

【 総 説 】

ダイビングに関係した頭痛

和田孝次郎¹⁾, 鈴木信哉²⁾
 防衛医科大学校脳神経外科¹⁾
 亀田総合病院救命救急科²⁾

キーワード 減圧障害、片頭痛、酸素中毒、スキップ呼吸、圧外傷

【Review】

Headaches related to SCUBA diving

Kojiro Wada, MD, PhD¹⁾, Shinya Suzuki, MD, PhD²⁾

1) Department of Neurosurgery, National Defense Medical College

2) Department of Emergency Medicine, Kameda Medical Center

keywords decompression illness, migraine, oxygen toxicity, skip breathing, squeeze

はじめに

頭痛は一般的に良く診察上出会う神経症状である。このため、SCUBA (self-contained underwater breathing apparatus) ダイビングに関連して頭痛を訴えるダイバーにも少なからず遭遇する。Divers Alert Networkによると2%のダイバーがSCUBAダイビングに関連して頭痛を経験していると報告している¹⁾。頭痛は大きく、原因のない一次性頭痛と、原因が明らかな二次性頭痛に分けられ、二次性頭痛の中には危険な頭痛が隠れている可能性があるため頭痛の鑑別を行い、適切な処置を行う必要がある。一次性頭痛として代表的なものは、片頭痛と緊張型頭痛が挙げられるが、一次性運動時頭痛も考えられる。二次性頭痛としてはサイナススクイズ、スキップブリージングに伴う頭痛、寒冷に伴う頭痛、リバースブロック、等、大きな問題とならないことが多いが、一方、治療を要するような減圧障害に伴う頭痛があり、神経症状を含めた診察が必要となる。また、国際頭痛分類ICHD-3には、潜水時頭痛がホメオスターシス障害に伴う二次性頭痛項目の中に記載されている²⁾。本論文では、これらダ

イビングに関連した頭痛について、ダイビングの出現タイミングに沿った鑑別診断について解説する。さらに、潜水適性や一次性頭痛を持つダイバーのダイビング時の注意事項についても解説を加える。

ダイビングと頭痛

ダイビングに特有の頭痛があり(表1)³⁾、それぞれについてダイビング中のどのタイミングに起こるかに分けて解説する。

1. 潜降中におこる頭痛

副鼻腔圧外傷(二次性頭痛): 潜降中におこる頭痛としてはサイナススクイズ(副鼻腔圧外傷)が有名である。痛みは前頭洞や上顎洞とよばれる副鼻腔(サイナス)におこることが多いため、前額部痛もしくは頬部痛が特徴的である。原因は副鼻腔炎や風邪、あるいはアレルギーに伴う副鼻腔自然開口部粘膜の腫脹による副鼻腔の孤立化である。副鼻腔内の圧の均衡を保つために、ボイルの法則により気体が収縮することにより粘膜が刺激され痛みが生じる、三叉神経痛である。いったん潜降を停止し、必要な場合は一旦深度を

浅くし、耳抜きと同じようにバルサルバ法を行う事で痛みが治まることもある。予防目的の血管収縮剤を含む点鼻薬の使用は、ダイビング途中で効果がなくなりリバースブロックの原因となることもあるため、勧められない。ダイビング後に痛みが残存した場合でも、ほとんどの例では鎮痛剤で改善する。サイナススクイーズが原因で後に副鼻腔炎を合併することが時にあり、痛みが続いたり、色や臭いのある鼻汁が続く場合は耳鼻咽喉科への受診が必要となる。

2. 滞底中の頭痛

(1) スキップ呼吸(二次性頭痛): 浮上前の頭痛として、スキップ呼吸(空気や呼吸ガス消費量を節約するため呼吸をするたびに息こらえをしたり、故意に呼吸回数を減らしたりする)による二酸化炭素の蓄積に伴う頭痛が見受けられる。緊張の為浅い呼吸になってしまうことが低換気の原因となることもある。二酸化炭素が蓄積すると脳血管が反応性に拡張し頭痛の原因となる。ダイビング中は大きくゆっくりとした呼吸が勧められる。Diving headache(潜水時頭痛)の原因となることが多い。

(2) 脱水に伴う頭痛(二次性頭痛): 特に夏場は熱中症や脱水に伴う頭痛にも注意が必要である、脱水は頭痛だけでなく減圧症の危険性も増すため、ダイビング前から適切な水分および電解質補給に心掛ける必要がある。ただし脱水の予防を警戒しすぎるあまり、水分やスポーツドリンクの過剰摂取と、汗や尿によるナトリウム喪失に伴い、重度な低ナトリウム血症を運動中あるいは運動後24時間以内に伴うことがあり、運

動誘発性低ナトリウム血症と呼ばれる^{4,5)}。この場合、頭痛とともにめまい、嘔気、嘔吐、体の浮腫を伴うこともある。女性に多く報告されており、月経との関係も示唆されている。低ナトリウム血症で頭痛を引き起こす機序は、低ナトリウムにより血漿浸透圧が低下し脳浮腫がおこり、頭蓋内圧が亢進するためと考えられている。頭痛を伴う低ナトリウム血症では、さらに病態が進行すると意識障害に発展し死に至ることもあるため、頭痛は危険なサインと考え、すぐに受診させる必要がある。低ナトリウム血症による頭痛症状が疑われるダイバーにスポーツドリンクを飲ませることは、体内のナトリウム濃度を高めるには少なすぎ、逆に低ナトリウムを助長することになるため禁忌とされる。

(3) 緊張型頭痛(一次性頭痛): 不安や緊張に伴い頭痛をおこすことがある。また、ダイビング中の姿勢に伴う頸部のストレスが原因となることもある。典型的には両側前頭部を締め付けるような頭痛であり、ダイビング後半に徐々に強くなっていくことが多い。ファーストステージが潜水中に後頭部にぶつかることがないよう、タンクをbuoyancy compensator(BC)の適正な位置に取り付け、ストレスにならないように注意する必要がある。また、サイズの小さいフードや、ウェットスーツによる首周りの締め付け、マスクのストラップによる頭部の締め付けが頭痛の原因となることもあるため、体に合ったサイズの装具を適切に使用することが勧められる。

(4) 外的寒冷刺激による頭痛(二次性頭痛): 水温が低いと、水が寒冷刺激となり頭痛の原因となる。非拍動性の急性前頭部痛である。機序として寒冷刺激に伴い血管は収縮するが、その後、反応性に拡張し、血管・神経(三叉神経)に炎症をもたらし、頭痛をもたらすのではないかと考えられている⁶⁾。フードの使用や、あらかじめ顔を水につけたりして寒いところに慣れておくと、頭痛が起こりにくい。

(5) 汚染ガスによる頭痛(二次性頭痛): 潜水後半でおこる頭痛では、時にタンク内に充填されていたガスが一酸化炭素により汚染されていたことによる一酸化炭素中毒が原因のこともある。コンプレッサーの排気ガスとともに空気をタンク内に充填してしまったことによる汚染が報告されている。治療として酸素投与とそ

表1. Headaches related to SCUBA diving

| 発症時期 | 頭痛の種類 |
|------|--|
| 潜降中 | サイナススクイーズ(副鼻腔圧外傷) |
| 滞底中 | 脱水に伴う頭痛 緊張型頭痛 寒冷刺激による頭痛 ガス汚染(一酸化炭素中毒) 潜水時頭痛 スキップ呼吸による頭痛 (二酸化炭素蓄積性頭痛) 酸素中毒による頭痛 一次性運動時頭痛 片頭痛 |
| 浮上中 | リバースブロック |
| 浮上後 | 減圧障害による頭痛 海水の誤嚥による頭痛 |

れに引き続く高気圧酸素治療が有用である。

(6) 潜水時頭痛 (二次性頭痛) : 2018年の改訂版国際頭痛分類 ICHD-3では二次性頭痛として、10.「ホメオスターシス障害に伴う頭痛」の中に潜水時頭痛が記載されている。10.1 低酸素血症または高炭酸ガス血症 (あるいはその両方) による頭痛で、一方または両方に暴露される状況でおこる。と定義されている²⁾。片頭痛、緊張型頭痛、一次性運動時頭痛、寒冷刺激による頭痛、頭蓋外から圧迫による頭痛、頸原性頭痛は除き、診断基準 (表2) に照らし合わせて診断される。スキップブリーディングが原因のことが多いようである。日本頭痛学会の ICHD-3 日本語版では、「10mより深い潜水で起こる頭痛や、減圧症のない状態で再浮上する際に、しばしば増強される激しい頭痛がおこる。通常、二酸化炭素中毒の症状を伴っている。頭痛は酸素が与えられると即時に減弱する。あるいは、酸素が与えられなかったとしても、潜水終了時より3日以内に自然消失する。」と解説している。ここでいう再浮上とは通常の浮上のことを指しているものと思われる。減圧に伴う頭痛の増強についての具体的な説明は記載されていないが、高二酸化炭素血症に伴う血管の

拡張と減圧に伴う低酸素血症が合わさることが頭痛の原因となっているのではないかと考えられる。

(7) 酸素中毒による頭痛 (二次性頭痛) : リブリーザーを使った潜水では中枢神経系 (脳) 酸素中毒の症状としての頭痛にも注意が必要である^{7,8)}。Arieliらは、2527例の全閉式潜水器を用いたトレーニングにおいて、4.5%の頭痛平均発症率があり、これは訓練時間の増加とともに増していたことを報告している。さらに全閉式潜水器を用いた潜水で酸素分圧1.17ATA (3m水深) では3.1%、酸素分圧1.35ATA (5m水深) では5.5%の頭痛発症率があり、これらはみな酸素中毒に伴う頭痛である可能性が高いと報告している。さらに、SCUBA潜水でも同様の酸素分圧となれば酸素中毒に伴う頭痛が起これる可能性があることを指摘している。特にエンリッチド・エアと呼ばれる酸素濃度32%もしくは36%を用いたナイトロックス潜水では脳酸素中毒を考慮して、酸素分圧が1.4ATA以内におさまるよう最大深度を制限しているが、彼らの指摘する頭痛を起こす酸素分圧は超えるため頭痛の出現に注意する必要がある。

(8) 一次性運動時頭痛 (一次性頭痛) : 運動により引き起こされる激しい頭痛 (雷鳴頭痛) であり、両側性の事もある⁹⁾。拍動性頭痛である事が多く、くも膜下出血や動脈解離との鑑別が必要となる。脱水、症状、明るすぎる照明 (日光)、強い臭い、湿度の高い天候が誘因となることもあるため、運動時頭痛が起これやすい人はこれらに対処・予防しておくことも大切である。男性に多く、片頭痛と病態が似ているとされる。このため、適度な睡眠、食事、嗜好、生活習慣が予防には大切であり、さらには適切なウォームアップや運動負荷を軽めに設定することも頭痛予防には大切と考えられている。

3. 浮上中の頭痛

リバースブロック (二次性頭痛) : 浮上中の頭痛としてはリバースブロックに伴う副鼻腔の痛みがある。これは自然開口部粘膜の腫脹により副鼻腔が閉鎖空間となってしまう、逃げ場を失った気体が減圧に伴って膨張するために痛みを生ずるものである。潜降時にサイナススクイズのトラブルがあったダイバーに出現することが多い。サイナススクイズがあったが無理に潜水

表2. Diagnostic criteria of Diving headache using the third edition of the International Classification of Headache Disorders (ICHD-3)

| |
|---|
| <p>10. ホメオスターシス障害による頭痛 10.1 低酸素血症あるいは高炭酸ガス血症による頭痛 10.1.3 潜水時頭痛 診断基準 A. Cを満たすすべての頭痛 B. 次の両方の項目を満たす ①水深10mを超えて潜水をしている ②減圧症の証拠がない C. 原因となる証拠として、以下のうち少なくとも1項目が示されている ①頭痛は潜水中に発現している ②以下のうち一方もしくは両方 a) 頭痛は、潜水している間、悪化している b) 以下のうちのいずれか i. 頭痛は、潜水終了から3日以内に自然に消失している ii. 頭痛は、100%酸素で治療後、1時間以内に寛解している ③以下の二酸化炭素中毒症状のうち少なくとも1項目を伴う頭痛がある a) 精神錯乱 b) 頭部ふらふら感 c) 協調運動障害 d) 呼吸困難 e) 顔面のほてり感 D. ほかに最適なICHD-3の診断がない</p> |
|---|

を継続したことにより自然開口部粘膜が強く腫脹してしまうことが原因となる。多くの場合、ダイビング後の鎮痛剤の服薬で治る。時に、外傷の既往のある人や副鼻腔炎を繰り返して頭蓋骨が非薄化していた人で、副鼻腔内の膨張した気体が頭蓋内や眼窩内に逸脱して気脳症や髄膜炎を合併した症例報告もあり、頭痛が改善しない場合や発熱、複視を伴った場合は受診、精査が必要である¹⁰⁾。

4. 浮上後の頭痛

(1) 減圧障害 (二次性頭痛) : 浮上後の頭痛としては、減圧障害、中でも動脈ガス塞栓症に伴う頭痛の可能性を考える必要がある^{11,12)}。動脈ガス塞栓症が疑われる場合、症状が進行することもあるため、注意と迅速な対応が必要である。片頭痛の既往のないダイバーが閃輝性暗点を伴った片頭痛を発症した場合、卵円孔開存 (PFO: patent foramen ovale) を伴った動脈ガス塞栓症や減圧症である可能性がある。減圧障害の症状としての頭痛は減圧症患者の20-25%程度に出現するとされる¹³⁾。頭痛の程度は減圧症の重症度と相関はせず、頭痛は減圧症に非特異的な症状として扱われる¹⁴⁾。レジャーダイバーにおけるII型減圧症の症状として最も一般的なものは、異常知覚や知覚低下であり減圧症患者の内88.5%に認めたとの報告がある¹⁵⁾。

ただ、航空減圧症 (飛行機等で高高度に上昇した時の減圧に伴い引き起こされる減圧症) のうちII型減圧症では頭痛が42.1%に合併したと報告されており、航空減圧症を診断する場合において頭痛は注意を払うべき所見である。頭痛は航空減圧症においてII型減圧症の症状として判断されることが多い¹⁶⁾。しかしながら、Bryceらは729例の航空減圧症で頭痛を呈しII型減圧症として治療された70例について、1) 神経学的症状がない、2) 頭蓋内縫合線に一致した頭痛である、3) 再圧治療で30分以内に症状が消失した、以上3つの基準に入るものを調べ直したところ16/70例 (23%) がこれに該当した。このため頭痛は関節痛と同じように縫合線に起こった痛みであり、神経症状を伴わなければI型減圧症の症状として加療してよいのではないかと考察している¹⁷⁾。

(2) 海水の誤嚥による頭痛 (二次性頭痛) : 海水の誤嚥により呼吸機能が低下し高二酸化炭素血症や、低酸素血症となり頭蓋内血管が拡張するため頭痛を引き起こすことがある。酸素投与を含めた呼吸器管理で改善する。

ダイビングで遭遇しやすい一次性頭痛

ダイビングはいままで述べてきたように、頭痛の原因となる可能性はあるものの、ダイビングにより一次性頭痛の頻度を増すわけではない¹⁸⁾。2割程度のダイバーはもともと頭痛持ちとされており¹⁸⁾、一次性頭痛についても知識を持っておく必要がある。

1. 片頭痛: 疫学調査によると、日本人の8.4%、約840万人が片頭痛に悩まされているといわれている。前兆のある片頭痛が2.6%、前兆のない片頭痛が5.8%であり、20~40代の女性で多いとされる。30代では5人に1人が片頭痛もちと報告されており40代でもまだ18%の有病率があるとされる^{19,20)}。

通常、10~20歳代であらわれはじめ、その後、同じような頭痛が繰り返し起こる、いわゆる「頭痛持ち」に移行するとされる。片頭痛の痛みは数時間から、長い場合は3日間続く。頭痛は、頭の片側のこめかみから目のあたりが脈打つように痛むことが多く、頭の両側や後頭部が痛むこともある。

週末頭痛: 週末に片頭痛がおこりやすくなるタイプの報告もある²¹⁾。これは、平日は緊張によって収縮していた血管が、週末にストレスから解放されリラックスすることによって広がるためではないかと考えられ週末頭痛と呼ばれている。また、休みの日は睡眠リズムも崩れてしまいがちで、さらに朝食を抜いてしまうと低血糖になり、頭痛発作の誘因となる。予防としては平日と休日の落差が大きいことが週末片頭痛の原因となると考えられるので、休日や週末も、適度な緊張感を持っていることが大切だとされる。この意味でダイビングなどのレクリエーションを計画するのも一つの良い解決法と考える。

予防: 予防には生活習慣の改善も大切である。片頭痛誘発の精神的因子としてストレス、精神的緊張、疲れ、睡眠の過不足があげられる。また、環境因子として天候の変化、温度差、頻回の旅行、臭いがあり、食事

性因子として空腹やアルコール摂取も影響を及ぼすとされる。アルコールは血管を拡張、血流を良くするが、片頭痛の原因が脳血管の拡張にあるため、飲酒は頭痛のきっかけになる危険性がある、ダイビング前夜のアルコール摂取は控えたほうがよいと考える。タバコの煙やにおいが頭痛発作を引き起こしたり、痛みを増強させたりすることがあるため、喫煙は勧められないし、受動喫煙もできるだけ避けるよう努める必要がある。

ダイビング時の注意:ダイビングを計画するときにも注意が必要である。まず、移動中の交通手段での誘発に注意が必要である。対策として、移動中はコーヒーやお茶などのカフェインをうまく利用して頭痛を予防することも大切と思われる。また、スマートフォンを移動中や休憩時間中によく使っている光景を目にする、使う際に背中を丸めて顔を下に向けた姿勢を取りがちで眼精疲労が助長される、また、スマートフォンの画面による眼のストレスも片頭痛の誘因になる危険性がある。スマートフォンは長時間の連続使用を避け、使う際の姿勢にも十分な注意が必要である。さらには、海辺では太陽光の乱反射や照り返しなどの光刺激により片頭痛が誘発される危険性があり注意が必要である。移動時にはサングラスを使用して予防に心掛けることも大切と思われる。

2. 緊張型頭痛:一次性頭痛のひとつで、日本でも約20~30%の有病率といわれ、最も多く認められるタイプの頭痛である¹⁹⁾。首筋が張る、肩がこるなどの訴えとともに、頭痛は徐々に始まり、後頭部の重い感じとしての訴えが多くみられる。症状は午後や夕方に発現することが多い。症状は片頭痛に比べて長く続き、30分から7日間と幅があるものの、持続するのが特徴である。両側性の事が多く、性状は圧迫感または締め付け感(非拍動性)である。歩行や階段の昇降のような日常的な動作では増悪しないとされている。誘因の研究は少なく、確立されたものはないが、肥満、運動不足、喫煙がそれぞれ独立した危険因子であるとする報告もある。片頭痛が加齢と伴に変化し緊張型頭痛と鑑別が困難となる場合もあり、鑑別診断には若いころの片頭痛の既往を確かめる必要がある。

予防:筋肉の緊張をほぐし、血流をよくすれば緊張型

頭痛の痛みは和らぐと考えられるため以下の予防法が推奨されている²²⁾。

(1) 温熱療法:ぬるめのお風呂に入る

身体を温めることで血行を良くすると、頭痛が改善されるとされる。身体を温めるにはお風呂が効果的である。ただし、熱すぎるお風呂は、一気に血流が良くなり刺激物質が流れ、逆効果の事もあるため、ぬるめのお風呂にゆっくりと入ることが勧められる。

(2) ストレッチ、マッサージをする

ストレッチやマッサージは、筋肉をほぐし、血流をよくする効果があるだけでなく、リラクゼーション効果があり効果的とされる。

(3) 頭痛体操をする

頭痛体操は、今起きている頭痛発作の痛みを和らげるだけでなく、予防効果も大変高い体操との報告もある。

(4) その他

生活習慣の改善も役立つことが知られており、カフェインやタバコのニコチンは血管を収縮させるため、緊張型頭痛では増悪させる危険性がある²³⁾。

ダイビング時の注意:ダイビングでは、タンクを長時間背負って歩いたり、同じ姿勢を長く続けることが頭痛の原因になるため注意が必要である。慣れない潜水で緊張したり、寒冷ストレスも緊張型頭痛の原因となりえる。また、マスクのストラップやフード、ウェットスーツ、BCの過度の締め付けが誘因となることもあり、逆にBCの固定が悪いあるいはサイズが大きすぎて合わないために両肩に過度に負担がかかり頭痛の誘因となることもある。適正なサイズの装具を正しく装着してダイビングをすることが緊張型頭痛の予防につながる。

危険な二次性頭痛の見分け方

頭痛が起こった場合、潜水に関連した頭痛からくも膜下出血や脳出血等の頭蓋内病気が原因の二次性頭痛(危険な頭痛)を見分ける必要がある²⁴⁾。この場合、危険な頭痛を見分ける症状や所見として慢性頭痛のガイドライン2013では以下のものをあげている¹⁹⁾。減圧障害の頭痛として特徴的なものは報告されておらず

- 1 突然の頭痛、今まで経験したことがない頭痛
- 2 いつもと様子の異なる頭痛、頻度と程度が増し

ていく頭痛

- 3 50才以降におこった初発の頭痛
- 4 神経脱落症状を有する頭痛
- 5 がんや免疫不全の病気を有する患者の頭痛
- 6 精神症状を有する患者の頭痛
- 7 発熱・後部硬直・髄膜刺激症状を有する頭痛

これらに該当し、危険な二次性頭痛が疑われた場合すぐに受診させる必要がある。

脳動脈頸動脈解離に伴う二次性頭痛: 危険な二次性頭痛として脳動脈あるいは頸動脈解離 (CCAD: cervico-cranial artery dissection) に伴う頭痛と潜水の関連についてのレビューがなされている。過去にダイビングに関係したCCADが12例報告されており、このうち減圧症を伴ったものが7例あった。しかしながら、10例では一般的なCCADと同様の場所の解離であったと解析している。ダイビングに関係した軽微な外傷は否定できないものの、明らかな関連性については認められなかったとしている²⁵⁾。

くも膜下出血に伴う二次性頭痛: ダイビング後の脳動脈瘤破裂に伴う頭痛の報告がなされている²⁶⁾。45歳女性が20m-50分のダイビング終了30分後に突然の頭痛を訴え意識障害にて救急搬送された例で、ダイビング中にトラブルなく無減圧潜水であり、急浮上もなかったが、ダイビング後との情報で減圧障害が疑われ救急搬送された症例である。ダイビングプロフィール等の情報をしっかり得ておくことの重要性について指摘されている。

潜水適性

頭蓋内病変を有した二次性頭痛患者の「潜水適性はない」ことに異論はないと思われる。それ以外の二次性頭痛については治療することにより頭痛が改善できる場合は一時的な適性除外で済む。一次性頭痛だけであれば、ダイビングの適性に問題はないと考える。ただし、頭痛薬を服薬しながらのダイビングは勧められない。治療薬には窒素酔いや減圧症の危険性を高めるものもあり、服薬なしで頭痛がコントロールされている状態でのダイビングができることが適性の条件である。また、神経症状を伴うような特殊なタイプの片頭痛では、頭痛発作時に減圧障害との鑑別が困難と

なるため、適性は無いと考える。

片頭痛は前兆を伴うタイプと伴わないタイプに分類され、前兆を伴うタイプではPFOを含め30-50%に右左シャントを認めることが報告されている。さらに、減圧障害患者では実際、PFOが多く認められることが報告されており^{27,28)}、片頭痛とPFOさらには減圧障害との関係が注目されている。近年行われたUndersea and hyperbaric medical society主催のPFOに関するダイビング適性のワークショップにおいて²⁹⁾、前兆を伴う片頭痛の既往を有するダイバーに対するPFO精査が勧告されている。大きなPFOを有するダイバーで動脈血中のバブルが多く認められること、脳型や皮膚症状を伴う減圧障害患者ではPFOが多く認められることが報告されており、静脈血にできたバブルがPFOを介して動脈血中に迷入することが機序として考えられている。PFO閉鎖術を施行したダイバーでその後の減圧症発症に関するprospective studyも始まっており、プレリミナリーな報告ではあるが、閉鎖術を行ったダイバーではアグレッシブな潜水が行われる傾向があり、それにもかかわらず減圧症の発症が低く抑えられているとの報告がなされている。これらをうけて、ダイビングの適性判断に必ずしもPFO精査が勧められるものではないが、脳型、脊髄型、内耳型、あるいは皮膚型減圧症を1回でも経験したことのあるダイバーではPFO精査が勧められている³⁰⁾。その一方で閉鎖術を行ったPFOを有するダイバーが減圧症を発症した事例も報告されており、閉鎖術を行ったとしても注意が必要である³¹⁾。

参考文献

- 1) Buzzacott P, Bennett CM, Denoble PJ: Analysis of 500self-reported recreational scuba diving incidents. In: Buzzacott P, Denoble PJ, eds. DAN Annual Diving Report 2018 edition -A report on 2016 diving fatalities, injuries, and incidents.
- 2) 10. ホメオスターシス障害による頭痛
http://www.jhsnet.net/kokusai_2019/2-6.pdf 137-138 accessed Jun 18, 2021.
- 3) Cheshire WP Jr, Ott MC: Headache in divers. *Headache* 2001;41:235-247.
- 4) Hew-Butler T, Rosner MH, Fowkes-Godek S, et al.: Statement of the Third International Exercise-

- Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Carlsbad, California, 2015. Clin J Sport Med 2015;25:303-320.
- 5) Hew-Butler T, Loi V, Pani A, Rosner MH: Exercise-Associated Hyponatremia: 2017 Update. Front Med (Lausanne) 2017;4:21.
- 6) Chebini A, Dilli E :Cold Stimulus Headache. Curr Neurol Neurosci Rep 2019;19:46.
- 7) Arieli R, Shochat T, Adir Y: CNS toxicity in closed-circuit oxygen diving: symptoms reported from 2527 dives. Aviat Space Environ Med 2006; 77: 526-532.
- 8) Arieli R: Oxygen toxicity and diving headache. Undersea Hyperb Med 2019;46:723-724.
- 9) Williams SJ and Nukada H: Sport and exercise headache: Part 2. Diagnosis and classification. Br J Sports Med 1994; 28: 96-100.
- 10) 黒瀧 俊彰, 川野 和弘, 大木 幹文: スキューバダイビング後に発症した蝶形骨洞炎, 硬膜外膿瘍の一例. 日本鼻科学会会誌 2000; 39:98-101.
- 11) US Navy diving manual revision 7.
http://www.navsea.navy.mil/Portals/103/Documents/SUPSALV/Diving/US%20DIVING%20MANUAL_REV7.pdf?ver=2017-01-11-102354-393 accessed Jun 18, 2021
- 12) Divers Alert Network. Report on decompression illness, diving fatalities and project dive exploration: 2004 edition (based on 2002 data) . Durham (NC) : Divers Alert Network; 2004.
- 13) MOON, RE: Assessment of patients with decompression illness SPUMS Journal 1998;28:1.
- 14) Newton HB, Padilla W, Burkart J, et.al. : Neurological manifestations of decompression illness in recreational divers - the Cozumel experience. Undersea Hyperb Med 2007;34:349-357.
- 15) Herbert B. Newton MD: Neurologic Complications of Scuba Diving. Am Fam Physician 2001;63:2211-8,2225-6.
- 16) Wirjosemito SA, Touhey JE, Workman WT: Type II altitude decompression sickness (DCS) : U.S. Air Force experience with 133 cases. Aviat Space Environ Med 1989;60:256-62.
- 17) Bryce LM, Butler WP, Pilmanis AA, et al. : Headache and altitude decompression sickness: joint pain or neurological pain? Aviat Space Environ Med 2005; 76:1074-8.
- 18) Di Fabio R, Vanacore N, Davassi C, Serrao M, Pierelli F: Scuba diving is not associated with high prevalence of headache: a cross-sectional study in men. Headache 2012;52:385-392.
- 19) 慢性頭痛の診療ガイドライン2013 日本神経学会・日本頭痛学会 監修 慢性頭痛の診療ガイドライン作成委員会編集 2013医学書院 東京
- 20) 中島 健二: 片頭痛の診断と治療 日本内科学会雑誌 2006;95:487-492
- 21) Torelli P, Cologno D, Manzoni GC: Weekend headache: a possible role of work and life-style. Headache 1999;39:398-408.
- 22) 北川 泰久, 大熊 壮尚, 徳岡 健太郎: 1. 頭痛治療のトピックス 日本内科学会雑誌2013; 102:1907-1915
- 23) Taylor FR: Tobacco, Nicotine, and Headache. Headache 2015;55:1028-1044.
- 24) 卜部 貴夫: シリーズ: 内科医に必要な救急医療 頭痛. 日内会誌 2010;99:2581-2587.
- 25) Walters GK: Cervicocranial artery dissection and scuba diving: Is there a link or is it serendipity? Undersea Hyperb Med 2018;45:65-73.
- 26) Kohshi K, Morimatsu Y, Tamaki H, et.al.: Cerebrospinal vascular diseases misdiagnosed as decompression illness: the importance of considering other neurological diagnoses. Undersea Hyperb Med 2017;44:309-313.
- 27) Wilmshurst P: Risk mitigation in divers with persistent (patent) foramen ovale. Diving Hyperb Med 2019;49:77-78.
- 28) Smart D, Mitchell S, Wilmshurst P, et al.: Joint position statement on persistent foramen ovale (PFO) and diving. South Pacific Underwater Medicine Society (SPUMS) and the United Kingdom Sports Diving Medical Committee (UKSDMC) . Diving Hyperb Med 2015;45:129-131.
- 29) Denoble PJ, Holm JR, eds.: Patent Foramen Ovale and Fitness to Dive Consensus Workshop Proceedings. Durham, NC, Divers Alert Network, 2015, 146 pp
- 30) Guidelines for Patent Foramen Ovale and Fitness. <https://dan.org/health-medicine/health-resource/health-safety-guidelines/guidelines-for-patent-foramen-ovale-and-fitness/> accessed Jul 17, 2021
- 31) Eede MV: Recurrent cutaneous decompression illness after PFO device implantation: a case report. UHM 2016;43:841-845.