
第25回九州高気圧環境医学会

日時 2025年7月26日(土)

会場 リーガロイヤルホテル小倉

特別講演

日本医師会の医療政策

松本吉郎

日本医師会長

少子高齢化が進む日本において、地方では特に人口減少が激しい上、昨今の急激な人件費の上昇、食材料費の高騰などもあいまって、医療機関の経営は非常に厳しい状況にある。公定価格により運営されている医療機関等は、コスト増加分を価格に転嫁することができない。人材も他産業に流出し続けるなど、地域医療が崩壊しかねない、正に、危急存亡の状況である。全国各地で医療・介護・福祉現場の経営が赤字に転じ、逼迫の緊急性が増しており、医療界では特に病院の状況が極めて危機的である。

一方、医療財源は税金による公助、保険料による共助、自己負担による自助の3つのバランスをとることが大切であり、自己負担のみをあげないことが重要である。患者さんは自己負担を増やしたくない、国民は保険料や税をなるべく負担したくないと考えるが、社会保障は個人単位で考えるのではなく、病気になった人を社会全体で支えるための制度であり、医療費財源をどのように確保するのか、国民全員での十分な議論が必要である。国民生活を支える基盤として、「必要かつ適切な医療は保険診療により確保する」という国民皆保険制度の理念を今後とも堅持していくことが求められる。

今後、令和8年度診療報酬改定に向けた議論がさらに本格化する。医療機関の危機的な経営状況を打開するためには、医療・介護業界でも他産業並みの賃上げができるような、賃金・物価の上昇に適切に対応する診療報酬の仕組みを新たに導入するなど、別次元の対応が必要である。

今回の九州高気圧環境医学会はダイバーシティがテーマであるが、医療DXをはじめ、医療界には取り組むべき課題が山積している。引き続き日本医師会は、医療界が一丸となって、医療界の考えを医療政策に反映できるよう尽力していくとともに、日進月歩する医療界に起きる様々な変化に対応していく所存である。

教育講演

高気圧酸素治療を併用した頭頸部癌に対する根治的放射線治療成績

今田 肇

社会医療法人共愛会 戸畑共立病院 がん治療センター

高気圧酸素治療は、低酸素細胞の酸素化により放射線治療の増感作用があることが古くから知られている。基礎研究は多いが、まとまった臨床例における報告は少ない。

今回我々は、2019年から2024年までに当院にて高気圧酸素治療併用で根治的放射線治療を行った頭頸部癌 111例について治療成績を検討したので報告する。

症例は、口腔癌 34例、上咽頭癌 7例、中咽頭癌 23例 (p16 陽性 14例、陰性 9例)、下咽頭癌 28例、喉頭癌 12例、鼻腔・副鼻腔癌 4例、大唾液腺癌 3例である。原発性が88例、再発性が13例、I-II期が31例、III-IV期が80例である。

高気圧酸素治療は全例で放射線治療の直前に施行し、予定回数60%以上を完遂したものを対象とした(平均回数 27.9 ± 4.1)。放射線治療はIMRTで $68.8\text{Gy} \pm 6.1\text{Gy}$ を照射した。化学療法は100例で併用し、主にCDDPを使用した。電磁波温熱療法を90例に併用した。

治療終了時点の局所効果は、CR 86/111 : 77.5% (I-II期 30/31 : 96.7%, III-IV期 56/80 : 70%), PR 23/111 : 20.7%, SD 2/111 : 1.8%と非常に高い奏効率を示し、高気圧酸素治療の高い増感効果が示唆された。

ランチオンセミナー

高気圧酸素治療の将来展望

柳下和慶

日本高気圧潜水医学会 代表理事
東京科学大学病院 高気圧治療部部長 教授

高気圧酸素治療(HBO)は他の治療の効果を妨げることなく併用可能な魅力的な補助療法であり、また減圧症、急性ガス動脈塞栓症、放射線照射後の晩期障害などHBOでなければ治療できない病態がある。すなわちHBOの存在価値と魅力は将来的にも必然である。ただしこれも「治療の安全性確保」が大前提である。

近々では米国にて第1種装置での致死性事故が発生しており、また国内でも使い捨てかいろの持ち込み事故が複数報告されており、安全管理については極めて危険な状況が間近に迫っている。HBOの将来展望を語るうえで、安全管理や安全対策は将来的にも極めて重要である。本学会では

安全対策委員会が積極的に活動しており、また安全対策委員会・高気圧酸素治療安全協会・高気圧酸素治療技術部会の連携を深めるアライアンスが始動しているが、さらなる積極的な取り組みが求められるだろう。

HBOの将来展望としてHBO教育については決して楽観視することができない。臨床工学技士養成校ではHBO教育がカリキュラム上から削除され、HBOの卒前教育は岐路に立たされている。このため卒後教育や特に臨床現場や学会でのHBO教育がより重要となっている。2024年にひとつの学会として日本高気圧潜水医学会が始動し、専門医・専門技師資格制度も一本化された。学会一本化により、HBO教育についても強化される方向である。

また2023年にはUHMSはAvascular Necrosis (Aseptic Osteonecrosis) (阻血性壊死(無腐生骨壊死))適応疾患に加えた。今後も臨床研究の発展にて、さらに新たなHBO適応疾患が広がることも期待される。日本高気圧潜水医学会の英語名がJUHMSとなったことからUHMSからの注目度は高まっており、国際交流の活発化も期待される。

また、チーム医療としてのHBO治療体制の構築のため、学会では「看護師安全対策WG」を新設しており、今後看護師の関与の増加についても期待される。HBOへの期待は現在も、そして未来へも続く。

安全管理研修会

「高気圧酸素治療の安全管理(初心者向け研修会)」 HBOにおける日々の安全管理のブラッシュアップ

赤嶺史郎¹⁾ 玻名城尚¹⁾ 向畑恭子¹⁾ 宮城宏喜¹⁾
清水徹郎²⁾

- 〔1) 医療法人徳洲会 南部徳洲会病院 臨床工学部
2) 医療法人徳洲会 南部徳洲会病院 高気圧酸素治療部〕

【要旨】

HBOでは高気圧環境下の閉鎖空間内で高濃度酸素を吸入するという性質上、安全管理に最も比重をおいた運用が求められる。2018年の診療報酬改定後は収益性の改善により、休眠施設での治療再開や新設・増台する施設も増加していると推察される。しかし、ここで忘れてはならないことは、HBOは有効性が示され発展を遂げた後、火災・爆発事故の影響を受けて衰退してきたことから、この悲惨な歴史を繰り返してはならない。

HBOにおける安全管理とは「絶対に事故を起こさない」ことであり、過去の事例から治療中に火災が起きると100%救命し得ないことが分かっている。オペレータは殺人罪が適応される可能性があり、自分自身や他の医療従事者に加え病院設備まで損害を受けるかも知れないという他に例

を見ない業務と言える。また、人工的な高気圧環境を用いることから完全に機械化されており、特に第1種装置では「hands on patient care」が不可能なため、装置本体だけでなく配管設備も含めた保守管理が業務の基盤となる。装置のコンピューター制御化により監視業務に注力できるようになった反面、プログラムボタン1つ押すだけで治療がなされてしまうという側面もある。操作技術力の低下は安易な業務と認識することに繋がり、これが事故の要因となつてはならない。

近年、装置内への使い捨てカイロの持ち込み事例が報告されており、日本高気圧潜水医学会や日本臨床工学技士会からも注意喚起文書が公表されている。安全管理を怠り、もう一度大きな事故が起こってしまうと、HBOがどれだけ有用でも社会的な信用を取り戻すことは困難なため、火災・爆発事故の要因となる使い捨てカイロの再燃(1日経った後でも酸化熱が発生)、適切な金属探知機の使用法、新たなモニタリング機器接続のためのケーブル加工禁止など、日々の安全管理方法についてブラッシュアップ(アイデアなどを再考しより良いものにする)を図れるよう、分かり易く解説する。

安全管理研修会

「高気圧酸素治療の安全管理(初心者向け研修会)」 HBO安全基準に基づいた活動

坂上正道¹⁾ 外口敬作¹⁾ 管田 隼¹⁾ 荒木康幸¹⁾
星乃明彦²⁾

- 〔1) 社会福祉法人恩賜財団 済生会熊本病院 臨床工学部門
2) 社会福祉法人恩賜財団 済生会熊本病院 糖尿病内科〕

【要旨】

HBOは、患者を高気圧環境下に置き、高濃度の酸素を吸入させる事で治療効果を得る方法であり、減圧症や一酸化炭素中毒、難治性潰瘍など治療が推奨されているものは多岐にわたる。しかし、高気圧環境下での治療には爆発などのリスクを伴うため、安全基準の遵守が求められる。

日本高気圧潜水医学会(JUHMS)が制定した「高気圧酸素治療の安全基準」では、治療装置の点検、治療従事スタッフ(以下スタッフ)の教育、緊急時の対応策などが詳細に規定されており、国内の主要な医療機関における定期的な装置の点検、およびスタッフ教育の基となっている。

しかし、近年、国内外の医療施設において、高気圧酸素治療装置内へのカイロ持ち込み事例、および高気圧酸素治療装置内での発火による、患者の死亡事故などが発生し、高気圧酸素治療を取り巻く環境の安全性が脅かされている。そのため、早急にスタッフを育成するための教育シス

テムを構築し、安全な治療を提供できる環境を整備することが求められる。

当院では、スタッフ教育の一環として、シミュレーショントレーニング（以下 ST）を取り入れている。安全な環境下、かつ実践的なトレーニングを繰り返し行うことで、知識を確固たる技能へと昇華させ、臨床現場での自信とパフォーマンス向上に繋げることが期待できる。

当院の ST では、日常業務（所持品検査や耳痛対応など）や特殊な状況（停電発生や不整脈発生など）のシナリオなど、業務内で想定される全てのシナリオを作成し、様々なシチュエーションにおけるスキルの習得を可能にしている。さらに、動画撮影機器にて撮影した ST 風景を用い、パフォーマンスの評価とディブリーフィングを行うことで、学習効果を最大化させることができる。つまり、ST を導入することで、業務の標準化、およびスキルの担保を確保でき、高気圧酸素業務を新たに学ぶスタッフでも、熟練者と同等の対応能力を有する人材の育成が可能となった。

これまで、安全対策の主流は、安全管理に特化したマニュアルの作成や業務の標準化などであったが、国内外での危険事象を防止できなかった。そのため、今後は安全性の重視、かつ実践的な教育手法が必要であり、座学では得られない実践的なスキル、迅速かつ的確な判断力、そして危機対応能力の涵養において、定期的な ST の活用が有用と考える。

一般演題 I-1

HBO Nurse の確立を目指して

○亀山沙矢香¹⁾ 松田健太郎²⁾ 松谷真由美³⁾

- 1) 琉球大学病院
- 2) 上ヶ原病院
- 3) 玉木病院

【背景と現状】

高気圧酸素治療（HBO）は、密室かつ高気圧環境下で長時間の治療を要するため、看護師の役割が極めて重要である。当院は、第2種装置において苦痛緩和に向けた体位や耳抜きに不安がある患者には治療中付き添うなど、身体的・精神的苦痛を軽減する介入をしている。また、輸液管理や吸痰、呼吸管理など直接看護ができるため、重症患者の受け入れが可能である。しかし、全国的に HBO に特化した看護師の教育体制や情報共有の場が十分に整備されていないため、専門知識と技術を有する看護師不足が課題となっている。患者の安全性向上と治療効果を最大化するためには、HBO Nurse の確立が必要である。

【方法】

1. 情報発信の強化：HBO の有用性や安全性についての学術集会や研究発表会などに積極的に参加し、HBO Nurse の役割を医療者向けに発信し認知度を高める。2. 教育プログラムの構築：HBO 看護に特化した教育体制を整える。3. 看護部会の設立：看護師のネットワークやコミュニティを形成し、お互いに知識や経験を共有する。

【期待される成果】

1. HBO Nurse の専門性と役割が明確化されることで、より効果的な看護ケアが提供できる。2. 看護ケアの標準化と質の向上により、患者の安全性と治療満足度が高まる。3. 知識と経験の共有により、継続的な看護師のスキルアップができる。

【考察と結論】

HBO Nurse は、装置の特性を理解し環境に応じたリスク管理と患者中心の看護が求められる。特殊な環境下のため、患者のわずかな体調変化を見逃さない観察力や安全管理、個別性に合わせた共感的関わりを持ち、身体的・精神的安楽が図れるよう看護介入していくことが重要である。HBO の安全性と効果を最大化するためには、専門的知識を持つ看護師の育成と連携が不可欠である。看護部会の設立により、HBO 分野にける看護師確保・育成の効果的な戦略を討っていく。

一般演題 I-2

当院における高気圧酸素治療を中止、中断した症例の検討

○門田 秀¹⁾ 豊田夏実¹⁾ 天野弥生¹⁾ 土手智敬¹⁾
長野準也¹⁾ 楠 勝介²⁾

- 1) 済生会松山病院 CE 部
- 2) 済生会松山病院 脳神経外科

【背景】

高気圧酸素治療（以降 HBO）を行う中で、様々な理由により治療の中止、中断を避けられないのが現状である。今回 HBO の中止、中断に大きく関わる要因について調査、検討を行った。

【対象】

2018年4月から2024年3月までの6年間に HBO を行った257名（男性175名、女性82名、平均年齢66.8歳）のうち、中止した症例33例、中断した症例14例を対象とした。

【方法】

高気圧酸素治療データベースより HBO を中止ないし中断した症例を抽出し、その原因を電子カルテで調査した。

【結果】

中止率は12.8% (33/257例)であった。主な原因として、耳痛耳閉感、体調不良、低血圧、頻脈などによるバイタル異常、患者による治療の拒否があった。中断率は5.4% (14/257例)であった。主な原因として、耳痛の訴え、危険行動、バイタル異常、気分不良があった。中断した際の治療回数と人数の関係性では、HBO治療早期に中断するケースが多かった。症例として耳痛、危険行動が大部分を占めていた。

【考察】

HBOの中止の原因として、耳痛、耳閉感、体調不良、バイタル異常が多かった。耳痛に関しては、治療中の耳抜き不十分であると考えられる。治療を確実に行うためには、治療前に患者の状態を把握し、治療の十分な説明を行い、不安を取り除き耳抜きの訓練を十分に行う必要がある。HBOの中断の原因として耳痛、気分不良が多かった。治療前に十分な説明を行い、治療中も患者の状態確認や声かけをし、治療を完遂する必要がある。耳痛症状による中止、中断が多いことが判明したため、今後耳抜きに関する取り組みをしていく必要がある。

【結語】

HBOを中止、中断した症例について検討した。中止、中断ともに耳抜き不十分による耳痛症状が最も多かった。今後は耳抜きの指導を見直し、耳痛症状による中止、中断を減らしていきたい。

一般演題 I-3**新病院移転に伴う高気圧酸素治療装置移設報告と高気圧酸素治療室2年経過時の現状について**

○福田哲郎 諸木浩一 橋口昭人 堀口大也

医療法人秋津会 徳田脳神経外科病院

【はじめに】

当院は、1985年2月に鹿児島県鹿屋市大手町に、大隅半島唯一の脳神経外科施設として開設、1991年3月より現在地へ移転し、急性期病棟30床と回復期リハビリ病棟40床の2病棟で運営している。脳血管障害等の急性期脳疾患の診療を中心とした脳神経外科専門病院として、大隅半島で中心的な役割を果たしている。開院当初の1985年2月より高気圧酸素治療は導入しており、1991年2台目を導入、現在1台で運用、高気圧酸素治療認定医2名、認定技師2名(臨床工学技士、看護師各1名)により、高気圧酸素治療を行っている。

【移転までの経過】

新築に際し、各部署への設計・設備に関するヒアリング

が行われた。治療室は旧病院と同様のレイアウトを希望、患者様にとって快適な治療室となるべく、設備に関するヒアリングを実施した。2023年5月8日の新病院開院に向けて、担当業者とともに治療装置の移設も計画・準備した。

【治療室検討と移転方法】

新病院での治療室の設計もメーカー・建築会社担当、治療装置担当、病院担当と数回に渡るヒアリング、設計をおこなった。移設は、各担当との協議を進め、旧病院から装置の移設方法確認、新病院での移設設置確認、打ち合わせを実施。2023年5月2日、メーカー担当者6名が移設に参加。旧病院から新病院玄関までの坂道の傾斜がある事と距離、機器の安全設置の観点から移設は、4tユニック車の荷台に乗せ梱包し搬送を計画。9時旧病院より機器の搬出作業開始、13時新病院への機器移設設置完了、14時機器設置後の点検を行い作業終了とした。

【運用経過の現状】

新病院に移転し、広さは旧病院と変わらないが、数か所変更や不都合に伴う変更点、課題があった。

【考察】

新築の病院に移転し治療の業務を行っている。問題点や検討事項もあり、スムーズかつ安全に治療を行えるように今後も治療環境の見直しなどを行っていくべきであると考えている。

一般演題 I-4**高気圧酸素治療における快適な寝床温度の検討**

○居原照高¹⁾ 長野真唯¹⁾ 玉岡大知¹⁾ 黒田 聡¹⁾
宮田香菜子¹⁾ 藤野唯依加¹⁾ 石田朋行¹⁾ 三代美紀¹⁾
村上雅憲²⁾

[1) 国立病院機構 関門医療センター ME 機器技術センター]
[2) 国立病院機構 関門医療センター 心臓血管外科]

【はじめに】

当院の高気圧酸素治療室では、第1種高気圧酸素治療装置を使用して治療を行っている。これまで、患者の治療満足度向上を目的に、治療に対する不満や不安に耳を傾けてきた。その中で、「治療中に寒い」という訴えがしばしば寄せられ、寒さが治療への否定的な感情につながる例もみられた。そこで、本研究では快適な寝床温度を提供する方法を検討し、その効果を評価した。

【方法】

治療時の寝床環境の温度(寝床温度)を治療前に高めるため、「布団乾燥機」「電気毛布」「ペットボトルを使用した湯たんぽ」の3種類の加温デバイスを用意した。まず、それぞれの温度上昇効果を評価したうえで、90分間の治療前後における寝床温度の変動をデバイス使用時と非使用時で

比較した。また、治療中の体感温度に関するアンケート調査を実施し、患者の評価を収集した。

【結果・考察】

快適な寝床温度を提供することで、患者の治療満足度が向上する可能性が示唆された。寝床温度は治療環境の快適性を左右する重要な要素であり、適切な温度管理により、患者が治療に前向きに取り組める可能性がある。今後も、より快適な治療環境の提供を目指し、改善を続けていきたい。

一般演題 I-5

高気圧酸素治療介入のタイミングが下肢筋損傷の視覚的評価スケールの経時的変化へ及ぼす影響

○出牛雅也¹⁾ 桜沢貴俊¹⁾ 大久保淳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

【はじめに】

下肢筋損傷に対する高気圧酸素治療 (HBO) では、病態改善に加えて、主観的な尺度である視覚的評価スケール (VAS) が改善することが報告されている。しかし、VAS を評価した先行研究では、受傷から治療開始までの期間について、一定の症例数間で比較した報告はなく、治療頻度などが統一されていないことがリミテーションとなっていた。

【目的】

下腿筋損傷に対して HBO を実施した症例において、受傷から HBO 介入のタイミングが、VAS へ及ぼす影響について評価し報告する。

【対象・方法】

対象は、2015年1月から2024年12月までに、下腿筋損傷に対して HBO を施行した 331 症例の内、同一条件 (受傷後 3 日以内に治療開始、3 日間連続施行) で VAS 評価が可能であった 89 例とした。方法は、治療開始までの日数別 (受傷 1 日後 /PID 1 群: 39 例, 2 日後 /PID 2 群: 35 例, 3 日後 /PID 3 群: 15 例) の 3 群に分類した。各 HBO 前後において VAS [歩行時疼痛・腫脹] を計測し、各群における初回開始時と 3 回目終了後、初回開始時および 3 回目終了後の各群間での差異等を比較検討した。

【結果】

VAS [初回開始時/3 回目終了後] の平均値は、PID 1 群では歩行時疼痛: $63 \pm 24/26 \pm 24$, 腫脹: $41 \pm 34/22 \pm 27$, PID 2 群では歩行時疼痛: $49 \pm 29/26 \pm 27$, 腫脹: $36 \pm 32/18 \pm 24$, PID 3 群では歩行時疼痛: $52 \pm 25/19 \pm 22$, 腫脹: $36 \pm 29/18 \pm 20$ となり、全群で HBO 3 連日施行後の VAS は有意な低下を示した。また、初回開始

時と 3 回目終了後の各群間での差異は、歩行時疼痛と腫脹ともに、治療開始までの日数の違いによる有意な差は認めなかった。

【結語】

受傷 3 日以内に HBO を 3 連日施行した場合は、治療開始までの日数の違いが VAS へ与える影響はなく、HBO 介入により全群で有意な低下を示した。

一般演題 I-6

当院における Oncology Emergency への放射線治療併用高気圧酸素治療の取り組み

○林 聖那 川上昌浩 成富さおり 腰塚広昌
社会医療法人天神会 古賀病院 21

当院は 5 施設からなるグループ病院の 1 つで、2021 年 4 月に第 1 種高気圧酸素治療装置を導入した。5 施設から循環器や形成外科等の様々な診療科からの紹介のもと、2025 年 2 月末現在、患者数 242 名の HBOT を行っている。当院は、HBOT 室が放射線治療センターと併設しているため、放射線治療と併用した悪性腫瘍に対しての HBOT も多く治療している。述べ患者 242 名のうち 15 名が放射線併用でそのうちの 4 名が緊急照射を実施している。今回はそのうち Th5-6 レベルの脊椎転移した悪性腫瘍 (転移性骨腫瘍) による切迫麻痺に対して、緊急照射および HBOT の併用による治療を、脊椎保護を目的として行った症例を報告する。腫瘍は脊柱管内に浸潤しており、Th4-5 レベルでは腫瘍により胸髄は右背側より圧迫を認め、緊急照射実施の方向となった。治療開始前、胸部から下肢にかけて広範囲にしびれや感覚異常を来しており、車椅子で移動しベッド等への移乗では、ふらつきや膝折れが多く見られ、入院中の筋力・歩行能力向上目的にて、リハビリテーションも併用して行っていた。放射線治療 15 回目・HBOT7 回目に腫瘍の縮小と下肢の感覚異常・しびれが軽減傾向と効果がみられた。また、リハビリテーションでは開始当初、股関節内外転・屈曲等の筋力訓練や歩行訓練を実施し基本動作能力向上に努めていた。回数を重ねる毎に有酸素運動や反復起立訓練等の体力維持向上を目的とした訓練も実施し、歩行器使用で歩行可能になるまで改善みられた。他施設においても、放射線治療と HBOT の併用治療は、晩期障害回避や増感作用において有効であるという発表が散見される。当院では放射線治療センター内に併設された HBOT 室という特色を活かした治療を推進したいと考える。

一般演題 II-1

高压容器内の流体の可視化

○高橋凜汰郎¹⁾ 星野将輝¹⁾ 福田純平²⁾ 堀江正樹²⁾
川島久宜¹⁾

- [1) 群馬大学 理工学府大学院
2) オリエンタル白石株式会社]

減圧症治療に用いられるホスピタルロック内のガス交換を把握する必要がある。本実験ではチャンバー内の流動を把握することを目的として、ホスピタルロックの代わりに小型透明アクリル容器を用いて、大気圧条件、および高压条件での流体を可視化が可能かを検証するモデル実験を行った。

実験では、アクリル容器に可視化用スモークを注入し、アクリル容器の側面よりレーザーを照射し、アクリル容器の上方からビデオカメラで撮影を行った。アクリル容器にはコンプレッサーが接続されており、大気圧条件にてチャンバー内に煙を充満させた状態で10分間撮影を行った後、高压容器内を0.1 MPaまで加圧し、高压条件にて再び10分間撮影を行った。

撮影した動画から10秒ごとに画像を抽出し、各条件60枚の画像の輝度値を解析し、平均輝度の時間変化を求めた。グラフより両条件ともに、時間的に解析領域内の輝度が小さくなっていく様子が確認できた。また、輝度の時間変化の傾きもほぼ一致しており、大気圧条件および高压条件でのチャンバー内の流動は、同様に可視化できることがわかった。

一般演題 II-2

画像解析によるホスピタルロック（再圧室）内の気流の把握

○川島久宜¹⁾ 高橋凜汰郎¹⁾ 星野将輝¹⁾ 福田純平²⁾
堀江正樹²⁾

- [1) 群馬大学大学院
2) オリエンタル白石株式会社]

ニューマチックケーソン工法に代表される圧気工法では、緊急減圧や意図しない急減圧に備えてホスピタルロック（再圧室）の準備、利用が必要となる。ホスピタルロックなどを用いた再圧では、室内のガス交換が十分に行えたか否かについて、圧力計などの計測器を用いて把握している。しかし、比重の大きいまたは小さい気体などを容器内に注入した場合には、チャンバー内のガス交換が速やかに実施されているか不明な点がある。

本実験はホスピタルロック内のガス交換の様子を画像解析から評価することを検討する。実験はホスピタルロック内に煙発生器を設置し、一定期間煙を噴射させ、チャンパー内に煙を充満させた。また可視化用光源としてレーザー（波長532nm）をチャンパー内に設置した。レーザー光をシリンドリカルレンズを用いてシート状に広げ煙に照射した。撮影にはホスピタルロック内部を監視するために設置されているWebカメラを使用し動画を撮影した。実際にホスピタルロック内の流動を評価する際には撮影される動画は長時間になることが想定されるため、得られた動画をソフトウェアにより1秒毎のカラーの静止画像を抽出した。抽出された画像に対してRGB（Red, Green, Blue）の色分解を行い、分解されたGreen画像に対して解析領域を設定し輝度値を求めた。本解析を1秒毎の画像に対して連続的に処理することで、ホスピタルロック内の煙の輝度を求め、ガス交換の進行を評価できることがわかった。

一般演題 II-3

炎症性疾患患者および健常人血清中のsCD40Lに対するHBOの効果

○佐藤健二¹⁾ 河野圭将^{2,3)} 山口 喬⁴⁾ 川島眞之⁴⁾
右田平八^{1,2)} 吉武重徳²⁾ 渡辺 渡^{1,2)}

- [1) 九州医療科学大学 生命医科学部
2) 九州医療科学大学大学院 保健医療学研究科
3) 独立行政法人地域医療機能推進機構 南海医療センター
4) 社会医療法人玄真堂 川島整形外科病院]

【緒言】

高気圧酸素治療（HBO）は様々な炎症性疾患の治療に用いられている。第58回日本高気圧潜水医学会にて、骨髄炎患者の初回HBO前後で多様な免疫反応に関わる可溶性sCD40L量が顕著に減少したことを報告した。本研究では、sCD40Lに着目し骨髄炎患者の最終回HBO前後、他の炎症性疾患患者と健常人に対するHBOの効果を検討した。

【対象と方法】

川島整形外科病院にて治療中の炎症性疾患患者9名、健常人4名を研究対象とした。第2種HBO装置で通常の治療条件で行った。治療前約20分、治療後約30分に採血して血清を調製して冷凍保管した。

(1) 骨髄炎患者と他の炎症性疾患に対するHBOの効果

骨髄炎患者の最終回HBO前後3名と蜂窩織炎、多発性化膿性関節炎患者の初回HBO前後2名の血清サンプルをELISAキットにより各血清中のsCD40Lレベルを定量した。

(2) 健常人に対する HBO の効果

単回の HBO を行った健常人 4 名の血清サンプルを ELISA キットにより各血清中の sCD40L レベル、sICAM-1 レベルを定量した。

【結果】

- (1) HBO 最終回前の骨髄炎患者血清中の sCD40L 量は、初回 HBO 治療前のレベルに回復しており、HBO により平均 70% 減少した。
- (2) 蜂窩織炎、多発性化膿性関節炎患者血清中の sCD40L 量が HBO により 58 ~ 85% 減少し、骨髄炎以外の炎症性疾患に対しても HBO は効果を示した。
- (3) 健常人血清中の sCD40L 量が HBO により平均 53% 減少した。sICAM-1 量の変動はあまりなかった。

【考察】

HBO による sCD40L 量の減少率は、健常人と比較して骨髄炎を含めて炎症性疾患患者がより大きかった。HBO による効果の相違について、今後細胞レベルで検討を行いたい。

【結語】

HBO により健常人と比べ炎症性疾患患者血清中の sCD40L 量が大きく減少した。

一般演題 II-4

単球 / マクロファージの機能に対する HBO の効果の検討

○陣内美露¹⁾ 河野圭将^{2,3)} 右田平八^{1,2)} 明石 敏²⁾
宮本朋幸^{1,2)} 吉武重徳²⁾ 渡辺 渡^{1,2)}

- 1) 九州医療科学大学 生命医科学部
- 2) 九州医療科学大学大学院 保健医療学研究科
- 3) 独立行政法人地域医療機能推進機構 南海医療センター

【緒言】

高気圧酸素治療 (HBO) は免疫系を活性化するとされているが、そのメカニズムは解明されていない点が多い。今回、HBO の単球 / マクロファージへの効果を明らかにするため、培養細胞を用いて機能の変化を検討した。

【材料と方法】

ヒト単球様 THP-1 細胞を JCRB 細胞バンクより入手して用いた。THP-1 の機能を評価には黄色ブドウ球菌をホルマリンで不活化して刺激物質として用いた (FSA)。HBO は実験用装置 (P-5100) を用いて 2.4ATA, 100%O₂ で 1 時間行うことを eHBO とした。なお、THP-1 細胞培養プレートを eHBO と同時に室温で静置して対照実験とした。THP-1 細胞培養プレートに PMA (Phorbol 12-Myristate 13-Acetate, 100nM) を添加して一晩培養したのち、FSA を添加して eHBO を実施し、さらに培養を継続した。FSA

刺激により誘導される培養上清中の Macrophage Inflammatory Protein 1 alpha (MIP-1 α /CCL3) 等を特異的 ELISA キットで定量した。

【結果と考察】

THP-1 細胞は、単球 / マクロファージ様の株化細胞として汎用されているが、PMA による分化誘導の程度が様々な応答に影響することも知られている。THP-1 細胞は PMA 非添加では、FSA 刺激により誘導される MIP-1 α の産生が eHBO により抑制された。一方、PMA 添加では MIP-1 α の産生量の変動が大きく、eHBO の効果が明確ではなかった。現在、各種の条件検討を行いながら eHBO の効果実験を継続している。また、別途、eHBO のマクロファージの貪食能への作用についても検討を開始している。

【結語】

THP-1 細胞をホルマリン不活化黄色ブドウ球菌刺激で誘導されるケモカイン MIP-1 α は、eHBO により抑制される傾向が認められた。

一般演題 II-5

高気圧酸素治療が生体を与える酸素負荷と抗酸化応答

○小柳津卓哉^{1,2,3,4,5)} Alafati Abulajiang⁵⁾
赤澤亮太⁴⁾ 柳下和慶^{1,3)}

- 1) 東京科学大学病院 高気圧治療部
- 2) 東京科学大学 整形外科
- 3) 東京科学大学 スポーツ医歯学診療センター
- 4) 東京科学大学 医学部医学科
- 5) 東京科学大学 大学院整形外科

【目的】

HBO は理論上、溶存酸素を増加させ、生体内酸素を増加させる治療である。HBO の治療メカニズムに抗酸化応答が関与すると考えられる。本研究では酸素負荷と抗酸化応答に着目して HBO による生体反応を検討した。

【方法】

HBO は 2.5 気圧 120 分 (酸素加圧) とした。ラットを用い、HBO 中の酸素濃度 (大脳実質・脳底部・骨格筋) を ①常圧空気、②常圧酸素、③ HBO に変化させ計測した。マウスを用い、対象群・HBO 1 回 (HBO 1 群)・HBO 5 回 (HBO 5) 群に分け、大脳実質・肝臓・骨格筋 (腓腹筋)・血漿・尿を採取し、尿中の酸化ストレスマーカー 8-OHdG と抗酸化物質 SOD 活性を定量した。

【結果】

大脳実質の酸素濃度は ①常圧空気: 15-25mmHg, ②常圧酸素: 20-30mmHg, ③ HBO: 95mmHg まで上昇したが経

時的に75mmHgまで低下した。脳底部では①20mmHg, ②200mmHg, ③620mmHgまで上昇した。骨格筋では①45mmHg, ②170mmHg, ③550mmHgまで上昇した。尿中8-OHdGはHBO5群でのみ有意に上昇した。脳・肝臓のSOD活性は有意な変化は認めなかった。骨格筋ではHBO1群とHBO5群で、血漿中ではHBO1群でのみ有意に上昇した。

【考察】

大脳実質内の酸素濃度の変化は緩徐であったが、骨格筋と脳底部では著明な酸素濃度の上昇が認められた。大脳実質は脳血管関門が存在し酸素環境の変化が緩衝されたと考えられた。尿中8-OHdGが上昇したことから、HBOによる酸化ストレスが確認された。大脳実質のSODは有意な変化はなかった。骨格筋では抗酸化応答が惹起されSOD活性が上昇した。血漿中のSOD活性はHBO1回で上昇し急性の一過性の反応と考えられた。

【結論】

HBOは生体の酸素濃度を上昇させ、酸化ストレスを与え、骨格筋の抗酸化応答を惹起することが確認された。

一般演題 II-6

高気圧酸素療法と腸内細菌叢

○室屋大輔¹⁾ 灘吉進也²⁾ 甲斐雄多郎²⁾ 山田小綸²⁾
増田 徹²⁾ 後藤陽次朗²⁾ 下河邊正行²⁾ 岡本好司¹⁾

- 〔1) 北九州市立八幡病院 救急科
2) 社会医療法人共愛会 戸畑共立病院〕

腸内細菌叢は動かつそれ自体が内分泌器官の一つで、その恒常性は健康維持に不可欠であると認識されている。腸内細菌叢のディスバイオーシスは、免疫系、内分泌系、代謝経路を通じてさまざまな疾患の発症と進行に影響を与えることが報告されている。高気圧酸素療法 (HBOT) は腸内細菌叢に影響を与えることが知られており、特に炎症性腸疾患 (IBD) 領域での有効性の報告が増加している。多施設国際レジストリを用いたコホート研究において保険適応外治療のうち、潰瘍性大腸炎は12.4%、クローン病が10.6%とCOVID-19後遺症の39.4%に次いで多かったと報告されている。さらに系統的レビューとメタ解析では809人の患者群においてHBOTによる臨床寛解率が潰瘍性大腸炎では87%、管腔型クローン病では88%、肛門周囲型クローン病では60%と報告されている。HBOTによる高圧酸素状態が、生理的に低酸素状態にある腸内の嫌気性細菌に影響を与える可能性があると考えられる。また、HBOTが強力な酸化作用と殺菌作用を持つ酸素ラジカルの生成を促進し、それによって酸化代謝を行う細菌の増殖を抑制すると考えられている。しかしながら、より核心的な治療機序は

代謝系や免疫系への影響が大きいと考えられる。HBOTは酸化ストレスを軽減し、腸管細菌叢や代謝系、免疫系に影響を与えることでディスバイオーシスに関連する疾患 (特にIBD) の治療可能性を秘めているが、保険適応外である。当科での診療経験および文献検索によって得られた知見を概説し、今後のHBOT治療の可能性について提言する。

一般演題 III-1

2年8か月持続したCOVID-19後遺症にHBOで症状が改善した1例

○山口 喬 宮田健司 高尾勝浩 川島真人
田村裕昭 川島眞之

社会医療法人玄真堂 川島整形外科病院

COVID-19感染後、長期にわたり後遺症が持続するケースが報告されている。高気圧酸素療法 (HBO) がCOVID-19後遺症に有効であったとの報告もある。我々は、発症後2年8か月にわたり後遺症が持続した症例にHBOを施行し、症状の改善を認めたため報告する。

症例は36歳男性、オランダ在住。感染前は週に3回ランニングを行うなど、健康的な生活を送っていた。2021年6月にCOVID-19に感染し、症状は軽度で筋肉痛、発熱 (1日間)、呼吸器症状なし。翌年9月から疲労感が増強し、仕事を休むことがあったが、呼吸器科では異常を指摘されなかった。2022年10月にキプロスで2.0ATA・90分のHBOを15回施行し、症状の改善を自覚。2022年12月に再感染し、2024年1月まで体調不良が続いた。同年1月から息切れ、疲労感、精神的不安、集中力低下が悪化し、HBO施行施設を検索して2月中旬に来日、当院を受診した。

主訴は疲労感、息切れ、副鼻腔痛、鼻漏であり、同日より2.0ATA・60分のHBOを開始した。症状評価にはFatigue Severity Scale (FSS) および独自の簡易スケールを用い、初回時と最終時のスコアを比較した。

HBOは基本1日1回施行し、1日2回実施することもあった。2月19日から4月13日まで計73回施行。開始前のFSSスコアは57/63点、呼吸器症状5/40点、全身症状15/30点、精神・神経症状16/50点、その他症状4/60点であった。終了時はFSS48/63点、呼吸器症状2/40点、全身症状11/30点、精神・神経症状15/50点、その他症状2/60点であった。27項目中10項目は初めから無症状で、13項目が改善、4項目は不変だった。

感染から2年8か経過したCOVID-19後遺症に対しHBOを施行し症状改善を認めたことから、その有効性が示唆された。

一般演題 III-2

高気圧酸素治療中に局所陰圧閉鎖療法を継続実施するための取り組み

○桜沢貴俊¹⁾ 大久保淳¹⁾ 出牛雅也¹⁾ 小澤裕介¹⁾
山下隼斗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〕

【目的】

HBO中のNPWT継続実施へ向けて、事前準備としてサクシオン用吸引器を活用したNPWTの精度を実験的に検証し、実践例も経験したため併せて報告する。

【実施方法と実践例】

吸引システムの回路構成は、NPWT用フォーム+三方活栓/異径継手+サクシオン用チューブ+吸引器とした。吸引圧の調整は、患者監視用モニターを介して吸引器の指示値を確認しながらHBO外部の吸引配管を解放させ実施した。実験的検証：環境圧(2.0/2.5ATA)・フォームサイズ(S/M)・吸引圧(-75/-125mmHg)の各治療条件を変更させた場合の実測値を測定した[n=4]。実践例：HBO中にNPWTを継続実施した包括的高度慢性下肢虚血1例について、創部状態の経過等を評価した。

【結果】

実験的検証：環境下2.0・2.5ATAにおける平均実測値は、吸引圧-75mmHgではSサイズで-76.5・-76.5mmHg, Mサイズで-78.0・-77.3mmHg, 吸引圧-125mmHgではSサイズで-125.3・-125.3mmHg, Mサイズで-126.0・-126.0mmHgであり、治療条件の違いに依らず、実測値は任意の吸引値と同程度となった。実践例：44歳・男性(非透析患者)。右第1趾糖尿病性壊疽に対して、HBOとNPWT(-125mmHg)を開始し、良好な肉芽形成の促進が得られた。次いで、レオカーナも追加導入し、HBO17回目(全てNPWT併用)・レオカーナ9回目で植皮が可能となり、軽快退院に至った。

【まとめ】

サクシオン用吸引器を活用することで、HBO中もNPWT専用装置を使用せずに任意の吸引圧で調整することが可能であった。また、実践例では、本取り組みに関する有害事象はなく、集学的治療の実施により良好な転帰が得られた。しかし、HBOとNPWTとの相乗効果については、症例数を増やし検証を重ねる必要がある。

一般演題 III-3

蜂窩織炎に対する高気圧酸素治療(HBO)の有用性の検討

○宮尾良和¹⁾ 濱田倫朗¹⁾ 吉川厚重²⁾

- 〔1) 熊本リハビリテーション病院 臨床工学部 臨床工学科
2) 熊本リハビリテーション病院 形成外科〕

【目的】

蜂窩織炎は進行が早く、重症化すると壊死性筋膜炎などの重篤な合併症を引き起こすことがある。高気圧酸素治療(HBO)は感染制御や創傷治療促進に有効とされているが、蜂窩織炎における有効性については十分に確立されていない。今回、比較的軽症から中等症の蜂窩織炎症例に対するHBOの臨床的有用性を検討することを目的とした。

【対象と方法】

2020年4月～2024年12月の間に蜂窩織炎で当院に入院した82例のうち、蜂窩織炎以外の理由で早期退院した6例および重症例(手術が必要となった12例, LRINECスコア6以上の症例)を除外し、残りの55例を対象とした。これらをHBO実施群44例と未実施群11例に分け、属性、在院日数、血液検査データ、菌の侵入門戸などについて統計学的に比較検討した。

【結果】

性別および糖尿病の有無に関しては両群間で有意差を認めなかった。BMIはHBO群が有意に高値、年齢はHBO群が有意に低値であった。在院日数はHBO群で有意に短縮(p=0.0215)していた。血液検査では、CRPに有意差はなかったが、白血球数はHBO群で有意に低値、赤血球数は有意に高値を示した。検出菌の侵入門戸に有意差は認めなかったが、両群ともに白癬菌の2次感染が最も多かった。

【考察】

HBO実施群では在院日数の短縮が見られたことから、蜂窩織炎の治療においてHBOが一定の有用性を有する可能性が示唆された。特に若年・高BMIの患者群において治療効果が高い傾向があり、これらの患者層への積極的な適用が考えられる。またHBOにより全身の酸素供給が改善され、免疫応答や組織修復が促進されたことが影響したと考えられる。

【結語】

蜂窩織炎に対するHBOは、在院日数短縮や炎症所見の改善に寄与する可能性があり、特定の患者背景において有用性が高いと考えられる。今後も適応基準や最適な治療タイミングの検討を行う必要がある。

一般演題 III-4 臀部広範囲膿瘍（高気圧酸素療法の一例）

○溝口敬基 溝口義人

医療法人 健愛会 健愛記念病院

【本文】

難治性両側臀部膿瘍（瘻孔形成）の症例仙骨部・尾骨部・臀部・陰部における膿瘍は、数多くのケースがあるが、尾骨・仙骨・両側臀部・陰部まで瘻孔で繋がっている状態の膿瘍形成がみられることは、大変珍しい。抗菌剤及び手術とあわせ、高気圧酸素療法を併用することで、長期的であったが、改善を示した症例の報告を行う。

【症例】

32歳 男性

職業：フォークリフト運転手

病歴：3～5年排膿治療の繰り返し

【病歴】

近医の皮膚科に通院しており、長期の膿瘍形成と瘻孔からの排膿を繰り返していたが、改善がみられないとのことで、当院へ紹介、受診となった。診察で、両側臀部硬結状態から、瘻孔の長さや深さが、かなりあると判断し、瘻孔の造影を行った。その結果より、手術及び高気圧酸素療法の併用の必要があると考えた。

一般演題 III-5 スノーケリングにおける3種類のフィンの比較検討

○和田孝次郎¹⁾ 望月 徹²⁾ 鈴木信哉³⁾

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

【はじめに】

ダイビングにおけるフィンは素材から形状まで様々なものが存在する。選定は好みやデザインによるところが多いと考えられる。3種類のフィンを用いた性能比較を行ったので報告する。

【対象および方法】

フィンはA社製短く幅の広い固い天然ゴムのフィン（ショートフィン）、T社製プラスチックを主に使用した長いフィン（ロングフィン）、P社製天然ゴムを使用した柔らかい二股に分かれたフィン（スプリットフィン）の3種類を使用した。ダイバーは10年以上ダイビング経験のある潜水士（熟練ダイバー）6名と2年未満のダイビング経験

の浅いダイバー（初心者ダイバー）5名を被検者とした。5mm ウェットスーツを着用、マスク、スノーケルを着用し、実海面100mのフラッターキック泳を3種類の異なるフィン2セットずつをランダムに使用させ、タイムを測定した。BCジャケット、レギュレーターおよびボンベは使用していない。また、使用感について優、良、可の3段階でアンケート調査を行った。

【結果】

熟練ダイバーの計測値の平均はショートフィン、ロングフィン、スプリットフィンそれぞれ116 ± 12秒、127 ± 17秒、106 ± 7秒であり、初心者ダイバーはそれぞれ185 ± 28秒、193 ± 28秒、158 ± 16秒であった。熟練ダイバーではスプリットフィンがロングフィンより計測値が有意に短かった。初心者ダイバーではスプリットフィンがロングフィンに比べ短い傾向にあった。初心者ダイバーの使用感では柔らかいフィンが一番良好であった。

【考察】

初心者ダイバーではスプリットフィンで有意差は示せなかったものの、水平方向への移動が主となるレクリエーションダイビングでは、使用感が良好なスプリットフィンが適しているのではないかと考えられた。

一般演題 III-6 水中噴射機による振動障害が疑われた養殖場で就労する潜水士3例

○森松嘉孝¹⁾ 望月 徹²⁾ 森美穂子¹⁾ 増田 宏¹⁾ 石竹達也¹⁾

- 1) 久留米大学医学部 環境医学講座
- 2) 東京慈恵会医科大学 環境保健医学講座

潜水作業における生体への影響は減圧障害が目玉だが、水中では音が11倍に増幅されることから、港湾潜水作業者の多くに聴力障害が見られる。一方、これまで水中では振動が減衰するため、振動工具による手指障害は水中作業では起こらないとされてきた。しかし、我々の調査において、水中振動工具使用による手指振動障害にて労働災害補償を受けている事例があることが判明した。また、さらなる調査にて、養殖場で生簀の清掃や網の補修作業を行う潜水作業者に振動障害が疑われたことより、彼らに振動障害特殊検診を行った。症例1は59歳男性。18歳より土日を除く毎日、7時から16時までセーフティガンと呼ばれる水中高圧洗浄機を用いて生簀の清掃作業に従事。49歳時より右第1、2指PIP関節より末梢の痺れが徐々に増悪し、54歳時より、寒冷時に同部位の皮膚が白くなるレイノー現象を認めるようになった。

その後、振動工具作業を控えることでレイノー症状は見られなくなったが、指に軽度の巧緻性障害が残存している。症例2は66歳男性。24歳より作業に従事し、減圧障害にて高気圧治療の既往があり、右耳難聴に対し補聴器を装着している。振動工具による作業は一日6時間、日曜を除く毎日。20年前、手が白くなったことがあり、夏場の長時間潜水にて手の震えが酷かった。現在も作業に従事しており、繁忙期は毎日、夜まで作業を行うこともある。症例3は40歳男性。10年前より潜水作業に従事し、週5日、1日4～5時間生簀の洗浄作業を行っているが、これまで手指の症状はない。負荷温度10℃における冷水負荷検査の結果、いずれも振動障害ガイドラインにおける管理区分Aに該当したが、症例1は軽度の振動障害と診断された。症例1, 2では指の巧緻性障害が残存しており、その他の振動工具に相当する水中セーフティガンの長期間使用における手指障害発症状況を明らかにする必要がある。

一般演題 III-7

COVID-19 流行期にダイバーは自粛していたか？

○清水徹郎

南部徳洲会病院

世界を席卷した COVID-19 だが、日本では2020年1月に最初の感染者が確認され、同年2月にダイヤモンド・プリンセス号の集団感染が発生した。2020年4月7日に最初の緊急事態発令が東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、大阪府、兵庫県、福岡県に発令され、4月16日に全国を対象が拡大された。幾度かの発症のピークの後、2023年5月8日に5類感染症に移行した。この間は、全国が「自粛モード」であったが、沖縄県では減圧症の発症はなくなることはなかった。

当院で経験した2015年から2024年までの10年間の減圧症患者について後方視的に調査した。その上でコロナ禍の影響にあった期間を2020年4月1日から2023年5月8日とし、この期間内とそれ以外の間で発症数とその詳細について比較検討を行ったので報告する。