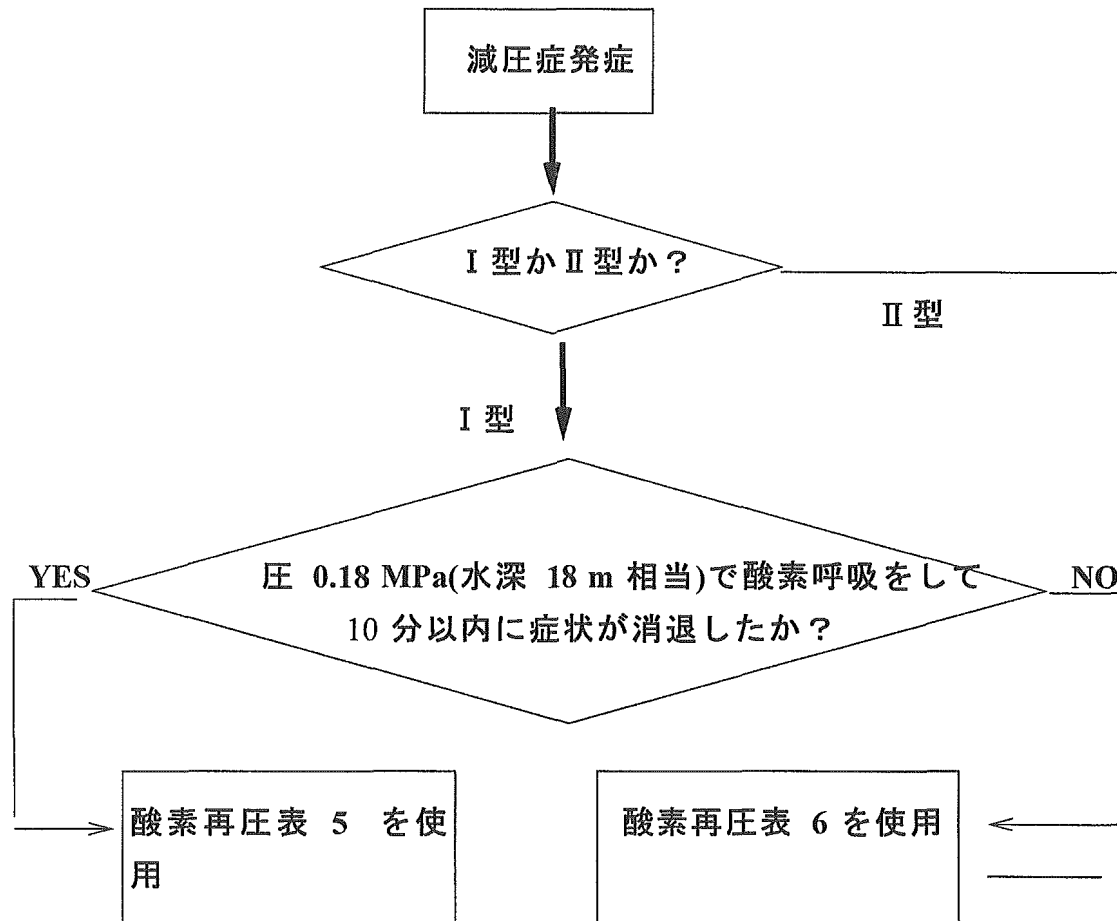


図 3 再圧治療表の選択チャート



第4章 減圧症、プライマリーケアの実際

眞野喜洋

減圧症、プライマリーケアの実際、臨床研修マニュアル

臨床医、Vol.30, 787-789, 中外医学社、東京、2004

1. 減圧症

念頭に置くべき疾患を表 1 に示した。

2. 迅速な問診手順

まず、減圧症であるかどうかの検討が第一である。「潜水後に異常所見を訴えたならば減圧症を疑え」ということがダイバーの鉄則であるので、表 1 の第 3 項以下の鑑別は重要であり、特に 3, 4 項は誤診し易い。潜水プロフィールを聞き、水深 10 m 以内の場合には、まず減圧症を否定できる。その場合は表 1 の第 3, または第 4 項を疑うが、これらの治療ラインは減圧症と同等と考えて良い。

減圧症を疑える場合に I 型か II 型の鑑別を行う。I 型減圧症は四肢筋肉ないし関節部に限局した疼痛が主症状であるが、II 型減圧症を合併している場合が多く、知覚麻痺を伴う症状の時には II 型と診断する。特に SCUBA 潜水ではこの合併症が約半数を占める。つまり、II 型の減圧症を I 型として治療すると症状が残存する危険があるので初期間診と理学所見が最重要といえる。シビレ、知覚異常や違和感の有無を聞き、疑わしい場合には丁寧に知覚チェックすべきであろう。患者の年齢、疲労度、前日の睡眠、飲酒、既往歴の影響は発症の誘因となるのでこれらの問診は欠かせない。

3. 迅速な理学所見の取り方

減圧症の治療後、出来るだけ速やかに行うべきで、golden time は 5 時間が目安であるので発症から来院までの時間ロスを考えると猶予がない場合が多い。

- ① 呼吸循環器系異常の有無確認のために胸部 X 線、肺換気機能、心電図、血圧等のチェック、動脈血ガス分析：これによって肺圧挫傷、bullae、自然気胸ならびに心臓疾患の鑑別をする。

表 1 減圧症の主な鑑別疾患

-
1. I 型減圧症
 2. II 型減圧症
 3. 動脈ガス塞栓症
(AGE: arterial gas embolism)
 4. 肺圧外傷
 5. 狭心症等の心臓発作
 6. 締め付け現象 (squeeze)
 7. 内耳圧外傷
 8. 溺水
 9. 吹き上げ
 10. 潜水神経症
-

- ② 神経学的検査として四肢運動機能、腱反射、知覚検査(痛覚、温冷覚異常の有無)
- ③ 血液生化学一般(特に血小板、血液凝集能、肝機能障害、RA、CPR、尿酸値の測定は routine)

4. 緊急検査の組み立て

bends を呼ばれる I 型減圧症の場合には特段の検査組み立ては必要とされない。

II 型減圧症の場合、a. 呼吸循環障害型(chokes)と b. 中枢神経系(CNS)障害型に大別される。

a. chokes 型減圧症の場合

AGE ないし肺圧外傷との鑑別が必要だが困難な場合が多い。まず chokes が生命に影響を与えるレベルであるかどうかを診て、意識レベルの確認が最優先される。動脈血ガスを調べ anemia の程度を把握する。意識レベル低下の場合には再圧治療が最優先され、神経学的機能検査は再圧治療中の高気圧室内で行われるべきである。2.8 気圧下で純酸素を投与することで、意識レベルが回復してくる場合が多く、問診も行えるようになれば、その後の検査も行い易い。勿論、低分子デキストラン、抗凝固剤、副腎皮質ホルモン等の補液は併用しながら、再圧治療が行われているので医師、看護師も再圧室内で患者を監視しながら、必要な検査を行えばよい。

b. CNS 型減圧症の場合

脳型と脊髄型に分類されるが脳型の方が予後は良く、意識レベルは再圧治療中に回復される場合が多い。意識の無い場合は検査に先行して再圧治療を開始するが、脳型の場合には片麻痺あるいは失語、失聴などの部分麻痺の場合には障害部位の確認だけに止めてから再圧治療を開始する。再圧治療開始までに時間をロスするほど障害の程度が増大するので十分な検査時間は無い。脊髄型の場合には膀胱直腸障害を伴う横断麻痺かどうか、その麻痺のレベルの確認に止め、尿カテーテル処置のみにて再圧治療を開始し、詳細な神経学的所見はタンク内にとるべきである。

5. 緊急処置

意識レベルの低下、胸部苦悶感、運動麻痺所見等の II 型減圧症を疑える場合には全ての検査に先行して再圧治療を開始し、理学的検査はタンク内にて高気圧酸素治療と平行して行われるべきである。鑑別診断を目的に CT や MRI 等の時間の掛かる検査によって再圧治療開始時間が遅延されてはならない。即座に再圧治療が行えない場合には酸素 10 l/分以上を最優先で投与しながら理学所見をとると共に再圧治療のできる最寄りの医療施設へ転送準備を行う。患者を移送中も酸素吸入を中断してはならない。この時、重要な点は、高所(海拔 300 m 以上)移動は避けなければならないのでヘリ等の航空機を利用する場合は移送用の one man chamber にて保圧する必要がある。酸素吸入と共に低分子 Dextran の

補液を開始し、必要に応じて脳浮腫軽減目的の副腎皮質ホルモンや、抗凝固剤を投与する。

5 % ブドウ糖は禁忌で、補液には Ringer' s lactated 等を用いる。患者の多くは脱水症状を伴うので十分な補液は重要である。

減圧症に対しては再圧治療が全てに優先して行われるべき緊急処置であり、これなくして治癒させることは不可能ともいえる。再圧治療表は米海軍が開発した table 6 (図 1) を main に各種あるが、用いられる table の選択が重要で重症例については DAN Japan Hot Line (電話 03 - 3812 - 4999)に問い合わせ、専門医と相談すべきであろう。

6. インフォームドコンセントのポイント

何故、減圧症に罹患したのか、本人のダイビング計画と実際の profile ならびに発症前からの誘発要因を十分に解説説明し、本人に減圧症ないし、その疑いが強いことを認識させること。その治療目的の為に再圧治療が必要不可欠で、目的と生理学的機序で減圧症が回復に向かうかを説明の上、かつ、どのような目的と生理学的機序で減圧症が回復に向かうかを説明の上、他の方法では完治が望めないことを理解させること。再圧治療における副作用として squeeze により疼痛や鼓膜破壊、内耳圧外傷、肺の過膨張破裂、酸素中毒症等の存在すること、およびその予防方法を説明し理解を求めること。その上で、再圧治療が最も積極的で best な治療であることとその必要性を納得させる必要がある。

7. 他科依頼のタイミング

自身の施設に table 6 を行える高気圧酸素治療装置が存在しない場合には、一通りの検査と酸素吸入ならびに補液による血管確保の上で第 2 種装置のある再圧治療が行える他科への移送計画を立てる。また、治療開始から 1 週間を経ても膀胱直腸障害の改善しない麻痺事例に対して十分なリハ施設が整っていない場合には再圧治療とリハビリを併用しなければならないので、リハビリ依頼計画をそれらの整備されている施設へ計るべきであ

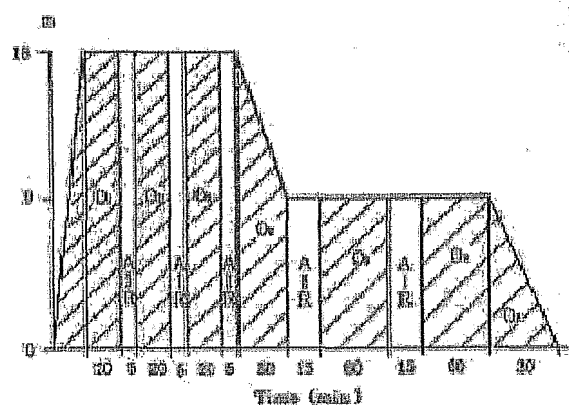


図 1 Table 6 による再圧治療方法

ろう。

国内には 50 余りの施設が第 2 種装置を有し、500 余りの施設は純酸素で加圧する「1 人用」の第 1 種装置を設備している。一般的な高気圧酸素治療(HBO: Hyperbaric Oxygen Therapy)はこの第 1 種装置で行われているが、減圧症治療を行うことはできない。従って、他科依頼する場合には先方の施設が第 1 種か 2 種かを確認の上、減圧症治療の行える第 2 種装置を有する施設へ依頼しなければならない。第 1 種装置で減圧症患者に HBO を施行した場合には完治は難しく後遺障害を残存させてしまう場合が多いので care しなければならない。

第5章 減圧障害の発生とダイビングプロフィール

山見信夫

日本高気圧環境医学会地方会誌、3(1):8-10、2004

<はじめに>

一般に減圧症は、減圧表やダイビングコンピュータを無視した無謀な潜水によって発症するといわれています。しかし、最近では、これらの基準を厳守したにもかかわらず、重症なタイプに分類されている脊髄症状をともなう減圧症にかかってしまうケースが非常に多いことがわかってきました。私たちの治療部には、2003 年の 1 年間に 355 名の減圧症の方がみえましたが、その多くの方はダイビングコンピュータを携帯しており、減圧停止の指示が出ないようなプロフィールで潜り、安全停止を 3 分程度は行っているという、通常だれしもが行うようなダイビングプロフィールでダイビングをされていました。さらに、その大多数は、脊髄症状を伴う後遺症の残りやすいタイプの減圧症であり、しびれ感や皮膚のチクチク感、軽い痛みや皮膚の感覚消失など、さまざまな症状が混在する、自覚的に減圧症と判断しにくいタイプのものでした。

今回のセミナーでは、減圧症にかかれた患者さんのダイビングプロフィールを提示して、減圧症にならないためにはどうすればいいのか、減圧症が疑われたらどうすればいいのかを考えてみたいと思います。

<減圧症患者さんのダイビングプロフィールの概要>

ダイビングプロフィールが明確であった方を検討すると、1 日のダイビング本数は、平均 2.2 ± 0.7 本（最低 1 本，最高 5 本）、一連のダイビング日数は、 $2.8 \text{ 日} \pm 3.0 \text{ 日}$ （最低 1 日，最高 30 日）、8 % のダイバーが 1 本/日、68 % の方が 2 本/日のダイビングで減圧症にかかられていました。

<減圧症の実例>

●ケース1:

I 型減圧症のダイビングプロフィール：I 型減圧症にかかったダイバーのダイビングプロフィールを示します。I 型減圧症は、ご存知のように、四肢の関節や筋肉が痛み、その他の症状をまったく伴わないものです。この方は、平均水深が、どちらかというと浅く、一定の水深を保ったいわゆる箱型潜水をされています。もちろん、必ずしもではありませんが、I 型減圧症は、長時間潜り、それに見合っただけの減圧方法をとらなかったときに起こりやすいことがいわれています。これは、関節周囲の半飽和時間が非常に長いため、関

節周囲にはなかなか窒素が溶けないものの、減圧時に、排泄もしにくいという特徴があること、それから、これらの組織は中枢神経に比べて、たとえ気泡ができて症状が現れにくいこともひとつの要因として考えられます。

●ケース2:

Ⅱ型減圧症のダイビングプロフィール：本来、Ⅰ型減圧症とⅡ型減圧症を正確に分けることは困難なので、このようなタイプ分類を使用しないほうがよいと思っていますが、特に、Ⅱ型の代表である脊髄症状を伴う減圧症は、レジャーダイバーでは最もよくみられるもので、また厄介なことに治療をしても後遺症が残る可能性が高いタイプのものです。この脊髄型減圧症は、背骨の中を通る脊髄の中に気泡ができてしまい症状が出現するタイプのものですが、脊髄は、先ほどの関節周囲組織などと比較すると数10倍も半飽和時間が短いといわれています（レジャーダイビングのような短時間潜水でも、脊髄組織には多量の窒素が溶けてしまう）。すなわち、飽和しやすく、排泄されやすい組織なので、少々長く安全停止をして減圧に気を使えば、脊髄の窒素の多くは排泄される可能性が高いと考えられるわけです。よって、脊髄型減圧症を起こす要因として最も重要なのは、浮上（減圧）スピード、それと安全停止（または減圧停止）ということがいえるかと思います。

●ケース3:

身体的誘因が多かった症例：この方は、多くの身体的誘因を持っていた方です。その要因を具体的にあげれば、年齢が比較的高いことであること、肥満気味であること、疲労が蓄積していたこと、前日にアルコールを少々多めに飲んでしたこと（潜水日の早朝は脱水ぎみの可能性があった）、古傷（首と腰の骨の変形）があったことです。これらの要因はいずれも減圧症の要因になると考えられます。高齢者の場合、何歳から潜水は危険とはいえませんが、高齢ですと色々な障害を持っていることが多く、障害が減圧症の誘因になることがあるのです。この方は、肥満度を示すBMI（ボディー・マス・インデックス）という数値が、26.6でした（身長170cm、体重77kg）。日本人の場合、25を超えると肥満とされているので、少々太り気味ということになります。また、ダイビングツアー直前まで仕事が忙しく睡眠不足が続いていたということ、また、ツアー中は、結構、遅くまで深酒をしていたという話もありました。さらに、後でも述べますが、昔から古傷の場所には、減圧症の症状が出やすいといわれています。また、最近では、その傷も表面的なものや、記憶をたどっての怪我の既往症というだけでなく、MRIやCTなど、画像精度が非常によくなった現在、骨や椎間板などの組織の障害もいわゆる古傷のひとつとして捉えられるようになり、そのような組織変化のある場所にも、減圧症を起こす気泡ができやすいことが考えられるのです。

●ケース4:

潜水中の状況が誘因となったと考えられる症例：このケースの減圧症の誘因としては、1.潜降・浮上を繰り返すダイビングであったこと、2.保温が不十分であったこと、3.潜水中の運動量が多かったこと、4.減圧（浮上）スピードが速かったこと、5.薬を服用しながらのダイビングであったことです。潜降・浮上を繰り返すようなダイビングでは、あまり

に極端な場合、一時的に浮上したときに、気泡ができかねないということです。特に、BCに空気を入れ過ぎて吹き上げてしまった場合には、浮上スピードも速くなりやすく、その危険性は高くなると考えられます。また、保温が不十分なダイビングでは、潜水開始してからしばらくは血流が保たれ、各組織に窒素が分配されるにもかかわらず、潜水後半になって身体が冷えてくると血管も収縮してしまい、組織の血流量が低下して、窒素の排泄が悪くなり、気泡を形成してしまう可能性が高くなります。また、ドライスーツについても、吹き上げの問題があります。ドライスーツになれていない場合、どうしても吹き上げてしまう機会が多くなり、浮上スピードが守れない状況が生じやすくなります。また、これについては、はっきりしたことはいえませんが、首のシール部分が多量にきついと、頭部症状または内耳症状を伴う減圧症の発症率が高いような気がします。

●ケース5:

潜水後の行動が誘因になったと考えられる症例：潜水後に激しい運動をすると減圧症が起りやすいかもしれないことがいわれています。潜水終了後、末梢の組織に気泡が生じると（通常のダイビングでも気泡が生じることは多い）、静脈を流れて心臓まで運ばれ、その後、肺に流れて行き、肺で捕まえられ排泄されます。しかし、多量の気泡が組織に生じると、組織に詰まったり、肺に流れたとしても、肺からの排泄が間に合わなくて、肺の症状を起こすこともあるのです。また、このケースでは、高所移動も行っていました、一昔前までは、潜水後の低圧暴露については、航空機搭乗しか問題視されていませんでした。私が、1997年頃から高所移動について、いくつかの雑誌にコメントし、また、日本臨床スポーツ医学会誌の1999年7巻1号に「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の発症について」を発表し、その後、高所移動のことが取りざたされるようになり、今では非常に多くのダイバーに認識していただいているようですが、ただ、この潜水後の高所移動についての人的研究は、この論文以外ほとんど皆無で、また、この論文で示したことはそれほど多くの内容を示唆しているわけではありません。何か今ではただ単に「高所移動は危険」ということだけが一人歩きしてしまっているような気がします。私が論文で示した高所移動の予防法については、後述いたします。

●ケース6:

非常に浅いダイビングで発症した症例：この症例は、減圧症でないのではないかと疑う医師もたくさんいるのではないかと思います。非常に浅くして、脊髄障害を起こしてしまっているからです。初診時の診察で明らかに神経学的な所見があったこと、高気圧酸素治療を行った後に、劇的に改善したことから、やはり、減圧症であったということは否定できないと思っています。

●ケース7:

講習中に発症した減圧症：このケースは、オープンウォーター講習中に発症したケースですが、レスキュー講習中に発症したケースのほうが数多くあります。ひとつの誘因としては、緊急スイミングアセントがあります。最近では、緊急スイミングアセントの練習を控

える傾向にあります。最近も多数このようなケースを見かけます。また、レスキューコースでは、海底の意識障害者を浮上させる訓練をしますが、その際の急浮上のために減圧症になったと考えられる方が何人もいます。潜水歴4本にして、まだ、オープンウォーターのCカードを取得してもしないのに減圧症になっているわけです。なかには、訴訟に発展しそうなケースもあります。減圧症の原因は何なのか、インストラクターに過失があるのではないと言われることもあります。実際には、減圧症になったために、ガイドやインストラクターを訴えるという事はあまりありませんが、インストラクターが恨まれることが多いのは、講習生が減圧症かもしれないとインストラクターに相談したときに、減圧症ではないと取り合わずに、病院受診までの日数がかかってしまうようなケースの場合です。

●ケース8:

いわゆる隠れ減圧症：いわゆる隠れ減圧症については、今月号の月刊ダイバー（2004年2月号）にもインタビューさせていただきましたが、まず、減圧症にかかっているのに気づかないでいるケースが非常に多いということです。減圧症は、非常に多彩な症状が出現しますが、症状がいろいろで非常にわかりにくかったり、軽い場合もあって、自分ではなかなか疑えないことも多いのです。そういう場合、ちょっと様子をみてみようと思われるダイバーが非常に多いということです。また、色々症状があつて近くの病院へ通われてはいるものの、別の病気として扱われてしまい、別の治療をされているケースも少なくありません。なかには、めまいもある、頭がぼーっとする、考えが纏まらない、手にしびれもあるなどと多彩な症状を訴えるため、心療内科の受診を薦められていた方もいます。また、私たちの治療施設には、昨年1年間に355名の減圧症患者さんがみえましたが、この人数から推察する限り、減圧症の発症率は数万本に1回という確率は、小さすぎるように思います。私どもの研究室で行ったビーチアンケート調査による減圧症発症率は、16,000本で、これは米国やヨーロッパのレジャーダイバーと比較して同程度ではあります。ただ、このデータには減圧症になってダイビングをやめてしまった方が考慮されていないので、実際の発症率はもう少し高いものと思われます。ただ、最近の減圧症患者さんを見る限り、私たちが確認できない、いわゆる隠れている潜在的な減圧症がまだまだ多数あることが予想され、実際には、減圧症の発症率は、数100回に1回というようなレベルなのかもしれません。

●ケース9:

ガイドダイバーに起こりがちな減圧症の慢性症状を伴う症例：リゾートのガイドダイバーは、毎日のように潜水をする時期がありますが、そのようなダイバーでは徐々に肩や腕がだるくなり、体調不良に陥ることがあります。あるとき減圧症を疑って来院され、診察によって神経障害が見つかり、高気圧酸素治療によって症状が軽快するというようなことがあります。窒素や気泡が徐々に蓄積し、いつのまにか減圧症になってしまったというようなケースです。

●ケース10:

ツアー中に発症する減圧症の特徴：これは、統計的に明らかにしているわけではありませんが、日常、減圧症にかかったダイバーのプロフィールを見ているとそう思えるということなのですが、3日間のツアーで潜水すると3日目または翌日（翌朝）に症状が出現、たとえば、5日間のツアーであれば5日目または6日目あたりに症状が出現していることが多いということです。ツアー中に発症するのではなく、ツアーが（一連のダイビングが）終了してから発症しているということです。症状が出現したからダイビングを中止しているのではなく、計画通りにすべての潜水が終了したあとに、症状が出現しているということです。おそらく、毎日潜水することによって窒素の蓄積が起こること、少々できたバブルが症状を出す程度ではなかったが、毎日の潜水で徐々に大きくなってしまい最後になって症状が出た、ということもあるかもしれません。また、もしかすると、連日ダイビングをしているときには症状があっても気づかず、すべてのダイビングが終了して、落ちついてから症状に気づくのかもしれません。

●ケース11:

減圧症治療後の初めての復帰ダイビングによって発症した症例：脊髄症状を伴う減圧症の場合、米国海軍の基準では、完治後6カ月目からダイビングに復帰してもよいという基準を設けており、我々も6ヶ月程、経過すれば、再発する率は結構少なくなるということをお話ししています。しかし、6ヶ月後に潜水を開始した方でも、1回目のダイビングで、再度、減圧症にかかってしまう方もいます。症状はなくなっている、やはり組織はまだ治ってはいなくて、完治していなかったということになります。減圧症にかかった方の復帰ダイビングは、特に、慎重であってほしいと思います。

●ケース12:

ダブルクラッシュ：このケースは、減圧症に尺骨神経麻痺を伴っている症例です。ダブルクラッシュというのは、2つの要因が重なることによって、症状が出現することをいいます。私たちが臨床的に経験する機会が多いのは、神経根炎、頸椎の骨の変形、尺骨神経麻痺、椎間板ヘルニアなどです。これらのいずれの病気でもありえますが、軽くて症状が出現していなかった場合、潜水によって若干の気泡がその部位にできてしまうと、その部位に一致する症状が出現するというものです。整形外科などで既に尺骨神経麻痺として治療されている場合もありますが、実際には、減圧症と尺骨神経麻痺が一緒になっていることがあります。高気圧酸素治療がファーストチョイスの治療になるわけです。

<予防・対策>

●ダイビング前

減圧症を発症させる誘引を除去しておくことが必要です。・メディカルチェックは非常に重要です。メディカルチェックを怠っていたために、潜水中に死亡したり、減圧障害にかかったというケースが多数あるからです。

・卵円孔開存の問題：卵円孔開存は心臓の形態的な特徴ですが、最近、問題視されていま

す。卵円孔開存がある場合は、減圧症にならないための潜水後の工夫が必要です。

・器材の問題：ナイトロックスボンベを使用することによって、減圧症を減らすことができるかもしれません。

●ダイビング中

・浮上（減圧）スピード：レジャーダイバーの多くは、浮上スピードが速すぎる傾向があります。脊髄は窒素の排泄が速い組織ですから、もう少しでも浮上スピード（安全停止も含めて）を遅くすれば発症率は減らせるのかもしれません。

・安全停止：安全停止は、一般に3分程は行われていますが、そのようなダイビングプロフィールであっても普通に減圧症になっています。水深3－5mで10－15分程の安全停止をとれば減圧症の発症率はもっと減らせるのではないかと考えます。

・潜降・浮上を繰り返すダイビングも気泡形成に影響する可能性があります。極端な潜降・浮上を繰り返すダイビングは控えたほうがよいと思います。

●ダイビング後

・潜水後の高所移動をする場合は、当日の潜水終了直後の反復グループ記号をFより若くしておけば、潜水終了後3－5時間のうちに標高400mの地点を通過しても減圧症にはほとんど起こりません。

・飛行機搭乗：飛行機搭乗は潜水終了後18時間以降にするべきです。

・自己診断：ルレットで痛覚を検査する。全身をルレットで触り、左右差をみたり、胴体と手・足の方とで差がないかを調べます。また、保冷剤によって冷覚も調べます。同じく左右差や部分的に冷たく感じるのが遅れる場所があれば、減圧症の可能性が高くなります。

・酸素吸入：減圧症の疑いが持たれたら、現地で速やかに酸素を吸入するのが効果的です。数10分の酸素吸入だけでも効果を実感することは多いものです。

・いつ、どこの病院の何科を受診すべきか：減圧症の症状は多彩です。たとえば（おおまかに出現しやすい症状の順に）、関節痛・手足のしびれ・だるい・めまい・筋肉痛・力が入りにくい・皮膚のチリチリ感・頭痛（頭がボーっとする）・息切れ・発疹・難聴・肩こりなどです。減圧症は、非常に特殊であるため、見逃されやすく、他の病気として治療されている場合も少なくありません。ダイバーでは、ダイビング後に何らかの症状が出た場合、または、体調不良が続く場合、度々同じような症状を繰り返すような方は、一度、減圧症を疑う必要があります。

これらの予防・対策については、来月号（2004年3月号）のマリンダイビングの救急ハンドブックにも書いていますので、見ていただくとまとまりがつくかと思います。

第6章 減圧症治療の問題点

山見信夫

日本高気圧環境医学会地方会誌、3(2):8-10、2004

キーワード：減圧症、治療、診断

<はじめに>

昨年、第38回日本高気圧環境医学会のシンポジウムにおいて、「減圧症治療の問題点」についての討論がなされた¹⁾。その際、座長をさせていただいたので、その時に話し合われた内容をまとめ、少々補足させて頂き、私的に考える解決策について若干触れたいと思う。

<問題点>

シンポジウムでは、減圧症治療の問題点について、搬送、診療体制、個々の症例についての問題、診断、治療、後遺症、予防、応急手当、治療法の名称、代替療法・民間療法などが提起された。

搬送についての問題：

発症後、どのタイミングで航空機搬送するかについては、急性期の減圧症患者でよく問題になる。井上ら²⁾は、航空機搬送8名（飛行機4名、ヘリ4名）について、翌日搬送例の症状増悪例はなかったが、I型にもかかわらず直ちに飛行機搬送した例で死亡したケースを報告している。また、DAN ホットラインコールのケースにおいても、特に、鹿児島、東京都、沖縄の各離島で、これまで問題になったケースが数例ある。通常、患者は、一旦、島内の診療所で待機し、処置（酸素吸入や輸液など）を受けた後、自衛隊や海上保安庁のヘリコプターで搬送されることが多い。海外での日本人ダイバー搬送例としては、1994年10月10日午後12時15分、ワールドケア（民間救助会社）よりDAN ホットラインコールに連絡のあったケースがある。日本人女性が意識消失し、浮上数分後、意識は回復したものの、咳き込みながら口腔より血液混入の流出物を喀出し、四肢痛と知覚障害があるという連絡が入った。救助後、タウンズビルゼネラルホスピタルに搬送したいとのことで、患者はDANJapanの会員であるが、搬送費用が支払えるかという支払い確認の電話であった。結局、この方は、保険（搬送費用）もありということで、すぐに搬送され、病院で高気圧治療を受けて完治されているが、海外では、日本の海上保安庁体制とは違い、費用を払えないと搬送してもらえない事態が生じかねない。

減圧症を診断できる医師数が少ないという問題：

DAN Japan の DDNet ドクターの登録数は、現在 244 名である。DDNet ドクターには、各科専門領域についてのエキスパートも多く、ダイバーには非常に役立っている。しかし、減圧症となると必ずしも DDNet ドクターがすべて正確に判断できるとはいえない。潜水医学をもっと医師に知ってもらうべく、現在、ダイビングスポーツドクター認定制度の設立なども検討されている。

減圧症以外の病気と診断されている例が多い：

間違われやすい、または合併しやすい疾患としては、自律神経失調症、神経症、うつ病、末梢神経障害、手根管症候群、神経根炎、椎間板ヘルニア、耳鼻科系内耳障害、脳神経疾患（神経変性疾患など）、アレルギー性疾患などがある。減圧症の正確な診断には、整形外科および内科的疾患との鑑別が非常に重要である。

施設についての問題：

減圧症を治療できる施設数が少ないという問題（たとえば、DAN Japan 協力医療施設は 59 施設）、治療装置はあっても減圧症に精通する医師がいるとは限らないという問題、航空機搬送前後の施設間での情報交換が容易ではないという問題、後遺症残存患者のフォローアップの問題、海外で治療した患者の帰国後のフォローアップの問題などがある。情報交換をスムーズに行うひとつの手段として DAN カルテ（世界共通のフォーマット）がある。

治療が遅れるケースが多いという問題：

私たちの調査では、ホットラインにコールしてきた症例の約 70 %は発症後 3 日以上経過してからコールであった。また、ホットラインをコールしてから 3 日以上経ってから受診するケースも約 30 %を占めた。ダイバーは、減圧症にかかっても、または減圧症を疑っても、あまり重篤感を持たない場合が多い。米国の調査では、約半数は 24 時間以内に高気圧治療を受けており、我が国の減圧症患者の受診までの日数は、米国と比較しても非常に遅い（施設の立地にもよる）。

診療体制の問題：

減圧症は緊急の場合には特別な診察をすることなく高気圧治療を行うことが常識であるが、それほど緊急性のない場合は、他の病気と鑑別するため神経チェックを行う必要がある。全身の神経チェックは、日常診療においては、時間的に大きな負担となる。また、Table6 などの治療表を使用すると多大な時間がかかり、診療報酬との兼ね合いもでてくる。

診断の問題：

明確な診断基準がないという問題もある。さらに、病型分類の使いにくさということもあげられる。レジャーダイバーの減圧症の症状は、非常に多彩であるため 3)、米国海軍が使用している病型分類だけでは病状を把握するのに不都合が生じることがある。減圧症の病型分類は、症状分類だけでなく、所見や障害部位を考慮した分類で病状把握するほうがより臨床的と考える。また、診断方法についても、医師によって非常にばらつきが多い。

まったく身体所見をとらず、患者の問診だけで減圧症と診断して高気圧治療を行っているケースは少なくない。

高気圧治療の適応に関する問題：

日常診療においてよく問題になるケースは、発症後に時間・日数が経過してから来院するケース（たとえば3ヶ月以上してからの受診など）、ダイビング後日数が経過してから発症したケース（たとえば1週間後の発症など）、浅い水深（気圧）で潜水（曝露）後に症状を訴えるケース（水深10m以浅の潜水など）、いつまで治療するかという問題、一連の治療経過中に悪化してしまうケース（数回の治療中に別の症状が出現してくる場合）などがあげられる。

治療表選択の問題：

我々の施設では、減圧症の治療には、ほぼ100%近くTable6を使用している（DAN USAの調査では80%弱がTable6を使用。約45%が1回のみの治療）。しかし、発症後時間の経ったII型減圧症に対してもTable6を使用するべきかという問題がある。また、複数の患者を同時に治療する場合は、高気圧治療室を占有する時間的な問題もあり、途中、治療スケジュールの変更もできない。治療時間の長さについては診療報酬と大きく絡んでくる。

後遺症を残した症例のフォローアップの問題：

神経症状や痛みの残存する例、運動障害が残存しリハビリテーションを必要とする例については、高気圧治療後のフォローアップの問題が生じる。DAN USAの報告では、II型減圧症については、3ヶ月目の症状残存率を20%以上と報告しており、3ヶ月目に後遺症が残っていた症例の多くは、その後もその症状はほとんどが残存したと報告している。後遺症を残した症例については、多くの治療機関がケースバイケースで対応しているのが現状であろう。

治療法の名称について：

減圧症の治療法においても、他の適応疾患と同様、高気圧治療、高気圧酸素治療という名称が使用されている場合が多い。減圧症治療のための高気圧治療というイメージを表現しているのは再圧治療という名称である。高気圧治療は、確かにほとんどの場合、酸素を使用することで治療を行うわけであるが、まれにヘリウムなどを使用する場合もあるため高気圧「酸素」治療と呼称することは必ずしも適切ではないかもしれない。また、再圧治療は、再度加圧するという意味で、減圧症の治療から生まれた言葉であるが、減圧症の治療は、必ずしも再度圧力をかけて、身体内の気泡を溶かすということだけが治療機序ではなく、酸素化による効果もあり（身体内に気泡がないと考えられる時期においても症例によっては高気圧治療の効果がある）、すべての減圧症治療を再圧治療と呼んでしまうのも正確ではないかもしれない。また、救急再圧員が行うことのできる「救急再圧」（空気再圧）についても、時々語句の混乱を見かける。

減圧症発症後の応急手当・処置の問題：

我が国では、未だ減圧症後の酸素吸入について十分に普及しておらず、諸外国と比較すると非常に遅れている。米国では、減圧症に罹患した患者の多くが高気圧治療施設に到着するまでの間に酸素吸入をしている（我が国では 10%に満たない）。

予防における問題点：

ほとんどのダイバーがメディカルチェックを正しく受けていないという問題がある。これについては、第 37 回日本高気圧環境医学会のシンポジウムでも討論された 4)。また、ダイビングコンピュータ使用方法についての問題もあげられる。レジャーダイバーにおける、20 年程前の 1 日のダイビング本数（回数）のデータと最近の本数を比較すると明らかに増加している。最近、減圧症が増加している背景にはコンピュータの普及があるのではないだろうか。

まとめ

減圧症治療に関する問題点は多数あげられ、ひとつの治療施設や一研究者だけでは解決できない問題も多い。今後、多施設が関連しあい、データを蓄積して、医師の専門性の違いなどそれぞれの立場から検討し解決していく必要があると考える。

文献

- 1) 井上治 小濱正博 外川誠一郎 吉村成子 合志清隆 池田知純 減圧症治療の問題点（シンポジウム） 日本高気圧環境医学会雑誌 Vol.38 No.3,p169-173.2003
- 2) 井上治 野原敦 砂川昌秀 堂籠博 II 型潜水病の易発現性と重傷度に及ぼす因子の検討 日本高気圧環境医学会雑誌 Vol.38 No.3,171.2003
- 3) 山見信夫 芝山正治 青柳美樹 眞野喜洋 プライマリ・ケア（日本プライマリ・ケア学会雑誌）,Vol.24,206.2001
- 4) 山見信夫 外川誠一郎 中山晴美 野澤徹 芝山正治 眞野喜洋 スクーバダイビングを始める際に受けるメディカルチェックの問題点 RSTC 医学声明書について 日本高気圧環境医学会雑誌 Vol.38 No.2, 80-85. 2004

第 7 章 過去の研究成果

I. 耳の傷害と副鼻腔の障害の発生頻度調査研究

・芝山正治： レジャーダイバーの耳と副鼻腔は大丈夫？－大瀬崎でのアンケート調査から－

安全潜水を考える会研究集会発表集、4:9-13、2001.10.

・中山晴美、芝山正治、山見信夫、小宮正久、内山めぐみ、高橋正好、外川誠一郎、大久保仁、眞野喜洋

レジャーダイバーの潜水障害罹患割合－窒素酔いと耳の障害を中心にして－、日高圧医誌、37(2):69-74、2002.6.

レジャーダイバーの耳と副鼻腔は大丈夫？

－ 大瀬崎でのアンケート調査から －

年間を通して活動しているレジャーダイバー数は 30 ～ 50 万人ほどであると言われている¹⁾。潜水を行うことにより潜水障害^{2～5)}に罹患することがあり、その障害の種類を表 1 に示す。

今回はレジャーダイバーを対象とした調査の中で、特に耳と副鼻腔の障害を中心にして調査結果から話を進める。

1. 調査場所及び期間

調査の場所は、毎年行っている伊豆半島西海岸北端の大瀬崎とした。調査の中から今回のテーマに必要なデータをまとめた。

調査期間は、1996 年から 2000 年までの 5 年間である。

2. 調査人数及び障害の頻度

調査された人の中で経験タンク本数が 5 本未満の方は対象からはずし、表 2 に示す通り、5 年間の延べ人数は 2688 人であった。この中には複数回に渡り協力して頂いた方を含めている。

潜水障害罹患の経験は、窒素酔いが 12%、耳の障害が 10%、副鼻腔の障害が 5.5%、減圧症が 1.9%であった。1 人のダイバーが複数回の障害に罹患しているケースもあることから罹患件数ではなく人数(ダイバー)で示したものが有障害者数であり、その割合が罹患頻度である。罹患頻度は 23%(表 2 の右下)であった。

3. 1/4のダイバーが潜水障害を経験している

全体の罹患頻度は、23 %であり、4 人に 1 人の割合で潜水障害に罹患した経験を有していた。ダイバーの種類で罹患率を調べると、職業ダイバー(インストラクターやガイドダ

表 1 潜水障害の一覧

障害名	原因
1. 耳の障害	中耳腔不均等加減圧
2. 副鼻腔の障害	洞と外部との不均等圧差
3. 歯の傷害	歯髓腔内外の不均等圧差
4. 肺のスクイズ	深すぎる素潜り(水深30m以上)
5. 潜水器によるスクイズ	潜水墜落や送気不足による不均等圧差の締め付け
6. 窒素酔い	吸気ガス中の窒素分圧の上昇(水深30m以上)
7. 酸素中毒	吸気ガス中の酸素分圧の上昇
8. 炭酸ガス中毒	汚染ガスの吸入、換気不足
9. 気胸(動脈ガス塞栓症)	浮上中の呼吸停止、過大な浮上速度
10. 減圧症	不適切な減圧(浮上)
11. 無菌性骨壊死	不適切な減圧の繰り返し(慢性減圧症)

イバー)が 49%、それ以外のレジャーダイバーは 17%と圧倒的に職業ダイバーの罹患経験が高い結果となった。これは職業ダイバーの潜水頻度がそれ以外のダイバーよりも高いことから納得できることではあるが、無理をして潜水をしなければならないインストラクターやガイドダイバーの状況が伺われる^{6,7)}。

4. 窒素酔いの経験は20mから

潜水傷害の罹患経験で窒素酔いが最も多かったが、窒素酔いを経験した最低水深は 20m、最大水深は 75m、平均水深は 38m であった。窒素酔いの発症水深は、30m 前後^{2,3)}からと言われているが、比較的浅い水深の 20m で経験したと答えているダイバーも存在したが、多くのダイバーは 30m 以深で窒素酔いの経験をしていると回答している(図 1,2)。経験本数と窒素酔いの関係は、10 本以内のダイバーの窒素酔い経験者は存在しなく、最低本数で 19 本であった。窒素酔いに罹っているかの自覚は、判断が難しく、ビギナーダイバーが潜水をして窒素酔いに罹ったと自覚することは難しいであろう。窒素酔いの予防と窒素酔いに伴う二次的事故(障害を含む)の発生を考慮するならば、深い潜水は避け、30m 以浅の潜水を心掛けることが、安全潜水の基本的考え方であると理解するべきである。

5. 耳の病気のある者は40%の割合で潜水による耳の障害に罹患する

耳の障害は、中耳炎と診断されたと答えたダイバーが 111 件(40%)、鼓膜穿孔が 83 件(30%)、内耳障害が 24 件(8%)であった(表 3)。潜水以外で耳の病気に罹った者が、潜水によって耳の障害に罹患する確率を示したものが表 4 である。耳の病気に罹った者が潜水で耳の障害に罹患する割合は 39%であり、耳の病気に罹ったことがない者が潜水による耳

表 2 調査された潜水障害の発生頻度

障害名	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	合計
	n. 499 件数 %	n. 635 件数 %	n. 563 件数 %	n. 546 件数 %	n. 455 件数 %	n. 2688 件数 %
窒素酔い	57 11.8	83 13.1	72 12.8	74 13.8	42 9.2	328 12.2
耳	54 10.8	64 10.1	45 8.0	51 9.5	61 13.3	275 10.2
副鼻腔	40 8.0	25 3.9	35 6.2	22 4.1	27 5.9	149 5.5
減圧症	12 2.4	13 2.0	10 1.8	5 0.9	10 2.2	50 1.9
合計	163	185	162	152	140	755
有障害者数 ¹⁾ 罹患頻度 ²⁾	119 23.8	141 22.2	126 22.4	124 22.7	106 23.3	615 22.9

¹⁾ 有障害者数は、1項目以上の障害に罹患した経験を有する人数（人）。

²⁾ 罹患頻度は、調査人数に対しての有障害者割合（有障害者数／調査人数）。

の障害に罹患する確率は4%である。

6. ダイビングの前にメディカルチェック

この数字からでも明らかなように耳の病気の既往がある者は、ダイビングにおいて耳抜き失敗などで障害を受ける可能性が非常に高いことがわかる。潜水前に既往のチェックを行い、耳の病気の既往者への指導中の配慮が必要であり、耳の障害を予防する上で大切なことである。

7. 副鼻腔の障害は前頭洞が最も多い

副鼻腔は前頭洞、上顎洞、篩骨洞、蝶形骨洞の4つの総称を言い、副鼻腔の障害（スクイズ）と言われている。

アンケートでは前頭洞のスクイズが最も多く117件の76%を占めていた（表5）。目の上が痛いと言ったダイバーは前頭洞スクイズを疑い、潜水を中止すべきである。無理して潜水できたとしても、今度は浮上の時に前頭洞から空気が抜けず、痛くて浮上できなくなることがあるので注意すべきである。

8. 体調を整えたダイビングを

風邪気味や熱がある場合、寝不足や二日酔いの場合などは、体が弱っており潜水障害に罹患する確率が高くなる。年齢が増すほど（加齢）耳抜きがしづらくなることが研究で調べられており⁷⁾、無理な潜水は取り返しの付かない結果となることを十分考慮し、体調を整えた状態でのダイビングを楽しんで頂きたい。

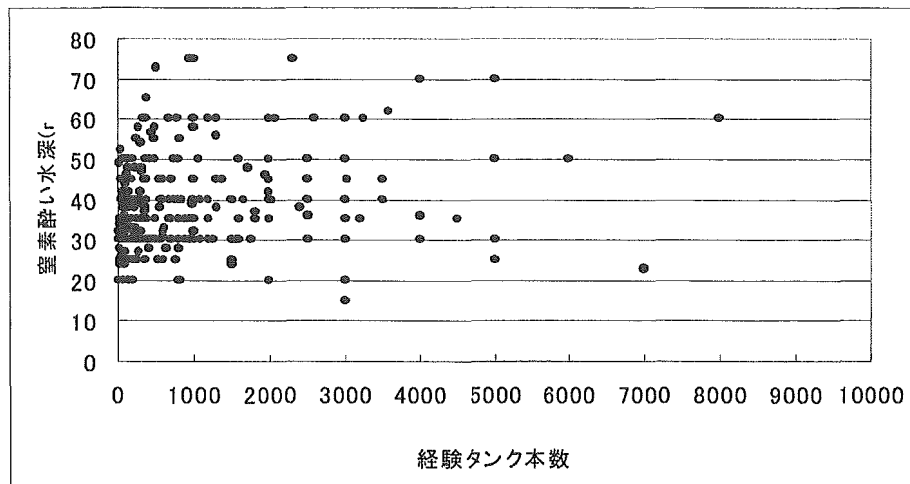


図1 経験本数が1万本以内のダイバーと窒素酔いの経験水深

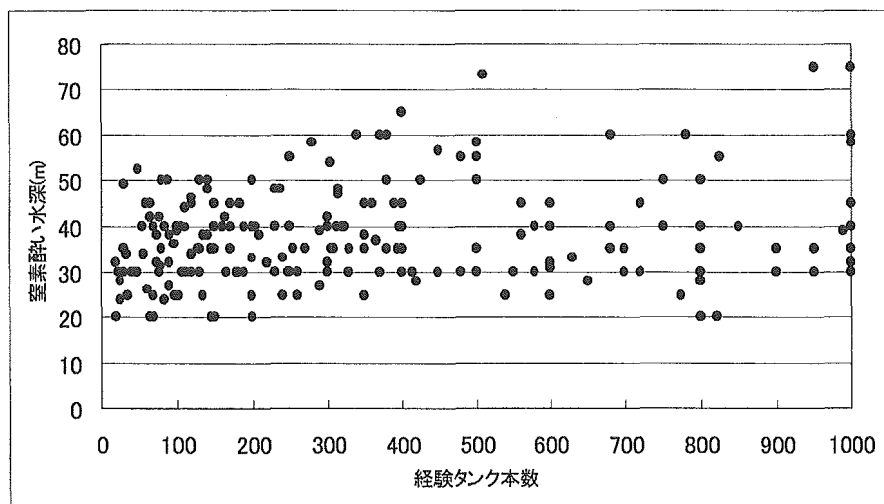


図2 経験本数が1千本以内のダイバーと窒素酔いの経験水深

[参考文献]

- 1) 日本機械工業連合会：平成 11 年度ダイビング産業の実態に関する動向調査、(社)レジャー・スポーツダイビング産業協会、東京、2000、p28-38
- 2) 眞野喜洋：潜水医学、東京、朝倉書店、1992、p193-236、
- 3) Department of the Navy : U.S.Navy Diving manual. Department of the Navy, Washington, 1987: 7・1-7・24.
- 4) 川島真人、野呂純敬：減圧症、最新医学、49(7) : 22-27、1994
- 5) 眞野喜洋：減圧症治療の現状と問題点－東京医科歯科大学における減圧症治療の現状と問題点－、日高圧医誌、23(4) : 185-192、1988

- 6) 芝山正治、山見信夫、中山晴美、高橋正好、水野哲也、眞野喜洋：レジャーダイバーの現状－現地実態調査からの分析－日高压医誌、33(4):201-204、1998.
- 7) Shibayama M. : A Study of the Auditory Tube Function in Scuba Diving by Measuring. Sonotubometric Auditory Tube Function during the Valsalva Maneuver. St. Marianna Med. J.,

表4 潜水以外の耳の疾患との比較（有効回答n. 2058）

		潜水における耳の障害				計
		+		－		
潜水以外の 耳の疾患の有無	+	131 38.9%	64.5%	206 61.1%	11.1%	337 100%
	－	72 4.2%	35.5%	1649 95.8%	88.9%	1721 100%
		203 100%		1855 100%		2058

表3 耳の障害(1996～2000. 調査)

部位	件数	%
中耳炎	111	40.1
鼓膜穿孔	83	30.0
内耳障害	24	8.7
その他	59	21.2
合計	277	100.0

表5 副鼻腔の障害(1996～2000. 調査)

部位	件数	%
前頭洞	117	76.5
上顎洞	5	3.3
その他	31	20.2
合計	153	100.0

罹患回数 1～20回

18:967-983, 1990.12.