

第8回日本高気圧環境・潜水医学会 北海道地方会 抄録集

会 長 森本 裕二 (北海道大学医学部麻酔科)
日 時 2014年7月13日 (日)
会 場 札幌市産業振興センター

招請講演

「減圧症は低圧でも起こるか？」

嶋田和人

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 飛行技術研究センター
高気圧酸素治療専門医

臨床の場で減圧症として診る症例は、海面大気圧より高い圧力に暴露される地下工事、水中作業で発生するものです。では海面圧より大気圧の低い所へ行って減圧症になる症例はあるのでしょうか。

回答としては「ある」です。しかし、水中圧力と異なり、いくらでも低い気圧というのがあるわけではありませんね。マイナスの気圧というのは考えないので、一番低い気圧はゼロ、真空です。すると海面からの気圧差はいくら大きくてもたったの1気圧。数気圧、海中では数十mも潜って減圧症になる潜水よりずいぶん小さな圧力差です。本当に症例が発生するのか気になりませんか。

ではまず真空での症例を探しましょう。(殆ど)真空なら確実に減圧症が起こりそうですが、どんな症例があるのでしょうか。地上の装置では1966年の37km高度相当の事故、1982年の23km高度相当の事故が知られています。どちらも生還しています。

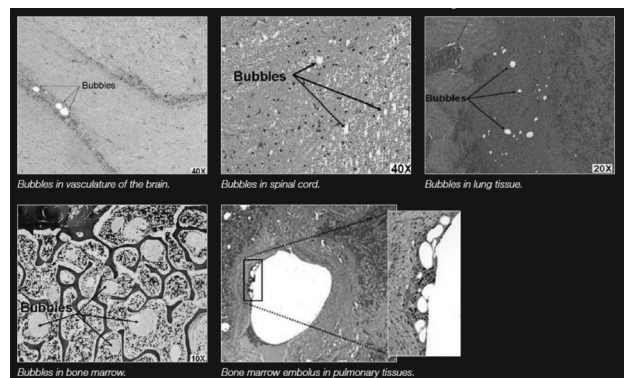
宇宙では2件ありました。ソ連のソユーズ有人カプセルは、着陸時に内外の圧力差が残っていてハッチが開かないのを避けるために均圧バルブがついています。旅客機や高気圧治療装置と同じです。このバルブがソユーズ11号では超高空(168km)で開いてしまい、数十秒で内外圧力差が失われ、3名が死亡しました。剖検で低酸素による死亡とされています。

真空への急減圧で最もデータが豊富なのはスペース

シャトル・コロムビア号の2003年の事故です。ソユーズ11号と同じく短時間に真空(高度55~43km)に晒され、主な死因として低酸素、肺組織の破壊、循環機能の停止が挙げられています。ebulismと呼んでいますが、メカニズムとしては減圧症、動脈空気塞栓が同時に起こっていたと考えても良いでしょう。【図】にはヒト症例では極めて珍しい、減圧症の泡が組織写真として多数記録されています。

宇宙以外には低圧による減圧症は起きていないのでしょうか。現在低圧による減圧症例が最も多く報告されているのは米空軍の偵察機U-2のパイロットです。他の航空機では稀にしか報告がありません。他でも登山などで発生する可能性はあるのですが、登山では高山病の頻度が高いため早い上昇があっても減圧症例として認識される可能性は低そうです。

潜水で発生する減圧症と低圧での減圧症の実際的な最大の違いは最後に減圧で終わる(潜水からの浮上)か加圧で終わる(高空からの着陸)です。潜水では浮上で発生した減圧症を再圧で治療しますが、低圧で発生した場合は「地上帰還」=「加圧」であるために殆ど場合は症状が消えてしまうのです。でも、もしかしたら最近話題のCirculating Microparticlesの挙動にも違いがあるのかもしれない。ナノバブル水の作成は日本で最初に行われたのですし、このあたりは我々にとって大変興味深いところではないのでしょうか。



【図】スペースシャトル・コロムビア乗員の剖検病理像

臓器内に、急減圧に起因する多数の泡が観察された。
NASA/SP-2014-616 p.102

教育講演1

「高気圧酸素治療の基礎」

敦賀健吉

北海道大学病院 麻酔科

抄録無し

教育講演2

救肢に向かう透析医からの提言
～最終兵器HBO

松井 傑

医療法人桑園中央病院

重症下肢虚血 (Critical Limb Ischemia以後CLI)を有する透析症例は高率に重要臓器の動脈石灰化を伴う血管病変を合併し、加えて易感染性により創傷治癒が遷延する等の臨床的特徴が有り、また下肢大切断術後の1年生存も極めて予後不良である。

第6回日本下肢救済・足病学会 (JUN/26,27/2014)ではシンポジウム「透析症例の重症下肢虚血に対する治療戦略」に於いても各科の医師の熱い討論が行われ、救肢が救命の鍵である事を共有する事ができた。

2012年7月より当院では救肢目的に第1種高気圧酸素治療装置を導入、その経過を今年の当会にて報告したが、今後は予防すなわちCLIに至らない透析が重要と考えている。

当院での維持透析症例には下肢切断症例の経験は無く、SPPも良い値を維持できており動脈硬化、血管石灰化、微小循環障害を亢進させている原因を除去する事がポイントである。また創傷治癒が遷延する背景には全身の溢水傾向の存在がある。浮腫による低酸素はサイトカインの産生を促し酸化ストレス、炎症を惹起し創傷治癒が遷延してしまう。

炎症は局所の酸素代謝の効率低下と浮腫による酸素の拡散低下を来たし低酸素が増悪するvicious cycleを惹起する。至適透析条件の設定と維持が創傷治癒には必要である。

新たな経験症例の経緯に加え、透析医に出来る救肢、今後のHBOの方向性、地域連携の構築への提言を行いたい。

一般演題1

第2種治療装置の非常時訓練

高倉照彦 近藤敏哉 副島 徹 真崎健吾
石橋春香

亀田総合病院 ME室

【はじめに】

2013年に多人数用装置P-2200を導入した。それまでは第1種高気圧酸素治療装置を28年間使用していた。第1種も年次点検はおこなっていたが非常時訓練は特におこなってこなかった。今回、はじめて多人数治療装置の年次点検をおこなう事になり製造メーカーの協力を得て非常訓練をおこなった。

【対象】

第2種高気圧酸素治療装置に従事する臨床工学技士

【方法】

治療装置の点検前に装置内が水浸しになっても構わないことから、消火栓の開閉手順を体験させる。また定期点検が完了した時点では試験運転を兼ねて2.1ATAからの緊急減圧の手順を体験させた。

【結果】

消火栓を開放したときの水の勢いが強いことを視て感じた。散水口が4カ所あるため水浸しにも限界があると言われ、今回は全てバケツで散水を受け止めた。また緊急減圧はバルブを手動操作でおこなうため開閉タイミングに個人差はあったが緊急時の対応も体験できた。

【考察】

消火栓の操作は簡単におこなえたが、バケツで散水を受け止めたので実際には装置内にどの程度に拡散するのか検証ができなかった。次回は内部をビニールで覆い実際に散水することにした。緊急減圧は約1分半程度で完了するが排気音を聞き分けられる者は少なく排気流量のモニタ画面を視ながら排気量を調整

していた。次回はモニタを見ないで圧力計とストップウォッチだけで訓練をしてみたい。

【結語】

初めて2種装置で非常訓練をおこなった。緊急減圧は1種装置の経験がある者が緊急減圧バルブの開閉が上手であったと思えた。今後も定期点検の日程に非常訓練を併用することで緊急時に冷静に対応できると思われる。

一般演題2

放射線腸炎に於ける高気圧酸素治療

千葉義夫 鈴木裕之 井門雄志 辻 大輔
木村成暁 藤ノ木萌 山口和政 野村美歩
平林孝一 本郷祥子 倉重昂也
社会福祉法人 仁生社 江戸川病院 ME室

当院は2007年に放射線治療(トモセラピー)を開始、2010年には2台目を導入し、2013年には3台目を導入し、患者様の治療を行っている。

当院の放射線治療機はIMRT(強度変調放射線治療機)を採用しており、患者様の副作用が最小限に抑制出来る様、努力に努めている。

平成24年度、当院での放射線治療回数は16,137件(月平均1,345件)、年々増加傾向にある。

今回我々は、72才男性の前立腺癌の患者様に対し当院にて放射線治療を施行し、施行後約1年経過し放射線腸炎の診断された患者様に高気圧酸素治療(以下HBOと略す)を施行した経験を報告する。

一般演題3

高気圧酸素におけるシリンジポンプの使用について

南谷克明 川村竜季 半澤紗妃 延藤優太
山口紗季 佐藤貴彦 下斗米諒 天内雅人
本吉宣也 山崎大輔 成田孝行 宗万孝次
旭川医科大学病院 診療技術部 臨床工学技術部門

【はじめに】

高気圧酸素治療では、治療中の安全性を維持するため、患者入室の際は内部に事故のリスクとなるものは持ち込ませないよう細心の注意を払っている。しかし、重症患者に対する治療では、安定した循環管理のため医療機器を持ち込まなければ治療ができない状況も考えられる。しかし、そういった場合には、持ち込む医療機器が治療の安全性を脅かすものではないことを十分に検討する必要がある。そこで今回、高気圧環境下でシリンジポンプを動作させ、内部の電圧や温度に変化がないか調査したので報告する。

【対象と方法】

対象はLi-ionバッテリーを搭載したテルモ社製シリンジポンプTE-351とし、大気圧から2気圧までシリンジポンプを動作させ、シリンジポンプ内の温度、バッテリーの供給電圧に変化がないかを調査した。

【結果】

大気圧中から高気圧環境下においても、内部温度、バッテリーの供給電圧に変化は見られなかった。

【考察】

近年、バッテリー性能の発達により、医療機器にも高エネルギー密度のバッテリーが搭載され、バッテリー動作時間を格段に延長させた。それは、患者搬送など長時間バッテリー運転が必要な状況においても安定した機器機能が担保されているといえる。今回使用したシリンジポンプにおいてもLi-ionバッテリーを採用しており、バッテリーで10時間以上の動作が可能となっている。しかし、前機種で採用されていたNi-Cdバッテリーに比べ1.5～2.0倍のエネルギーが詰め込まれているといわれるLi-ionバッテリーが、何らかの内部異常が発生した場

合には、内部温度が上昇し、危険な状態になることも考慮しなければならない。

【まとめ】

高気圧環境下でのシリンジポンプ使用は、ポンプとしての性能維持だけではなく、バッテリーというエネルギー源の危険性を考慮する必要がある。

一般演題4

高気圧酸素治療に関する海外状況について

小野寺達成

エア・ウォーター株式会社 医療カンパニー 医療機器部

【緒言】

高気圧酸素治療について、本邦と海外とは主な適応疾患、診療報酬制度等が大きく異なる。今般米国の中心として海外における状況を調査した。

【方法】

弊社第一種高気圧酸素治療装置の製造元である米国 Sechrist Industries社に対して、情報提供を依頼した。

【結果】

製造元からの情報を以下に記す。

- ・各国において、診療報酬制度に関する状況は様々であった。適応疾患等に関しては以下の状況を確認した。
- ・米国には約3,000台の第一種装置が存在するが、そのうち約2,800台は創傷ケア主体の施設に設置されている。
- ・ヨーロッパでの適応疾患は多岐に渡っているが、最も一般的なものは糖尿病性足壊疽や非治癒性創傷であるように思われる。
- ・スカンジナビア諸国では、放射線壊死へのHBO適応に関する研究が、精力的に行われている。
- ・中国でも、放射線壊死への適応を含む多くの疾患に対してHBOが使用されている。
- ・東南アジアでは脳卒中、自閉症、減圧症治療等が行われている。
- ・中東では、自閉症にHBOを使用することが一般的である。

【考察】

- ・国によってHBO普及率や主な適応疾患等に違いが出る理由のひとつとして、やはり診療報酬制度の影響が大きい可能性がある。
- ・各国での適応疾患数の割合は、公式記録が無く情報入手が困難な状況であった。

【結語】

我々メーカーとしては、今後ともこういった現状に関する情報を正しく、多く入手して関係者各位へ情報提供することで、本邦でのHBOT普及のために微力ながら寄与していきたい。

一般演題5

酸素マスクにおける吸気酸素濃度の測定 ～モデル肺を用いて～

高橋亮子¹⁾ 廣谷暢子¹⁾ 廣瀬 稔²⁾

- 〔1) 労働者健康福祉機構 横浜労災病院 臨床工学部
2) 北里大学 医療衛生学部 臨床工学専攻〕

【はじめに】

高気圧酸素治療(以下HBO)における吸気酸素濃度(以下 F_{iO_2})は、1.0に近づけることが求められており、治療にはリザーバー付き酸素マスクが用いられている。しかし、施設により使用しているマスクは様々である。

そこで、市販品及び、市販品に工夫をした各種酸素マスクにおける F_{iO_2} の値を測定し、①第47回日本高気圧環境・潜水医学会学術総会において報告した。また、②第23回日本臨床工学技士会総会では、市販品での報告をした。これらに、更に若干の知見を得たので、今回、報告する。

【対象】

①対象としたマスクは、リザーバー付きと同等な F_{iO_2} を得られると謳っているリザーバーがない1種Aと、リザーバーがある5種B～Fの計6種類とした。A～Dは市販品であり、E、Fは市販品を工夫したマスクである。

②リザーバーがないマスクA'と、リザーバー付き酸素マスク4種B'～D'、Gの計5種類とした。すべて市販品である。A～DとA'～D'は同じ構造である。

【方法】

実験モデルは、レサシアン人形の気管支をDual Adult Training Test Lung (以下TTL) の片側の肺ユニットに接続、もう一方の肺ユニットには人工呼吸器を接続して、呼吸を模擬するための駆動源とした。人工呼吸器の設定はモード:CMV, 波形:Sin, Peek Flow:20LPM, 一回換気量:500ml/回, IE比:1:1.9, 換気回数:10回/minとした。

測定は、実験モデルを駆動した状態で、対象のマスクを人形の顔面に当て、酸素を15L/minで流し、TTLと気管支の接続部で F_{iO_2} の値を測定した。この時、マスクはテープを用いて人形の顔面に密着させた。また、高気圧下での測定が困難なため、大気圧下で測定した。

【結果】

F_{iO_2} の平均値は、①Aが0.78, BからFがそれぞれ0.77, 0.91, 0.88, 0.88, 0.88だった。②A' からGがそれぞれ0.78, 0.77, 0.91, 0.88, 0.89であった。

【考察】

A, A' は、酸素噴出口などの形状を加工したマスクであるため、 F_{iO_2} はB, B' のリザーバーマスクと同等の値になったと考えられた。C, C' は、吸気側と呼気側に分かれ、それぞれに一方弁が付いているため、高い F_{iO_2} を得ることができたと考えられた。B, B' は、C～E, C' ～D', Gの一方弁がマスク内で開口し、弁全体が開き酸素を噴出しているのに対し、一方弁が小さく、マスクとリザーバーを接続する円筒内に位置するため、気流抵抗が大きく F_{iO_2} が低かったと考えられた。

【結語】

以上の実験結果をふまえ、当院では、現在、Gを使用している。

モデルを使用した計測では、患者にどのように反映されているのか、判断できないため、今後、経皮酸素分圧計を用い、各種酸素マスクにおける酸素分圧動態を計測したいと考える。空気加圧で治療を施行するHBOにおけるマスクの選択する上で、高い F_{iO_2} を得るために、マスクの改良についてメーカーと協議が必要と考えられる。