野[4)]
Tower Wound Care Center, Department of Surgery, Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles CA, USA[5)]

キーワード　高気圧酸素療法，適応疾患，安全基準

A proposal of re-classification of “ the indications of hyperbaric oxygen therapy” -mostly based on clinical reports and research studies in Japan, and on randomized controlled trials in English literature.

Osamu Inoue[1)], Ichiro Kukita[2)], Kiyotaka Koshi[3)], Nobuo Yamami[4)], Kazuo Suzuki[5)]
1）Hyperbaric Medicine, Ryukyu University Hospital
2）Emergency Medicine, Ryukyu University Hospital
3）Clinical Research Team, The Baromedical Research Foundation, Columbia SC, USA
4）Tokyo Medical and Dental University, Graduate School of Health Care Sciences, Department of Health Education
5）Tower Wound Care Center, Department of Surgery, Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles CA, USA

keywords　hyperbaric oxygen therapy, clinical indications, safety standard

Ⅰ. 背景と目的

日本高気圧環境・潜水医学会（本学会）誌，平成16年（2004年）4号に掲載されている「高気圧酸素治療の安全基準（以下，安全基準）」[1)]は，昭和47年（1972年）以来，改訂を経たものあるが，その中の治療指針に記載された適応疾患（第4節56条，57条。以下，現行適応疾患）は，日進月歩の高気圧治療において治療指針として改正すべき箇所が少なくない（**資料1**）。また総説やシンポジウム報告が書かれている適応疾患（群）もあるが全疾患を網羅するものではない。また他誌（最新医学）にも高気圧治療が特集として過去2回（1986年，1994年）取上げられたが，適応疾患（群）が増え，また根拠やデビデンスがup dateではなくなっている[2,3)]。近年すなわち2000年前後から，特に国外でランダム化比較試験（randomized controlled trial; RCT）や多施設に及ぶ多数例の報告などが相次ぎ，多

別冊（PDF）請求 及び 問合せ先　琉球大学医学部附属病院 高気圧治療部　〒903-1225 沖縄県中頭郡西原町上原207　hbo@med.u-ryukyu.ac.jp

くの高気圧酸素療法（hyperbaric oxygen therapy; HBO）の適応疾患において新たな医学的根拠に基づいた医療（evidence based medicine；EBM）が進められつつある。一方，EBMによりHBOの適応を明らかにすることは臨床上の治療指針として極めて重要なことであり，保険診療もHBOの適応から外れることなく行わなければならない。一方，保険診療である現行の「医科点数表の解釈」に記された救急的疾患（発症7日以内）13項目と非救急的疾患8項目は30年以上も変わっておらず[4]，今日，本邦で行われているHBOやEBMの関点から不適切と言わざる得ず，世界の潮流からもそぐわないものになっている（**資料2**）。例えば，保険適応として全く行われていない疾患（スモン）が含まれ，時間を争うような救急疾患（減圧症や一酸化炭素中毒，ガス壊疽など）が7日以内の適応となり，2週間以内でHBO効果が得られる疾患（突発性難聴など）が救急適応であり，再圧療法がHBOに包括されるなど，さらに問題点が多い。

また医学的根拠に基づいた被医療者（患者）の為の適応疾患でなくてならないが，いわゆる“酸素カプセル”が体調の回復や疼痛性疾患に対し商業主義的に広がりつつあり，“ベッカムカプセル”と称してスポーツ障

表1　改正案：適応疾患（群）

Ⅰ. 救命救急的適応

1. 減圧症 Ⅱ・Ⅲ型（救急的適応・再圧療法）及び減圧症 Ⅰ型（急性期適応・再圧療法）
2. 動脈性空気ガス塞栓症（救急的適応・再圧療法）
3. 一酸化炭素中毒及び青酸カリなど組織中毒性低酸素症（救急的適応）
4. ガス壊疽 特にクロストリジウム性（救急的適応）及び致死性軟部感染症（急性期適応）
5. 低酸素性脳症（救急的適応）
6. ショック症候群 特に出血性，心筋梗塞，エンドトキシン性（救急的適応）

Ⅱ. 中枢神経系及び感覚器に対する適応

7. 脳血管障害 及び頭部外傷特に脳浮腫（急性期適応）
8. 脊髄損傷（急性期適応）及び神経根障害
9. 脳・脊髄麻痺のリハビリ
10. 網膜中心動脈閉塞症（救急的適応），網膜及び視神経の虚血性疾患（急性期適応）
11. 突発性難聴 及び顔面神経麻痺（急性期適応）

Ⅲ. 運動器に対する適応

12. 挫滅創 及び開放骨折 特に筋区画症候群（急性期適応）
13. 筋腱・靭帯損傷 及び骨移植・骨延長（急性期適応）
14. 重症熱傷 及び植皮，虚血皮弁（急性期適応）
15. 糖尿病性壊疽（急性期適応）及び 難治性四肢末梢潰瘍
16. 難治性骨髄炎及び深部感染症 特に耐性菌感染，易感染性宿主

Ⅳ. 内臓系，その他に対する適応

17. 腸閉塞 及び腸間膜動脈閉塞症，腹膜炎（急性期適応）
18. 肝障害 及び多臓器不全（急性期適応）
19. 遅発性放射線障害 特に膀胱，下部消化管，下顎骨
20. 放射線照射 又は抗癌剤の増感 特に悪性グリオーマ，頭頸部癌

注釈：関連領域をジャンル（大項目）に大別し，一覧表から該当する適応疾患を選び易くした。歴史的3大救急疾患である“減圧障害（減圧症，動脈性空気ガス塞栓症）”，“急性CO中毒”，“ガス壊疽”を筆頭とした。

害に用いられ，1.3絶対気圧（ATA）や40%酸素など（保険診療外）HBOとは考えられない民間療法が横行している。本稿では，本学会の安全基準であり，保険診療でもあるHBOすなわち“2.0～3.0 ATA，60～90分（多人数用チャンバー；第2種装置，空気加圧），2.0～2.8 ATA，60分（一人用チャンバー；第1種装置，空気加圧），2.0ATA，60分（一人用チャンバー；第1種装置，酸素加圧）による100%酸素吸入でのHBO”における適応疾患を述べたものである。医科点数表の解釈（保険診療）に記された「空気塞栓又は減圧症」は，HBOに包括されているが[4]，安全基準では再圧治療（decompression therapy）を行うよう規定している。すなわち米海軍再圧治療表（5欄，6欄など）により多人数用チャンバーを用い，迅速移送が困難な場合は一人用チャンバーを使用できるが空気加圧・酸素吸入であることが定められている。すなわち酸素吸入とair break（5～15分の空気吸入）を交互に2.8～2.0ATA，2時間15分（5欄），4時間45分（6欄）で行うことが治療表に記されて

資料1　日本高気圧環境医学会安全基準（2004年）

救急的適応（第4節　第56条）

1. 急性一酸化炭素中毒及び間歇型一酸化炭素中毒並びにこれに準ずる中毒症
2. 重症感染症（ガス壊疽等）
3. 急性脳浮腫（重症頭部外傷，開頭術後若しくは急性脳血管障害を原因とし，他覚的に脳浮腫を認めたもの）
4. 急性脊髄障害（重症脊椎外傷，脊椎又は脊髄術後若しくは急性脊髄血管障害を原因とし，他覚的にも急性脊髄性麻痺を認めたもの）
5. 急性動脈・静脈血行障害
6. 急性心筋梗塞
7. 重症外傷性挫滅創，コンパートメント症候群，重症外傷性循環障害
8. 重症空気塞栓症
9. 腸閉塞（急性麻痺性及び癒着性腸閉塞）
10. 重症熱傷および重症凍傷（Burn Index 15以上の熱傷並びにこれに準ずる凍傷）
11. 網膜動脈閉塞症（網膜中心動脈及びその分枝閉塞を確認したもの）
12. 重症の低酸素性脳機能障害
13. 突発性難聴
14. 顔面神経麻痺
15. 減圧症

非救急的適応（第4節　第57条）

1. 遷延性一酸化炭素中毒
2. 難治性潰瘍並びに浮腫を伴う末梢循環障害
3. 皮膚移植後の虚血皮弁
4. 慢性難治性骨髄炎
5. 放射線（障害）性潰瘍
6. 重症頭部外傷又は開頭術若しくは脊椎・脊髄手術後あるいは脳血管障害後の運動麻痺及び知覚麻痺
7. 難治性脊髄・神経疾患
8. 放射線治療又は抗癌剤治療と併用される悪性腫瘍
9. 熱傷及び凍傷

注釈：下線の疾患名は従来からHBOの適応とされ，今後も残されるべき名称と考えられる。

いるが[5]，全ての施設で遵守されていないようである。

このような昨今の実状を踏まえて，国内での臨床報告や基礎研究などの実績から，さらに国外のEBMに基づき，現行「高気圧酸素治療の安全基準」における適応疾患（群）を今一度見直し，本邦における臨床に即した形に再編することを提案したい。この度，第43回学術総会（2008年，旭川）において“高気圧酸素治療のEBM”がシンポジウムとして取り上げられ口演の機会を与えられたことから，HBOの適応と考えられる疾患(群）を網羅し，あくまでわれわれの見解であるが，内外の文献から適応とする根拠を示した。

Ⅱ．適応疾患（群）の改正案

総数20からなる適応疾患（群）の改正案を**表1**に示した。現行適応疾患（**資料1**）は，「救急的適応」15疾患（群）および「非救急的適応」9疾患（群）の計24疾患（群）からなるが，臨床やEBMの観点から適切でないと思われる疾患名や病態名，意味の重複，不必要あるいは不適切な言葉もある。また大項目である「救急的適応」あるいは「非救急的適応」に重複して記載されているものがあり，救急あるいは非救急の適応でないと思われる疾患も含まれている。また「減圧症（decompression sickness, DCS）」は，HBOに先立つ歴史的な蓄積があり，今日でもHBOと区別すべき長時間の再圧療法が行われるが，同じく再圧療法が適応とされる「空気塞栓症（AGE），後出」は減圧障害（decompression illness, DCI）として[1]，並記されるべきである。

“救急的適応”と，そこまで緊急性を必要としない“急性期適応”を区別することは臨床上（時間外や休日の適用など），重要である。私案ではあるが，“救急的適応”は，他に有効な治療手段が無く，発症後数時間以内にHBOを開始するのが望まれる疾患とした。“急性期適応”は他の有効とされる治療や手術との併用あるいは前後に，一日から数日以内，疾患によっては1～2週間以内にHBOを開始しても治療効果が期待できる疾患として区別した。しかしながら“救急的適応”としてHBOが行われなかった場合も臨床症状に応じた“急性期適応”を否定するものではないが，エビデンスや合理性に基づく治療でないことを患者のみならず（informed consent），紹介医師にも（EBM開示）説明すべきである。また“救急的適応”あるいは“急性期適応”以外は，“一般的適応”として他の治療法が無効などの慢性期にも適応とされるとした。

UHMS（Undersea Hyperbaric

資料2　保険診療における適応疾患（医科点数表の解釈，平成20年4月版）

救急的なもの（発症7日以内に行う場合）

ア　急性一酸化炭素中毒その他のガス中毒（間歇型を含む）
イ　ガス壊疽
ウ　空気塞栓又は減圧症
エ　急性末梢血管障害
①　重症の熱傷又は凍傷
②　広範挫傷又は中等度以上の血管断裂を伴う末梢血管障害
オ　ショック
カ　急性心筋梗塞その他の急性冠不全
キ　脳塞栓，重症頭部外傷若しくは開頭術後の意識障害又は脳浮腫
ク　重症の低酸素性脳機能障害
ケ　腸閉塞
コ　網膜動脈閉塞症
サ　突発性難聴
シ　重症の急性脊髄障害

非救急的なもの（救急的なもので1週間を超えたものを含む）

ア　放射線又は抗癌剤治療と併用される悪性腫瘍
イ　難治性潰瘍を伴う末梢循環障害
ウ　皮膚移植
エ　スモン
オ　脳血管障害，重症頭部外傷又は開頭術後の運動麻痺
カ　一酸化炭素中毒後遺症
キ　脊髄神経疾患
ク　骨髄炎又は放射線壊死

Medical Society Committee Report 2003年)[2], ECHM (7th European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine 2004年)[3]あるいは本学会誌に紹介されたECHM の治療指針 (1999年)[4]は，適応疾患ごとに基礎研究やRCTなどからHBO適応の根拠を挙げ，救急的に対処するかなどの治療指針が示されているが，適応疾患の一覧表からは読み取れない。したがって本改正案では，適応疾患 (群) を出来るだけ具体的に挙げ，救急適応あるいは急性期適応を明示し, HBOと再圧療法の区別を一覧表から読み取れるようにした。また適応疾患 (群) をジャンル別に“救命救急的適応”を筆頭に“中枢神経系及び感覚器”,“運動器”,“内蔵系, その他”に分け，選択し易くした。

国外の適応疾患と比較するため, UHMSの13疾患 (群) を挙げ，その中で述べられているAmerican Heart Association (AHA) 評価による推奨レベル[5]とRCT数を示した (**資料3**)。またECHMの適応14疾患 (群)を挙げ, ECHMによる推奨レベルを示した(**資料4**)。

Ⅲ. 文献の選択

本邦における実績として，本学会誌および関連学会誌，データベース (Medical Online, MEDLINE，医中誌など) により過去20年程度の主要と思われる原著や症例報告などを取り上げ，また実績を評価できる文献が少ない疾患 (群) には抄録も加えた。また国外におけるRCTを含む主要な比較試験や基礎研究は主にUHMS Committee Report (2003年) を参照とし，また国内の総説やシンポジウム報告で，国外の論文を紹介したものを本邦における学術的業績として取り上げ，その引用文献は重要なものにとどめた。UHMS で適応とされていない疾患や，総説が書かれていない場合などは主に Textbook of Hyperbaric Medicine (Jain KK著) を参照とし[1]，UHMS誌，データベース (Medscape, eMedicine, MEDLINE) から文献を検索した。特に，動物実験はHBOの作用機序の解明や臨床におけるHBO効果の解釈に重要であり，貢献性の高いものを取り上げた。

以下，現行の適応疾患 (群) に対する改正案 (1～20) を順次に提示し，改正あるいは追加を必要とする理由を述べ，内外の主要な文献からその背景や根拠を示し，今後の課題をEBMの観点などから述べた。

資料3　UHMS (Undersea Hyperbaric Medical Society) の適応疾患

① Air or Gas Embolism　AHA ClassⅠ (RCTなし)
② Carbon Monoxide Poisoning　検討中 (RCT 6)
③ Clostridial Myonecrosis (Gas Gangrene)　AHA ClassⅡb (RCTなし)
④ Crush Injuries and Skeltal Muscle-Compartment Syndomes　AHA ClassⅠ (RCT 1)
⑤ Decompression Sickness　AHA ClassⅠ (RCTなし)
⑥ Enhancement of Healing in Selected Problem Wounds (diabetic or non-diabetic foot ulcers) AHA記載なし (RCT 7)
⑦ Exceptional Anemia (massive blood loss)　AHA ClassⅡb (RCTなし)
⑧ Intracranial Abscess　AHA記載なし (RCTなし)
⑨ Necrotizing Soft Tissue Infections AHA記載なし (RCTなし)
⑩ Refractory Osteomyelitis　AHA ClassⅡ (RCTなし)
⑪ Delayed Radiation Injury (Soft Tissue and Bony Necrosis) AHA記載なし (RCT 5)
⑫ Skin Grafts and Flaps (Compromised)　AHA記載なし (RCT 1)
⑬ Thermal Burns　AHA ClassⅡa (RCT 3)

注釈：Hyperbaric Oxygen Therapy Committee Report 2003より
⑥⑦は内容を補足, RCTの有無と数を記入
AHA (American Heart Association) 推奨レベルClassⅠ: usuful and effective, ClassⅡa：favor of usefullness / efficacy,ClassⅡb：usefulness / efficacy is less established

Ⅳ. 改正案1：減圧症 Ⅱ・Ⅲ型（救急的適応・再圧療法）及び減圧症Ⅰ型（急性期適応・再圧療法）

現行：救急的適応15。減圧症

〔改正理由〕

現行の「減圧症」のみでは再圧療法が適用されることや，減圧症Ⅰ型（四肢の関節痛：Bends・筋肉痛，皮膚症状）に対する救急性が明らかでない。減圧症Ⅱ型（呼吸器症状：Chokes，脊髄麻痺，中枢神経症状，前庭神経症状：Meniere型など），Ⅲ型（動脈性空気ガス塞栓症の合併ないし分類不能例）は再圧療法の救急的適応であり，唯一の根治療法である。一方，減圧症Ⅰ型は短時間の自然緩解もあり，症状が強い場合など救急的に対処するにしても急性期適応とするのが妥当と思われる。ちなみに減圧症にⅢ型を加えることに異論もあるが，急浮上によって発生する動脈性空気ガス塞栓症（後出）とは異なり，静脈性気泡が左右シャント（卵円孔開存など）によって動脈性気泡に移行し発症するとされる。

〔国内の報告〕

減圧症の発生およびその報告は，首都圏や九州，沖縄などで多く，地域的な偏りがあるが，米国での研究に基づいた減圧理論や再圧マニュアルが導入され[1-3]，主に米海軍治療表（Table：欄）による再圧療法が行われている。多くの施設からの報告では，減圧症Ⅰ型は5欄，減圧症Ⅱ型およびⅢ型は6欄が適用され，一定の治療効果が得られているが，再圧療法が遅れた重症例や“フカシ（水中自己再圧，後述）”では脊髄麻痺などを残すこともある[4-10]。また特異例に対する再圧療法も報告され，息こらえ潜水による減圧症もある[11-14]。基礎研究は多く，減圧症発生のメカニズムが報告され，減圧症の予防と治療に貢献している[15-23]。減圧症の治療においては初期の再圧療法が肝要であるが予防的措置，すなわち酸素吸入などの初期対応が重要である。業務で潜水するダイバーは労働安全衛生法で規制されているが，30年以上前の規則であり，水深50m以上の空気潜水が許容され，その減圧表も提示されていることから問題が多い[24]。罹患者自らが水中で圧縮空気を吸入する民間療法（フカシ）は，窒素の蓄積と再圧療法の遅延による危険性を周知させるべきである[4]。潜函（潜水）関係者が行う酸素減圧（空気減圧のみ許容されている）は，わが国では違法にあたるが，後藤らは（1976年），作業ダイバーにおいて減圧（浮上）直後の酸素吸入が血中の気泡を消失させ，減圧症

資料4　ECHM（European Committee for Hyperbaric Medicine）の適応疾患

1. Carbon Monoxide（CO）Intoxication　Type 1
2. Decompression Accident　Type 1
3. Gas Embolism　Type 1
4. Anaerobic or mixed anaero-aerobic bacterial infections　Type 1
5. Acute Soft Tissue Ischemia
   Open fracture（Gustilo type Ⅲb, c）　Type 1
   Skin grafts and myo-cutaneous flaps（compromised）Type 2
6. Radio-induced lesions
   Radionecrosis of mandible　Type 1, Radio-induced cystitis　Type 1,
   Radio-induced proctitis　Type 2
7. Delayed wound healing diabetic patient　Type 2,
   Arterioscleotic patient　Type 2
8. Osteomyelitis chronic refractory　Type 2
9. Post-anoxic encephalopathy　Type 3
10. Burns exceed 20%　Type 3
11. Sudden Deafnes.Type 2（RCT施行中）
12. Ophthalmological Disorders　Type 3
13. Neuroblastoma Stage 4　Type 2
14. Pneumatosis Cystoides Intertinalis　Type 3

注釈：7th European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine 2004より　ECHM推奨レベル Type1: strongly recommended, Type 2：recommended, Type 3：optional

の予防と治療に有効であることをDoppler気泡音検査で示した[25]。またダイビング後の低気圧環境（航空機搭乗 0.8ATA，高所移動など）は減圧症を発症させ，発生した減圧症を増悪する（死亡例あり[4]）ことからダイビング（SCUBA）後12時間以上待機することが勧められている[3,26,27]。

〔国外の報告〕

鈴木の総説（2008年）を参照した[28]。米海軍マニュアルは世界的に信頼性が高く，最大限の治療効果が期待されるが，治療開始が遅れた（発症後2時間以上など）重症例では再圧療法に抵抗性を示し，後遺症を残す場合もある。一方，ヘリウム酸素混合ガスによる再圧療法や，深・深度潜水に対する超高圧下再圧療法（9.5ATA，7.7ATAなど），一人用チャンバー(air breakなし）による再圧療法などが一部で行われているが，米海軍マニュアルとの治療効果の差は明らかではない。比較試験が行われていないにもかかわらず膨大な臨床実績と基礎研究により唯一絶対的な治療法としてClassⅠ（UHMS），Type 1（ECHM）の適応（**資料3,4**）とされている。ちなみに浮上後4時間以内の酸素療法（リザーバー付き純酸素吸入）がその後の再圧療法に有効であることが最近の文献で示されている[29]。

〔課題〕

本邦では，再圧療法は地域や施設による格差があり，発症早期に治療できる体制作りや搬送方法（ガモフバッグ 1.3ATAなどによる加圧），重症例に対する6欄以外の再圧療法などのさらなる検討が必要と思われる。

Ⅴ. 改正案2：動脈性空気ガス塞栓症（救急的適応・再圧療法）

現行：救急的適応8。重症空気塞栓症

〔改正理由〕

脳の塞栓症では，中枢神経障害を呈する場合は軽症ないし重症にかかわらず再圧療法を行うべきで，現行の「重症」は不要と思われる。また“動脈性”を加えて肺の空気塞栓症（減圧症Ⅱ型，Chokes）と区別すべきである。近年，リブリーザー(閉鎖式呼吸回路）を使ったテクニカルダイビングや，息こらえ潜水での事例，従来の体外心肺装置以外の院内事故など多様化し，気泡成分も異なることから，UHMSと同様に“動脈性空気ガス塞栓症（arterial air and or gas embolism: AGE）”として一括したい。

〔国内の報告〕

合志らは総説で（2005年），AGEと減圧症における画像所見（MRI）は同様の脳梗塞であるが，AGEでは呼吸器症状に続いて意識障害や手足の麻痺が出現し，減圧症のように脊髄障害を伴わないのが特徴と述べており[1]，減圧症Ⅲ型とおおよそ区別される。リブリーザーによる潜水事故では酸素中毒が疑われたが[2]，再圧療法で軽快していることからAGEも否定できない。玉木，合志らは（2008年），息こらえ潜水を調査し，AGEの発生につき“trapped bubble”なる仮説をたて，急浮上で生じた気泡が再潜水で圧縮され，肺血管を通過するとし，再圧療法が有効としている[3]。院内事故では気管支鏡検査によるAGEの1例が報告されている[4]。

〔国外の報告〕

Bensonらは(2003年），院内性AGEの19例(CVカテ，心カテ，頸動脈注，肺生検，腎透析，吸気過加圧など）に対し再圧療法として6欄ないし6A欄（6.0ATA，30分空気加圧＋6欄）を行い，完全回復42%，部分回復32%，死亡26%であったとしている[5]。また腹腔鏡操作，リブリーザによるダイビングなどでの発生が報告されている[6,7]。減圧症と同様，ClassⅠとType 1の適応であり，唯一絶対的治療法とされている。

〔課題〕

近年，ダイビング・テクニックの進歩や高度医療における合併症としてAGEは増加かつ多様化し，適宜な再圧療法のみにより救命し得ることからさらなる臨床データの蓄積と評価が必要であろう。

Ⅵ. 改正案3：一酸化炭素中毒 及び青酸カリなど組織中毒性低酸素症（救急的適応）

現行：救急的適応1。急性一酸化炭素中毒 及び間歇型一酸化炭素中毒 並びにこれに準ずる中毒症

非救急的適応1。遷延性一酸化炭素中毒

〔改正理由〕

「急性一酸化炭素中毒」の「急性」は付帯事項の“救

急的適応”とすれば不要となる。「間歇型」や「遷延性」は国外では遅発性精神神経障害（delayed neurologic sequelae[1]：DNS）などと呼ばれるが，本邦ではHBOを効果的とする報告もあり，他に有効な治療法が無いことからHBOの適応を排除するものではない。一方，間歇型や遷延型は“CO中毒の亜型”と誤解されることもあり，遅発性脳症（delayed encephalopathy）とする内外の文献もある[2,3]。「これに準ずる中毒症」は具体性に欠け，UHMSでは急性CO中毒に合併した青酸カリ中毒が適応とされるが，本学会管理医認定講習会テキスト[4]でも述べられている“青酸カリなど組織中毒性低酸素症”としたらどうだろうか。ちなみに火災では化学物質が気化し，CO中毒に青酸カリ中毒やメトヘモグロビン血症などを合併することがある。

〔国内の報告〕

救急治療としてHBOを行える施設は限られ，臨床報告も欧米と比べ少ない[5-13]。本邦ではHBOが間歇型CO中毒に効果があるとする報告がある[14-18]。組織中毒性低酸素症に対するHBOの報告はわずかに硫化水素中毒の1例のみであったが[19]，Takanoらは青酸カリ中毒に対するHBO効果を細胞レベルで実験している[20]。

〔国外の報告〕

山本ら（2005年），合志ら（2007年）の総説がある[21,22]。Weaverらは（2002年），RCTを行い，HBOは大気圧下酸素吸入（NBO）と比べ間歇型の発現および後遺症を抑制することを報告し，急性CO中毒に対するHBOの有効性の根拠となっている[23]。一方，ScheinkestelらのRCTでは（1999年），NBOとの有意差が得られなかった[24]。前者では，治療開始までが平均5.8時間で，受診後24時間以内に3回のHBO（3.0ATA，60分，2.0ATA，60分，air break 5分3回，以降2.0ATA，100分，air break 5分，2回まで追加）が行われ，後者では治療開始までが平均7.3時間，受診後24時間以内に1回のみのHBOが行われた。Myersらは（1985年），発見から1時間以内にHBOを開始し，意識障害を含めた全例が軽快した[25]。Choiは（1983年），韓国における調査から間歇型が発現した場合でも精神神経障害は自然経過で軽減し，長期には75%の改善が得られたと報告しているが，重症後遺症例や長期経過での死亡例も少なくない[26]。

青酸カリ中毒においてHBOは組織の低酸素症を緩和し，3.0ATA以下であれば解毒剤（sodium nitrite）の作用を妨げず，また硫化水素も同様な機序で同解毒剤との併用が有効とされている[27]。

〔課題〕

急性CO中毒に対するHBOは，発症から治療開始までの時間を考慮した実績が必要であるが，間歇型CO中毒には自然経過との比較試験が必要と思われる。近年，多発する硫化水素事故に対しても，臨床での実践とデータの集積が必要であろう。

Ⅶ. 改正案4：ガス壊疽 特にクロストリジウム性（救急的適応）及び 致死性軟部感染症（急性期適応）

現行：救急的適応2。重症感染症（ガス壊疽等）

〔改正理由〕

現行の「重症感染症」は症候名であり，ウイルス性や原虫症などHBOが適応とされない疾患までが包括されてしまう。ガス壊疽，特にα-toxinを産生するClostridium感染には救命救急的適応があるが，致死性の壊疽性筋膜炎は主に術後にHBOの適応があり，急性期適応とすべきと思われる。Clostridium性ガス壊疽以外をLife-threatening soft tissue infectionとして一括している文献もあり[1]，“致死性軟部感染症”を提唱したい。これら以外の「重症感染症」は，長期にHBOが必要となる難治性骨髄炎や術後合併症などの深部感染症として別項目（改正案16）で扱うべきと考えている。

〔国内の報告〕

本邦では発生頻度が少ないこともあり，ガス壊疽に対するHBOの報告は1980年以降おもに9施設で131例が報告され，内13例が死亡しているが，多くはclostridium性と非clostridium性との比較がなされていない[2-10]。HBOを併用した壊疽性筋膜炎の1文献5例，Fournier壊疽（DM性会陰部感染など）の1文献3例では前者の1例のみ死亡している[4,5]。

〔国外の報告〕

Clarkらは（1999），多施設における死亡率からHBOの有用性を検討した[1]。Clostridium性ガス壊疽に対しHBOを併用しない場合の死亡率が45.2%(217

例／8施設）であったが，HBOを併用した場合は19.0%（1233例／14施設）であった。また非clostridium性ガス壊疽，壊死性筋膜炎，Fournier壊疽を一括し，HBOを併用しない場合の死亡率が43.5%（278例／17施設）であったが，HBOを併用した場合は20.7%(276例／14施設）であった。HBOは2.5～3.0ATA，90分を24時間以内に2～4回行うことを推奨している。またMyersらは（2008年），Fournier壊疽131例から，徹底した初回の掻爬が重要であり，HBO（3.0ATA）を8時間ごとに2日間行い，以降は一日2回2.0ATAで行う必要があるとしている[11]。

〔課題〕

近年，糖尿病を合併し，抗生剤に抵抗性を示す非clostridium菌（嫌気性菌やグラム陰性菌など）の混合感染が増加し，HBOの強力かつ広域な抗菌作用(嫌気・好気性菌，グラム陽性・陰性菌 及び 耐性菌に対するoxidative killing；白血球の活性酸素による殺菌能[12]）を始めとしたHBO効果が期待されることから，さらなる臨床での実績と比較試験が必要と考えられる。

Ⅷ. 改正案5：低酸素性脳症（救急的適応）

現行：救急的適応12。重症の低酸素性脳機能障害

〔改正理由〕

心肺蘇生後，縊頸（hanging）などでは全脳が虚血状態すなわち無酸素症（低酸素症）に陥り，死を免れても重篤な後遺症を残すことが多く，重症と規定する必要は無いと思われる。「低酸素性脳機能障害」よりも低酸素（性）脳症としている文献が多い。

〔国内の報告〕

低酸素性脳症に対しHBOは，虚血時間が短く，発症から早期（数時間以内）に開始した場合や，若年者などに有効であるとする報告が多いが，HBOの効果は自然経過による回復との比較がほとんどなされていない[1-9]。一方，急性期以降の症例で，HBOにより改善が得られたとする報告は注目される[10]。また動物実験では，全脳の虚血に対しHBOは1時間後に開始した場合，頭蓋内圧あるいは脳内乳酸値を低下させ，生存率を高める効果があった[11,12]。低酸素性脳症の回復例では，記憶障害が特徴的であり，遅発性神経細胞壊死（アポトーシス）が問題となるが，HBOはこれを抑制することも実験的に報告されている[13]。

〔国外の報告〕

合志らのシンポジウム報告によると（2001年）[14]，Mathieuらは（1987年），170例の縊頸に対しHBOを行い，発症3時間以内のHBO群では良好な転帰であったが，この時間を超えると症状の改善は有意に低下すると述べている[15]。

〔課題〕

UHMSでは適応外であるが，ECHMでは唯一の中枢神経系に対するHBOの適応（post-anoxic encephalopathy, Type 3）とされ，本邦でも救急体制下での臨床実績が必要となろう。

Ⅸ. 改正案6：ショック症候群 特に 出血性，心筋梗塞，エンドトキシン性（救急的適応）

現行：救急的適応6。急性心筋梗塞

〔改正理由〕

ショック（症候群）では，脳や心肺など生命維持に必要な臓器に血液が集まるが，HBOは末梢循環不全（続発性）による酸血症（acidosis）や赤血球の凝集（sludging）に極めて効果的であり，3.0ATAでは生命維持に必要十分な溶解酸素を供給できる（Life without blood；Boerema, 1959年[1]）。

近年，急性心筋梗塞は血栓溶解療法（t-PA）や経皮的冠動脈形成術（PTCA）が行われ，死亡率の低下やQOLの改善に寄与している。一方，HBOは，再灌流による不整脈や伝導障害の発生を抑え，さらに全身性循環不全を緩和する報告や実験がある。UHMSでは大量失血性貧血（出血性ショック Class Ⅱb）に対するHBOが適応とされている。またグラム陰性菌によるエンドトキシン・ショックや脂肪塞栓では肺胞でのガス交換が障害され，HBOを有効とする臨床報告や実験がある。ちなみに“診療報酬点数表の解釈”では「ショック」が保険適応とされているが（**資料2**），具体的な疾患を挙げてHBOの適応とすべきであろう。

〔国内の報告〕

木谷が（1986年），大量出血（内出血も含む）や循環不全によるショックに対するHBOを総説としているが[2]，急性心筋梗塞に対するHBOの動物実験が行われ，国

外にも発信されている[3-5]。またエンドトキシンの肺障害に対するHBOの動物実験も行われ[6-9]，脂肪塞栓の臨床報告があるが[10]，いずれも最近の報告は見られない。

〔国外の報告〕

カロリンスカ大学（スウェーデン）では，ショックの治療や外傷の処置が出来る箱型（4室）のICU型チャンバーが導入され（2006年），合志が視察している[11]。急性心筋梗塞に対するHBOは，八反らの総説がある（1997年）[12]。冠動脈を遮断した再灌流実験では特にt-PAとの併用で心筋壊死領域の縮小や酵素活性の回復が認められ[13,14]，臨床的にはHBOによる不整脈の抑制などが認められるが[15-17]，死亡率の低下は明らかにされていない[18]。

〔課題〕

重度の呼吸・循環不全（ショック）や外傷にHBOを行うには，少なくとも多人数用チャンバーが必要であり，近未来の救命救急医療システムには不可欠である。

急性心筋梗塞に対するHBOは，今日，確立された再灌流療法の直後や併用で適用とされるが，チャンバー内で心室細動（Vf）などの急変に対処できるなど臨床的に克服すべき問題もある。

X. 改正案7：脳血管障害 及び頭部外傷 特に脳浮腫（急性期適応）

現行：救急的適応3．急性脳浮腫（重症頭部外傷，開頭術後若しくは急性脳血管障害を原因とし，他覚的に脳浮腫を認めたもの）

〔改正理由〕

高酸素分圧（高濃度の溶解酸素）による脳虚血あるいは障害部の直接的効果が重要と考えられている。また脳梗塞ではt-PA線溶療法，脳出血では降圧療法，頭部外傷や硬膜外血腫ではマニトールや開頭術などが救急的適応となり，HBOは急性期適応とするのが妥当と思われる。「重症頭部外傷，開頭術後」は，“頭部外傷”でおおよそ包括できる。また“脳浮腫”は付随する病態であるが，本邦で長く行われて来た適応であり残したい。

〔国内の報告〕

HBOは，脳血管障害（脳梗塞，脳内出血，くも膜下出血など）や頭部外傷，あるいはこれらの術後における意識障害，言語障害，運動麻痺などに対し，有効であるとする臨床報告が多いが，自然経過による回復との比較がほとんどなされていない[1-5]。一方，症状の改善が無くなった急性期以降の症例で，HBOにより改善が得られたとする報告は注目される[6-8]。また脳血管障害においてSEPやMRIによる脳内の乳酸はHBO群で低値であった[9,10]。一連の動物実験が国外に発信されており，Kawamuraらは（1990年），ラットの脳梗塞で4時間の虚血後にHBOを行った場合は梗塞の有意な縮小が得られたが，24時間の虚血後では縮小は得られず，最終的にはいずれもHBOの効果は一時的であったとしている[11]。Shiokawaらは（1986年），高血圧ラットの頸動脈を両側結紮し，3時間後にHBOを行った場合は死亡率の低下，脳乳酸値の減少などが認められた[12]。Kondoらは（1996年），gerbil（砂漠のラット）の頸動脈を両側10分間結紮し，6時間後あるいは24時間後からHBOを開始し，3週間後の脳組織を顕鏡した。6時間後にHBOを行った場合，海馬において変性神経細胞はほとんど見られなかった[13]。波出石らは（1989年），くも膜下出血例から，髄液の吸収障害によりHBO後に頭蓋内圧が上昇するrebound現象を指摘している[14]。

〔国外の報告〕

合志らのシンポジウム報告（2001年）を引用した[15]。Neubaurらは（1980年），脳梗塞122例から発症4時間以内にHBOを行った場合，対照例に比べ症状の改善率が高く，入院日数も2/3以下に短縮できた。Nighoghossianらは（1997年），中大脳動脈閉塞34例にRCTを行い，HBOは平均19時間後に開始したが，1年後の転帰では有意に神経学的な改善が得られた。頭部外傷では，Rockswoldらは（1992年），RCTで，Glasgow coma scaleが9以下の重症例において死亡率が対照群の32%に対し，HBO治療群で17%と有意に抑制されたと報告した。Contrerasらは（1988年），ラットの脳虚血でHBOにより乳酸産生が抑制され解糖系の改善が得られたと報告している。

〔課題〕

脳血管障害および頭部外傷に対する治療結果は，

発症からHBO開始までの時間で異なる可能性が大きく，長期の経過観察が重要であり，さらなる大規模臨床試験が必要と考えられる。

XI. 改正案8：脊髄損傷（急性期適応）及び神経根障害

現行：救急的適応4。急性脊髄障害（重症脊椎外傷，脊椎又は脊髄術後若しくは急性脊髄血管障害を原因とし，他覚的にも急性脊髄性麻痺を認めたもの）
非救急的適応7。難治性脊髄・神経疾患

〔改正理由〕

「脊髄障害」は多因性であるが“脊髄損傷”とすれば重症の脊髄障害を意味している。高度の急性脊髄麻痺には救急的適応を否定するものではないが，多くは周術期にHBOが補助療法として行われ，多くの不全脊髄麻痺では急性期適応と思われる。また本邦では，腰部脊椎管狭窄症や馬尾神経障害，頸椎症や鞭打ち損傷に対するHBOを有効とする報告があり，“（脊髄）神経根障害”を加えたい。

〔国内の報告〕

脊髄麻痺を来した原因（外傷や感染，腫瘍，血管障害など）によりHBOの効果は異なり，また手術との併用，HBOの開始時期，自然経過による改善などHBOの評価はかなり困難であるが，有効とする報告が多い[1-13]。国外に発信された実験報告もある[14]。本邦では，腰部脊柱管狭窄症（馬尾神経障害）や頸髄神経根症などに対するHBOの有効性を支持する報告があり，多くは抄録であるが，長い経過の鞭打ち損傷などの軽快例もある[15-19]。

〔国外の報告〕

Gamacheらは（1981年），50例のRCTでは脊髄損傷からHBOを平均7.5時間で開始し，症状の回復は早かったが，予後には差はなかった[20]。急性期の脊髄損傷に対するHBOの有効性を支持する報告があるが，対照との比較は十分でなく，最近の報告は少ない[21,22]。一連の動物実験は注目されるが，高度な急性脊髄麻痺にはHBOは数時間以内に開始した場合に有効とされている[23-27]。

〔課題〕

急性脊髄障害は欧米では適応とされていないが，臨床では不全麻痺も多く，本邦ではHBOが行われ，麻痺の改善も得られて来た。重篤な後遺症を考えればHBOを早期に開始し，さらなる実績を作る必要があろう。また馬尾神経障害や鞭打ち症を含めた難治性神経根障害に対するHBOはペインクリニックとの相乗効果も期待され，さらなる症例の蓄積が必要である。

XII. 改正案9：脳・脊髄麻痺などのリハビリ

現行：非救急的適応6。重症頭部外傷又は開頭術若しくは脊椎・脊髄手術後あるいは脳血管障害後の運動麻痺 及び知覚麻痺

〔改正理由〕

脊髄麻痺も含めて“脳・脊髄麻痺”とまとめた方が簡略で分かり易い。急性期以降の中枢性運動麻痺に対する適応で，知覚麻痺は余り障害とはならず，運動療法と作業療法，言語療法（リハビリ）が主体である。HBOはリハビリの効果を高める利点があり，虚血性心疾患に対する運動負荷の前処置（preconditioning）としても適用される[1]。また慢性期にHBOにより麻痺の改善が得られた事例がある。

〔国内の報告〕

後遺症である高次脳機能障害や痴呆，心筋梗塞後に対しリハビリとの併用でHBOの有効性が報告されているが，ほとんどが抄録である[2-11]。

〔国外の報告〕

中国では，脳卒中のリハビリにHBOを併用している施設がある[12]。Jainは（1989年），HBOが痙性麻痺や運動後の乳酸の蓄積を軽減し，パフォーマンス（運動能力）の向上が得られることから，運動療法が行える高気圧室を提案している[13]。長年の昏睡状態がHBOにより回復し，リハビリとの併用で社会復帰できた事例があるが[14]，脳血流量の改善は得られないとの報告もある[15]。

〔課題〕

高齢化社会に向けてHBOの可能性と貢献性を示す適応であり，臨床的に実践し実証することが必要であるが，リハビリとの相乗効果を強調したい。

XIII. 改正案10：網膜中心動脈閉塞症（救急的適応）、網膜 及び 視神経の虚血性病変

（急性期適応）

現行：救急的適応11。網膜動脈閉塞症（網膜中心動脈 及びその分枝閉塞を確認したもの）

〔改正／追加理由〕

網膜の血行障害は眼底鏡やFAG（眼底動脈撮影）で診断され、注釈は不要と思われる。ECHMでも眼科的疾患（ophthalmological disorders, Type 3）として適応とされているが、近年、網膜中心動脈閉塞症（CRAO）以外にも網膜静脈閉塞症（CRVO）や黄斑浮腫（糖尿病性など）、虚血性視神経症に対するHBOの有効性が内外で報告されている。いずれも抗凝固療法やステロイド、光凝固などの保存療法で十分な効果が得られないことから、近年、欧米でもHBOが評価されつつある。

〔国内の報告〕

従来よりCRAOに対するHBOが報告され、国外へも発信され[1～6]、またCRVOや糖尿病などによる黄斑浮腫に対するHBOが有効とする報告もあるが、他の治療法や自然経過との比較は不十分である[6～13]。著者らは（2008年）、網膜の動静脈閉塞症204例210眼を報告した[6]。CRAOに対し初診時に光覚以下は24時間以内、手動覚以上は発症3日以内にHBO（2.8ATA, 60分,一日2回）を開始した場合、53%で視力の改善（2段階以上）が得られた。またCRVOではHBO直後には2.8ATA群で51%、2.0/2.4ATA群で37%が改善（2段階以上）したが、数ヶ月で視力が低下する難点があった。

〔国外の報告〕

CRAOの有効性を支持する比較試験があるが[14、15]、RCTは行われていない。Butlerらは（2008年）、HBOの眼科的適応に関する文献を網羅し、CRAOを始めとして減圧症や急性CO中毒、重症感染症などに合併した眼科疾患をHBOの絶対的適応に挙げ、またCRVOや網膜分枝動静脈閉塞症、糖尿病性も含めた黄斑浮腫、虚血性視神経症などは相対的適応としている[16]。ラスベガスで開催されたUHMS（2009年）で、CRAOが適応として新たに加えられることになり、著者らの出題もこれに貢献する形になった。

〔課題〕

CRAOではさらなるHBOの救急的治療が実践され、眼科的適応の拡大と共に臨床における蓄積が必要と思われる。

XIV. 改正案11：突発性難聴 及び 顔面神経麻痺（急性期適応）

現行：救急的適応13。突発性難聴

救急的適応14。顔面神経麻痺

〔改正理由〕

突発性難聴（突難）は，ECHMではType2の適応に挙げられているが，UHMSでは適応とされていない。本邦では突難に対するHBOは長く定着し，救急適応とされていたが，発症2週間以内であれば予後に変わりはなく，急性期適応とするのが妥当と考えられる。また本邦では顔面神経麻痺（末梢性）は突難ほど行われていないようであるが，HBOの有効性を支持する報告があり，2週間以内が急性期とされている。いずれも耳鼻科的急性発症の特発性疾患であり，顔面神経麻痺に難聴を合併する（Ramsay）Hunt症候群もあることから，両疾患をまとめるのが合理的であろう。

〔国内の報告〕

突難に対するHBOの報告は，国外に発信された文献も含め臨床での蓄積があり[1-10]，全国調査も行われているが[11]，他の治療法や自然経過との比較試験は十分行われていない。著者らは（2006年），予後不良とされる高度難聴（聾型grade 4）64例にHBO（2.0～2.8ATA，60分，20回1クール）を行い，およそ1/3は無効であったが，1/3が回復，1/3は著明回復以上の評価が得られた[4]。

顔面神経麻痺ではBell麻痺の完全麻痺や，Hunt症候群では予後不良であるが，HBOが有効とする報告が多い[12-18]。石崎らは（1993年），ラットの顔面神経麻痺における誘発筋電図でHBOは有意に麻痺の回復を助けることを示した[19]。

〔国外の報告〕

突難に対するHBOは，Cochrane Database の Systematic Review（2008年）では，良質の比較試験がなく，現時点ではHBOの有効性を正当化することは出来ないとしている[20]。一方，Bell麻痺に対するHBOはRCTがあり，Racicら（1997年），によると79 例においてHBO群では95.2%が平均22.0日で回復し，ステ

ロイド療法群では75.7%が平均34.4日で回復した（p＜0.001）。またHBO群ではNET（nerve excitability test）で異常を呈した5例中3例が正常化したが，ステロイド療法群9例では正常化しなかった[21]。

〔課題〕

突難では，尚，自然治癒との比較など課題があり，臨床で扱うことの多い本邦からRCTが発信される必要があろう。顔面神経麻痺の重症型にはHBOは行われるべきであり，さらなる臨床での蓄積が必要と思われる。

XV. 改正案12：挫滅創 及び開放性骨折 特に筋区画症候群（急性期適応）

現行：救急的適応7。重症外傷性挫滅創，コンパートメント症候群，重症外傷性循環障害

〔改正理由〕

開放性骨折のGustilo分類では動脈損傷（ⅢC）が含まれ，「重症外傷性循環障害」は不要と考えられる。開放性骨折では挫滅創（crush injury）を伴うが，骨折を伴わない挫滅創にもHBOは適応される。「コンパートメント」は複数の病態があり，“筋区画”とすべきで，UHMSではSkeletal muscle-compartment syndromeと記されている。“挫滅創”や“開放性骨折”は，重篤な筋区画症候群を合併することもあり，減圧手術（筋膜切開など）の前後にHBOが適応とされる。開放性骨折ではHBOの広域な抗菌作用（Ⅶ参照）と骨形成促進作用（XV参照）が適応の根拠として重要である。

〔国内の報告〕

高尾，川嶌らは（2009年），169例の挫滅創（手足部147例）にHBO（2.0ATA，60分，30回1クール）を行い，切断2例を除いて治癒した[1]。村上らは（2003年），血行障害を伴う難治性創傷に血管形成術や血管バイパス術を行い，HBOを併用した44例と併用しなかった110例を比較し，治癒率と治療日数においてHBOの有用性を認めている[2]。西らは（1992年），高度の挫滅創で，初期治療後に感染を来した20例（開放性骨折12例を含む）にHBO（2.0ATA，60分，平均14回）を行い，全例に創傷治癒が得られた[3]。

〔国外の報告〕

UHMSでは“挫滅創 及び 筋区画症候群”が，ECHMでは“急性軟部虚血 及び 開放性骨折”が適応とされている。BouachourらのRCT（1996年）があり[4]，開放性骨折を含む挫滅創（Gustilo分類Ⅱ・Ⅲ型）36例で，受傷から6時間以内に手術（掻爬，皮弁形成，血管再建，骨接合など）を行い，HBO（2.5ATA，90min一日2回）は術後24時間以内に開始し，6日以上継続した。HBO群では94.4%が治癒し，対照群では55.5%のみ治癒し，切断が2例に行われた。挫滅創などに合併した筋区画症候群に対するHBOの有効性も支持されている[5-7]。

〔課題〕

本邦では挫滅創や開放性骨折に対しHBOが行われることはまだ少ないようであるが，HBOによりさらなる治療成績の向上を計る必要がある。

XVI. 改正案13：筋腱・靭帯損傷 及び骨移植・骨延長（急性期適応）

〔追加理由〕

HBOは，基礎研究から膠原繊維の産生や血管新生を促進する合理性があり，筋や靭帯の損傷（断裂）と再建にも有効であり，また骨折や骨接合のみならず骨移植や骨延長術における骨形成を促進する動物実験がある。本邦では捻挫や肉離れなどのスポーツ外傷でHBOの有効性が報告されている。

〔国内の報告〕

HBOが最大運動負荷による乳酸の除去を早め（筋痛の緩和など）[1]，ラットの筋断裂においてコラーゲンの生成を促進し[2]，スポーツ選手などの膝靭帯損傷や足関節捻挫，筋断裂の治癒過程を促進することが報告されている[3-5]。柳下らは（2006年），捻挫した足関節を水槽に浸して容積を測り，HBO直後に腫脹が有意に減少した[6]。また著者らは，HBOが犬の仮骨形成や架橋骨癒合を促進し，骨形態計測学的に石灰化速度を促進することを示した[7,8]。Kitakoji，著者らは骨延長術におけるHBOの有効性を報告し[9,10]，口腔外科における骨移植でも有効性が報告されている[11,12]。

〔国外の報告〕

筋・腱損傷の動物実験では，HBOの有効性が示されているが[13-15]，ボランティアによる過度運動負荷試験では腫脹や筋肉痛などに有意差はなく[16-19]，足関節

捻挫のRCTでも有意差はなかった[20]。一方，HBOにより治癒日数が大きく短縮されたスポーツトレーナーの報告もある[21]。HBOの骨形成促進作用は動物実験で明らかにされているが[22-24]，臨床での比較試験は見られない。

〔課題〕

近年，スポーツ外傷など筋・靭帯損傷はその術後も含めて頻度が高くなり，治療日数を短縮し，あるいは再建術の治療成績やリハビリ効果を高めるため，さらなる症例の蓄積と比較試験が必要と思われる。HBOは難治性骨折や偽関節に対する電気刺激療法や超音波療法（保険適用[25]）との併用も可能であり，骨形成の作用機序が異なることから相乗効果が期待される。

XVII. 改正案14：重症熱傷 及び 植皮，虚血皮弁（急性期適応）

現行：救急的適応10。重症熱傷および重症凍傷
（Burn Index 15以上の熱傷並びにこれに準ずる凍傷）
非救急適応3。皮膚移植後の虚血皮弁

〔改正理由〕

広範な熱傷や急性CO中毒との合併ではHBOは救命的な意義があり，浸出液の減少は輸液量を少なくし（腎不全や電解質異常，低蛋白血症の回避），早期の乾燥化は植皮の範囲を縮小し，ケアが容易となる。またHBOは瘢痕化の軽減（抗感染作用を含む）など整容上の利点も大きく，Burn indexが15%以上（現行適応疾患）や20%以上（ECHM）ともされるが，熱傷の範囲まで規定する必要はないと考える。欧米ではHBOは形成外科分野で重要となり，熱傷やその瘢痕に対する植皮や皮弁形成術（虚血皮弁）にも適応とされる。一方，凍傷は通常，四肢末端の壊疽であり，UHMSやECHMでは適応に挙げられていないが，“改正案15：難治性四肢末梢潰瘍”に壊疽（救急的適応）として包括できる。

〔国内の報告〕

近年，血管吻合による筋（骨，神経）皮弁や腸管移植も行われているが，HBOの臨床報告は少ない[1-3]。著者らは（1992年），有茎皮弁において経皮酸素分圧がPGE_1（血管拡張剤）との併用で著増することを示した[3]。伊坪らはウサギの実験で，皮膚欠損，熱傷，凍傷に対しHBOの有効性を報告している[4]。

〔国外の報告〕

Hartらは（1974年），重症熱傷に対するHBOのRCTで，必要とする輸液量の減少，治癒の促進，死亡率の低下を明らかにした[5]。Niuらは（1987年），HBOを行った重症熱傷266例では，軽症が多かった対照609例より死亡率，感染率が低かった[6]。ちなみにUHMSは重症熱傷（ClassⅡa）では2.0～2.4ATA，90分を24時間内に3回，翌日から一日2回行うことを推奨している[7]。

皮膚移植や皮弁形成（flaps and grafts）では動物実験や臨床報告があるが[8-13]，RCTはPerrinsらのみで（1967年），中間層皮膚移植48例において生着率はHBO群64%，対照17%であった[14]。Bowersoxらの報告では（1986年），65例の虚血に陥りかけた皮弁あるいは植皮にHBOを行い，それぞれ89%，91%が救済された[15]。

〔課題〕

広範熱傷ではERやICUからベッドごと搬入できる多人数用チャンバーの整備が必要と思われる。遊離（血管茎付き）複合組織移植など手術手技の高度化に伴い，HBOは合併症を抑え，手術成績を向上させる切り札でもあり，さらなる臨床での蓄積と評価が必要と思われる。

XVIII. 改正案15：糖尿病性足部壊疽（急性期適応）及び難治性四肢末梢潰瘍

現行：救急的適応5。急性動脈・静脈血行障害
非救急的適応2。難治性潰瘍並びに浮腫を伴う末梢循環障害

〔改正理由〕

現行の「血行障害」や「循環障害」は症候名であり，部位や疾患名が分からない。頻度の高い“糖尿病性（DM）”を挙げたが，凍傷も含めて切断が近迫する“壊疽”は急性期適応とすべきであろう。ただし凍傷に対する臨床報告は見られず、適応項目には挙げなか

った。足部の潰瘍は，動脈閉塞性硬化症（ASO）やBurger病（TAO），静脈うっ滞性，強皮症などがあり，手指の血行障害はRaynaud症候群（SLEなど）や癩病があり，いずれも四肢末梢の難治性潰瘍としてHBOの合理性がある。

〔国内の報告〕

DM性足部病変では，難治例に対しHBO（2.0～2.8ATA，60分，30回程度）が行われ，潰瘍は治癒率が高いが，壊疽は切断に至ることが多く，早期のHBOが必要である[1,2]。DM性末梢神経障害にHBOが有効とする報告がある[3]。DM以外の潰瘍に対するHBOは難治例に対する効果が報告されているが[4-9]，いずれも厳密な比較試験は行われていない。

〔国外の報告〕

DMでは下肢を切断されると心筋梗塞などが多発し，生命的予後が極めて不良となるが[10]，HBOは切断を回避し得る唯一の治療法であり，複数のRCTで有効性が報告されている[11-14]。また非DM性の虚血性足部潰瘍に対するHBOもRCTで有効性が示されている[15]。

〔課題〕

近年，国内でもDMやASOの蔓延により足部の難治性病変が多くなっているが，ADLや生命予後を向上させるなどHBOの実績を示す必要がある。

XIX．改正案16：難治性骨髄炎 及び 深部感染症 特に耐性菌感染 及び 易感染性宿主

現行：非救急適応疾患4。慢性難治性骨髄炎

〔改正／追加理由〕

UHMS，ECHM共に“難治性骨髄炎”を単独で適応に挙げているが，さらに脊椎外科や人工関節などの合併症，仙骨部褥創などの“深部感染”も適応として挙げたい。ちなみにUHMSでは頭蓋内膿瘍(intracranial abscess)を適応とし，肝膿瘍など臓器感染も検討課題になる。近年，“耐性菌感染や易感染性宿主”による難治性感染が増えており，HBOの強力かつ広域な抗菌作用（Ⅶ参照）を強調したい。

〔国内の報告〕

川嶌らは（1989年），難治性として紹介された骨髄炎433例に対しHBO（2.0ATA，60分，連日30回1クール以上）を行い，91.9%が治癒（赤沈値，レ線像の正常化など）したが，重症例には掻爬と持続洗浄を併用し，同等（96.9%）の結果が得られた[1]。瀧らも（2001年），血行性と外傷性に分けて長管骨の骨髄炎を報告しているが[2]，顎骨（主に下顎骨）の骨髄炎に対するHBOの有効性も報告され，放射線照射後や硬化性骨髄炎では治癒率がやや低かった[3-5]。感染性偽関節や化膿性関節炎，椎体・椎間板炎，仙骨部褥創など深部感染に対するHBOの有効性も報告されている[6-9]。

〔国外の報告〕

UHMS Committee Reportによると，難治性骨髄炎は病態の多様性などからRCTは行われていないが，基礎及び臨床の蓄積からClassⅡ（Ⅱa，Ⅱbの記載なし）の適応とされている。HBOは広域の抗生剤に匹敵し，糖尿病や腎不全，免疫不全など易感染性宿主にHBOを行う意義が大きいとしている[10]。Kutlayらは（2008年），難治性椎間板炎21例でHBO（2.4ATA，90 分，5日間一日2回，以降一日1回，25回）の有効性を報告した[11]。

〔課題〕

難治性骨髄炎や深部感染症は，脊椎外科や人工関節の発展と普及により，また耐性菌感染や易感染性疾患の増加によりHBOが不可欠となりつつあるが，さらなる臨床での実践と有効性の実証が必要と思われる。

XX．改正案17：腸閉塞，腸間膜動脈閉塞症 及び 腹膜炎（急性期適応）

現行：救急的適応9。腸閉塞（急性麻痺性及び癒着性腸閉塞）

〔改正／追加理由〕

HBOは，腸管内の異常気体を圧縮・吸収して腸管内血行を再開し，大量の溶解酸素の供給により蠕動を回復するなど腸閉塞（イレウス）に対する合理性があり，本邦では適応とされて来た。近年，重症例，未熟児，高齢者にも開腹術が行われ，癒着性イレウスが増加し，保存療法（絶食，静脈栄養，イレウス管）が解除術に先立って行われるが解除率は低い。HBOは開腹術後の麻痺性イレウスに著明な効果があり，癒着性イレウスにも解除率が高い。また手術が優先される絞約性イレウスに対してもHBO（1～2回など）で手

術適応を決め，術後の再イレウスにもHBOが適応されることもあり，ヘルニアの種類を規定する必要はないと思われる。近年，腸間膜動脈閉塞症（腸梗塞）が増え，また腹膜炎はイレウスと共に重篤な合併症でもあり，腸内細菌によるエンドトキシンショックに対してもHBOの有効性が示されている（Ⅸ参照）。

〔国内の報告〕

麻痺性および癒着性イレウスに対するHBOが報告され，またイレウス術後の再閉塞は難治性であるがHBOが有効とされ国外にも発信されている[1-11]。安蒜らは（2005年），腹部手術後の癒着性腸閉塞に対しHBO（2.0ATA, 60分, 1～25回など）を行い，小児125例中93%，成人649例中91%に奏功し，特に頻回に再発する小児で有用性を認めた[1,2]。瀧らは（2005年），HBO（2.5ATA, 60分）を7回まで行い，麻痺性イレウスでは110例中84%が回復したが，HBOを行わなかった168例中28%のみ回復した[3]。腹膜炎によるエンドトキシンショックは，吉安が（1983年），臨床報告しているが[12]，一連の動物実験は貢献性が高いと思われる[Ⅸ−5-8]。近年，メタボリック症候群に合併した腸梗塞が増加し，HBOによる治療経験と動物実験の報告がある[13-15]。Togawaらは（2004年），稀なpneumatosis cystoids intestinalis（腸管気腫性嚢胞症）2例にHBOの効果を認めたが，ECHMではType 3の適応に挙げられている[16]。

〔国外の報告〕

Ratnerらは（1978年），術後の麻痺性イレウス216例にHBO（2.0ATA，60分，5回など）を行い，死亡率は16%であったが，HBOが行われなかった64例の死亡率は30%に及んだ[17]。Grokhoskyらは（1978年），293例の腹膜炎にHBO（2.5～3.0ATA，60分など）を行い，従来の死亡率14%が，7%に改善されたが，HBOは5日以内に開始した場合に有効であった[18]。近年では腹膜炎に対するHBOの論文は少ない[19,20]。Akinらは（2002年），ラットの薬物で誘発した急性および慢性腸炎に対するHBOの有効性を示し[21]，またクローン病や潰瘍性大腸炎に対し有効性を支持する報告がある[22,23]。

〔課題〕

イレウスや腹膜炎は，UHMS，ECHM共に適応とされていないが，イレウス管や静脈栄養で緩解せずHBOが短期に奏功する症例もあり，また腹膜炎など重篤な合併症に対しても周術期の適応としてさらなる臨床での実績と本邦からの多施設による比較試験が期待される。

XXⅠ. 改正案18：肝障害，多臓器不全（急性期適応）

〔追加理由〕

肝障害や肝亜全摘後にHBOが肝細胞の再性能を促進する基礎研究が国外にも発信され，急性および慢性肝不全，周術期の高ビリルビン血症，ドナー肝移植後などに適用されている。また多臓器不全に陥る予後不良例において他の治療法では得られない切り札となり得る。

〔国内の報告〕

肝不全や切除肝の急性期，あるいは肝硬変など慢性機能障害に対し，HBOは高ビリルビン血症などを軽減し，多臓器不全を呈する重症例においても死亡率を減少するなど比較試験で報告され，国外にも発信されている[1-10]。有川らは(2001年)，重症感染症に起因し，周術期にビリルビン値が上昇したHBO群34例と非HBO群34例を報告し，MOF（multiple organ failure）死は前者で3例（8.8%），後者で12例（35.3%）となり，顆粒球エラスターゼ値はHBO群で有意に減少していた（MOFからの回避）[1]。急性膵炎に対するHBOの報告もある[11]。動物実験では，広範囲切除肝や毒性肝障害においてHBOにより肝再生が促進されることが国外にも発信されている[12-16]。

〔国外の報告〕

臨床報告は，肝移植後のHBOのみであり[17]，毒性肝障害に対する動物実験が本邦に先立って報告されている[18,19]。

〔課題〕

さらなる臨床での蓄積と共に，本邦からの適応として多施設による比較試験を国外に発信する必要があろう。

XXⅡ. 改正案19：遅発性放射線障害 特に膀胱，下部消化管，下顎骨

現行：非救急的適応5。放射線（障害）性潰瘍

〔改正／追加理由〕

通常，数年の経過で発生する遅発性放射線障害が問題であり，病態は，膀胱や大腸の潰瘍からの出血，イレウスや放射線性骨壊死による感染など多様であるが，最も適応とされる臓器や箇所を入れると適用され易い。

〔国内の報告〕

放射線性（出血性）膀胱炎に対するHBOは，中田らが（1991年），いち早く報告し，尿路変更を避け得る非侵襲的療法として注目された。さらに（2005年），HBO（2.0ATA，60分，平均25回）を行った24例を平均10年間観察し，血尿の消失などが84%で得られた[1)]。著者らは（2006年），放射線性膀胱炎と腸炎52例（重複30%）にHBO（2.0～2.8ATA，60分，3～61回，平均24回）を行い，瘻孔以外ほぼ症状は軽快したが放射線性腸炎では再燃により根治術が行われることもあった[2,3)]。一方，照射後骨壊死に対するHBOは，下顎骨に人工歯根を植立した澤井らの報告のみである[4)]。

〔国外の報告〕

Weissらが初めて（1989年），放射線性膀胱炎8例に対するHBOを臨床報告し[5)]，Feldmeierらは（1995年），マウスで放射線性腸炎に対するHBOの有効性を示した[6)]。Wooらは（1997年），放射線性直腸炎18例にHBO（2.0ATA，105分，12～40回）を行い，半数以上に下血などの消失や改善が得られた[7)]。最近ではMarshallらは（2007年），放射線性腸炎65例にHBO（2.4ATA，90分，一日1回30～60回）を行い，有効率68%であった[8)]。Hampsonらは（2007年），放射線性腸炎65例と膀胱炎94例にHBO（2.0～2.5ATA，90～120分，30～40回）を行い，有効率65～77%であった[9)]。さらにClarkeらは（2008年），難治性の放射線性直腸炎226例に対し多施設二重盲検によるRCTを行い，HBO（2.0ATA，90分，一日1回30回）の有効率は88.9%で，対照は62.5%であった[10)]。

下顎骨における放射線照射後の骨壊死は骨髄炎や病的骨折を合併し，HBOは抗生剤や手術などとの併用で有効とされ，口腔外科領域で蓄積がある。HBOが有効とするRCTは3文献あり[11)]，一方，無効とするRCTが報告されたが，HBO以外の処置や治療が十分に行われていないとの批判がある[12)]。

〔課題〕

近年，国外では遅発性放射線障害に対するRCTが行われ，HBOの有効性が実証されていることから，本邦ではさらなる臨床での実践が必要であろう。

XXⅢ．改正案20：放射線照射又は抗癌剤の増感 特に悪性グリオーマ，頭頸部癌

現行：非救急的適応8。放射線治療 又は抗癌剤治療と併用される悪性腫瘍

〔改正理由〕

HBO単独では抗腫瘍効果は無く，HBOは“増感作用（sensitization）”である。脳原発の悪性グリオーマに対し，“HBO直後の照射”が有効であることが本邦から発信され，国外でも認められつつある“新たなHBOの適応かつ適用”であり，国外でRCTなどが報告されている頭頸部癌と共に具体名として加えたい。抗癌剤に対するHBOの増感作用はリサーチ段階であるが，臨床ではカルボプラチンによる著効例が報告され，将来に期待したい。

〔国内の報告〕

合志らが（1999年），高悪性（grade 4,3）の脳グリオーマに対しHBO（2.5ATA，60分）の終了後30分以内に照射（50～71Gy，20～30分割）した場合，著明な抗腫瘍効果が発揮されることを世界に先駆けて比較試験（30例）で報告した[1)]。別府ら（2003年，39例）[2)]と小川ら（2006年，41例）[3)]が追試を行い，生存期間の倍増，長期生存例など画期的な治療成績であった。低酸素性腫瘍細胞が放射線抵抗性であったが，腫瘍部はHBO終了後15～30分程度（半減期），高酸素化が維持されていることが開頭術での酸素センサー，MRI，動物実験などで証明されている[4-7)]。一方，腫瘍部以外の正常組織はHBO終了後，酸素分圧が直ちに元に戻ることから照射による副作用を回避できる根拠となっている。著者らは，脊髄原発の悪性グリオーマ例で（grade 3），麻痺の回復と腫瘍の消失が得られた[8)]。また一期的照射（ガンマーナイフなど）の副作用である遅発性脳壊死に対するHBOの予防効果を大栗，合志らが（2007年），国外にも発信している[9)]。臨床でのHBOの抗癌剤との併用療法はカルボプラチンのみ報告されているが[10-12)]，動物実験では様々な癌腫に対するより有効な化学療法の選択が行われ[13-21)]，HBOの増感作用のメカニズムも追求されている[22-25)]。

〔国外の報告〕

HBOを増感剤とした放射線照射は従来から頭頸部癌が報告されているが，脳の悪性グリオーマで追試が行われている。Henxらは（1977年），頭頸部の扁平上皮癌（咽頭・喉頭癌，舌・口腔内癌など）294例でRCTを行い，3500 radを10分割照射し[26]，5年生存率で差は無かったが，5年後の局所再発率はHBO群47%，対照70%であった（p＜0.001）。また（1986年）喉頭軟骨周囲炎の合併を抑えるため30分割照射を行い[27]，104例によるRCTでは5年生存率がHBOで20%以上高くなった（p＜0.02）。またBerryらは（1979年），頭頸部癌24例にRCTを行い，HBO群（10回分割照射）は対照（15ないし20回分割照射）より生存率（p＜0.001），局所再発率（p＜0.05）で勝り，放射線による局所反応の増加も見られなかった[28]。Hafftyらは（1999年），喉頭癌45例にHBO(4.0ATA）下で2分割照射を行い，CR（complete response）が87%，10年後の局所コントロールは69%であった[29]。いずれも一人用チャンバーで加圧中に窓から照射したと思われるが，HBO（ATA,分）の詳細は不明である。抗癌剤に対するHBOは多くの動物実験が行われているが，臨床報告は極めて少ない[30]。

〔課題〕

悪性グリオーマでは先鞭をとった本邦で多施設による比較試験を行い，頭頸部癌に対するHBOが実践されるべきであろう。一方，HBOによるアドリアシン®の心毒性増強[31,32]やシスプラチン®の創傷治癒遅延などの問題もあり[33]，化学療法剤との臨床応用にはさらなる実績と評価が必要と思われる。

XXIV. 考案

ここで提示した改正案（**表1**）は，昨今の特に国外における高気圧治療の進歩を目の当たりにし，著者（筆頭）が高気圧治療に携わった20年余りの臨床経験に加え，専門分野の整形外科と救急医療に関わった視点から，常々考えていた“本邦に適合した適応疾患の再編”を試みたものである。救急疾患や脳脊髄障害，減圧障害などは共同著者との擦り合わせが不可欠であった。また本邦からの総説は，国外における業績や新しい文献を紹介する上で公正な解釈を示してくれたが，総説が書かれていない専門外の疾患（群）では本稿末に記した診療科からの助言や資料の提供により本筋を外れることはなかったのではと考えている。

UHMS（2003年）とECHM（2004年）が推奨する適応疾患を比べると，共通しない適応疾患や，同じ適応疾患でも推奨レベルが異なることも多く（**資料3,4**），長年の臨床経験と基礎研究の蓄積にもかかわらずまだ確立された治療分野とは言えない。一方，この分野ではHBOの合理性，すなわち長年，培（つちか）われた基礎研究や動物実験に基づいた“大量の溶解酸素の供給”や“異常気体の圧縮”，“抗菌作用”，“創傷治癒の促進”，“放射線照射の増感”などの基本的作用を根拠とし，長年の臨床実績から適応とされている疾患が少なくない[Ⅲ−1]。したがってHBOの特殊性，歴史的事情などから臨床上のエビデンスが十分に得られていない疾患が多く，EBMの観点から課題を抱えている。“エビデンスが無い”と言われることは比較試験やRCTで治療効果が否定されたからではなく，HBOの有効性を支持する論文が少ない場合や，HBOの経験が無い場合でも“エビデンスが無い”として他の治療が支持される場合もある。またHBOの効果を否定するRCTにおいてもHBOの治療圧や時間，回数（一日の回数，総回数など），開始までの時間，HBO効果の発現に必要な基礎治療や手術療法，治療効果が大である併用療法，HBO効果が表現されない評価方法などが関与していることも少なくない[1-4]。したがってEBMは，さらなる臨床の場での実践と精度の高い比較試験（RCTなど）により作り出されるものであり，EBMが否定された疾患（群）を適応から外すことも保険診療上，必要であろう。

この改正案は20の適応疾患（群）からなり，今日，本邦でHBOが行われている殆どの疾患が網羅されているはずであるが，EBMに基づいた適応疾患の確立にはHBO施設の拡充と救急体制下での実践が必要と思われる。その為にも本学会内外にHBOの治療指針を示し，さらなる臨床実績によりフィードバック（臨床報告）することが重要と考えている。一方，貢献性が高い論文でも抄録が多く，正確な治療圧や回数，開始までの日時などの記載が不十分なこともあり，より長い臨床経過を含めた原著論文とする努力と，今後，本学会主導による多施設多数例での比較試験を行う

必要があると思われる。

HBOは，特有の副作用（デメリット）もあるが，ほとんどが対処できるものであり，詳細は太田ら，四ノ宮らによる総説やUHMS Committee Report を参照して頂きたい[5-8]。気圧外傷（barotrauma）では，耳管通気不全（耳抜き不能）は一時的には鼓膜切開で対処でき（救急などの数日間），長期のHBOにはチュービング（tubing）が必要となるが，チャンバー内で耳抜きを指導することもあり10人に1～2人程度である。副鼻腔炎や虫歯で加圧時に痛みを生じる場合（squeeze）はそれらの治療を先ず行わざる得ない。胸写上のbulla（大嚢胞）や結核性空洞は救命救急的適応などに限られ，CTで確認されるbleb（小嚢胞）では気胸になるリスクはほとんどないとされるが[9,10]，emphysema（肺気腫）では胸腔内圧の上昇（耳抜きなどの息み），気管支炎などによる閉塞（check valve）に注意を要する。著者らはCVP（鎖骨下穿刺）による気胸に気づかず減圧時に緊張性気胸（tension pneumothorax）でショック状態になった一例を経験し，チャンバー外に蘇生（CPR）チームを待機させることで事無きを得たが，チャンバー内での胸腔ドレーンの留置による脱気が必要とされる。急性酸素中毒（けいれん，意識障害など）は，3.0ATA以上で発生し得るとされるが，UPTD（unit pulmonary toxic dose，肺酸素中毒量単位）から換算するとHBO（2.0ATA，60分）は一日3回まで，再圧療法（米海軍6欄）は一日1回まで許容される。亜急性酸素中毒（肺浸潤，肺線維症など）は，高濃度の酸素吸入を続けた場合に発生するがHBOは間歇的に行われ，また体内で活性酸素消去酵素（superoxide dismutase，SOD）などが増加するため通常は問題とはならない。長期にHBOを続けた場合は細胞性免疫能の低下を来すが，安全基準では2.0ATA,60分一日1回，80回まで許容されている。ちなみに著者らのビーグル犬ではHBO（2.0ATA,60分一日1回，週6回）70回で3頭中1頭が免疫不全（貧血、下痢、体重減少など）に陥ったがHBOの中断により一ヶ月で回復し，また臨床ではHBOを40回以上行った15例中5例において$CD_{4/8}$（リンパ球分画），PHA（リンパ球幼若化試験）などが正常値下限以下となった[11,12]。一方，HBOはステロイド剤(副腎皮質ホルモン）の免疫能抑制作用を増強するが，膠原病などに対するステロイド療法との相乗効果が期待できる[13]。

一人用チャンバーでは，閉所恐怖症(claustrophobia）が問題となることもあるが医療者との信頼関係が重要であり，チャンバー内外から常時，通話できるなど安心感を与え，軽い抗不安剤（リーゼ®）を服用してもらうこともある。また輸液は，容器（soft packのみ可）を上方に横置きできる台を工夫（金網を強力磁石で固定）しているが，人工呼吸器の使用は安全基準で禁止されている。また本邦では、一人用チャンバーは酸素加圧（駆動用に酸素で内部を満たす）が一般的であり、酸素料を保険請求できることもあり普及しているが火災などのリスクや、air breakが出来ないことから安全基準ではHBO（2.0 ATA，60分）のみの適用とされている。しかしながらHBOや再圧療法は，隔離された一定の治療時間が必要であり，多人数用チャンバーでは医師やスタッフが副室から出入りし，他の治療（輸液や輸血，薬剤の投与，採血，気管内吸引，人工呼吸，ドレーンの留置，動脈圧経時測定など）をチャンバー内で行うことが可能であり，高度医療を担うHBOには多人数用チャンバーの導入が不可欠である。

XXV. 結語

ここに挙げた適応疾患（群）はいずれも本邦における長年の実績に基づいているが，昨今の国外におけるHBOの発展は数多くの治療経験と学術的根拠の上に築かれたものであり，この潮流に乗り遅れる事無く，本邦に即した適応疾患を見直し，再編する時期であろう。本稿がその“叩き台”となればと願っている。

最後に，大変失礼な事ではあるが，検索から外れた，あるいは抄録が既に原著論文となった貢献性の高い文献が存在する可能性は否定できない。本稿をまとめ直す機会があれば改めさせて頂くことでお許し願いたい。また貴重なアドバイスや資料の提供を頂いた下記，診療科の先生方（敬称略）に深謝致します。

上里　　博：琉球大学医学部附属病院　皮膚科
小川　和彦：同　放射線科
佐村　博範：同　第一外科
大城　吉則：同　泌尿器科
加治屋志郎：同　眼科

我那覇　章：同　耳鼻咽喉科
仲間　錠嗣：同　口腔外科
今村　義典：ちゅうざん病院 リハビリ科（沖縄県）

文　献

Ⅰ－1）高気圧酸素治療の安全基準. 日本高気圧環境医学会雑誌2004；39：259-260.
Ⅰ－2）特集 高気圧酸素治療法：臨床の現況. 最新医学 1986；41：209-353.
Ⅰ－3）特集 高気圧酸素療法－最近の進歩－. 最新医学 1994；49：1217-1290.
Ⅰ－4）医科点数表の解釈 平成20年4月版. 高気圧酸素治療（J027）. 東京；社会保険研究所. 2008；pp466.
Ⅰ－5）鈴木信哉：減圧障害の治療. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2006；41：59-72.
Ⅱ－1）眞野喜洋, 山見信夫, 芝山正治, 他：減圧障害（DCI）に対する再圧治療としての提言. 日本高気圧環境医学会 2001；35：173-175.
Ⅱ－2）The Hyperbaric Oxygen Committee Report: Indications and Results, In：Feldmeier JJ（ed）. Kensington, MD：Undersea and Hyperbaric Medical Society Inc. 2003；pp1-119. http：//www.bayareahyperbarics.com/articles.htm
Ⅱ－3）7th European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine 2004. European Committee for Hyperbaric Medicine（ECHM）2004；pp1-19. http：//www.echm.org/documents/
Ⅱ－4）Maroni A：Present state of the art and guidelines for future development of hyperbaric medicine in Europe. The consensus conference sysytem of the European committee for hyperbaric medicine. 日本高気圧環境医学会雑誌 1999；34：71-77.
Ⅱ－5）Methodology Manual for ACC/AHA Guideline Writing Committee：American College of Cardiology Foundation and American Heart Association, Inc. 2006；pp30-43. http：//www.americanheart.org/downloadable/heart/
Ⅲ－1）Jain KK：Textbook of Hyperbaric Medicine. Seattle：Hogrefe & Huber Publishers. 1990；pp3-492.
Ⅳ－1）池田知純, 芦屋廣：単一組織拡散モデルによる減圧理論の展開. 日本高気圧環境医学会雑誌 2000；35：131-146.
Ⅳ－2）堂本英治, 鈴木信哉, 和田孝次郎, 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.
Ⅳ－3）眞野喜洋, 山見信夫, 杉山弘行：減圧症治療参考マニュアル. In：眞野喜洋. 減圧症治療参考マニュアル(改訂版) 東京；日本海洋レジャー安全・振興会. 1999；pp1-78.
Ⅳ－4）井上治, 野原敦, 砂川昌秀：沖縄県におけるⅡ型およびⅢ型減圧症の易発現性と重症化の検討－職業ダイバーとレジャーダイバーとの比較－. 日本高気圧環境医学会雑誌2004；39：209-217.
Ⅳ－5）川嶌眞人, 田村裕昭, 永芳郁文, 他：減圧症の治療. 日本高気圧環境医学会雑誌2001；35：177-182.
Ⅳ－6）有川和宏, 平川亘, 野間口聡, 他：過去3年間の潜水士減圧症の治療経験. 日本高気圧環境医学会雑誌1994, 29：83-88.
Ⅳ－7）湯佐祚子：琉球大学医学部附属病院における減圧症治療の現況と問題点. 日本高気圧環境医学会雑誌1988；23：165-171.
Ⅳ－8）林克二：九州労災病院における減圧症の現況と問題点. 日本高気圧環境医学会雑誌1988；23：173-179.
Ⅳ－9）後藤與四之：埼玉医大における減圧症治療の現況と問題点. 日本高気圧環境医学会雑誌1988；23：181-184.
Ⅳ－10）小浜正博, 仲西貴也, 伊藤ゆい, 他：空気塞栓症を合併した急性減圧症の救命のための初期対応と治療. 九州高気圧環境医学会誌 2009；9：15-19.
Ⅳ－11）鈴木卓, 妹尾正夫, 四ノ宮成祥, 他：重症型減圧症に対する再圧治療法－Long Air Table＋HBOの適応－）日本高気圧環境医学会雑誌1986；21：203-207.
Ⅳ－12）車川寿一, 妻鳥元太郎, 鈴木信哉, 他：無減圧潜水により発症した肺・脊髄型減圧症を伴う空気塞栓症で、再圧治療に抵抗性を示し、四肢不全麻痺を残した一例（抄録）. 日本高気圧環境

医学会雑誌1999;34:41.
Ⅳ−13) 岸野賢一, 五十嵐正己, 林康弘, 他:発症2ヶ月後の再圧治療で効果が認められた減圧障害の1例(抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌2005;40:170.
Ⅳ−14) 合志清隆:素潜り漁民にみられる脳卒中(抄録). J UOEH(産業医科大学雑誌)2006;28:129.
Ⅳ−15) 大久保仁, 小田章治, 川嶌眞人, 北島敏勝, 芝山正治, 竹内純一郎, 野沢徹, 眞野喜洋:潜水医学. In:眞野喜洋(編)) 初版、東京;朝倉書店. 1992;pp1-296.
Ⅳ−16) 野寺誠, 宮崎正己, 後藤與四之, 他:高圧暴露により生じた血管内気泡に対する再圧の効果. 日本高気圧環境医学会雑誌1992;27:223-229.
Ⅳ−17) 野原敦, 湯佐祚子, 佐久田治, 他:急速減圧暴露によるラット脳の血液脳関門、微小循環と組織学的変化. 日本高気圧環境医学会雑誌1990;25:183-189.
Ⅳ−18) 四ノ宮成祥:高圧酸素治療の新展開ー治療効果の分子メカニズムー. 日本高気圧環境医学会雑誌2001;36:177-192.
Ⅳ−19) 北野元生, 山田邦雄, 小林康人、他:減圧症における脂肪組織の早期変化. 日本高気圧環境医学会雑誌1985;20:149-155.
Ⅳ−20) 石山明, 眞野喜洋, 芝山正治, 他:減圧性気泡のガス分析. 日本高気圧環境医学会雑誌1984;19:95-97.
Ⅳ−21) Kurokawa K:ウサギの実験的潜水病における血小板の機能的、生化学的変化. Bull Tokyo Med Dent Univ. 1984;31:73-84.
Ⅳ−22) 毛利元彦:減圧症発症と血液生化学的変化. 日本高気圧環境医学会雑誌2002;37:1-6.
Ⅳ−23) 野寺誠, 後藤与四之, 梨本一郎, 他:減圧症の実験的研究ーヘリウム酸素混合ガス潜水と空気潜水の比較. 日本高気圧環境医学会雑誌1992:27;129-135.
Ⅳ−24) 新版潜水士テキストー送気調節業務特別教育用テキストー:労務省労働衛生課編, 第4章 潜行および浮上の方法. 東京;中央労働災害防止協会. 1987;pp101-124.
Ⅳ−25) 後藤与四之, 森田明紀, 横山元一, 他:減圧直後の酸素呼吸による減圧症予防効果について. 日本高気圧環境医誌 1976;11:31-32.
Ⅳ−26) 山見信夫, 眞野喜洋, 芝山正治, 他.:関東に在住するスポーツダイバーの特異的な潜水活動;特に潜水後の高所移動による減圧症発症について. 日本臨床スポーツ医学会誌 1999;7:68-75.
Ⅳ−27) Richardson D, Kinsella J, Shreeves K, et al:ダイビング後の飛行機搭乗. In:Richardson D, ed. The encyclopedia of recreational diving(日本語版). 東京;PADIジャパン, 2008;pp5-78.
Ⅳ−28) 鈴木信哉:減圧障害の最新治療. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2008;43:41-51.
Ⅳ−29) Longphere JM, Denoble PJ, Moon RE, et al:First aid normobaric oxygen for the treatment of recreational diving injuries. Undersea Hyperb Med 2007;34:43-49.
Ⅴ−1) 合志清隆, ロバート・ウオン, 東敏昭, 他:高気圧作業による急性減圧障害ー中枢神経系障害を中心としてー. J UOEH(産業医科大学雑誌)2005;27:249-261.
Ⅴ−2) 田原浩一:水中で発生した酸素中毒と思われる痙攣発作の救命事例. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2008;43:61-66.
Ⅴ−3) 玉木英樹, 原田昌範, 合志清隆:息こらえ漁業ダイバーにおける減圧障害の予防活動. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2008;43:207-210.
Ⅴ−4) 国保成曉, 菊岡健太郎, 宮崎健二, 他:気管支鏡検査後に脳空気塞栓症を合併した1例(抄録). 気管支学2007;29:258.
Ⅴ−5) Benson J, Adkinson C, Collier R:Hyperbaric oxygen therapy of iatrogenic cerebral arterial gas embolism. Undersea Hyperb Med 2003;30:117-126.
Ⅴ−6) Reust RS, Diener BC, Stroup JS, et al:Hyperbaric treatment of arterial CO_2 embolism occurring after laparoscopic surgery:A case report. Undersea Hyperb Med 2006;33:317-320.
Ⅴ−7) Carstairs S:Arterial gas embolism in a diver using a closed-circuit oxygen rebreathing diving apparatus. Undersea Hyperb Med 2001;229-231.
Ⅵ−1) Weaver LK:Hyperbaric oxygen in carbon monoxide poisoning:conflicting evidence that it works. British Med J 1999;319:1083-4.
Ⅵ−2) 玉木英樹, 佐島秀一, 合志清隆, 他:急性一酸化

炭素中毒と高気圧酸素治療. 九州高気圧環境医学会誌 2009;9:1-9.

Ⅵ－3) Kim J, Chang KH, Song IC, et al:Delayed encephalopathy of acute carbon monoxide intoxication:diffusivity of cerebral white matter lesions. Am J Neuroradiol 2003;24:1592-1597.

Ⅵ－4) 有川和宏:高気圧酸素治療の適応疾患 (2).管理医認定講習会テキスト;高気圧酸素治療法入門第4版. 日本高気圧環境医学会編) 編集責任者:徳永昭. 2005;159-161.

Ⅵ－5) 藤田基, 鶴田良介, 松山法道, 他:当施設における急性一酸化炭素中毒患者の治療法選択. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2006;41:225-230.

Ⅵ－6) 井上治, 伊佐勝憲, 森園修一郎, 他:急性CO中毒に対する高気圧酸素療法とその限界－意識障害で発症した10例から－. 日本高気圧環境医学会九州地方会誌 2004;6:1-7.

Ⅵ－7) 三谷昌光, 八木博司:最近経験した重症急性CO中毒の2症例)日本高気圧環境医学会九州地方会誌2002;2:49-51.

Ⅵ－8) 中島正一, 山本彰子, 大塚紹, 他:CO中毒患者に対するHBOT 施行期間の検討. 九州・沖縄地区高気圧環境医学懇話会誌2000;5:17-21.

Ⅵ－9) 服部憲幸, 織田成人, 貞広智仁, 他:高圧酸素療法を施行した急性一酸化炭素中毒症例の転帰の検討. 日本臨床救急医学会雑誌 2008;11:392-398.

Ⅵ－10) 市橋孝章, 西原裕幸, 春田良雄, 他:当院における一酸化炭素中毒に対する高気圧酸素療法の検討. 陶生医報 2007;23:45-48.

Ⅵ－11) 金谷春之, 鎌田佳:急性一酸化炭素中毒、低酸素性脳障害と高気圧酸素治療. 日本高気圧環境医学会雑誌1993;28:75-83.

Ⅵ－12) 関知子, 鈴木陽介, 中川儀英, 他:急性一酸化炭素中毒に対する高気圧酸素治療の検討(抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌2003;38:197.

Ⅵ－13) 瀧健治, 中島正一:急性CO中毒への高気圧酸素療法 (HBOT)の検討－間歇型CO中毒症例の分析－). 蘇生 2007;26:107-112.

Ⅵ－14) 広井敦子, 飯嶋睦, 内山真一郎, 他:高圧酸素療法が有効であった間歇型一酸化炭素中毒. 神経内科 2006;64:626-632.

Ⅵ－15) 今中章弘, 五阿彌勝穣, 新野秀人:当院で高気圧酸素療法 (HBO)を行った間歇型一酸化炭素中毒症例の臨床的検討) 臨床精神医学 2004;3:201-207.

Ⅵ－16) 関口博史, 井上茂亮, 大濱史朗, 他:高気圧酸素治療が奏功した遷延型一酸化炭素中毒症例の検討 (抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌 2004;39:178.

Ⅵ－17) 土居浩:間欠型一酸化炭素中毒の治療に対する検討 (抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌 2004;39:179.

Ⅵ－18) 杉山弘行, 神山喜一, 入来遼, 他:間歇型CO中毒に対するOHPと意識障害改善剤 (抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1986;21:80.

Ⅵ－19) 馬場健太郎、松田司、宮川哲、他:硫化水素中毒疑い症例に対する高気圧酸素治療の経験 (抄録). 日本高気圧環境医学会誌1995;30:34.

Ⅵ－20) Takano T, Miyazato Y, Nashimoto, et al. Effect of hyperbaric oxygen on cyanide intoxication:In situ changes in intracellular oxidation reduction. Undersea Biomed Res 1980;7:191-97.

Ⅵ－21) 山本五十年, 鈴木陽介, 飯塚進一、他:急性一酸化炭素中毒の治療～医学的根拠に基づく標準化へむけて. 日本高気圧環境医学会関東地方会誌2005;4:36-41.

Ⅵ－22) 合志清隆, 玉木英樹, 井上治:一酸化炭素中毒の診断と治療の問題点. 臨床と研究 2007;84:981-983.

Ⅵ－23) Weaver LK, Hopkins RO, Chan KJ, et al:Hyperbaric oxygen for acute carbon monoxide poisoning. N Engl J Med 2002;347:1057-1067.

Ⅵ－24) Scheinkestel CD, Bailey M, Myles PS, et al : Hyperbaric or normobaric oxygen for acute carbon monoxide poisoning:a randomized controlled clinical trial. Med J Aust 1999;170:203-210.

Ⅵ－25) Myers RA, Snyder SK, Emhoff TA, et al: Subacute sequelae of carbon monoxide poisoning. Ann Emerg Med 1985;14:1163-1167.

Ⅵ－26) Choi IS:Delayed neurogic sequelae in carbon monoxide intoxication. Arch Neurol 1983;40:433-435.

Ⅵ－27) Thomas M, Bozzuto DO：The role of hyperbaric oxygen therapy in emergency medicine. Jacksonville Medicine 1999；March 1-11.
Ⅶ－1) Clark LA, Moon RE：Hyperbaric oxygen in the treatment of life threatening soft-tissue infections (Review：Duke University). Respiratory Care Clinics of North America Hyperbaric Medicine, PartⅡ 1999；203-219.
Ⅶ－2) 富村奈津子, 谷口良康, 牧信也, 他：当院におけるガス壊疽に対する治療. 整形外科と災害外科 1998；47：614-616.
Ⅶ－3) 高橋健一郎, 守田敏洋, 国元文生, 他：ガス産生性感染症に対する高気圧酸素療法についての検討. 日本高気圧環境医学会雑誌 1992；27：157-160.
Ⅶ－4) 川嶌眞人, 田村裕昭, 高尾勝浩：壊疽性軟部組織感染症に対する高気圧酸素治療. 日本高気圧環境医学会雑誌1989；24：217-226.
Ⅶ－5) 広津明, 池田浩三, 篠原正博, 他：ガス壊疽に対する高気圧酸素療法の経験. 日本高気圧環境医学会雑誌1985；20, 255-261.
Ⅶ－6) 菊池康久, 則武昌之, 桂善也, 他：高圧酸素療法が奏功したと考えられる糖尿病性ガス壊疽の2例（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1995, 30：46.
Ⅶ－7) 有川和宏, 久保博明, 平川亘, 他：感染創に対する高気圧酸素療法併用の臨床経験（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1995；30：46.
Ⅶ－8) 森本文雄, 岩井敦志, 吉岡敏治, 他：クロストリジウム性ガス壊疽における高圧酸素療法の効果と実践方法について（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1993；28：47.
Ⅶ－9) 中川義宏, 恩田昌彦, 森山雄吉, 他：ガス壊疽患者に対する高圧酸素療法（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1988；23：39.
Ⅶ－10) 杉本寿, 澤田祐介, 吉岡敏治, 他：嫌気性菌感染症（ガス壊疽）に対する高気圧酸素療法. 整形・災害外科1980；13：143-153.
Ⅶ－11) Myers RA, Lucas P, Jhaveri A, et al: Management of Fournier's disease – necrotizing soft tissue infections of the genitalia. In: Kawashima M (ed). Program and Abstracts, 3rd Conference US–Japan Panel on Aerospace, Diving Physiology & Technology and Hyperbaric Medicine. Nakatsu Japan; 2008; pp53.
Ⅶ－12) Mader JT：Phagocytic killing and hyperbaric oxygen：antibacterial mechanism. HBO Review 1981；2：37-49.
Ⅷ－1) 有川和宏, 久保博明, 堂籠博, 他：意識障害に対する高気圧酸素療法の成績と問題点. 日本高気圧環境医学会雑誌1997；31：189-196.
Ⅷ－2) 吉成道夫, 佐々木巌, 喜島邦彦, 他：低酸素性意識障害患者の治療. 日本高気圧環境医学会雑誌1987；22：177-181.
Ⅷ－3) 波出石弘, 大田英則, 鉄木明文, 他：自殺企図による縊頸2例の高気圧酸素治療経験. 日本高気圧環境医学会雑誌1986；21：105-112.
Ⅷ－4) 三谷昌光, 八木博司：重症蘇生後低酸素脳症に対する高気圧酸素治療の問題点（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌2000；35：105.
Ⅷ－5) 米井昭智：溺水によるCPA に蘇生直後からHBOを施行した2小児例（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1997；32：26.
Ⅷ－6) 木谷泰治, 我妻通明, 長谷川祥子, 他：中枢神経疾患に対する高圧酸素療法（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1986；21：79.
Ⅷ－7) 伊藤範行, 野口照義, 青柳光生, 他：低酸素性脳障害へのHBOの影響（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1986；21：79.
Ⅷ－8) 並木昭義, 今泉均, 高橋長雄, 他：子癇患者の意識障害に対する高気圧酸素療法の有用性について（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1985；20：96.
Ⅷ－9) 美馬裕之, 村川雅洋, 進藤一男, 他：溺水による長時間心停止後の虚血性脳障害. 蘇生 1994；12：66.
Ⅷ－10) 田代護、金指公也、厳康秀、他. 蘇生後脳症の慢性期に高気圧酸素療法を施行した2症例（抄録）. 蘇生1992；10：87-88.
Ⅷ－11) 八塚秀彦, 塩飽善友, 近藤正得, 他：イヌの18分間完全全脳虚血におよぼす高気圧酸素治療の効果. 日本高気圧環境医学会雑誌1989；24：83-90.
Ⅷ－12) Shiokawa D, Fujishima M, Yanai T, et al: Hyperbaric oxygen therapy in experimentally induced acute cerebral ischemia. Undersea Biomed Res 1986；13：337.
Ⅷ－13) Kondo A, Baba S, Iwaki T, et al：Hyperbaric

oxygenation prevents delayed neuronal death following transient ischaemia in the gerbil hippocampus . Neuropathol Appl Neurobiol 1996;22:350-360.

Ⅷ－14) 合志清隆, 井清司, 下河辺正行, 他:脳・脊髄疾患の高気圧酸素治療－文献レビューからみた治療効果－. 日本高気圧環境医学会雑誌 2001;35:237-246.

Ⅷ－15) Mathieu D, Wattel F, Gosselin B, et al: Hyperbaric oxygen in the treatment of posthanging cerebral anoxia. J Hyperbaric Med 1987;2:63-67.

Ⅸ－1) Boerema I, Meyne NG, Brummelkamp WH, et al:Life without blood. Arch Chir Neer 1959;11:70-83.

Ⅸ－2) 木谷泰治:[高気圧酸素治療の適応]ショック. 最新医学1986;41:246-252.

Ⅸ－3) Kawamura M, Sakakibara K, Sakakibara B:Protective effect of hyperbaric oxygen for temporary ischemic myocardium. Macroscopic and histologic data. Cardiovasc Res 1976;10:599-604.

Ⅸ－4) 榊原文作, 日比行雄, 城所仁, 他:高気圧環境下における急性期心筋梗塞症の外科的治療法に関する実験的研究. 日本高気圧環境医学会雑誌1972;6:91-92.

Ⅸ－5) 小林繁夫, 小西信一郎, 日比行雄, 他:急性期心筋梗塞症に対する高気圧下手術治療の基礎的研究(抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1970;5:36-37.

Ⅸ－6) 小島範子, 宮下正夫, 松田健, 他:実験的Endotoxin shock時における肺傷害－活性酸素の意義とOHPの及ぼす効果について・第2報－. 日本高気圧環境医学会雑誌1986;21:183-190.

Ⅸ－7) 星野正純, 大久保健治, 森山雄吉, 他:Endotoxin Shock時の肺に及ぼす高気圧酸素療法の影響. 日本高気圧環境医学会雑誌1975;10:61-62.

Ⅸ－8) 阿部智:Endotoxin Shockに対する高圧酸素療法の治療効果－特に肺に及ぼす影響について－. 日本界面医学会雑誌 1984;15(2) :13-32.

Ⅸ－9) 金徳栄, 横井公良, 笹本良信, 他:Endotoxin shock時の肺に及ぼす高圧酸素療法の影響)第Ⅲ報－肺胞血管における播種性血管内凝固(DIC)を中心に. 日本高気圧環境医学会雑誌1977;12:82-83.

Ⅸ－10) 八木博司, 大島光子, 豊永敏宏, 他:脂肪塞栓症と高気圧酸素療法. 日本高気圧環境医学会雑誌1986;21:175-182.

Ⅸ－11) 合志清隆:第4回カロリンスカ大学院課程－臨床高気圧酸素治療－.日本高気圧環境医学会雑誌 2006;41:101-105.

Ⅸ－12) 八反尚一郎, 中澤博江:心筋虚血・再還流障害と高気圧酸素療法. 日本高気圧環境医学会雑誌1997;32:93-99.

Ⅸ－13) Sterling DL, Thornton JD, Swafford A, et al:Hyperbaric oxygen limits infarct size in ischemic rabbit myocardium in vivo. Circulation 1993;88:1931-1936.

Ⅸ－14) Thomas MP, Brown LA, Sponseller DR, et al:Myocardial infarct size reduction by the synergistic effect of hyperbaric oxygen and recombinant tissue plasminogen activator. Am Heart J 1991;120:791-800.

Ⅸ－15) Hiderov VM, Zakharov VN, Askenova TN: Use of hyperbaric oxygenation for treating arrhythmias. Klin Med 1982;60:51-55.

Ⅸ－16) Shandling AH, Ellestad MH, Hart GB, et al:Hyperbaric oxygen and thrombolysis in myocardial infarction:The "Hot MI" pilot study. Am Heart J 1997;134:544-550.

Ⅸ－17) Whalen RE, Salzman HA:Hyperbaric oxygenation in the treatment of acute myocardial infarction. Prog Cardiovasc Dis 1968;10:575-583.

Ⅸ－18) Thurston JGB, Greenwood TW, Bending MR, et al:A controlled investigation into the effects of hyperbaric oxygen on mortality following acute myocardial infarction. Q J Med 1973;168:751-770.

Ⅹ－1) 有川和宏, 久保博明, 堂籠博, 他:意識障害に対する高気圧酸素療法の成績と問題点. 日本高気圧環境医学会雑誌1997;31:189-196.

Ⅹ－2) 龍村俊樹, 吉野利夫, 辻本優, 他:脳脊髄疾患における高圧酸素療法の臨床意義. 日本高気圧環境医学会雑誌1990;25:169-176.

Ⅹ－3) 合志清隆, 横田晃, 梶原秀彦, 他:虚血性脳血管障害に対する高気圧酸素療法の有効性と限界. 日本高気圧環境医学会雑誌1989;24:65-73.

X－4) 波出石弘, 鈴木明文, 安井信之, 他：脳虚血に対する高気圧酸素治療－その適応と限界について－. 日本高気圧環境医学会雑誌1989；24：169-175.
X－5) 大田英則, 川村伸悟, 根本正史, 他：脳血管障害に対する高気圧酸素療法－その効果と限界－. 日本高気圧環境医学会雑誌1985；20：185-194.
X－6) 鎌田桂, 金谷春之, 小笠原孝司, 他：脳梗塞に対する高気圧酸素治療の効果. 日本高気圧環境医学会雑誌1989；24：209-215.
X－7) 貞島博通, 安倍博史：慢性期脳血管障害患者における高気圧酸素療法の効果（抄録）. 臨床と研究 1998；75：157.
X－8) 新名主宏一, 村上洋一郎, 大橋浩太郎, 他：脳梗塞慢性期知能障害例における高気圧酸素療法の脳血流改善効果（抄録）. 日本リハビリテーション医学会九州地方会誌 2001；9：10.
X－9) 川口進, 柏葉武, 小岩光行, 他：脳梗塞に対する高気圧酸素療法とSEP（somato sensory evoked potentials）. 日本高気圧環境医学会雑誌1989；24：161-167.
X－10) 平川亘, 門田紘輝, 朝倉哲彦, 他：1H-Magnetic resonance spectroscopyを用いた虚血脳の乳酸代謝の検討. 日本高気圧環境医学会雑誌1995；30：101-108.
X－11) Shingo Kawamura, Nobuyuki Yasui：Temporary effect of hyperbaric oxygen therapy for rat cerebral ischemia. 日本高気圧環境医学会雑誌1990；25：177-182.
X－12) Siokawa O, Fujishima M, Yanai T, et al：Hyperbaric oxygen therapy in experimentally induced acute cerebral ischemia. Undersea Biomedical Research 1986；13：337-344.
X－13) Kondo A, Baba S, Iwaki T, et al：Hyperbaric oxygenation prevents delayed neural death following transient ischemia in the gerbil hippocampus. Neuropathology and Applied Neurobiology 1996；22：350-360.
X－14) 波出石弘, 安井信之, 日沼吉孝, 他：高気圧酸素治療後頭蓋内のRebound現象について（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1989；24：47.
X－15) 合志清隆, 井清司, 下河辺正行, 他：脳・脊髄疾患の高気圧酸素治療－文献レビューからみた治療効果－. 日本高気圧環境医学会雑誌2001；35：237-246.
XI－1) 中川雅裕, 酒匂崇, 米和徳, 他：脊椎疾患に対する高圧酸素療法の有効性. 日本高気圧環境医学会雑誌1994；43：182-184.
XI－2) 辛龍雲, 八木博司, 楠田憲治, 他：脊髄疾患に対する高気圧酸素療法の有効性について. 日本高気圧環境医学会雑誌1990；25：113-117.
XI－3) 龍村俊樹, 吉野利夫, 辻本優, 他：脳脊髄疾患における高圧酸素療法の臨床意義. 日本高気圧環境医学会雑誌1990；25：169-176.
XI－4) 吉田恒丸, 山崎典郎, 田中秀昭, 他：圧迫性ミエロパチーの治療に併用した高気圧酸素療法の評価. 日本高気圧環境医学会雑誌1988；23：109-115.
XI－5) 見松健太郎, 村上英喜：高気圧酸素治療の適応：脊髄外科への応用. 最新医学1986；41：260-265.
XI－6) 佐藤安一郎, 谷岡富美男, 本田謙一, 他：脊髄疾患に対する高圧酸素療法の経験. 日本高気圧環境医学会雑誌1981；16：217-219.
XI－7) 野口照義, 勝本淑寛, 鈴木卓二, 他）脊椎, 脊髄手術後の高圧酸素療法. 日本高気圧環境医学会雑誌1977；12：58-59.
XI－8) 井上治, 野原博和, 我謝猛次, 他：脊髄麻痺を来した脊椎・脊髄疾患に対する高気圧酸素療法－78例20年の経験から－（抄録）. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2007；42：191.
XI－9) 土居浩, 大橋元一郎, 望月由武人, 他：脊椎椎体炎に対する高気圧酸素治療の応用（抄録）. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2007；42：192.
XI－10) 小妻幸男, 宮嶋卓郎, 菅田塁, 他：外傷性頸髄損傷患者に対する高気圧酸素治療（HBO）の有用性について（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌2003；38：197.
XI－11) 朝本俊司, 杉山弘行, 土居浩, 他：外傷性頸髄損傷に対する高気圧酸素療法の有用性（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1999；34：46.
XI－12) 吉野利夫, 龍村俊樹, 辻本優, 他：脳及び脊髄疾患に対する高圧酸素療法の意義（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1990；25：33.
XI－13) 早瀬弘之, 高橋英世, 小林繁夫, 他：術後脊髄機能障害に対する高気圧酸素治療（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1985；20：100.
XI－14) Maeda N：Experimental studies on the effect of decompression procedures and hyperbaric oxygenation for the treatment of spinal cord

injury. J Nara Med Assoc 1979;16:429-447.
XI－15) 山口喬, 川嶌眞人, 田村裕昭, 他:腰部脊柱管狭窄症に対する高気圧酸素治療. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2006;41:77-81.
XI－16) 吉田公博, 川嶌眞人, 田村裕昭, 他:腰部脊柱管狭窄症に対する高気圧酸素治療の効果. 日本高気圧環境医学会雑誌2001;35:189-193.
XI－17) 加藤剛, 柳下和慶, 川嶌眞人, 他:当院における脊髄神経疾患に対する高気圧酸素療法の効果 (抄録). 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2007;42:191.
XI－18) 井上治, 宮城正一:脊椎症性神経根障害に対する高気圧酸素療法の有効性 (抄録). 日本整形外科学会誌 2003;77:266.
XI－19) 朝本俊司, 杉山弘行, 土居浩, 他:外傷性頸髄損傷に起因する急性期の痛みに対する高気圧酸素療法の有用性 (抄録). 日本ペインクリニック学会誌 2000;7:432-433.
XI－20) Gamache RA, Myers RAM, Ducker TB, et al: The clinical application of hyperbaric oxygen therapy in spinal cord injury:A preliminary report. Surg Neurol 1981;15:85-87.
XI－21) Holbach KH, Wassmann H, Linke D:The use of hyperbaric oxygenation in the treatment of spiral cord lesions. Eur Neurol 1977;16:213-221.
XI－22) Yeo JD:The use of hyperbaric oxygen to modify the effects of recent contusion injury to the spinal cord. Central Nervous System Trauma 1984;1:161-165.
XI－23) Higgins AC, Pearlstein RD, Mullen JB, et al:Effects of hyperbaric oxygen therapy on long-tract neuronal conduction in the acute phase of spinal cord injury. J Neurosurg 1981;55:501-510.
XI－24) Kelly DL, Lassitter RL, Vongsvivut A, et al: Effects of hyperbaric oxygenation and tissue oxygen studies in experimental paraplegia. J Neurosurg 1972;36:425-429.
XI－25) Yeo JD, Stabback S, McKenzie B:A study of the effects of hyperbaric oxygen on the experimental spinal cord injury. Med J Aust 1977;2:145-147.
XI－26) Ducker TB, Salcman M, Lucas JT, et al: Experimental spinal cord trauma, Ⅱ:Blood flow, tissue oxygen, evoked potentials in both paretic and plegic monkeys. Surg Neurol 1978;10:66-73.
XI－27) Hsu P:Hyperbaric oxygen therapy in spinal cord injury:Experimental and clinical studies. J Hyperbaric Med 1991;6:19-23.
XⅡ－1) Yogaratnam JZ, Laden G, Madden LA, et al: The cardioprotective effects of hyperbaric oxygen preconditioning prior to ischemic reperfusion injury involves a synergistic link between eNOS & sICAM-1. Undersea Hyperb Med 2007 Annual Scientific Meeting:Program and abstracts 2007;157-159.
XⅡ－2) 浅野良夫, 下澤定志, 岩田欣造, 他:痴呆症状を呈した患者に対するHBOの効果 (抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1996;31:50.
XⅡ－3) 塚本栄治, 保正美佐子, 中野徹, 他:慢性期脳梗塞患者の高次脳機能障害に対する高気圧酸素療法の効果 (抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1996;31:51.
XⅡ－4) 角田博也, 細堀晋作, 木村憲明, 他:脳障害による疼痛・シビレ感に対する高気圧酸素治療法 (抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1996;31 (1) :58.
XⅡ－5) 土田隆, 村本真人, 野口洋三,他:脳外科領域に於ける老人性痴呆症に対する高気圧酸素治療の有用性 (抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1989;24:41.
XⅡ－6) 早瀬弘之, 高橋英世, 小林繁夫, 他:術後脊髄機能障害に対する高気圧酸素治療 (抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1985;20:100.
XⅡ－7) 佐久間徹, 渡辺重行, 大橋教良, 他:急性心筋梗塞における高気圧酸素療法ー心臓リハビリテーションと併用した効果 (抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1986;21:74.
XⅡ－8) 川津学, 上土橋浩, 川平和美, 他:慢性期失語症例に対する高気圧酸素療法 (抄録). リハビリテーション医学 1993;12:944.
XⅡ－9) 堀内秀俊, 古江増裕, 川津学, 他:慢性期の脳血管・脊髄障害に対する高気圧酸素療法の効果 (抄録). リハビリテーション医学 1993;11:871.
XⅡ－10) 田中潤, 瀬戸口佳史, 長井直人, 他:急性期高気圧酸素療法が脳血管障害のADLにおよぼす

効果－FIMによる検討－（抄録）. 理学療法学 2001;28:7.
XII－11) 二宮宏二, 黒木洋美, 川平和美, 他:低酸素脳症による多彩な高次脳機能障害とそのリハビリテーション（抄録）. リハビリテーション医学 2000;37:1041.
XII－12) 蘇国棟:脳卒中患者における高圧酸素療法と早期リハビリテーションの治療効果について（抄録）. 理学療法学 2007;22:47-48.
XII－13) Jain KK:Effect of hyperbaric oxygenation on spasticity in stroke patients. J Hyperbaric Med 1989;4:55-61.
XII－14) Walker M: Reversal of residual stroke symptoms using hyperbaric oxygen therapy. Alternative & Complemetary Therapies 1996, January/February, 24-31.
XII－15) Barrett KF, Masel B, Patterson J, et al: Regional CBF in chronic stable TBI treated with hyperbaric oxygen. Undersea Hyperbar Med 2004, 31 (4) :395-406.
XIII－1) 三宅養三:末梢循環障害（特集:眼科領域）. 日本高気圧環境医学会雑誌1997;32:75-81.
XIII－2) 森本健司, 福本光樹, 吉井大, 他:10年間に経験した網膜動脈閉塞症の治療経験. 眼科1996;38:825-830.
XIII－3) 萩村徳一, 岸章治, 飯田知弘:網膜中心動脈閉塞症の病型と視力予後. 臨床眼科学会誌1994;48:715-719.
XIII－4) 加茂雅朗, 白木邦彦, 森脇光康, 他:6年間に経験した網膜動脈閉塞症に関する検討. 眼科臨床医報1992, 86:2534-2538.
XIII－5) 亀田泰, 鈴木隆司, 滝川泰, 他:網膜中心動脈閉塞症の統計的観察. 眼科臨床医報1988;82:1058-1061.
XIII－6) Inoue O, Kajiya S, Yachimori R, Sawaguchi S: Hyperbaric oxygen therapy (HBO) for blinding vascular occlusions of the retina. –Experience of 204 cases (210 eyes) past 20 years-. In: Kawashima M(ed). Proceedings of the 3rd Conference U.S. Japan Panel on Aerospace, Diving Physiology & Technology and Hyperbaric Medicine. Nakatsu, Kyusyu; Japanese Society of Hyperbaric and Undersea Medicine. 2009; pp195-198.
XIII－7) Kuroki AM, Kitaoka T, Taniguchi H, et al: Hyperbaric oxygen therapy reduces visual field defect after macular hole surgery. Ophthalmic Surg Lasers 2002;33:200-206.
XIII－8) Miyake Y, Awaya S, Takahashi H, et al: Hyperbaric oxygen and acetazolamide improve visual acuity in patients with cystoid macular edema by different mechanisms. Arch Ophthalmol 1993;111:1605-1606.
XIII－9) Ogura Y, Takahashi M, Ueno S, et al: Hyperbaric oxygen treatment for chronic cystoid macular edema after branch retinal vein occlusion. Am J Ophthalmol 1987;104:301-302.
XIII－10) 宮本秀樹, 小椋祐一郎, 若野裕子, 他:網膜静脈閉塞症に合併した黄斑浮腫に対する高圧酸素療法. 日本眼科学会誌1993;97:1066-1069.
XIII－11) Okinami S, Nihira M, Iwaki M, et al: Hyperbaric oxygen therapy for cystoid macular edema in uvetis. Jpn J Clin Ophthalmol 1992;46:199-201.
XIII－12) 大藪由布子, 安武哲朗, 林文彦, 他:糖尿病性黄斑浮腫に対する高気圧酸素治療経験. 日本高気圧環境医学会雑誌1990;25:211-214.
XIII－13) 小椋祐一郎, 桐生純一, 高橋邦昌, 他:糖尿病性黄斑浮腫に対する高気圧酸素治療法. 日本眼科学会誌1988;92:38-42.
XIII－14) Beiran I, Goldenberg I, Adir Y:Early hyperbaric oxygen therapy for retinal artery occlusion. European J Ophthalmology 2001;11:345-350.
XIII－15) Herzog LM, Myer GW, Carson S, et al: Central retinal artery occlusion treated with hyperbaric oxygen. J Hyperb Med 1992;7:33-42.
XIII－16) Butler FK, Hagan C, Murphy-Lavoie H: Hyperbaric Oxygen Therapy and the Eye. Undersea Hyperb Med 2008;35:333-385.
XIV－1) 三浦誠, 坂本達則, 平海晴一, 他:突発性難聴に対する高気圧酸素療法の効果－1次, 2次治療別検討－. 耳鼻臨床2008;101:749-757.
XIV－2) 三谷昌光, 八木博司:突発性難聴に対する当院の高気圧酸素治療（HBOT）成績. 九州高気圧環境医学会誌 2008;8:16-20.
XIV－3) 川俣光, 大気誠道, 佐久間貴章, 他:突発性難聴に対する副腎皮質ホルモン・高圧酸素療法

併用療法の治療成績. 日本耳鼻咽喉科学会誌 2007;110:395-402.
XIV－4) 井上治, 新浜明彦, 長谷川昌宏, 我那覇章, 鈴木幹男:聾型の突発性難聴に対する高気圧酸素療法の意義. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2006;41:231-235.
XIV－5) 鎌田桂, 小笠原孝司, 藤原幸治, 他:突発性難聴に対する高気圧酸素治療の効果－薬物療法後の高気圧酸素治療－(抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌 1990;25:37.
XIV－6) 牧嶋和見:突発性難聴の病理病態と治療の接点. 日本高気圧環境医学会雑誌1988;23:57-63.
XIV－7) 村橋けい子:突発性難聴に対する高気圧酸素療法 －その治療効果と限界－. 日本高気圧環境医学会雑誌1988;23:77-82.
XIV－8) Yanagita N, Suzuki Y, Murahashi K: Prognosis and pathogenesis of sudden deafness with scaling out. Oto Rhino Laryn 1983;45:154-165.
XIV－9) 中村興治, 寺山吉彦, 山地誠一, 他:突発性難聴の自然治癒例と治療例との比較. 日本耳鼻咽喉科学会誌 1981;84:984-998.
XIV－10) Goto F, Fujita T, Kitani Y, et al:Hyperbaric oxygen and stellate ganglion blocks for idiopathic sudden hearing loss. Acta Otolaryngol 1979;88:335-342.
XIV－11) 中島務, 伊藤彰英, 三澤逸人:全国疫学調査における突発性難聴、特発性感音難聴の重症度基準からの検討. In:星野知之(編). 急性高度難聴調査研究班平成10年度研究業績報告書. 東京:厚生省特定疾患. 1999;pp15-19.
XIV－12) 田中博之:ハント症候群の保存的治療法(治癒率改善対策). Facial N Res Jpn 2005;25:79-81.
XIV－13) 田中博之:末梢性顔面神経麻痺変性症例に対する治療法の比較) Facial N Res Jpn 2001;21:39-41.
XIV－14) 中田将風:顔面神経麻痺の高気圧酸素療法. 日本高気圧環境医学会雑誌1986;21:99-103.
XIV－15) 寺田泰蔵, 井上治, 野原敦、他:当部における顔面神経麻痺治療の現状と問題点(抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1998;33:44.
XIV－16) 三谷昌光, 楠田憲治, 八木博司:末梢性顔面神経麻痺に対する星状神経節ブロック併用高気圧酸素治療の有効性(抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1993;28:46.
XIV－17) 中島理証, 石崎恵二, 木谷泰治, 他:顔面神経麻痺に対する高気圧酸素治療の効果(抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1991;26:28.
XIV－18) 松本俊介, 後藤恒夫, 渡辺一夫, 他:末梢性顔面神経麻痺の臨床的検討(抄録). リハビリテーション医学1990;27:699.
XIV－19) 石埼恵二, 佐藤美恵, 木谷泰治, 他:顔面神経麻痺に対する高気圧酸素治療(抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1993;28:26.
XIV－20) Bennett MH, Kertesz T, Yeung P:Hyperbaric oxygen for idiopathic sudden sensorineural hearing loss and tinnitus. Cochrane Database of Systematic Reviews 2008;Issue 1.
XIV－21) Racic G, Denoble PJ, Sprem N, et al: Hyperbaric oxygen as a therapy of Bell's palsy. Undersea Hyperb Med 1997;24:35-36.
XV－1) 高尾勝浩, 川嶌眞人, 田村裕昭, 他:圧挫滅創に対する高気圧酸素治療. 九州高気圧環境医学会誌 2009;9:10-14.
XV－2) 村上豪, 岡治道, 渋谷博美, 他:難治性創傷に対する高気圧酸素治療の有効性の検討(抄録). 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2003;38:188.
XV－3) 西英明, 朱尚孝, 錦織哲也, 他:挫滅・感染創に対する高気圧酸素療法. 中四整会誌1992;4:379-383.
XV－4) Bouachour G, Cronier P, Gouello JP, et al:Hyperbaric oxygen therapy in the management of crush injuries:a randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. J Trauma 1996;41:333-339.
XV－5) Myers RA:Hyperbaric oxygen therapy for trauma:crush injury, compartment syndrome, and other acute traumatic peripheral ischemias. Int Anesthesiol Clin 2000;38:139-151.
XV－6) Fitzpatrick DT, Murphy PT, Bruce M: Adjunctive treatment of compartment syndrome with hyperbaric oxygen. Mil Med 1998;163:577-579.
XV－7) Skyhar MJ, Hargens AR, Strauss MB, et al:Hyperbaric oxygen edema and necrosis of skeletal muscle in compartment syndrome

associated hemorrhagic hypotension. Bone Joint Surg 1986;68:1218-124.

XVI －1）石井良昌, 宮永豊, 下條仁士, 他:高気圧酸素療法の最大運動後の乳酸濃度に及ぼす影響. 日本高気圧環境医学会雑誌1995;30:109-114.

XVI －2）石井良昌, 宮永豊, 下條仁士, 他:筋肉部分断裂に対する高気圧酸素療法の有用性について（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1996;31:49.

XVI －3）柳下和慶, 山見信夫, 外川誠一郎, 他:スポーツ軟部外傷に対する高気圧酸素治療、特に膝内側側副靭帯損傷に対して（抄録）. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2008;43:137.

XVI －4）今田岳男, 寛田司, 奥田香子, 他:スポーツ選手の筋損傷に対する高気圧酸素療法のMRIによる検討（抄録）. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2006;41:182.

XVI －5）石井良昌, 宮永豊, 下條仁士, 他:スポーツ分野における高気圧酸素の有用性について（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1998;33:29.

XVI －6）柳下和慶, 山見信夫, 外川誠一郎, 他:足関節捻挫に対する高気圧酸素療法の有用性. 日本整形外科スポーツ医学会誌 2008;27:351-355.

XVI －7）Inoue O, Kukita I, Isa S:Osteogenesis enhancement by hyperbaric oxygenation in the dog. In:Mano Y (ed). Proceedings of the 1st Panel on U.S./Japan Diving hysiology, Technical and Aerospace Medicine (Formerly UJNR). Tokyo; 2004; pp95-97.

XVI －8）井上治, 伊佐真徳, 吉川朝昭:高気圧酸素療法の骨形成促進作用に関する骨形態計測学的研究. 日本高気圧環境医学会雑誌2003;38:15-21.

XVI －9）Kitakoji T, Takashi S, Ono Y, et al:Effect of hyperbaric oxygenation treatment on lengthened callus. Undersea Hyperb Med 1999;165-168.

XVI－10) 井上治, 島袋博之, 新垣宜貞, 他:高気圧酸素療法の仮骨延長法における有用性の検討. 整形外科1994;45:1501-1507.

XVI－11) Sawai T, Niimi A, Takahashi H, et al: Histologic study of the effect of hyperbaric oxygen therapy on autogenous free bone grafts. J Oral Maxilofac Surg 1996;54:975-981.

XVI－12) 仲間錠嗣, 砂川元, 新崎章, 他:顎裂部への新鮮自家海綿骨細片移植術（顎裂部骨移植術）における高気圧酸素療法併用の効果について（抄録）. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2006;41:184.

XVI－13) Chan YS, Chen CY, Yuan LJ, et al:Effects of hyperbaric oxygen and platelet derived growth factor on medial collateral ligament fibroblasts. Undersea Hyperb Med 2007;34:181-190.

XVI－14) Best TM, Loitz-Ramage B, Corr DT, et al: Hyperbaric oxygen in the treatment of acute muscle stretch injuries. Result in an animal model 1998;26:367-372.

XVI－15) Webster DA, Horn HM, Amin O, et al:Effect of hyperbaric oxygen on ligament healing in a rat model. Undersea Hyperb Med 1996;23:13.

XVI－16) Germain G, Delaney J, Moore G, et al:Effects of hyperbaric oxygen therapy on exercise-induced muscle soreness. Undersea Hyperb Med 2003;30:135-145.

XVI－17) Mekjavic IB, Exner JA, TeschPA, et al: Hyperbaric oxygen therapy does not affect recovery from delayed onset muscle soreness. Medicine & Science in Sports & Exercise 2000;558-563.

XVI－18) Harrison BC, Robinson D, Davison BJ, et al: Treatment of exercise-induced muscle injury via hyperbaric oxygen therapy. Medicine & Science in Sports & Exercise 2000;36-42.

XVI－19) Zamboni WA, Roth RC: Morphological analysis of the microcirculation during reperfusion of ischemic skeletal muscle and the effect of hyperbaric oxygen. Plast Reconstr Surg 1993;1110-23.

XVI－20) Borromeo CN, Ryan JL, Marchetto PA, et al: Hyperbaric oxygen therapy for acute ankle sprain. Am J Spots Med 1997;25:619-625.

XVI－21) James PB, Scott B, Allen MW:Hyperbaric oxygen therapy in sports injuries. Physiotherapy 1993;79:571-572.

XVI－22) Ehler WJ, Stefko RM, Colleton C:Effect

of hyperbaric oxygenation (HBO) on autogenous long bone grafts in the canine. The 13th International Congress on Hyperbaric Medicine (ICHM) Program, Kobe, 1999;pp109.

XVI－23) Barth E, Sullivan T, Berg E:Animal model for evaluating bone repair with and without adjunctive hyperbaric oxygen therapy (HBO). J Invest Surg 1990;3:387-392.

XVI－24) Malloy RB, Kolodny SC:Osteogenesis enhancement. Hyperbaric Oxygen Therapy. In:Davis JC (ed) The Undersea Medical Society 1977;pp281-285.

XVI－25) 医科点数表の解釈. 平成20年4月版. 社会保険研究所 2008;pp552.

XVII－1) 井上治, 外間晶子, 湯佐祚子, 他:有茎または遊離複合組織移植における高気圧酸素療法とProstaglandine E1静注の併用効果の検討－経皮酸素分圧測定による－. 日本高気圧環境医学会雑誌1992;27:147-155.

XVII－2) Fukui A, Maeda M, Inada Y, et al:An investigation of venous pressure and oxygen tension in human extremities:An experimental study of survival in pedicled venous flaps. J Reconst Microsurgery 1991;7:217-221.

XVII－3) 金田敏郎, 田口望, 上田実, 他:口腔顎顔面再建手術における高気圧酸素治療の応用. 日本高気圧環境医学会雑誌1986;21:167-174.

XVII－4) 伊坪喜八郎, 小室恵二, 長山瑛, 他:創傷の治癒過程からみた高圧酸素療法の有用性. 最新医学 1986;41:300-307.

XVII－5) Hart GB, O'Reilly RR, Broussard ND, et al:Treatment of burns with hyperbaric oxygen. Surg Gynecol Obstet 1974;139:693-696.

XVII－6) Niu AKC, Yang C, Lee HC, et al:Burns treated with adjunctive hyperbaric oxygen therapy:A comparative study in humans. J Hyperbar Med 1987;2:75.

XVII－7) Cianci P, Slade JBJ. Thermal burns. The Hyperbaric Oxygen Committee Report: Indications and Results, In. ed. Feldmeier JJ, 2003;pp109-119. Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc., Kensington, MD.

XVII－8) Friedman HIF, Fitzmaurice M, Vecchiolla T:An evidence-based appraisal of the use of hyperbaric oxygen on flaps and grafts. Plast. Reconstr Surg 2006;117:175-190.

XVII－9) Richards L, Lineaweaver WC, Stile Frank, et al:Effect of hyperbaric oxygen therapy on the tubed pedicle flap survival in a rat model. Annals of Plastic Surgery 2003;50:51-56.

XVII－10) Tan CM, Im MJ, Myers RA, et al:Effect of hyperbaric oxygen and hyperbaric air on survival of island skin flaps. Plast Reconstr Surg 1974;73:27-30.

XVII－11) McFarlane RM, Wermuth RE:The use of hyperbaric oxygen to prevent necrosis in experimental pedicled flaps and composite skin grafts. Plast Reconstr Surg 1966;37:422-430.

XVII－12) Zamboni WA, Roth AC, Russel RC, et al:The effect of acute hyperbaric oxygen therapy on axial pattern skin flap survival when administered during and after total ischemia. J Reconstr Microsurg 1989;5:343-347.

XVII－13) Cianci P, Lueders H, Lee H, et al:Adjunctive hyperbaric oxygen reduces the need for surgery in 40-80% burns. J Hyperb Med 1988;3:97-101.

XVII－14) Perrins DJD, Cantab MB:Infuence of hyperbaric oxygen on the survival of split skin grafts. Lancet 1967;1:868-871.

XVII－15) Bowersox JC, Strauss MB, Hart GB, et al: Clinical experience with hyperbaric oxygen therapy in the salvage of ischemic skin flaps and grafts. J Hyperbaric Med 1986;1:141-149.

XVIII－1) 永芳郁文, 佐々木誠人, 吉田公博, 他:Diabetic footに対する高気圧酸素治療併用療法の効果. 日本高気圧環境医学会雑誌2002;37:221-226.

XVIII－2) 井上治, 野原敦, 砂川昌秀, 他:糖尿病性足部壊死(DM足)に対するHBOの治療効果と限界. 日本高気圧環境医学会九州地方会誌 2004;4:11-14.

XVIII－3) 野間興二, 広瀬憲文, 石川勝憲, 他:糖尿病性神経障害に対する高気圧酸素療法. 臨床内分泌と代謝 1991;8:153-156.

XVⅢ －4) 永芳郁文, 川嶌眞人, 田村裕昭, 他：難治性潰瘍に対する高気圧酸素治療. 日本高気圧環境医学会雑誌2005；40：225-229.
XVⅢ －5) 八木博司：四肢難治性潰瘍に対する高気圧酸素療法について. 日本高気圧環境医学会雑誌1987；22：27-40.
XVⅢ －6) 小林繁夫, 高橋英世, 榊原欣作, 他：外科的治療の無効な慢性四肢動脈閉塞性疾患症例に対する高気圧酸素治療の臨床経験：日本高気圧環境医学会雑誌1985；20：39-47.
XVⅢ －7) 浦山博, 片田正一, 原田猛, 他：四肢動脈閉塞症に対する高気圧酸素治療の適応と位置付け(抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1992；27：41.
XVⅢ －8) 宮本正章：治療抵抗性末梢動脈疾患（PAD）に対する再生医療を応用した先進併用療法（抄録）. 日本医科大学医学会雑誌2008；4（4）：214.
XVⅢ －9) 内橋慶隆, 三浦香登子, 安田俊司, 他）慢性四肢動脈閉塞症患者の切断部位の検討. 日本高気圧環境医学会雑誌1986；21：153-156.
XVⅢ－10) Faglia E, Favales F, Morabito A：New ulceration, new major amputation, and survival rates in diabetic subjects hospitalized for foot ulceration from 1990 to 1993. A 6.5-year follow-up. Diabetes Care 2001；24：78-83.
XVⅢ－11) Faglia E, Favales F, Aldeghi A, et al：Adjunctive systemic hyperbaric oxygen therapy in the treatment of severe prevalently ischemic diabetic foot ulcer. A randomized study. Diabetes Care 1996；19：1338-1343.
XVⅢ－12) Abidia A, Laden G, Kuhan G, et al：The role of hyperbaric oxygen therapy in ischaemic diabetic lower extremity ulcers：a double-blind randomized-controlled trial. Eur J Vasc Endovasc Surg 2003；25：513-518.
XVⅢ－13) Kessler L, Passemard R, Bilbault P, et al：Hyperbaric oxygenation accelerates the healing rate of nonischemic chronic diabetic foot ulcers. A prospective randomized study. Diabetes Care 2003；26：2378-2382.
XVⅢ－14) Lin TF, Chen SB, Niu KC：The vascular effects of hyperbaric oxygen therapy in treatment of early diabetic foot. Undersea Hyperb Med 2001；28：67.
XVⅢ－15) Hammerlund C, Sundberg T：Hyperbaric oxygen reduced size of chronic leg ulcers：A randomized double-blind study. Plastic Reconstr Surg 1994；93：829-834.
XIX － 1) 川嶌眞人, 田村裕昭, 永芳郁文, 他：骨髄炎に対する高気圧酸素治療. 日本高気圧環境医学会雑誌2002；37：51-55.
XIX － 2) 瀧健治, 中島正一, 岩村高志, 他. 骨髄炎への高気圧酸素療法（HBOT）の効果の検討ー血行性骨髄炎と外傷性骨髄炎での治療効果の比較ー. 日本高気圧環境医学会雑誌2001；36：201-207.
XIX－3) 松本章, 吉田将亜, 近藤英司, 他：高気圧酸素療法を併用して治療した下顎骨骨髄炎の臨床的検討（抄録）. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2008；43：153.
XIX－4) 立石康一郎, 白土雄司, 笹栗正明, 他：下顎骨骨髄炎における高気圧酸素療法の臨床的検討. 日本口腔科学会雑誌（抄録）. 2005；54：137.
XIX－5) 川島清美, 杉原一正, 岩谷博明, 他：HBOTの効果が認められなかった口腔疾患についての検討（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌 2004；39：175.
XIX－6) 鮫島浩司, 川内義久, 丸山裕之, 他：感染性脊椎疾患に対する高気圧酸素療法を併用した保存療法. 整形外科と災害外科2007；56：211-213.
XIX－7) 川嶌眞人, 田村裕昭, 高尾勝浩, 他；骨、関節感染症に対する高気圧酸素療法. 日本高気圧環境医学会雑誌1989；24：145-152.
XIX－8) 桜木康晴, 横田晃和, 藤原恒弘, 他：褥創に対するOHPの治療効果について. 日本高気圧環境医学会雑誌1990；25：83-90.
XIX－9) 佐藤偕男：褥創治療における高気圧酸素療法の検討（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌1997；32：28.
XIX－10) Hart BB：Refractory osteomyelitis. In；Feldmeier JJ, ed. Hyperbaric Oxygen Therapy Committee Report 2003；pp79-85. Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc. Kensington, MD.
XIX－11) Kutlay M, Colak A, Simsek H, et al：Antibiotic and hyperbaric oxygen therapy in the management of post-operative discitis. Undersea Hyperb Med 2008；35：427-435.
XX － 1) Ambiru S, Furuyama N, Kimura F, et al：

Effect of hyperbaric oxygen therapy on patients with adhesive intestinal obstruction associated with abdominal surgery who have failed to respond to more than 7 days of conservative treatment. Hepato-gastroenterology (Greece) 2008;55:491-495.

XX－2) 安蒜聡, 古山信明, 青野光夫, 他:小児ならびに成人術後腸閉塞症再発に対する高気圧酸素治療の意義－複数回高気圧酸素治療症例の検討－. 日本高気圧環境医学会雑誌2005;40:219-224.

XX－3) 瀧もとみ, 中島正一, 秋吉美奈, 他:麻痺性イレウスに対する高気圧酸素療法(HBOT)の治療効果の検討. 日本臨床高気圧酸素医学会雑誌 2005;2:76-81.

XX－4) 黒木克郎, 黒木敦郎, 上原尚人, 他:救急腹部外科疾患に対する高気圧酸素療法. 日本臨床高気圧酸素・潜水医学会雑誌 2005;2:179-86.

XX－5) Okada T, Yoshida H, Matsunaga T, et al: Hyperbaric oxygen therapy for simple adhesive postoperative intestinal obstruction in children:comparison of the use of a short tube versus a long tube. Eur J Pediatr Surg 2004;14:240-244.

XX－6) 有川和宏, 久保博明, 平川亘, 他:高気圧酸素治療下での利尿・抗利尿ホルモンの動態－特にイレウス著効例について－. 日本高気圧環境医学会雑誌1995;30:93-99.

XX－7) 恩田昌彦:イレウスに対する高圧酸素療法. 日本高気圧環境医学会雑誌1988;23:93-106.

XX－8) 草間照夫, 酒井靖夫, 新田幸寿, 他:イレウスに対する高圧酸素療法(OHP)の試み. 長岡赤十字病院医学雑誌 1988;1:25-29.

XX－9) 古山信明, 樋口道雄, 鈴木卓二, 他:術後イレウスに対する高気圧酸素療法. 日本高気圧環境医学会雑誌1987;22:141-145.

XX－10) 伊藤定雄:麻痺性イレウスに対する高気圧酸素治療の臨床的研究. 日本高気圧環境医学会雑誌1983;18:9-18.

XX－11) Saito H, Sageusa T, et al:Clinical and experimental studies of hyperbaric oxygen treatment of postoperative ileus. In:Smith G (ed) Proceedings of the 6th International Congress on Hyperbaric Medicine. University of Aberdeen, 1977;pp 333-337.

XX－12) 吉安定行:高圧酸素療法の臨床応用とその治療効果に関する研究　とくに腹膜炎ショックとエンドトキシンショックを中心として. 日本臨床外科学会雑誌 1983;44:376-387.

XX－13) 八木博司, 山田耕治, 田口智章, 他:上腸間膜動脈の急性閉塞と高気圧酸素療法－実験的, 臨床的研究－. 日本高気圧環境医学会雑誌1994;29:107-115.

XX－14) 秋山和己, 小林厳, 竹前徹也, 他:急性上腸間膜動脈閉塞症に対する高圧酸素療法の効果 ラットを用いた実験的研究. 日本高気圧環境医学会雑誌1970;5:34-36.

XX－15) 早瀬弘之, 高橋英世, 小林繁夫, 他:実験的虚血性大腸炎に対する高気圧酸素治療の効果の検討－微小血管造影による検討(抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌　1989;24:26.

XX－16) Togawa S, Yamami N, Nakayama H, et al. Evaluation of HBO2 therapy in pneumatosis cystoids intestinalis. Undersea Hyperb Med 2004;31:387-393.

XX－17) Ratner GL, Kaluzhskih VN, Dildin AS, et al:Hyperbaric oxygenation in intensive therapy of automotor disorders of intestinal function. Anesteziol Reanimatol 1978;4:64-68.

XX－18) Grokhovsky VI, Mogiliak OL, Bonovik PI: Five year experience using hyperbaric oxygenation in pediatric surgery. Klin Khir 1978;6:66-70.

XX－19) Lorder RE: Use of hyperbaric oxygen in paralytic ileus. British Medical J 1977;4:1448-1449.

XX－20) Tokar B, Gundogan AH, Ilhan H, et al: The effect of hyperbaric oxygen treatment on the inflammatory changes caused by intraperitoneal meconium. Pediatr Surg Int 2003;19:673-676.

XX－21) Akin ML, Gulluoglu BM, Uluutku H, et al:Hyperbaric oxygen improves healing in experimental rat colitis. 2002;29:279-285.

XX－22) Lavy A, Weisz G, Adir Y, et al: Hyperbaric oxygen for perianal Chrohn's disease. J Clin Gastroenterol 1994;19:201-205.

XX－23) Buchman AL, Fife C, Torres C, et al.

Hyperbaric oxygen therapy for severe ulcerative colitis. J Clin Gastroenterol 2001; 33:337-339.

XXI－1) 有川和宏, 堂籠博, 山岡章浩:周術期高ビリルビン血症に対する高気圧酸素療法の有用性. 日本高気圧環境医学会雑誌2001;36:193-200.

XXI－2) Ueno S, Tanabe G, Kihara K, et al: Early post-operative hyperbaric therapy modifies neutrophile activation. Hepato-gastroenterology (Greece) 1999;46:1798-1799.

XXI－3) 森山雄吉, 恩田昌彦, 松田範子, 他:食道静脈瘤治療中あるいは肝切除術後の肝機能増悪例に対する高気圧酸素治療. 日本高気圧環境医学会雑誌1999;33:179-187.

XXI－4) 松田範子:肝疾患と高圧酸素療法に関する基礎的および臨床的研究. 日本高気圧環境医学会雑誌1997;30:217-225.

XXI－5) 中山幸一, 八木博司, 北野正剛, 他:肝硬変末期にみられる肝不全に対する高気圧酸素(OHP)療法の効果. 日本高気圧環境医学会雑誌1986;21:113-119.

XXI－6) 橋本公昭, 上西正明, 吉岡敏治, 他:ショック回復後も長期間遷延した肝、腎機能障害に対するOHPの効果. 日本高気圧環境医学会雑誌1986;21:199-202.

XXI－7) 東秀史, 兼松隆之, 竹中賢治, 他:術後肝不全に対する治療手段としての高圧酸素療法の有用性(抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌1986;21:94.

XXI－8) 藤原恒弘, 難波康男, 藤原久子, 他:急性肝不全に対するHBOの効果について. 日本高気圧環境医学会雑誌1986;21:191-197.

XXI－9) Suehiro T, Shimura T, Okamura K, et al: The effect of hyperbaric oxygen treatment on postoperative morbidity of left lobe doner in living donor adult liver transplantation. Hepato-gastroenterology (Greece) 2008; 55:1014-1019.

XXI－10) Sakoda M, Ueno S, Kubo F, et al:Effects of early postopetative oxygen therapy on energy metabolism and hepatic regeneration after hepatectomy. Medical Journal of Kagoshima University 2006;58:7-14.

XXI－11) 有村敏明, 山口俊一郎, 浜崎潤一郎, 他:重症急性膵炎に対する高気圧酸素療法の効果(抄録). 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2008;43:157.

XXI－12) Ijichi H, Taketomi A, Yoshizumi T, et al: Hyperbaric oxygen induces vascular endothelial growth factor and reduces liver injury in regenerating rat liver after partial hepatectomy. Journal of Hepatology. 2006; 45:28-34.

XXI－13) Nagamine K, Kubota T, Togo S, et al: Beneficial effect of hyperbaric oxygen therapy on liver regeneration after 90 % hepatectomy in rats. Eur Surg Res 2004; 36:350-356.

XXI－14) Uwagawa T, Unemura T, Yamazaki Y: Hyperbaric oxygenation after portial vein embolization for regeneration of the predicted remnant liver. J Surg Res 2001; 100:63-68.

XXI－15) 松田範子, 恩田昌彦, 森山雄吉, 他:実験的慢性四塩化炭素肝障害に対する高圧酸素療法の影響. 日本高気圧環境医学会雑誌1988;23: 155-162.

XXI－16) 松田範子, 恩田昌彦, 森山雄吉, 他:実験的四塩化炭素肝障害に対する高圧酸素療法の影響. 日本高気圧環境医学会雑誌1987;22:153-161.

XXI－17) Mazariegos GV, O'Toole K, Mieles LA, et al:Hyperbaric oxygen therapy for hepatic artery thrombosis after liver transplantation in children. Liver Transplantation and Surgery 1999;5:429-436.

XXI－18) Burk RF, Reiter R, Lane JM:Hyperbaric oxygen protection agaist carbon tetrachloride hepatotoxicity in the rat. Association with altered metabolism. Gastroenterology 1986; 90:812-818.

XXI－19) Truss CD, Killenberg PG. Treatment of carbon tetrachloride poisoning with hyperbaric oxygen. Gastroenterology 1982; 82:767-769.

XXII－1) 中田瑛浩、斉藤順之、千見寺勝、他:放射線膀胱炎に対する高気圧酸素治療の血尿を指標とした長期治療成績)日本高気圧環境医学会雑誌2005;40:65-71.

XXII－2) 佐村博範, 野里栄治, 沢岻安勝, 他:放射線腸炎

に対するHBOの治療経験（抄録）. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2006；41：160.
XXII－3) 井上治, 小川由英, 大城吉則, 他：急性増悪を来した放射線膀胱炎および腸炎に対する高気圧酸素療法（抄録）. 日本高気圧環境医学会雑誌2003；38：188.
XXII－4) 澤井俊宏, 新美敦, 上田実, 他：高気圧酸素療法の人工歯根植立への応用.日本高気圧環境医学会雑誌1999；33：113-116.
XXII－5) Weiss JP, Neville EC: Hyperbaric oxygen: Primary treatment of radiation-induced hemorrhagic cystitis. Urology 1989；142：43-45.
XXII－6) Feldmyer JJ, Jelen I, Davolt DA, et al: Hyperbaric oxygen as a prophylaxis for radiation-induced delayed enteropathy. Radiotheraoy and Oncology 1995；35：138-144.
XXII－7) Woo TCS, Joseph D, Oxer H, et al. Hyperbaric oxygen treatment for radiation proctitis. Int J Radiation Oncology Biol Phys 1997；38：619-622.
XXII－8) Marshall GT, Thirlby RC, Bredfeldt JE, et al：Treatment of gastrointestinal radiation injury with hyperbaric oxygen. Undersea Hyperbaic Medicine 2007；34：35-42.
XXII－9) Hampson B and Corman JM：Rate of delivery of hyperbaric oxygen treatments does not affect response in soft tissue radionecrosis. Undersea Hyperb Med 2007；34：329-334.
XXII－10) Clark RE, Tenorio LMC, Hussey JR, et al: Hyperbaric oxygen treatment of chronic refractory radiation proctitis：A randomized and controlled double-blind crossover trial with long-term follow-up. Int. J. Radiation Oncology Biol Phys 2008；1-10.
XXII－11) Wreford-Brown CL, Hampson NB: Hyperbaric oxygen treatment protocols for mandibular osteoradionecrosis. Undersea Hyperb Med 2003；30：175-179.
XXII－12) Moon RE, McGraw TA, Blakey G：Hyperbaric oxygen therapy for radiation necrosis of the jaw：Comments on a randomized study. Undersea Hyperbar Med 2005；32：145-147.
XXIII－1) Koshi K, Kinoshita Y, Imada H, et al：Effects of radiotherapy after hyperbaric oxygenation on malignant gliomas. Br J Cancer 1999；80：236-241.
XXIII－2) Beppu T, Kamada K, Nakamura R, et al: A phase Ⅱ study of radiotherapy after hyperbaric oxygenation combined with interferon-beta and nimustine hydrochloride to treat supratentorial malignant glioma. J Neuro-Oncology 2003；61：161-170.
XXIII－3) Ogawa K, Yoshii Y, Inoue O, et al：Phase Ⅱ trial of radiotherapy after oxygenation with chemotherapy for high-grade gliomas. British J Cancer 2006；95：862-868.
XXIII－4) Kinoshita Y, Koshi K, Kunugita N, et al: Preservation of tumour oxygen after hyperbaric oxygenation monitored by magnetic resonance imaging. Br J Cancer 2000；82：88-92.
XXIII－5) Beppu T, Kamada K, Yoshida Y, et al：A change of oxygen pressure tissue under various conditions. J Neurooncol 2002；58：47-52.
XXIII－6) Kunugita N, Koshi K, Kinoshita Y, et al: Radiotherapy after hyperbaric oxygenation improves radioresponse in experimental tumor models. Cancer Letters 2001；164：149-154.
XXIII－7) 四ノ宮成祥：腫瘍細胞の放射線誘発細胞死に対する酸素の効果－HBOの増感効果メカニズムについての考察－（抄録）. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2006；41：158.
XXIII－8) 井上治, 野原博和, 我謝猛次, 他：脊髄麻痺を来した脊椎・脊髄疾患に対する高気圧酸素療法－78例20年の経験から－（抄録）. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2007；42：191.
XXIII－9) Ohguri T, Imada H, Kohshi K, et al. Effect of prophylactic hyperbaric oxygen treatment for radiation-induced brain injury after stereotactic radiosurgery of brain metastases. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2007；67：248-255.
XXIII－10) 矢原勝哉, 大栗隆行, 文昇大, 他：尿管癌術後の多発肺転移例に定位放射線治療後、化学療法に温熱療法と高気圧酸素療法を併用し病変の完全消失を得た1例（抄録）. Thermal

Medicine 2008;24:165-166.
XXIII−11) 矢原勝哉, 大栗隆行, 文昇大, 他:卵巣癌術後の局所再発に放射線治療および温熱療法と高気圧酸素療法の併用による化学療法によりCRが得られた1例 (抄録). Thermal Medicine 2008;24:169.
XXIII−12) 灘吉進也, 今林和馬, 藤原裕士, 他:悪性腫瘍に対する温熱化学療法と高気圧酸素との併用治療 (抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌 2004;39:181.
XXIII−13) 滝口伸浩, 古山信明, 鈴木卓二, 他:悪性腫瘍に対する化学療法・高圧酸素併用療法の治療効果に関する実験的検討. 日本高気圧環境医学会雑誌 (抄録) 1995;30:39.
XXIII−14) 田中克之, 吉田泰之, 橋本卓雄:悪性脳腫瘍における高気圧酸素療法併用化学療法の有用性について (抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌 2003;38:186.
XXIII−15) 田中克之, 山崎浩史, 清水万紀子, 他:高気圧酸素状態下における抗癌剤カルボプラチンの血液・脳関門透過性亢進 (抄録). 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2008;43:149.
XXIII−16) 鈴木由布, 田中克之, 吉田泰之, 他:投与後24時間のカルボプラチンの薬物動態と高気圧酸素療法の検討 (抄録). 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2008;43:149.
XXIII−17) 田中宜威, 恩田昌彦, 山下精彦, 他:ヌードマウス可移植性ヒト胃癌に対する放射線・高圧酸素併用療法 (第1報) −とくに正常および腫瘍組織内酸素濃度について−. 日本高気圧環境医学会雑誌1987;22:239-243.
XXIII−18) 平川亘:抗腫瘍効果−癌化学療法との併用−高気圧酸素療法による抗癌剤の効果増強. 日本高気圧環境医学会雑誌1997;31:205-214.
XXIII−19) 平川亘, 門田紘輝, 朝倉哲彦, 他:高気圧酸素療法による抗癌剤の効果増強に関する実験的研究. 日本高気圧環境医学会雑誌1993;28:127-133.
XXIII−20) 大越基弘, 岡達:扁平上皮癌に対するBleomysinと高気圧酸素併用療法の効果と、随伴する肺の変化. 日本高気圧環境医学会雑誌1981;16:128-132.
XXIII−21) 渡部達夫:腫瘍血管に関する実験的研究　第2編　腫瘍血管と癌化学療法との関連性について. 岡山医学会雑誌 1979;91:89-99.
XXIII−22) Yoshitatsu Miyamoto:Influence of hyperbaric oxygenation upon the anticancer effect of alkylating agents (endoxan and mitomycin-c). Kumamoto Medical J 1968;21:108-113.
XXIII−23) 田中克之, 月川賢, 吉田泰之, 他:高気圧酸素状態における3次元腫瘍モデルを用いた抗癌剤感受性増強作用 (抄録). 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2008;43:150.
XXIII−24) 川添泰臣, 横内雅博, 上野宜功, 他:マウス骨肉腫に対する高気圧酸素を併用した新たな治療法についての検討 (抄録). 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2008;43:150.
XXIII−25) 田中克之, 山口治香, 根岸大輔, 他:高気圧酸素療法下における抗癌剤の薬物動態的見当 (抄録). 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2006;41:163.
XXIII−26) Henk JM, Kunkler PB, Smith CW: Radiotherapy and hyperbaric oxygen in head and neck cancer. The Lancet, July 16, 1977;101-103.
XXIII−27) Henk JM:Late results of a trial of hyperbaric oxygen and radiotherapy in head and neck cancer:a rational for hypoxic cell sensitizer ? . J Radiation Oncology Biol Phys 1986;12:1339-1341.
XXIII−28) Berry GH, Dixon B, Ward AJ:The leeds results for radiotherapy in HBO for carcinoma of the head and neck. Clin Radiol 1979;30:591-591.
XXIII−29) Haffty BG, Hurley RD, Peters LG:Carcinoma of the larynx treated with hypofractionated radiation and hyperbaric oxygen:long-term tumor control and complications. Int J Radiation Oncology Bio. Phys. 1999, 45:13-20.
XXIII−30) Ejden J, Perez MAG:Potentiation of the immunosuppressive effects of cytoxan by hyperbaric oxygen. Experientia 1967;23:758-759.
XXIII−31) Upton PG, Yamaguchi S, Myers TP, et al: Effect of antioxidants and hyperbaric oxygen in ameliorating experimental doxorubicin skin toxicity in the rat. Cancer Treatment Reports 1986;70:503-507.
XXIII−32) Drug interactions with hyperbaric

oxygenation. In：Jain KK (ed). Textbook of Hyperbaric Medicine. Seattle；Hogrefe & Huber Publishers, 1990；pp108.

XXIII－33) Nemiroff PR：Effects of Cis-Platinum and hyperbaric oxygen on wound healing in mice. Undersea Biomedical Research. 1988；40：15.

XXIV－1) Bennett M：Randomized controlled trials. In：Feldmeier JJ (ed). Hyperbaric Oxygen Therapy Committee Report. Indications and Results. Kensington, MD. Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc. 2003；pp 121-136.

XXIV－2) Weaver LK：Hyperbaric oxygen in carbon monoxide poisoning, conflicting evidence that it works. British Med J 1999；319：1083-1084.

XXIV－3) Moon RE, McGraw TA, Blakey GB：Hyperbaric oxygen therapy for radiation necrosis of the jaw：comments on a randomized study. Undersea Hyperbar Med 2005；32：145-147.

XXIV－4) Myers RM：Personal communications at the 3rd Conference U.S. Japan Panel on Aerospace, Diving Physiology & Technology and Hyperbaric Medicine, Nakatsu, 2008.

XXIV－5) 太田保世：酸素の毒性と酸素中毒および高気圧酸素治療. 最新医学 1986；41：230-236.

XXIV－6) 太田保世：高気圧酸素治療の功罪. 最新医学 1994；49：1220-1225.

XXIV－7) 四ノ宮成祥：高気圧酸素治療の副作用(酸素中毒, 気圧外傷, その他). In：徳永昭 (編). 高気圧酸素治療法入門第4版. 東京；日本高気圧環境医学会. 2005；pp89-113.

XXIV－8) Clark J：Side effects and complications. In：Feldmeier JJ (ed). The Hyperbaric Oxygen Committee Report. Kensington, MD. Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc. 2003；pp137-141.

XXIV－9) 永井りつ子, 小浜正博, 大兼剛：高気圧酸素治療に伴うリスクファクターとしての肺嚢胞の評価 (抄録). 日本高気圧環境医学会雑誌 2005；40：165.

XXIV－10) 井上治：呼吸器疾患における高気圧酸素療法. 呼吸器ケア 2005；3：90-93.

XXIV－11) 井上治, 新垣宜貞, 半澤浩明, 他：長期の高気圧酸素療法が免疫能に及ぼす効果に関する実験および臨床. 日本高気圧環境医学会雑誌 1996；31：119-128.

XXIV－12) 井上治：間歇的高気圧酸素暴露が代謝・内分泌および骨髄・免疫能に及ぼす効果. 日本高気圧環境医学会雑誌 1996；31：215-228.

XXIV－13) 井上治, 野原敦, 砂川昌秀：高気圧酸素療法とプレドニン少量併用による細胞性免疫能抑制増強作用と血漿 Superoxide dismutase (S.O.D.) 活性に関するウサギ実験. 日本高気圧環境医学会雑誌 2000；35：1-12.