

第24回日本高気圧潜水医学会 関東地方会総会

日時 2025年11月8日(土)

会場 昭和医科大学江東豊洲病院
9階講堂・3階会議室
ZOOMハイブリッド開催

教育講演

高気圧酸素療法の医療安全と教育： 半特殊環境下における Safety-IIの視点から

安心院康彦

帝京大学医学部附属病院 安全管理部

【治療の環境的特殊性】

高気圧酸素療法(HBO)は、通常の医療環境とは異なる物理的条件下で実施される治療であり、その安全確保には患者だけでなく「環境」そのもののモニタリングが求められる。密閉された高圧環境では、酸素分圧の上昇による燃焼リスク、生理的变化、通信・操作の制限など、通常医療では想定されにくい要因が安全性に影響を及ぼす。このように、HBOは日常的な医療環境に高酸素・高圧という特殊条件が重なった「半特殊環境下」で行われる医療と位置づけられる。この「半特殊」という特性は、環境が通常に近いがゆえにリスク認識が曖昧になりやすい点にある。医療者が「いつも通りに行く」とする心理的傾向(日常性バイアス)により、環境特性への注意が希薄化し、通常医療の安全スキーマを転用してしまうことが、ヒューマンエラー発生の一因となる。

【心理的要因とリスク構造】

HBOの医療安全を確保するためには、この治療を「半特殊環境下における複雑系医療システム」として再定義する視点が重要である。すなわち、(1)患者管理と同等の重みで環境管理を位置づけ、両者を対象とした二重モニタリングを徹底すること、(2)通常医療との心理的バイアスを可視化し、環境変化に対する意識転換を促すこと、(3)ルール逸脱回避、reactiveな対応、失敗と成功の厳格な区別などを主体とする従来のSafety-Iだけでなく、新たなSafety-IIの枠組みに基づき、現場職員の臨機応変な調整能力を育むことである。高気圧環境下では、機器挙動の変化、患者の反応、通信制限、情報伝達の遅延など、刻々と変化する状況に即応した柔軟な判断が求められる。安全は単に「手

順遵守」で達成されるものではなく、現場の創発的な調整行動によって維持されていると捉える必要がある。

【対策・教育】

教育面では、半特殊環境への適応を目的としたシミュレーション教育が有効である。具体的には、(1)環境変化に応じた注意資源の再配分、(2)環境モード切替時のタイムアウト(点呼やチェックリストによる意識転換)、(3)医療職と技術職の協働によるリスク認知の共有、(4)半特殊環境を模したトレーニングの実施、などを通じて、環境の変化に強い安全文化の醸成を目指す。HBOは、通常医療の延長線上にありながらも環境リスクを内包する「半特殊環境医療」の代表であり、今後の医療安全教育に新たな視座を提供するものである。

シンポジウム1

詳細の検討がなされた潜函病2例

土居 浩

牧田総合病院 脳神経外科

【はじめに】

最近リニアモーターカー工事などで注目されつつあるニューマチックケーソン工法での減圧症に対して注目がされつつあるが、高気圧環境における潜函作業は長い歴史を持つ。また潜函作業に当たっては十分な安全管理がなされてきている。従ってレジャーダイバーなどが発症する潜水病に比し頻度は極めて引く。したがって高気圧酸素治療に関わる医師たちも経験は少ないと思われる。今回演者が直接経験した症例を提示する。

【対象・工事内容】

演者が直接治療した2例を対象とした。1例目は首都高速環状線(山手通り地下)の工事で発症した53歳男性の症例。換気塔工事終了後、地上に出たところ、左股関節痛発症し、救急搬送。左大腿骨骨頭壊死の診断で緊急再圧治療を5回施行し、症状は軽快。しかし、このときの画像検索したところ右大腿骨骨頭壊死も呈していたが陳旧性であった。2例目は川崎の鶴見川洪水予防のための貯水池設置工事で、地上に上がり1時間後くらいから腹痛出現し、他院にて下大静脈内に気泡があり、潜函病として搬送。緊急再圧治療5回施行し、完治した。

【考察】

同時期における減圧症で潜水によるものに比し、1/100以下の頻度であった。また工事に伴い再圧装置も整っているため、重症例も少ないと考えられたが、今回のように重症例もあった。しかし状態としては第1種装置での治療は可能と思われた。

【結語】

今後も潜水による減圧症だけでなく、この疾患に対しても学会での啓蒙は必要と思われ報告した。

シンポジウム 1

潜函作業の救護訓練を経験しての課題 —救急科専門医、高気圧酸素専門医として—

佐々木純^{1,3)} 池田尚人²⁾ 土肥謙二³⁾

- | |
|------------------------|
| 1) 昭和医科大学 江東豊洲病院 救急診療科 |
| 2) 昭和医科大学 江東豊洲病院 脳神経外科 |
| 3) 昭和医科大学 救急災害医学講座 |

【はじめに】

潜函工法による高圧室内作業では減圧症や一酸化炭素中毒などが起こることがある。救出には緊急減圧が必要かどうかの判断が必要であるが、通常の救急医療の中では経験することがなく、対処に難渋する。

今回、われわれは潜函作業を行う企業と救急医療チーム、高気圧酸素専門医の間で、ウェブ会議を用いた訓練を行ったので報告する。

東京都内での潜函工法を行っている作業中に火災が発生し、酸素欠乏状態で1名が動けないとのこと。函内での救助を行う過程で患者の状態をウェブ会議で確認し、緊急減圧の必要性などの判断を協議した。実際には医療者とはウェブ会議のみで確認を行っており、救出後は再圧室への搬送となっている。

【考察】

潜函作業は高気圧環境に暴露される特殊作業であるが、労働災害を防止するために高気圧作業安全規則がある。そのため作業者は訓練や設備などを整えているが、実際に事故が起きたときに、現場に医療者が救助に向かうのは難しい状態である。また、通常の救急医療においてはほとんどの救急医療機関が減圧症などの高気圧障害に対する治療の経験がなく、再圧治療を行える施設はさらに少ない。救急隊や医療チームとしても、マテリアルロック、ホスピタルロックや救護用ゴンドラなどの知識がなく、対応に苦慮する。さらに東京都内で、実際に潜函工法が行われていることを知ることも少なく、実際には2024年にも減圧症による労働災害が起こっており、救急隊や救急チームに対して、高気圧酸素専門医が適切な指示を出せるように訓練を行うことは重要である。今回の訓練ではウェブ会議を用いているが、患者の状態を把握する手段が少なく、緊急度・重症度を判断することや、実際に医療の指示命令システムなどについても考えさせられた。

【結語】

事故災害の訓練は定期的に行われているが、救急医療チームや高気圧酸素専門医が参加し、訓練を行うことは重要であった。

シンポジウム 1

自分を守るためには ～山梨の事故から学ぶこと

戸崎 剛

エア・ウォーター・メディカル株式会社
事業本部 医療機器推進部

わが国では、高気圧酸素治療装置の火災による死亡事故が過去5件発生し、その内4件はカイロの持込が原因である。

幸にも1996年の山梨の事故以来29年間火災事故は発生していないが、昨今、持込禁止品によるヒヤリハットやインシデントの発生を聞いている。

本日は、山梨の事故の発生原因・警察の捜査内容を踏まえ、医療を安全に行うためには何を行うべきか？事故が起きた時、どうすれば自分を守ることが出来るのか？製造販売業者の立場から話をします。

また高気圧酸素治療装置以外の生命維持装置や各種医療機器を取り扱っている場面においても、患者や自分を守るために必要な知識と行動についても考えて戴く機会となれば幸いです。

シンポジウム 1

高気圧酸素療法の当院における現状と課題

佐々木仁美¹⁾ 池田尚人²⁾

- | |
|------------------------|
| 1) 昭和医科大学 藤が丘病院 看護部 |
| 2) 昭和医科大学 江東豊洲病院 脳神経外科 |

【背景】

昭和医科大学藤が丘病院では、突発性難聴、腸閉塞、放射線性壊死、脳梗塞など多岐にわたる疾患に対して高気圧酸素療法（以下HBO）を実施している。当院で日常行われているHBOに対する医療安全も含めた運用手順を振り返り再評価したので発表する。

【方法と症例】

2021年から2024年を対象に昭和医科大学藤が丘病院でHBOを施行した症例に対し年間治療件数、対象疾患を調査し、HBOの現状を評価する。またHBO室で運用されている治療前後の手順を確認し内容を評価する。導入初期には爆発事故による死亡事故が社会的問題となった経緯があ

り、その教訓を踏まえ、現在の運用手順と課題について検討を行う。

【結果】

《HBOを診療実績》

治療件数は4例/1日、90分/1例で実施している。年間治療件数は年々増加傾向にあり、2021年度333件、2022年度399件、2023年度555件である。

《HBOの運用手順》

初回診療では、担当医師が治療の適応、目的、酸素の可燃性、合併症とその発生頻度などについて詳細な説明後同意を取得している。その後、臨床工学技士（以下CE）も同内容を説明し患者の理解状況を確認し、さらに独自の患者治療情報に基づき、安全確保のための聞き取りを実施している。検査当日、看護師は注意事項の説明、専用検査着への着替え、ボディチェックを厳重に行っている。始業直前、CEが3回目の問診と装置内持ち込み物を厳重に行っている。検査後、看護師は、身体的変化の観察や閉鎖環境によって生じる不安などのケアに努めている。東急田園都市線沿線に位置する当院では、ボディチェックなどの安全対策をチームで連携し強化している。

【考察】

当院は、医師・CE・看護師・医療事務を含めた多職種チームで連携しHBO治療の安全管理を徹底している。コロナ禍以降、現在はCE対象に学習会を実施しているが、全職種への教育が重要である。今後は、多職種が連携し、精神的サポートを含む包括的な教育体制の構築が課題である。

シンポジウム1

CE養成校で伝えるHBOの医療安全と教育

右田平八

九州医療科学大学 生命医科学部 臨床工学技士コース

【要旨】

先の第59回日本高気圧潜水医学会において、SY1「高気圧酸素治療における教育」で工藤氏（日本医療大学）はHBOの臨地（病院）実習が義務化されないことから、臨床工学技士（CE）養成校でのHBO教育に対する十分な配慮が必要であることを提言された。現状のカリキュラムでは、生体機能代行技術学でHBO実習が排除され、一方、医療安全管理学では、各種医療機器の操作に伴う危険因子の認識と対処として、「HBO装置を用いた治療中の操作」が必ず教授する内容となっている。しかし、CE養成校内で治療や治療中の操作は法律上行えないはず。また、CE養成校の教育上必要な機械器具に人工呼吸器、人工心肺装置、血液透析装置等を有する事が記載されているが、HBO装置は除

外されている。CE養成校でHBO装置が具備されて無いのHBO装置の操作が必須であり、HBO装置操作経験のない教員がHBO devicesを語るという矛盾が生じている。

小生はHBOの医療現場20年を経て、現養成校に就職する際に第1種HBO装置を伴って着任した。それから17年が経過し、学生教育や卒業研究にHBO装置を多用してきた。実際に加圧体験をすることでHBO operationの理解を深めたと自負している。しかし、昨近は著しい少子化と医療職離れからCE養成校の学生数が激減し、経営難からCE養成の存続の危機にある。また、学生の指向や職業倫理も多様化し、思考はAI任せで応用が利かなくなってきた。これまで良しとしてきたHBO教育も現代に似合った様式に変容すべき時期にあると思う。また、HBOの臨床経験を重ねるとリスク対応が「あたりまえのこと」や「少し考えたら分かること」として教授されなくなった。これは、医療安全の本質を見失っているのかも知れない。

今から29年前に起きたHBO装置爆発死亡事故の原因が「使いすてかいろ」であり、HBO装置内では鉄則の火気類を持ち込まないことが「あたりまえのこと」で「少し考えたら分かること」が対策であった。この従来からの伝承で良し、とっていた。ところが、2024年から立て続けにHBO装置内へ「使いすてかいろ」が持込まれるインシデントが多発した。もはや現行の医療安全では通用しないことが露呈した。

では、「HBOの医療安全と対策」の教育は限られた時間で何を伝えなければならないのか、CE養成校で学生の負担とならないように何処まで伝えておくべきか、網羅的な知識の詰め込みではなく、なぜこの対策が必要なのかという背景にある考え方（教養）を伝えることが、彼らが医療現場で自律的に安全な行動を取るための鍵となるかも知れない。机上の空論『絵にかいた“医療安全”』とならないために経験すべき手技、及び修得すべき技術の範囲を提言し、これが有効な手段であるかを会場と議論できれば幸いである。

シンポジウム1

未来に向けた医療安全と教育

高倉照彦

亀田総合病院 医療技術管理部

【はじめに】

高気圧酸素治療の安全確保には当学会が定めている「高気圧酸素治療の安全基準」を遵守しなければならない。そのうえで医療現場の安全確保のためには専門知識とOn the job training (Ojt) による治療経験を積むことで、より安

全確保の質向上になる。

【教育】

高気圧酸素治療装置を初めて見たと言う技士もいる。養成校の教育課程において高気圧酸素治療の実習が除外される為なのか教師も治療経験がないようである。よって新人技士に適応疾患や操作方法、治療前患者チェックなど教えていく上では今まで以上に時間を要することになる。このような現状を踏まえ高気圧酸素治療専門技師の役割はより重要になっている。

【OJT】

高気圧酸素治療は独立した治療室の環境であり、治療室には臨床工学技士と患者だけになる施設も少なくはない。治療中に何らかのトラブルが発生してもすぐに対応できる環境下ではない事を理解していても、何が優先されるのか実際には技士一人ではパニックに陥ることもある。過去のインシデント事例を基に定期的なトレーニングは必要であり、安全基準でも。非常時には他部署との連携した対応ができるように体制を作り上げていただきたい。

【第三者評価】

今回、ISO7101：ヘルスケア組織管理 —ヘルスケア組織における品質マネジメントシステム— の審査を受けた。審査は「高気圧酸素治療の安全基準」に遵守しているかを確認しながら進められた。特に第3章ではひとつひとつ厳格に確認がおこなわれた。その結果は指摘事項があり是正措置を提出することになった。このように安全基準に忠実に従って高気圧酸素治療業務が適切に遂行されているか第三者機関に評価してもらうことは未来に向けた医療安全管理の手法として期待できる。

シンポジウム 1

VR・生成 AI を用いた高気圧酸素治療教育の新たな展望

高木 元¹⁾ 桐木園子¹⁾ 中山拓也²⁾ 豊富達智²⁾
松田直人¹⁾

〔1) 日本医科大学 総合診療科
2) 日本医科大学 ME 部〕

高気圧酸素治療の普及と安全な運用には、従来以上に効果的な教育体制の確立が求められている。現行の教育には、①治療機器（第一種・第二種）の違いや教育施設の制限による実践経験不足、②教育コンテンツ作成に要する時間・費用負担、③実習の受講人数制限による座学偏重、といった課題が存在する。

これらの課題を克服する新たな教育手段として、VR（仮想現実）は没入的かつ体験的学習を可能とし、昨年の地方

会ではその導入案を提示した。さらに近年進展の著しい生成 AI を活用することで、学習者の習熟度やニーズに応じた柔軟なシナリオ設計や即時的なフィードバックが実現可能となり、従来にない教育体験が提供できる。

本発表では、VR と生成 AI を組み合わせた教育手法の可能性を提案し、高気圧酸素治療における診療技術の早期習得と継続的向上への応用について展望する。

シンポジウム 2

高気圧酸素治療における災害対策マニュアル作成と問題点

磯邊勇輔¹⁾ 副島 徹¹⁾ 菅野将也¹⁾ 石井智樹¹⁾
古澤 剛¹⁾ 寺島和宏¹⁾ 牧口 慧¹⁾ 廣谷暢子¹⁾
高倉照彦¹⁾ 鈴木信也²⁾

〔1) 亀田総合病院 ME 室
2) 亀田総合病院 高気圧酸素治療室 部長〕

【はじめに】

高気圧酸素治療（以下、HBO）は特殊環境下で施行されるため、災害時における安全確保と緊急対応体制の整備が不可欠である。当院では HBO における災害対策マニュアルが作成されておらず、標準化された災害対策マニュアルの策定が望まれている。今回、災害時における HBO の安全対策の現状を把握し災害対策マニュアルの整備、昨今の異常気象を考え合わせ今後起こり得る天災や人災に対して通常の災害対策マニュアルとは違う視点で災害をとらえ、病院内で作成されている災害対応マニュアルとの整合性も合わせて、課題を明らかにし簡潔なマニュアル作成を策定することを考えた。

【災害対策マニュアルの作成】

HBO における災害対策マニュアル作成に当たり、以下の点に留意し作成する必要がある。①院内で作成された災害対策マニュアルとの整合性 ②スタッフ間での把握と確認 ③インフラ障害への確認と対応策 ④医師との災害時タスクの確認 ⑤緊急減圧の基準と操作手順の整備 ⑥患者搬送経路の把握。以下の内容を踏まえ、マニュアル作成とシミュレーション訓練の実施に取り組んだ。

【考察】

HBO の安全運用には標準化された災害対策マニュアルの整備とシミュレーショントレーニングの導入が不可欠である。どのような形で災害が降り注ぐか分からない現状で、第2種装置では医師との連携、臨床工学技士間での対応の把握、HBO 緊急事態操作対応が課題となる為、臨床工学技士や看護師への教育の強化が求められると考える。今後発生する可能性がある災害に対して、常駐スタッフの確保、

治療患者の定数化などの対策も必要になってくるが判断が難しいのが現状である。

【まとめ】

災害の定義は個々により判断が違ってくるのが現状である。そこで標準化された災害対策マニュアル作成を学会に要望し、装置別のマニュアル作成を整備していきたい。そこから、各施設の特徴に合った災害対策マニュアルの作成が望ましいと考える。また年2回以上の災害シミュレーション訓練の実施する体制を作り上げていく。

シンポジウム2

植込み型心臓電気デバイス装着患者に対する HBO 実施マニュアルの作成と臨床経験

小澤裕介¹⁾ 桜沢貴俊¹⁾ 大久保淳¹⁾ 早坂愛結美¹⁾
山下隼斗¹⁾ 干川祐樹¹⁾ 藤巻愛子¹⁾ 小柳津卓哉²⁾
柳下和慶²⁾

- 〔1) 東京科学大学病院 ME センター
2) 東京科学大学病院 高気圧治療部〕

【背景】

植込み型心臓電気デバイス (CIEDs) 装着患者に対する高気圧酸素治療 (HBO) の実施については、安全性に関するエビデンスは十分ではない。一方、本学会では各種デバイスの有する耐圧性能の観点から、原則可能としている。しかし、最終判断は施設責任者の判断に委ねるとされ、実施する際は関連科を含めた院内共通の認識や取り組みが必要となる。

【目的】

CIEDs 装着患者の HBO 実施に対する当院の取り組みについて、臨床経験も併せて報告する。

【患者同意書および対応フローの作成】

患者同意書については、循環器内科・高気圧治療部・ME センター (3 部門) にて関連ガイドライン等を調査・情報共有を行い、院内規定のインフォームドマニュアルに沿って共同で作成した。その後、同意書の記載内容について、医療安全管理部を通し院内のコンセンサスを得た上で、使用可能とした。対応フローについては、3 部門で協議し、役割分担を明確にしたマニュアルを作成した。高気圧治療部医師は、初回診察時に同意書にて CIEDs 装着の確認と患者説明を行い、循環器内科医へ治療時間等の連絡を行う。一方、臨床工学技士は、高気圧担当と循環器担当が連携して、初回 HBO 前後のデバイス動作点検と、HBO 中の ECG モニタリングにて、不適切作動の有無等の確認を行っている。循環器内科医はデバイス点検の指示・評価および緊急時対応を担当している。

【臨床経験】

2015年12月～2025年8月の間に6例7件 (ペースメーカー4例, 心臓再同期療法2例) の HBO を実施した。全例において、HBO 中の不適切作動や HBO 前後の各種パラメータに明らかな変化を認めなかった (前 vs 後の中央値; A/V センシング閾値 2.40/7.10 vs 1.93/5.00mV, A/V ペーシング閾値 0.50/0.94 vs 0.94/0.75V/0.35_0.40ms, A/V リード抵抗値 450/425 vs 480/425 Ω, 全て p 値 > 0.05/Wilcoxon 符号付順位検定)。

【まとめ】

本学では、CIEDs 装着患者に対する HBO について、患者同意書および院内マニュアルを作成し、役割分担を決めて対応しており、現状では明らかな有害事象は認めていない。今後も症例数を重ね、安全性に関するエビデンスを構築することが必要である。

シンポジウム2

高気圧酸素治療中における災害対策訓練の有効性と課題

中村 遼¹⁾ 副島 徹¹⁾ 菅野将也¹⁾ 石井智樹¹⁾
古澤 剛¹⁾ 磯邊勇輔¹⁾ 寺島和宏¹⁾ 牧口 慧¹⁾
高倉照彦¹⁾ 鈴木信哉²⁾

- 〔1) 亀田総合病院 ME 室
2) 亀田総合病院 高気圧酸素治療室部長〕

【背景】

高気圧酸素治療 (以下 HBO) は、患者を装置内に収容し大気圧より高い気圧の中で酸素吸入を施行させる治療である。そのため、地震や火災、停電など災害発生時には安全確保と迅速な対応が必要である。しかし、当院はこれまで災害時対応の訓練が不十分であり、実際の対応に不安があった。そこで HBO 中の災害訓練を実施し、課題と改善点の検討を行ったので報告する。

【目的】

HBO は高濃度酸素の使用で火災の危険や高気圧環境の中での治療のため、緊急時の避難が困難になるなどの特有なリスクが考えられる。これに対し、災害時に必要とされる技術を含む緊急時の対策を考える必要がある。HBO に携わる臨床工学技士 (以下 CE) として多方面での災害訓練を模索し教育課題として検討を行う必要があった。

【方法】

災害時に重要な点を検討し、以下4つの技術訓練を複数の CE に対して実施した。①火災を想定した消火栓操作訓練、②災害時の緊急減圧、③避難誘導訓練。

【結果】

災害訓練を通じて、日常的に備えがなければ実施できない対応・行動が多く存在することが実感出来た。平時からの準備の重要性は、実際の災害時における円滑な対応に直結することが考えられた。訓練を実施することで非常時の行動規範の基礎を作る重要性が示唆された。

【考察】

訓練過程で他部署の協力体制の連携が重要であり、平時より取り決めをしておくことの課題が示唆された。また、全てのCEが同じ技量で実施できるようにするには、今回のように訓練の目的と目標を持って取り組むことが重要であるとする。

【まとめ】

災害対策訓練を実施し訓練の意義は高く災害対策における効果はより高くなった。今後は災害時の場面に多様性をもたせ、一層踏み込んだ訓練を実施していきたいと考える。また、他部署や病院が教示している対策との連携も組み込みながら、課題として方向性を示唆していきたい。

シンポジウム 2**高気圧酸素治療における災害に備えた取り組み**

桜沢貴俊¹⁾ 大久保淳¹⁾ 早坂愛結美¹⁾ 小澤裕介¹⁾
山下隼斗¹⁾ 干川祐樹¹⁾ 藤巻愛子¹⁾ 小柳津卓哉²⁾
柳下和慶²⁾

- 1) 東京科学大学病院 ME センター
2) 東京科学大学病院 高気圧治療部

【背景】

本学会の提示する安全基準では、自然災害に備えて手引き書等を作成して定期訓練を行わなければならないと記載されており、各施設において対応が求められている。一方、当院で高気圧酸素治療（HBO）業務を担当している臨床工学技士（CE）は、他業務との兼任として従事しているため、発災時は高気圧治療部内の役割以外に、MEセンター全体の連携も必要となる。

【目的】

第2種 HBO 装置を使用している当院の災害対策について、CEに関連した内容を中心に報告する。

【環境整備と災害対応マニュアル類の作成】

主な環境整備としては、HBO 装置関連機器の電源系統を調査し、メインコンピュータとモニタリング関連機器は無停電電源装置を介して院内非常電源に接続した。その他、関連スタッフ分のヘルメットを用意し、夜間の避難経路確保や装置点検のため、懐中電灯と経路にはタッチライトを配置した。

災害対応マニュアル類については、CE 専用と HBO 当番医専用のアクションカードをそれぞれ作成し、各々の役割分担を明確にした。また、ME センター本部へ被害状況等を報告するための状況報告書も作成している。なお、治療継続の判断については、高気圧治療部内で事前協議の上、「震度5弱以上、治療継続困難な設備の損傷、院内での火災発生、HBO 担当医との連絡困難、処置が必要な患者の負傷」の場合は治療中止としている。

【災害対策訓練】

実地訓練として、高気圧治療部内（CE と Dr）と ME センター全体（全部門の CE）で各年1回ずつ実施している。両訓練では、手動操作での減圧方法や HBO 装置の扉開放方法等を行っており、ME センター全体の訓練では、各業務の担当 CE 間の連携についても評価を行っている。

【まとめ】

HBO における災害対策として、当院ではアクションカードを含めたマニュアル等を整備し、それに基づいた訓練を行っている。今後も高気圧治療部単体だけでなく、院内での連携も踏まえ、訓練等を継続していく必要がある。

シンポジウム 2**当院における高気圧酸素治療業務への教育の取り組みについて**

金田智子 曾我 仁 田島行雄 佐伯浩司

群馬大学医学部附属病院 臨床工学部

当院は、高気圧酸素治療（hyperbaric oxygen therapy：以下 HBO）第2種治療装置を有する北関東唯一の医療機関である。また、群馬県の3次救急医療機関として救命救急センターを有している。

治療は1日3クール、24時間オンコール体制で緊急患者の受け入れも行っている。

麻酔・集中治療科医師が各診療科主治医からの治療依頼を受けて、治療前の問診や必要な検査の実施、治療の説明を行う。その後、臨床工学技士が高気圧酸素治療室で、治療の流れや耳抜き説明、所持品チェック等を行い、治療装置の操作を行っている。

HBO 業務はローテーションで行っており、当院の臨床工学技士24名中18名が業務を習得している。

教育の取り組みとして、これまでは Basic（日常的な業務）と Advance（装置トラブルにも対応が出来る）に分けて、行っていた。しかし2025年度からラダー制度を取り入れ待機業務が出来るまでをレベル2、それ以上に HBO 業務の専門性を高めたい技士においてはレベル3以上を習得できるようにした。

教育は専任の指導者が行い、2か月の教育期間中にレベル2までの業務を習得する。

治療室に常駐しているのは臨床工学技士のみのため、通常治療の対応から患者急変時初動対応まで行わなければならない。急患対応では、挿管管理下且つ多様な医療機器を使用している場合もある。そういった場合においても対応出来るように教育期間中にシミュレーション教育も導入している。

実際に患者さんへの対応が無くとも、シミュレーション後に理解度テストを行うことによって業務習得の評価を行っている。指導者が固定されていることで、教育内容の統一は出来ている。独り立ち後に技士ごとに対応方法が異なるよう業務マニュアルを作成し、適宜改訂・周知に努めている。また、災害発生への取り組みとしてマニュアル整備は行っているがシミュレーションを行うまでに至っていない。

今後の課題として、災害シナリオを作成したシミュレーション教育の導入を検討している。

シンポジウム2

当院における緊急時の安全管理に対する取り組み

大畑雄太 後藤隼人 岡本暁雄 金井克好

木村絵美 高柴國治

社会医療法人財団 仁医会 牧田総合病院 CE 部

【はじめに】

高気圧酸素治療（HBO）は高気圧環境下で行う特殊な医療であり、緊急時には重大なリスクを伴うため、安全管理と教育体制の充実が不可欠である。当院は第1種高気圧酸素治療装置4基を稼働させている。また、臨床工学技士（CE）が24名在籍し、HBO業務を兼務できるのは14名である。

【目的】

当院では業務マニュアルと教育チェックリストを使用して教育を行っている。教育終了後より一人での業務が可能となるが、他業務との兼務によりHBOに携わる頻度が疎らとなり、知識・技術の向上及び維持が難しい現状がある。また、緊急時の機器操作・患者対応には個人差が認められる。そこで教育体制を見直し、新たな取り組みを行った。

【方法】

HBO特有の緊急時シナリオ（停電時の減圧、火災発生時の避難、患者急変時の救急連携）を組み込んだ実地訓練を強化し、その評価を教育に反映した。また、AIアプリケーションを使用し生成されたシミュレーション教材を導入し、患者の急変対応や装置トラブル対応を学習可能とすること

で、教育の効率化と個別最適化を図った。

【結果】

実地訓練の導入により緊急時対応の理解度が向上した。シミュレーション教材の活用により教育者の負担が軽減し、簡便に教育を行う事が可能となった。さらに教育効果を数値化できたことで、個人ごとの弱点抽出や再教育に活用可能となった。

【結語】

HBO業務における安全管理を確立するためには、現場での即応力を養う教育が不可欠である。本取り組みにより災害訓練を通じて緊急時対応の精度が高まり、シミュレーション教材の活用で教育効率と習熟度の均質化が実現した。今後、緊急時対応だけでなく通常業務のシミュレーション教材を作成し、HBO業務を学びやすい環境作りを努めていく。

シンポジウム2

DAN (Divers Alert Network) JAPANの取り組みについて

高野 修¹⁾ 鈴木信哉²⁾ 堂本英治³⁾ 廣谷暢子⁴⁾

小宮正久⁴⁾ 大畑雄太⁴⁾ 中村亮子⁴⁾ 平川雅一¹⁾

若佐 奨¹⁾ 野澤 徹¹⁾ 江口 満¹⁾

- | |
|--------------------------|
| 1) 一般財団法人日本海洋レジャー安全・振興協会 |
| 2) 亀田総合病院 |
| 3) けいゆう病院 |
| 4) DAN ホットラインオペレーター |

「DAN JAPAN」は、1992年（平成4年）1月に発足した、レジャーダイビングの安全確保と健全な発展に寄与することを目的とした団体である。全世界で4つの「DAN」（DAN US, DANEUROPE, DAN SOUTHERN AFRICA 及び DAN JAPAN）が連携して活動しており、日本では一般財団法人日本海洋レジャー安全・振興協会が公益事業として運営している。

DAN JAPAN 事業は、会員制にて運営されており、会員は約8,000名（2025年9月現在）で、全世界の会員数は20万人を超えている。

ダイビングは、水中という特殊な環境下で行う活動であることから、潜水事故を防ぐための「正しい知識」と十分な「安全対策」が必要とされる。

さらに、万が一減圧障害を発症した場合の対応には、「潜水医学に精通した医師の診察」および「再圧治療施設等における治療」が必要となることから、「DAN JAPAN」は、ダイビング事故者を早期に治療できる体制を構築するため、日本における活動を開始した。

具体的には、ダイビングの緊急事態に対応する「緊急ホットライン」(24時間365日体制)、非緊急の医療相談に対応する「メディカルインフォメーションライン」(医療相談)、実際に受診/相談が可能な「DDNET (Divers Doctor Network)」(登録医師数:231名/2025年4月現在)の構築など、ダイビングに関連した医療関連のサービスを提供しており、特にDDNETについては日本国内唯一のネットワークであり、ダイビング業界において重要な役割を担っていると考える。

減圧障害を発症したダイバーの再圧治療の促進を目的とし、「再圧治療」を受けた会員に対して、治療費の一部補助を実施している。2024年度における上記医療サービスの取扱い件数は、「緊急ホットライン」は46件(図1)、「メディカルインフォメーションライン」は7件(図2)となっている。

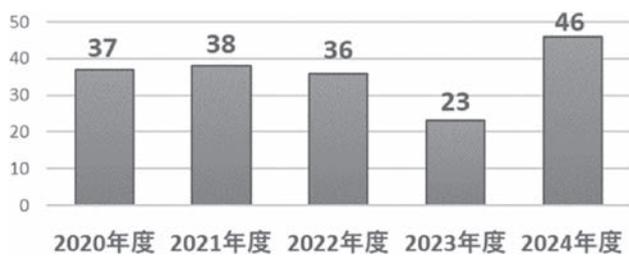


図1: ホットライン件数の推移

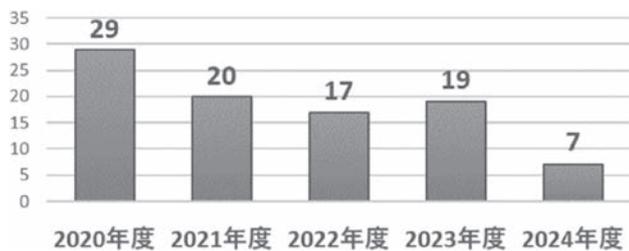


図2: 医療相談件数の推移

ダイビング事故が多く発生している沖縄県では、(一財)沖縄マリンレジャーセイフティービューロー(略称:OMSB)と(一社)レジャーダイビング認定カード普及協議会(略称:Cカード協議会)及び当協会が連携し、インストラクター及びガイドの教育等を含む、事故防止について検討をはじめている。こうした試みがダイビングの安全に資することが期待される。

一般演題 1

心房細動と高血圧で治療中のダイバーが浮上後に意識消失して心肺停止した一例

○鈴木信哉¹⁾ 大橋正樹¹⁾ 和田孝次郎²⁾ 望月 徹³⁾

- 1) 亀田総合病院 救命救急科
- 2) 防衛医科大学校 脳神経外科学講座
- 3) 東京慈恵会医科大学 医学部環境保健医学講座

潜水で減圧症以外に致死性となる病態として浸漬性肺水腫(immersion pulmonary edema: IPE)が近年明らかになってきている。身体が水に浸かると末梢の血管が収縮して心肺循環の血液量が増える生理的現象に加えて心臓にストレスが加わると発症しやすく、潜水中にIPEが進行して低酸素状態となり浮上とともに吸入気酸素分圧が下がることで低酸素がより深刻となり、浮上後まもなく意識消失する事態に陥ることがある。IPEは低水温のみならず暖かい海でも起きており中高年で高血圧や不整脈などの心疾患を持っていると発症しやすくなる。心房細動と高血圧で治療中のダイバーが浮上後に意識消失して心肺停止した一例を報告する。症例は60歳女性で281本の潜水経験があった。10ヶ月ぶりの潜水を海外で行い事故が発生した。事故から3ヶ月前の検査ではそれまで指摘されていなかった心房細動と胸部X線で心陰影拡大および高血圧の悪化があり非閉塞性肥大型心筋症が疑われ内服治療していた。事故当日は海水温27℃、最大潜水深度22.8m、滞底時間39分、安全停止3分間を含む総潜水時間54分の潜水であったが、いつもより、また他の者よりも空気の消費が早かったため別のダイバーからのオクトパスを貰って浮上した。ボートにあがった直後に「気持ちが悪い」に引き続き「胸が苦しい」、「横になりたい」の後に「胸が痛い」、「左腕が痛い」という訴えが5~6分の間にあった後に横になってから意識が消失した。直ちに船上で心肺蘇生処置がなされ、その後車で直近の病院へ搬送されたが十分な処置が困難なため別の病院に転送され、ICUに収容されたものの意識が戻らず、事故発生から13時間後に死亡が確認され、担当医師により直接の死因を急性心筋梗塞と診断された。本症例における呼吸ガス消費量の増大は潜水中にIPEの病態となり相当の低酸素状態になっていることを示すものであり、浮上とともに低酸素血症が増悪して急性冠症候群を引き起こしたと考えられる。

一般演題 1

動脈ガス塞栓症に対して再圧治療を行う際の緊急検査について

○大橋正樹¹⁾ 松軒あづさ²⁾ 鈴木信哉¹⁾ 和田孝次郎³⁾

- | |
|---------------------|
| 1) 亀田総合病院 救命救急科 |
| 2) 亀田総合病院 看護部 救命救急科 |
| 3) 防衛医科大学校 脳神経外科学講座 |

スクーバ潜水では海水吸入によりパニックになると浮上中に気道内圧が上がり肺過膨張症候群を引き起こし、動脈ガス塞栓により意識障害が起きやすい。塞栓のガス量が少ないと意識障害は短時間で回復するが、虚血再灌流障害により短時間で再燃することがあるため、来院時意識清明であっても可及的速やかな再圧治療が推奨される。そのため緊急搬送された患者の再圧治療前の診察や検査は短時間で行うことが求められる。浮上中に意識消失しドクターヘリで搬送後に再圧治療を行った2症例を紹介する。

【症例 1】

20歳代女性。最大潜水深度23.1m 滞底時間46分のスクーバ潜水を行い深度10mでレギュレータ交換時に海水吸入してパニックとなり急浮上した。浮上中に意識消失し浮上直後から呼び掛けに回答しなかった。浮上して3分後に救急要請されドクターヘリ搬送にて発症1時間17分後に病院到着した。来院時呼吸困難と頭痛の訴えあり、GCS E4V5M6, BP 102/71mmHg, PR 92bpm, RR 25bpm, SpO₂ 93% (O₂ 10L/m mask), 水泡音が軽度聴取され、動脈血液ガス分析では1型呼吸不全、代謝性アシドーシス、胸部X線では心陰影拡大と両肺野にすりガラス影を認めた。動脈ガス塞栓症及び肺型減圧症として発症後1時間52分で再圧治療を行い、経過良好にて第3病日に退院となった。

【症例 2】

60歳代女性。最大潜水深度20.6m 滞底時間25分のスクーバ潜水を行い、浮上中の10m深度レギュレータのマウスピースが外れてパニックになり意識が消失し、ボートに引き上げ1時間17分後に救急要請され、ドクターヘリ搬送にて発症2時間28分後に病院到着した。来院時乾性咳嗽ありGCS E3V4M6, BP 120/68mmHg, PR 86bpm, RR 20bpm, SpO₂ 85% (O₂ 10L/m mask), 両側胸部にcrackle聴取され、動脈血液ガス分析では1型呼吸不全、胸部X線では心陰影拡大と両肺野すりガラス影を認めた。胸部CTでは両肺背側優位に小葉間隔壁肥厚を伴うすりガラス影を認めた。動脈ガス塞栓として発症後4時間10分で再圧治療を行い、翌日追加の再圧治療後経過良好にて第6病日に退院となった。

一般演題 1

HBOにより改善した術後脳膿瘍の一例

○吉浦 徹^{1,2)} 和田孝次郎²⁾

- | |
|------------------|
| 1) 京都済生会病院 脳神経外科 |
| 2) 防衛医科大学校 脳神経外科 |

術後の創感染は避けたい起こってほしくない合併症の1つであるが、いかに合併症を最小限にとどめ、その後の回復を促すことができるかが非常に大切となる。創感染後に脳膿瘍となり、左下肢麻痺を合併した症例で、ドレナージ術後、高気圧酸素治療により回復した1例を経験したので報告する。症例は49歳男性、けいれんを主訴に他院にて傍矢状洞髄膜腫の診断にて紹介転院となった。右前頭部傍矢状洞に約3cm大のextra axial tumorを認め、髄膜腫の診断にて開頭腫瘍摘出術を施行した。POD5に発熱、精査にて創感染および皮下膿瘍と診断、POD9に骨除去を含む洗浄ドレナージ術を施行した。メロペネム+バンコマイシン投与で術後解熱。起炎菌はenterobacter aerogenesであった。POD12に薬剤感受性結果よりセフトリアキソンにdeescalationした。POD15にけいれんと左下肢麻痺出現。MRIにて頭頂部大脳鎌に沿って脳膿瘍を認めた。同日ドレナージ術を行い、メロペネム+バンコマイシン投薬治療を再開した。起炎菌は同定されなかった。POD30左下肢麻痺BRS3の状態転院。2ATA 60分のHBO治療29回施行。5回目より自力歩行可能となり、10回目には麻痺は消失。29回終了時点で歩行に異常なく筋力も回復し、リハビリテーションの必要もなくなったため退院となった。脳局所の酸素分圧を高めることにより、抗菌作用と組織の回復とともに脳機能の回復も促されたことが麻痺の改善に寄与したのではないかと考えられた。

一般演題 1

脳梗塞に対するHBO中止原因の検討

○吉浦 徹^{1,2,3)} 西田 翔²⁾ 熊谷光祐²⁾ 石原秀章²⁾
林 真司²⁾ 加藤 裕²⁾ 和田孝次郎³⁾

- | |
|------------------|
| 1) 京都済生会病院 脳神経外科 |
| 2) 圏央所沢病院 脳神経外科 |
| 3) 防衛医科大学校 脳神経外科 |

【はじめに】

脳梗塞に対する高気圧酸素療法(HBO)は有用であり、多くの施設で実施されている。保険適応上は最大10回まで施行可能であるが、耳関連合併症などにより中断されることも少なくない。本研究では、HBO治療を開始した脳梗塞

患者のうち、10回未施行に終わった症例について中断原因を検討した。

【対象と方法】

2023年9月1日から2024年8月31日までの1年間にHBOを実施した脳梗塞患者のうち、10回未満で中断した患者を対象とした。中断までの施行回数および中断原因を後方視的に調査した。

【結果】

期間中、HBOを施行した脳梗塞患者71名のうち、45名で中断が認められた。そのうち2名は中断後に再開し、10回完遂した。中断原因は、退院11名、耳関連合併症（中耳炎・耳閉感）9名、閉所恐怖症4名、本人拒否4名、COVID-19感染3名、他疾患治療2名（1名は大腸憩室出血）、不穏2名、その他合併症8名、カウントミス1名、原因不明1名であった。

中断までの回数は1回が18名（40.0%）であり、4回までに約8割弱が中断していた。退院が原因の中断における施行回数の中央値は5回であったが、それ以外の原因（カウントミスを除く）では3回未満であった。

【考察】

退院による中断は脳梗塞軽症例であると考えられた。耳関連合併症による中断は既報と同程度であった。脳梗塞患者に特徴的な中断原因としては、高齢患者でのせん妄による不穏や、抗血栓療法による出血性合併症が挙げられる。HBO施行の判断は主治医に委ねられるため、全例に実施されていない点が本研究の限界である。

【結語】

脳梗塞患者におけるHBO中断原因は一般例と概ね同様であるが、高齢患者では不穏の増加や抗血栓療法による出血性合併症に留意する必要がある。

一般演題 1

咽頭がんに対する放射線療法後遺症に関して長期間高気圧酸素治療を要している症例

○土居 浩 荒井好範 朝本俊司

牧田総合病院 脳神経外科

【はじめに】

放射線治療後遺症による難治性潰瘍や放射線性壊死に関して、高気圧酸素治療（HBO）が有効なことは、知られてきたが、完治に関してはすべての症例で得られるわけではない。皮膚壊死や、気管食道瘻などでは比較的完治が得られた。また出血性膀胱炎などは効果が短期間に得られるが、やはり長期のHBOが必要になる。今回数年以上HBOを継続している症例に関して報告する。

【症例】

72歳男性。咽頭がんに対して、2018年2月に手術・放射線治療の併用療法を勧められるも、放射線単独療法を選択。2018年7月に施行。施行後咽頭のびらんが出現。咽頭痛で食事摂取不能になる。同年10月にはびらんからの出血で出血が大量のため、血管閉塞術で止血はできたが、びらんは継続し、胃瘻の増設を要した。2019年1月から当該医療機関よりHBO依頼があり、まずは入院して連続して10回施行したところ、激痛は著明に改善した。その後いったん退院して週1～2回HBOを継続した。しかし下顎骨骨髓炎も併発しており、瘻孔からの浸出液も多く、完治には至らず、2025年8月までに週1回くらいのペースで当初から数えると250回強のHBOを行っている。下顎骨骨髓炎だけでなく、びらんは完治したが、塞栓術のコイルがびらん直下の多数存在し、粘膜組織の壊死が進んだ場合のことも考えHBO継続予定である。

【考案】

上記症例以外にも咽頭がんの全身転移した症例でも長期HBOを施行している症例もあり、保険適応の問題もあり、適応病名の変更など行い、休止期間も考慮して、長期HBOを今後も考慮している。

一般演題 1

高気圧酸素治療に於ける安全管理 再考

○吉田泰行^{1,2)} 星野隆久³⁾

- 1) 威風会栗山中央病院 耳鼻咽喉科・頭頸部外科（保険診療）
- 2) 民医連千葉県勤労者医療協会 船橋二和ふれあいクリニック（自由診療）
- 3) 淳英会おゆみの中央病院 臨床工学科

我々は既に以前に本地方会でも高気圧酸素治療に於ける安全管理について発表して来たが、先日の親学会にでも安全管理の講演があり、この点について再び考察を行ったので此処に改めて我々の考えを披瀝し学会員諸兄の御批判を仰ぎたい。

安全管理には家内安全・交通安全・労働安全・医療安全等、種類は色々有るも安全を確保する為のものであり、方法論的には共通する所も有るが故に、高気圧酸素治療の安全管理も同様に把握できる点も有ると考えられる。此れは具体的に言えば二つの立場が有り得る。即ち、一つは誰が悪かったか・どういうふうが悪かったかと責任を追及し罰則を取らせるものである。もう一つは何が悪かったか・それを改善して将来同じ危険を回避する方策が有るかを調べるものである。これは同じ様に聞こえてくるも全く違うも

のであり、どちらを取るかで対応がまるで違ってくると考えられる。

この点について既に行われている業界（航空業界）があり、ICAO（国際民間航空機構）の基本条約となるシカゴ条約である。この条約は多くの国家から批准されているが、国際法的規範のひとつでは有ると言えるが、批准していても国内法との齟齬から従わない国家も多くあるのが実情である。我が国でも戦後の国際世界への復帰の為に早くも昭和50年代には本条約を批准しているも、国内法との整合性の為実際の運用はなかったと演者は理解している。この様な点があるとは言え、或る意味では参考になると思われるので前回に引き続きこの点について考察を行いたい。

一般演題 1

第1種装置での治療後、転院して第2種装置で治療した減圧症14例の検討

○石山純三¹⁾ 小柴真一²⁾

- 1) 静岡済生会総合病院 脳神経外科
- 2) 静岡済生会総合病院 救命救急科

減圧障害に対する再圧治療を行う場合、第2種装置（多人数用）での治療を原則とするとされてきたが、第2種装置の配置には地域偏在が著しく、近年の学会でも第1種装置を用いた再圧治療の適応範囲拡大が検討されている。現在当院のある静岡市から西は京都府まで第2種装置がないため、愛知・岐阜・三重から再圧治療目的で来院されることも少なくないが、来院前に地元の病院の第1種装置で治療を受けていた減圧症症例が14例あった。病型は脊髄型が11例（最重症レベル3例を含む）、I型が3例であった。前院の治療圧は14例中2例が2.8ATA、1例は2.5ATA、残り11例は2ATAであったが、治療圧の維持時間はすべて60分であり、米海軍治療テーブル5,6およびHart-Kindwallを使用した症例はなかった。前院での治療回数は1～7回（平均2.6回）、当院来院時期はDay 1～Day 53と様々だが、発症後一週間以内の来院はDay 1に転搬送された3例を含め4例のみで、4週間以上経過してからの受診も3例あり、発症から当院来院までは平均で16.5日であった。第2種装置での再圧治療により全例で改善が得られたが、完治は6例のみで残り8例は完治に至らなかった。その中には当院での治療開始をもっと急ぐべきであったと思われる例もあり、少なくとも2ATA 60分での初回治療で十分な効果が得られない場合は、速やかに米海軍治療テーブル6が可能な施設への転院を手配することが重要ではないか。

近隣に第2種装置がない地域では、第1種装置を用いて

減圧症治療を行う選択肢を積極的に考慮されるべきであるが、治療圧とその維持時間は重要であり、2ATA 60分の通常のHBOTは減圧症にどれ程有効なのか、そもそも減圧症治療の正しい選択なのかを検討する必要があると感じた。第1種装置での減圧障害治療プロトコル、第2種装置のある治療施設への転送判断などに関して、学会主導で指針を早期に提示することが望ましいと考える。

一般演題 2

高気圧酸素療法における看護学生実習指導の工夫

○迫田典子

獨協医科大学 看護学部

【目的】

周術期における合併症の一つである麻痺性イレウスに対する高気圧酸素療法（HBOT）を通じて、看護学生が周術期看護の複雑性と特殊治療における看護の専門性を統合的に学習できる実習指導方法を構築する。

【方法】

実習前のオリエンテーションから実習後の振り返りまでを通じて、麻痺性イレウス患者への看護を中心とした段階的指導内容を設計した。実習前オリエンテーション、実習中の段階的指導、実習後の振り返りの3段階で構成し、病態理解、安全管理、心理的支援、多職種連携の4つの学習目標を設定した。各段階において学生の理解度を確認し、個別性に応じた指導を行った。

【結果】

実習指導の工夫について、第一に、腸管麻痺による循環障害と組織酸素不足の病態生理と、HBOTによる酸素分圧上昇と浮腫軽減効果のメカニズムを図表を用いて関連づけて説明した。第二に、治療前後のバイタルサイン測定、耳痛・めまい・酸素中毒症状の観察ポイントをチェックリスト化し、系統的な観察方法を指導した。第三に、腹部膨満感や嘔気による身体的苦痛に加え、高圧環境への恐怖や閉所恐怖症への不安を抱く患者に対し、共感的態度と段階的な情報提供の方法を具体的に指導した。第四に、医師の治療方針決定、臨床工学技士の装置管理・安全確保を理解した上で、看護師が担う患者アドボカシーと各職種間の調整機能を体験的に学習させた。

【考察】

本実習指導により、学生は病態生理学的知識と看護実践の統合を図ることができたと考えられる。周術期合併症という複雑な病態における治療選択の根拠を理解することで、学生の臨床推論能力の向上が期待できる。また、特殊治療環境でのリスクアセスメント能力の向上、患者の身体的苦

痛と心理的不安が併存する状況での全人的ケアの重要性の実感、チーム医療における看護師のアイデンティティ形成に寄与したと考える。今後は学習成果の定量的評価と指導方法の改善が必要である。

一般演題 2

Regarding the contents of the 62-year old book "Clinical Application of Hyperbaric Oxygen: Proceedings of the First International Congress in Amsterdam"

○MIGITA Heihachi YOSHITAKE Shigenori
WATANABE Wataru

Kyushu University of Medical Science Graduate School,
Health and Medical Sciences Course

【Abstract of presentation】

This is a record of the first international conference on hyperbaric oxygen therapy (HBO), held in Amsterdam, the Holland (Netherlands), 62 years ago in September 1963. We will introduce its fascinating contents.

The first international conference on HBO, held in Amsterdam in 1963, was titled "Clinical Applications of Hyperbaric Oxygen." This conference is considered a milestone in laying the foundation for modern hyperbaric oxygen medicine.

The proceedings of this conference were published as a book, and this report describes its contents. The book covered a wide range of topics presented by leading researchers of the time. Of particular note is the achievement of Dutch surgeon Ite Boerema, who demonstrated the potential of hyperbaric surgery (especially cardiac surgery) and is known for his groundbreaking "life without blood" experiment, in which pigs were bled and allowed to survive under hyperbaric conditions.

【Major Contents and Contributions】

1. Medical treatment under high atmospheric pressure. Infectious diseases, Coronary Infection, Miscellaneous Indications.
2. Cardiovascular surgery under high atmospheric pressure.
3. Tank building problems and safety measures.
4. Physiological and pharmacological problems.
5. Miscellaneous reports.
6. Closing remarks.
7. General summary.

The conference presented research findings and applications of hyperbaric oxygen therapy in the following fields:

- **Surgery:** Improved tolerance to circulatory arrest in hyperbaric surgery, especially cardiac surgery.
- **Infectious diseases:** The therapeutic effect on anaerobic infections, such as gas gangrene caused by *Clostridium perfringens*.
- **Poisoning:** The effectiveness of hyperbaric oxygen therapy for carbon monoxide poisoning.
- **Basic research:** Research into the effects of oxygen under high pressure on living organisms, particularly oxygen toxicity.

I was particularly interested in a study on liquid breathing by JA Kylstra (The Netherlands) and his colleagues. In their experiments using dogs and mice, they reported that mice immersed in saline in a pressurized chamber at 5 atmospheres absolute survived for 1,075 minutes (≒18 hours) without being able to breathe air.

This conference marked a major turning point in the transition of hyperbaric oxygen therapy from an empirical treatment to evidence-based medicine. Furthermore, the findings presented here accelerated subsequent research and clinical applications, leading to the establishment of hyperbaric oxygen therapy today.

We will introduce the fascinating content of the 423-page book.

This presentation will be given in Japanese.

一般演題 2

マウス大腿骨骨幹部新鮮骨折髓内釘固定術モデルにおいて、修復期での高気圧酸素治療の導入は骨折治癒を促進する

○小柳津卓哉^{1,3)} 赤澤亮太²⁾ Alafati Abulajiang³⁾
星野 傑^{1,4)} 安 宰成^{1,4)} 柳下和慶^{1,4)}

- | |
|--------------------------------|
| 1) 東京科学大学病院 高気圧治療部 |
| 2) 東京科学大学 医学部医学科 |
| 3) 東京科学大学 大学院医歯学総合研究科 整形外科科学分野 |
| 4) 東京科学大学病院 スポーツ医歯学診療センター |

【背景】

長管骨における骨折治癒過程は、骨折部の低酸素環境に抗するために軟骨を経て骨化する（軟骨内骨化）。高気圧

酸素治療 (hyperbaric oxygen treatment : HBO) の骨に対する効果には, vitro においては骨芽細胞の分化を促進するという研究報告があり, 長管骨骨折の軟骨内骨化に有益な可能性がある。HBO による骨折治癒促進効果を導入時期ごとに明らかにすることを本研究の目的とした。

【方法】

6～8週齢のマウス (n=45) に大腿骨骨幹部新鮮骨折の髓内釘固定モデル (先行研究では術後1週で炎症期から修復期に, 術後3週で再造型期に移行) を採用した。大腿内側に皮切を置き内側広筋を鈍的に分け大腿骨—膝関節を露出したのち, 骨幹部を切離し, 逆行性に髓内釘 (ステンレス製・径0.64mm) を挿入して固定した。HBO (2.5気圧・100%酸素・120分) を施行しない群 (control群), 術直後から術後1週まで施行した群 (0-1群), 術後1週から2週まで施行した群 (1-2群) の3群 (各n=15) に分けた。術後3週で大腿骨を採取し, 髓内釘を抜去後にμCTを撮影した。骨折部における皮質骨の連続性を骨軸に沿って30度ごと計12カ所で定性的に判定 (整形外科専門医2名によるdoubleblindでの判定) した骨癒合スコア (12点満点) を算出し, 3群を比較した。

【結果】

骨癒合スコアは control群が 9.27 ± 0.50 , 0-1群が 7.1 ± 0.88 , 1-2群が 10.7 ± 0.37 であった。骨癒合スコアは control群と比して0-1群は有意に低く ($p < 0.05$), 1-2群は有意に高かった ($p < 0.05$)。

【結論】

マウス大腿骨骨幹部新鮮骨折の髓内釘固定モデルにおいて, 骨折に対するHBOの治療効果は導入時期によって異なり, 炎症期のHBOは骨癒合を遷延させ, 修復期のHBOは間接的骨癒合を促進することが示された。

oxygen availability, but antioxidant responses may differ across tissues. This study aimed to investigate tissuespecific variations in superoxide dismutase (SOD) activity in the brain, liver, skeletal muscle, and plasma after HBO treatment.

【Methods】

Male mice aged 6 to 8 weeks were divided into three groups: control (NT), HBO1 (one session), and HBO5 (five sessions). HBO was administered at 2.5 ATA for 120 minutes. Brain, liver, skeletal muscle (gastrocnemius), plasma, and urine samples were collected after transcardiac perfusion. Urinary 8-hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG) was quantified by ELISA, and superoxide dismutase (SOD) activity in the brain, liver, skeletal muscle, and plasma was measured using the WST method.

【Results】

Urinary 8-OHdG significantly increased in the HBO5 group compared with NT and HBO1. No significant changes in SOD activity were observed in the brain or liver. In contrast, skeletal muscle showed a marked increase in SOD activity in both HBO1 and HBO5. Plasma SOD activity increased transiently after HBO1 but not after HBO5.

【Discussion】

These findings demonstrate that HBO induces systemic oxidative stress, yet antioxidant responses differ by tissue. Skeletal muscle exhibited the most pronounced activation, plasma showed an acute but transient response, whereas the brain and liver remained largely unresponsive.

【Conclusion】

HBO triggers oxidative stress and induces distinct antioxidant responses across tissues, with skeletal muscle showing the highest sensitivity, which appeared to depend on the frequency of HBO treatment. Such tissue-specific responses may underlie the physiological mechanisms of HBO treatment.

一般演題 2

Oxidative Stress Induced by Hyperbaric Oxygen Treatment and Differential Antioxidant Responses Among Tissues

○Alafati Abulajiang¹⁾ 小柳津卓哉^{1,3)} 赤澤亮太²⁾

星野 傑^{3,4)} 安 宰成^{3,4)} 柳下和慶^{3,4)} 吉井俊貴¹⁾

- | |
|------------------------------------|
| 1) 東京科学大学 大学院医歯学総合研究科 整形外科 科学分野 |
| 2) 東京科学大学 医学部医学科 |
| 3) 東京科学大学病院 高気圧治療部 |
| 4) 東京科学大学病院 スポーツ医歯学診療センター |

【Objective】

Hyperbaric oxygen (HBO) treatment elevates systemic

一般演題 2

2018年診療報酬改定前後における高気圧酸素治療実施疾患の変化に関する検討

○山荷大貴¹⁾ 山田拓洋²⁾ 宮本和幸³⁾ 佐々木純⁴⁾

- | |
|----------------------------|
| 1) 昭和医科大学藤が丘病院 救命救急科/医師 |
| 2) 昭和医科大学藤が丘病院 臨床工学室/臨床工学士 |
| 3) 昭和医科大学藤が丘病院 救命救急科/医師 |
| 4) 昭和医科大学江東豊洲病院 救命診療科/医師 |

【方法】

対象期間（改定前：2016年4月～2018年3月，改定後：2018年4月～2020年3月），対象患者の選択基準は当院でHBOを受けた患者全て，データ収集方法としては当院臨床工学室にあるパソコンに台帳入力されているデータを元に抽出した。統計解析には χ^2 検定または対応のあるt検定，t検定を用い， $p < 0.05$ を有意水準とした。

【結果】

検討期間中のHBO総実施件数は改定前70件から改定後114件へ有意に増加した（62.9%増， $p < 0.01$ ）。疾患別では，突発性難聴が23件から67件へ有意に増加（ $p < 0.001$ ）した一方，重症頭部外傷および脳血管障害は有意に減少した（各々 $p < 0.05$ ）。

【考察】

診療報酬改定により総実施件数は62.9%増加し，医療アクセス向上効果が確認された。しかし疾患別では突発性難聴の劇的増加が全体を牽引した一方，その他疾患では有意な変化がなく，適応疾患間で格差が生じた。

【結語】

診療報酬改定はHBOの量的拡大には有効であったが，疾患間格差も生じており，より均等な治療機会提供に向けた政策の精緻化が必要である。

行により院内感染防止の観点から入院・外来患者への利用制限が必要となり，治療件数減少が懸念された。

【目的】

COVID-19流行下において，HBOTを安全に継続運用するために講じた感染防止策と運用経験を報告する。

【方法】

2015年1月1日～2019年12月31日を「流行前」，2020年1月1日～2024年12月31日を「流行後」とし，症例数，治療件数，COVID-19罹患率を比較した。感染防止策として，流行前は入院・外来を問わず順不同で治療を実施し，外来患者の治療後のエアレーションを行っていなかった。一方，流行後は，入院患者に対しては入院前にPCR検査で陰性を確認の上で治療を実施した。外来患者に対しては初回に抗原抗体検査を行い，以降は毎回体温測定と呼吸器症状の有無を確認の上で治療を行った。また，外来患者の治療ごとに10分間のエアレーションを行い，入院・外来患者ともに清掃を徹底した。

【結果】

総症例数は流行前206例，流行後257例であり，総治療件数は流行前1,686件，流行後2,518件であった。また，期間中に患者および医療従事者にCOVID-19感染例は認められなかった。

【考察】

感染防止策の徹底により患者受け入れを維持しつつ，治療件数の増加を達成できた。事前スクリーニング，患者群の時間的分離，治療後の換気・清掃の徹底により，感染リスクを最小限に抑え，安全かつ継続的なHBOT運用が可能であった。

【結語】

本経験は，将来の新興感染症流行時におけるHBOTの治療体制を維持するためのモデルケースとなり得る。

一般演題 2

COVID-19流行下における高気圧酸素治療の感染防止策と運用経験

○山田拓洋¹⁾ 菊地 武¹⁾ 野川悟史¹⁾ 大石 竜²⁾

- | |
|--------------------------|
| 1) 昭和医科大学藤が丘病院 臨床工学室 |
| 2) 昭和医科大学 統括臨床工学室/臨床工学技士 |

【背景】

当院は3次救急病院で第一種装置（SECHRIST社製 Model 2800J）を用い，高気圧酸素治療（HBOT）を急性期から慢性期まで幅広い疾患に実施している。2018年度診療報酬改定で治療件数増加が見込まれたが，COVID-19流