

第14回潜水医学講座 小田原セミナー 抄録集

開催地 神奈川県小田原市
日 時 2013年2月2日(土)
会 場 小田原市民会館 小ホール

各種潜水における減圧障害

鈴木信哉

自衛隊中央病院

潜水に起因する障害は、潜水の様式や方法により、障害の種類や部位、発生頻度が違ってくる。

素潜りににおける減圧障害は広く一般には知られていないが、以前から指摘されている。素潜り漁を長時間行った後に脳障害を来すことがあり、マイクロバブルへの頻回暴露が小血管障害を引き起こす可能性が報告されているほか、脳の境界領域梗塞、静脈性気泡が動脈側に入るシャントと言われる病態なども指摘されている。また、近年素潜り競技会では意識消失する例が散見されるが、意識的に空気を肺活量以上に詰め込むGlossopharyngeal Insufflation(舌咽頭空気吸入法)により空気塞栓症が起きることがある。また、素潜りの呼吸法によっては、肺スクイズや肺水腫が引き起こされることがある。更に、素潜り前の過換気は長い息こらえを可能とするが、上昇中水面近くで低酸素による意識消失が起きやすくなる。

潜水器使用時は、2m程度のプールでも肺過膨張による気圧外傷が発生して動脈ガス塞栓症に至る場合がある。潜水終了直後に意識障害や痙攣があった時には、まず動脈ガス塞栓症を疑うが、頸部触診での握雪感は皮下気腫を示し、血痰と共に特徴的な所見である。

空気潜水では、深度が増すと窒素ガス分圧が上昇し、アルコール飲用時と類似した症状が出現し、自信の増加や識別力が低下する。純酸素を呼吸する閉鎖循環回路方式潜水では、酸素中毒の発現や、酸素と二酸化炭素の相互作用による意識消失のほか、酸素

呼吸から空気に切り替えた時の意識消失も起こり得る。

減圧障害の症状別発生頻度については、四肢の痛みが最も多いといわれる職業潜水士と違って、レクリエーションダイバーに関しては神経症状が最も多く、その90%は四肢の症状で、上肢は下肢の2倍の頻度でみられ、重篤な神経障害を示すのは少数であり、多くは軽度であるが神経障害の特徴的なパターンはないため、注意深い観察や診察が必要である。

航空機・船外活動による減圧症

嶋田和人

JAXA航空技術センター・有人宇宙技術部 医長

米海軍の潜水表は10,000フィート(3,048m)までの標高での潜水作業に対応している。これを越すと特殊な潜水扱いである。中国では4,000 m超級の標高の運用に対応しようとしているが、表の公表には至っていないようである。

米海軍表(空気)をもう少し読み説いてみると、高さが10,000フィート上がって潜水を終了する繰り返し潜水の場合で前回の潜水が最悪条件の場合には29時間15分の潜水間待機が必要とされている。また標高300フィートまでは通常の潜水表を使えることになっており、標高8,000フィートの列が太字になっていて、潜水間の最大待機時間が21時間1分である。エアラインの客室は日米とも法規により8,000フィート(2,400 m)以下の標高相当の気圧にすることになっているので、潜水後には1日待てば飛行機移動ができることになる。レジャーの空気SCUB Aの後も1日待機の後に飛行機移動するのが国内でも常識となった。ボーイング787型機では最大客室標高が6,000フィートの運用なので1日の待機での減圧症予防の余裕が増えるのが嬉しい。

さて、減圧症の発生が確率的であることから、海面から標高8,000フィート超えに減圧されることはどのくらい安全なのかという疑問が湧く。世界では年に27億人ほどの旅客があり、世界一座席数の多い東京・札幌間では一日片道37,500席が提供されている中で減

圧症が全く問題になっていないことから、海面から標高2,400mの上昇は減圧症に関しては「全く安全」と断言できる。

ただしエアライン以外での航空機では減圧症が報告されており、偵察機U-2ではパイロット当たりの仕事が増えていることもあって1飛行あたり0.23%の発生率である。ただし潜水と航空機の減圧症が決定的に異なる点は、航空機は飛行のあと気圧が高い空港に帰着する点である。殆どの症状は下降による加圧で消失し、治療として真に再圧を要する症例は稀である。エアラインの飛行も安全ではあるが、減圧症が飛行中に発生していないのか、宇宙服内ではどうかという点は医学的に興味深い。

潜水事故の傾向とその原因を考える

野澤 徹

DAN・Japanトレーニング部

これまでのDAN・Japanの事故統計から、「潜水事故の傾向とその対策」について「Cカード協議会」主催のセミナーで発表した(昨年10月)。その内容については、DAN・Japanのホームページにアクセスしてもらえば見ることができる。

潜水事故は、事故に占める死亡者・行方不明者の割合が非常に大きいことが特徴とされるが、海上保安庁の発表からも分かるように、昨年(2012年)は残念なことに潜水事故が多発したことが知られている。特に注目されるのは、中高年、それも男性の死者・行方不明者が多いことである。

そうはいつても、潜水事故は、中高年ダイバーに限ったものではない。事故は、本人はもちろん、救助者をはじめ、ダイバー仲間、関係者、家族を巻き込む悲しむべき大事件であり、全てのダイバーがその原因を考え、常に安全なダイビングを実践することで防ぐ以外に対策はないだろう。

今回の発表では、「Cカード協議会」での内容を簡単に概観した上で、DAN・Japanおよび海上保安庁による事故統計から、潜水事故の原因について検討し、ごくありふれたトラブルが重大事故につながっていくことを

述べ、事故を未然に防ぐことについて考えたい。

一般的にいて、事故には「ハインリッヒの法則」が当てはまるとされる。ハインリッヒの法則とは、重大事故を1件とすると、軽微な事故が29件、異常な事態(トラブル)が300件生じているというものだ。いわゆる、「ヒヤリ・ハット」だが、こうしたトラブルを防止することができれば、ダイビングでの重大事故は減らすことができよう。

さらに、海外での事故傾向にも触れながら、我が国独自の問題はあるのか、世界的な共通項はどんなものなのかを考え、会場の参加者とともに潜水事故を可能な限り少なくする方法について考えてみたい。

レジャーダイバーの減圧症発症誘因 ダイビング地域毎の検討

鈴木直子

株式会社オルトメディコ
東京医科歯科大学オープンラボ

背景と目的

減圧症発症には様々な要因が考えられている。しかし、これまでの研究の多くは単一または少数の因子の検討に限られ、発症要因間の相対的重要度に言及したものは少ない。このような背景をふまえ、我々は昨年の報告において、減圧症を発症したレジャーダイバーと発症しなかった対照群について、ダイビングの前・中・後の身体状況、環境、行動を調査し、減圧症発症の誘因を検討した。交絡因子と考えられるダイビング地域の違いの影響を除外するため、伊豆あるいはその周辺で直近のダイビングをした者のみを検討の対象とした。

対象と方法

減圧症群は、東京医科歯科大学医学部附属病院高気圧治療部を受診し、減圧症と診断確定され、かつ伊豆あるいはその近辺でのダイビングにより発症したと考えられる患者35名とした。対照群は、伊豆半島にて直近のダイビングを行った健常ダイバー324名とした。両群に対し、減圧症の誘因として推測される個

人のプロフィール、当日の体調、および潜水深度や本数などのダイビングプロフィールに関する33項目の因子を調査し、各因子の減圧症発症への関与を、Mann-Whitney検定を行い、かつオッズ比を求めることにより統計学的に検討した(解析1)。

さらに、logistic regression を行うことにより、質問票の回答から減圧症発症を予測する回帰式を構築した。減圧症か否かを従属変数、各質問項目を独立変数とし、強制投入法にて回帰分析を行った(解析2)。

結果と考察

(解析1)潜水深度の深いダイビングを行う、一日3本以上潜水する、潜行・浮上を繰り返す、減圧停止のアラームを出す、急浮上などのオッズ比は高く、体内の窒素蓄積量を増加させたり、窒素の気泡化を促したりする行為が、直接減圧症のリスクを高めていると考えられた。しかし、「息切れするほど泳ぎましたか」のオッズ比は最も高く、次いで「脱水気味でしたか」のオッズ比が高く、これらの項目が減圧症発症に及ぼす影響は大きいと考えられた。

(解析2)logistic regression によって構築された回帰式により、99%の対照群が「非減圧症」、69%の減圧症群が「減圧症」と予測され、モデルの当てはまりも概ね良好と考えられた。また、各因子の e^{β} 値、すなわちオッズ比については、解析1と同様に、「息切れするほど泳ぎましたか」が最も大きく、次いで「脱水気味でしたか」が大きかった。