

●原 著

減圧症に及ぼす加齢の影響

吉村成子*、** 恩田昌彦* 森山雄吉*
徳永 昭* 松倉則夫* 松田範子*

近年、リクリエショナルダイバーが増加しているが、それに伴い安易に基準を守らず、早く高所（飛行機搭乗等）へ移動したり、無謀に深く潜り過ぎたり、コンピューターを過信して減圧症に罹患する症例も増えている。

さらに最近では中高年のダイバーの急増が見られる。以前よりダイビングを続けていた人の年齢が次第に上昇している事もあるが、定年や子育てを終える等、種々の理由で第二の人生のレジャーとしてダイビングを選ぶケースも激増している。そこで、今回加齢による減圧症への影響を40歳以上と未満で分析した。減圧症のタイプは40歳以上ではⅡ型が明らかに多く、治癒又は軽快までの再圧回数も難治なタイプⅡが多いため当然かも知れないが、40歳未満に比して平均でも約2倍必要で、多い症例では14回にも及んだ。また、再罹患率も著明に多かった。その理由として、自己の体力を過信して発症するケース、持病を有しているケースが多かった。

また、減圧症を起こした症例では骨密度が明らかに減少しており、特に45歳以上では全例で低下が認められた。

さらに40歳以上でダイビングをしている、又は始めたいとクリニックを訪れた患者を分析した所、高血圧が最も多く、これまで投薬をされている場合、ダイビングは禁忌であるという伝説があったが、血圧が高いままでダイビングをする事が危険であり、節制と共になるべく軽い投薬でコントロールをする事が重要と考えられた。その他、耳やサイナスについてのトラブルは年代による差はなかった。他にも種々の疾病で受診されているが、40歳以上の、いわゆるシニアになってからダイビングを始めようとする症例では、非常に努力しコントロールがついてダイビングを許可できる例が多かった。しかし強度の狭心症や不整脈等では許可できない例も存在した。

さらに、40歳以上では減圧症に罹患した場合、再圧する回数も再罹患する症例も多い事もあり酸素による影響、活性酸素の問題等も考慮すべきであると考えられ、今後さらにシニアダイバーが増加する事を考えると、さらなる検討が必要である事を実感している。

キーワード：減圧症，加齢，酸素の毒性，骨密度

Effect of Aging to Decompression Sickness

Seiko Yoshimura*、**，Masahiko Onda*
Yukichi Moriyama*，Akira Tokunaga*
Norio Matukura*，Noriko Matuda*

*Department of First Surgery, Nippon Medical School

**Yoshimura Seiko's Clinic

Number of decompression sickness (DCS) has rapidly increased according to the increase of the number of recreational divers. Mainly they were suffered to DCS by taking on airplane in short interval, diving to dangerous depth and depending only to divecomputer.

Recently number of diver in aging has rapidly increased. Especially, beginner of aging has also increased. They select diving for the recreation of the second life.

In this report, the type of DCS, number of Retreatment patients and times of hyperbaric oxygen therapy in senior-diver has analyzed.

Furthermore some diseases that senior-diver has troubled were also analyzed.

Results showed that patients with type II of DCS were high incidences in senior divers. Number of Retreatment cases and times of treatment were high incidence in senior. In some cases, risk factor were sickness they had.

According to the increases of senior diver, we have to think about toxicity of oxygen more because times of

*日本医科大学第一外科

**医療法人社団成美会 吉村せいこクリニック

Hyperbaric oxygen therapy and number of Retreatment was high incidence.

Keywords :

Decompression Sickness

Aging

Toxicity of oxygen

Density of Bone

緒 言

近年、リクリエーションとしてダイビングを楽しむ人口の増加、各種のダイビングコンピューターの発売及びそれに対する過信を始めとして、欧米に比べると日本人ダイバーの自立性の不足、ダイビングとは自己管理のスポーツである、という根本的事実への認識の甘さ等があいまって、減圧症の激増が見られている。当クリニックと日本医科大学第一外科学教室が減圧症の治療に本格的に取り組んだのは1993年からであるが¹⁾²⁾、それまでは高圧酸素療法 (hyperbaric oxygen therapy, 以下HBO) は他の適応疾患に主に使用されており、減圧症にしても1992年までは8例のみで、その半数が漁師、海女、高圧作業員等の職業ダイバーだった³⁾。HBOの適応疾患や治療の実際については他稿³⁾⁻⁵⁾に詳細が述べられているので、今回は最近特に増加の著しい中高年者のダイビング及びその減圧症のリスクについて検討すると共に、加齢により増加する各種の疾患を持ったダイバーをいかにコントロールするか等についても検討し、若干の知見を得たので報告する。

対象及び方法

1993年から1999年前半までに当クリニックで診た減圧症及び再圧後の症例は153例で、これを40歳以上と未満に分けて再罹率、タイプ、再圧回数等を検討した。又、昨年の本学会で報告⁶⁾したが、減圧症に罹患した症例では骨密度が特に高齢者で顕著に低下していたため、症例数が若干であるが増加した事もあり、さらに検討した。

その他、当クリニックにダイビングに関して何らかの訴えで来院した40歳以上の症例170例についても、今後いわゆるシニアと呼ばれるダイバー

が増加する事が予想されるため、これらの症例の分析、及び対策についても言及した。なお、減圧症の治療のほとんどは日本医科大学第一外科で行っているが、使用しているのは第2種高気圧治療装置であり、アメリカ海軍方式のT-5、T-6⁷⁾を修正した方法で施行している。原則的にタイプ1はT-5'、タイプ2はT-6'で治療を施行している。なお、現在まで酸素中毒を起こした症例はないが、減圧症を繰り返した症例では、活性酸素の問題⁸⁾⁹⁾、もあると考えられ、この点についても考察した。

結 果

1. 40歳以上と未満の減圧症患者の比較

40歳以上と未満のダイバー数については明らかでないデータはないが、何軒かのダイブセンターに聞いた所、ショップの姿勢もあろうが、40歳以上の現役ダイバーは約5~30%であり、やはり若い世代が多い。しかしPADIでも現在のターゲットとしてシニアを考慮している事もあり、どのショップでも増加傾向との事であった。当クリニックで診た減圧症患者は総数153例であるが、うち40歳以上は32例で女性は3例(9.4%)、一方40歳未満は121例で女性は35例(28.9%)であり、総ダイバー人口に差があるので明確には言えないが、減圧症発症の原因を分析しても、若い女性について無理をした症例が多い傾向が認められる。日本においては欧米と比較するとダイバーの平均年齢はほぼ10歳若く、男女比も欧米ではほぼ同数であるのに対し、日本では7:3と女性の方が多く、安易にダイビングを始める女性が多い傾向は欧米に比べると確かに存在すると思えざるを得ない。しかしこの現象は若い世代に強く、シニアにおいては若干異なる印象を受ける。現在活動的にダイビングをしているシニアの団体であるシニアダイバーズクラブのメンバーをみると男女比はほぼ同数である。又、クリニックを訪れるダイバーを見ると、もちろん全例ではないが、若い女性程、知識も少なく、ビギナーであるのに安易に上級者レベルに向けたポイントへ行って耳を傷めたり、風邪気味であっても無理にダイビングをしよう様なケースが目立っている。今後自立した自己管理のできるダイバーにするべく関係者各位に努

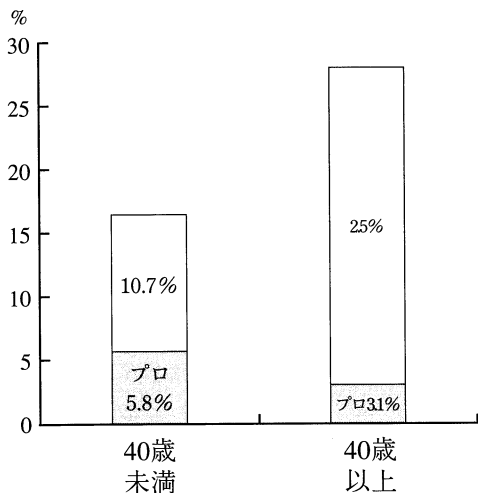


図1 減圧症再罹患患者

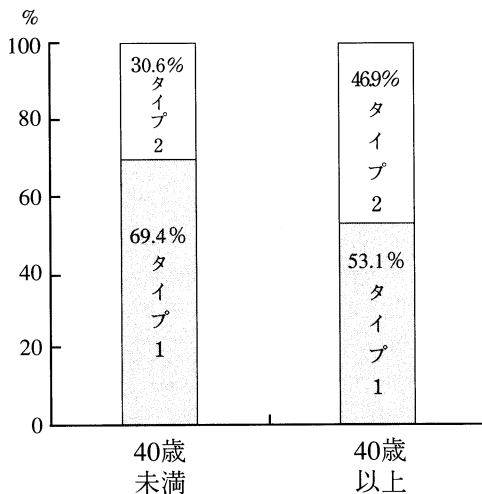


図2 減圧症のタイプ

力をお願いしたい。

次に減圧症の再罹患率について40歳以上と未満を比較した。図1に示す如く40歳以上では25%とかなり高い割合で再罹患がみられる。一方40歳未満では10.7%であるが、そのうち現実にはインストラクターやプロカメラマンといった、仕事でどうしても過剰にダイビングをせざるを得ないケースが5.8%をしめている。本来のレジャーダイバーで考えると再罹患はやはり年齢に関する事が明らかである。なお、40歳以上の中でやはり長年インストラクターをしていて再罹患したのは1例(3.1%)である。

次に減圧症のタイプについて比較した。図2に示す様に40歳未満ではタイプ1が約7割を占めるのに対し、40歳以上ではほぼ同数でタイプ2が多くなっている。色々な因子が関与していると考えられるが、やはり40歳以上になると動脈硬化等もすすみ血管の弾力性が少なくなるため、窒素の吸収、排出にも影響が出現している事が推察される。又、加齢による筋力等の低下はいかに運動等をしていても起こる。とすれば、自分の体力を過信していれば潜水中に過度の運動をしている事になる。こうした事が減圧症発生のリスク因子になっているという報告もある¹⁰⁾。つまり運動が強い程気泡が多く発生し¹¹⁾、また血流の増加で体内に吸収される窒素も増加する¹²⁾ためである。現実に

表1 減圧症治療の再圧回数

年齢	再圧回数
40歳未満	1.85回
40歳以上	3.125回

毎年同じ頃グアムのブルーホールで45mにあるサングを見るのを楽しみにしていたケースがある。もちろん水深45mはリクリエーションダイバーには規準から許可されていない深度であるが、毎年同じ様にダイビングし、今年も特に変わりなく同じ深度にいったのに43歳の時は減圧症になってしまった。本人もどうしてか判らず、年齢と共に自然に起こる体力の低下や動脈硬化の程度等を認識していなかったと考えられる。

次に減圧症の治療での再圧回数を比較した。表1に示す如く40歳未満では、平均1.85回で治癒したのに対し、40歳以上では3.125回となっている。治癒しにくいタイプ2が多いのであるから当然とも考えられるが、多いケースでは11~14回でやっと軽快している。特に脊髓型、かなり多くみられるメニエル型では、改善するまでかなりかかっている。脊髓型のケースは、当初歩行、排尿、排便も不可能であり、後遺症もかなり心配したが、11回再圧し、現在ではほぼ歩行も普通となり、排尿は問題なく、たまに便秘する程度にまで回復し、

表2 減圧症発症の推定原因

	40歳未満	40歳以上
早すぎる高所移動（飛行機搭乗含む）	33 (27.3%)	4 (12.5%)
無謀（深すぎ、潜水しすぎ等）	34 (28.1%)	8 (25%)
急浮上	5 (12.4%)	4 (12.5%)
体質	2 (1.6%)	0
病気	0	5 (15.6%)
蓄積（無理、プロダイバー）	37 (30.5%)	11 (34.4%)

元気に職場に復帰している。又、プロカメラマンで平衡感覚を全く失ったメニエル型のケースも治療中安静を保った事もあり、7回の再圧で症状は全く改善した。むしろ難治なケースは、遊びで減圧症になり、治療の日も仕事を休まなくてはならないため、再圧の日以外は無理をして仕事をしなくてはならず、特に平衡感覚障害のメニエル型にも拘わらず、いつも動く環境にあったケースは14回再圧後もしばらく症状が残って心配したが、仕事が一段落してから改善しやっど安心したばかりである。いずれにしても根気良く軽快するまで再圧する事、なるべく安静をとらせる事が最も重要な因子と考えられる。

表2に減圧症の原因をあげた。40歳以上と未満で大きく異なるのは、まず高所への移動は明らかに40歳未満で多く、時間的余裕がないが、飛行機へ搭乗するまでの時間等を安易に考えている若いダイバーが多い事が明らかであった。40歳以上に4例あるが、このうち2例はやむを得ない理由がある同情するケースである。1例は突然に身内に不幸があり、判っていないながら早く飛行機に乗らねばならなかった症例で、もう1例はやはり突然阪神大震災が起こり、実家があるため、やむを得ずやはり飛行機に乗らざるを得なかったというケースで、この2例はある意味でやむを得なかったと考えると実際には2例（6.25%）となり、やはり40歳以上では、余裕を持って計画を立てているし、飛行機搭乗手順等も明確に考えている事が判る。これに対し40歳未満では、ショップの人が大丈夫だと言ったから等、非常に安易に考えているケースが目立ち、再教育の必要を感じている。しかし、最近では減圧症がでた時点で現地の潜水協会等に警

表3 骨粗鬆症の発生状況

	平均年齢	peak%(正常80以上)
ノンダイバー (20名/男8:女12)	57.8歳	91.5% (一人のみ69.7%)
1000本以上で減圧症のないダイバー (8名/男3:女5)	38.1歳	102.4% (全員100%以上)
減圧症罹患者 (15名/男12:女3)	43.2歳	77.8% (45歳以上73.2%)

告し、かなり減少してきているが、現地のショップにしても客の方で、どうしても潜りたいと言われれば、潜らせてしまう場合もあり、さらに嚴重に管理して欲しいと連絡したりしている。いずれにしても、この問題は非常に簡単に予防できる事だけに、ライセンスを取る際にきちんと教育する事と現地のショップでもインストラクターがいるはずであるから、むしろ危険性を説明する位であって欲しいものである。

また、40歳以上ではやはり持病を有するケースが15.6%にみられた。3例は高血圧で、しかもその1例は高脂血症、胃潰瘍、糖尿病を合併しており、他医でかなり強い投薬をされており減圧症も再発を繰り返し、途中から投薬管理も当クリニックで行う事になった。他の高血圧の2例は良く節制し軽いACE阻害剤のみでコントロールできている。他は不眠症で眠れない日を送っていたケースと軽い狭心症で投薬されていたケースであった。

一方40歳未満で体質とあるのは、減圧症を繰り返した若い女性の冷え性である。他の因子については40歳以上も未満も大差はなかった。

表4 疾病の種類

高血圧	54名	甲状腺機能亢進症	3名
アレルギー性鼻炎 (耳及びサイナスのトラブル)	52名	過敏性腸症候群	3名
胃・十二指腸潰瘍	30名	術后(開腹)	3名
高脂血症	26名	潰瘍性大腸炎	2名
狭心症	15名	白癩	2名
糖尿病	9名	脳梗塞后	2名
不整脈	7名	他 喘息	1名
肝障害	7名	貧血	1名
高尿酸血症	7名		
神経症	5名		

2. 減圧症による骨密度の減少

昨年の本学会で報告したが、その後若干症例数が増えたので分析を行った⁶⁾。結果は表3に示す様にほぼ変化なく、いわゆる心配で測定した20例(平均年齢57.8歳)では、すでに脊椎の圧迫骨折を起こしている1例の女性以外はすべてPeak % (正常80%)は正常であり、一方減圧症の既往がなく1000本以上のタンク数のプロダイバー8名(平均年齢38.1%)では全例が100%以上であった。一方減圧症罹患患者15例(平均年齢43.2歳)では40歳以下では正常下限であったが、45歳以上では平均73.2%とその全例が正常以下であった。

3. 現在当クリニックに通院中の40歳以上のダイバー又はダイビング希望者170例の検討

当クリニックはダイバーやダイビング希望者が色々な悩みで訪れる。年代をみると、最近では50歳代、60歳代さらには70歳代の方が急増している。これまでもダイビングをしていたダイバーの年齢が上昇した事もあるが、定年や子供の独立などを契機にダイビングを始めたり、始めようとしている方が明らかに増加している¹³⁾。健康でさえあればダイビングはさ程ハードなスポーツではなく、自分のレベルにあったダイビングをしていれば、何歳になっても続けられると考える。むしろリラックスできるレベルになれば、無重力空間で自然の美しさを楽しめる素晴らしいレジャーといえよう。しかしクリニックを訪れるのは何らかの不安点や疾病を有する方である。どの様なケースが多いかを表4に示した。これまで自覚していなくて

も、ダイバー健診で訪れる40歳以上のケースでは高血圧がかなり多い。多少高い事は知っていてもさほどの認識をしていない方も多い。これからダイビングを始める場合、始めて海という陸とは全く異なる世界を体験するのであるから、色々なハプニングもあるであろう。日本の関東地方で初めての講習を受ける様な場合、透明度が悪くインストラクターや自分のボディを見失ったりする事もある。また、探く潜れば急に水温が下がる場合もあるし、状況によっては急に流れが早くなる時もある。そうした場合、血圧が急に上昇する事は容易に想像される。これまで何らかの薬を飲んでいるケースはダイビングをしてはならないという伝説があった。しかし、今後もシニアダイバーが増加すると考えられる現在、血圧が高いままでダイビングをするよりは、もちろん種々の節制の上、なるべく軽い投薬でコントロールした方が余程安心である。こうした症例は実際非常に多い。次に多いのは、これは全年齢で同じであるが、耳抜き失敗で耳を傷めたり、耳抜きが困難と訴えたり、サイナススクイズを起こしたり、ダイビング後に鼻血がでると来院するケースである¹⁴⁾。こうしたケースではアレルギー性鼻炎が存在する場合が殆どであるが、本人はその事を認識していない場合が殆どである。十分に話を聞いていくと、ホコリの多い所等でクシャミが多いと判り、それがアレルギー性鼻炎であると説明し、納得した方にはアレルギー検査し抗アレルギー剤を投与し、当初は眠気のない抗ヒスタミン剤を利用させ耳やサイ

ナスを傷めない様にしている。従って、花粉症のピークのような明らかな症例では、その時期には潜水を禁止している。即ち、何故耳がうまく抜けなのかが判らずに来院しているケースが殆どで、その後判明する程度の軽症のアレルギー性鼻炎の方がほぼ全例なのである。その他、ストレスの多い現在、胃や十二指腸の潰瘍の症例も多い。ダイビングをするたびに気分が悪くなるというケースでは、浮上時のみならばリバースブロックなども考えられるが、ダイビング中にずっとというケースは潰瘍がある例が殆どである。つまりこうしたケースでは潰瘍である事が判っていないのである。急性期はダイビングを禁止するが、治療を開始しダイビングをしても危険がないと判断できる程度に落ち着けばダイビング可能である。むしろ当クリニックでは職場での人間関係や家族や友人との関係等で再燃を繰り返している精神的な問題が原因と考えられる治癒の悪い症例にダイビングを教えると、海では心も解放され、家で悩んでいるよりも、適度な運動をすれば何も食べたくないと言っていた方が3食を定期的に食べるし、悩みも海の中では考える暇もないため、ダイビングをきっかけに回復する場合も多い。その他表4に挙げた各種の疾病を有する患者がおり、どのケースにしても良く節制し、コントロールがつけば許可に至り得るが詳細は考察で述べる。しかし強度の狭心症や頻発する不整脈の症例などで、許可できない場合も当然存在する。しかし、高齢になってダイビングを始めようとする方は非常に頑張って節制し狭心症のあったケースでも軽い投薬で安定し許可できた場合もある。全ては本人のやる気にかかっていると考えさせられる状況と考えている。

考 察

以上、最近増加している中高年者のダイビングの傾向と加齢による危険度について主に述べてきた。減圧症に関しては、やはり繰り返したり、治癒までに再圧を何回も要す様な症例では、やはり酸素の毒性も考慮すべきであろう。特に高齢者では再圧回数も再罹患数も増えるので、やはり活性酸素の問題も重要となろう^{8, 9)}。現在、肺酸素中毒を引き起こす酸素量の目安としてUPTD (unit

pulmonary toxicity dose) という単位が用いられている。最近では頻回に高圧酸素治療をする場合、1日615 UPTDに留めるべきという意見もある¹⁵⁾。しかしT-6の治療では一回で646 UPTDになる。酸素中毒には感受性の差が大きく、近年肺拡散能の減少を重要とする意見もある¹⁶⁾¹⁷⁾。こうした考慮が大切と実感した事件に最近遭遇した。40歳以上で高血圧、高脂血症、糖尿病を有した患者を上述したが、彼は減圧症を繰り返して、合計20回以上再圧治療を受けている。マウス大脳皮質を高圧の酸素にさらした実験で過酸化脂質が増加したという報告¹⁸⁾があるが、直接的な関連はないかもしれないが、つい最近この患者は脳出血で朝になって死亡しているのを家族に発見された。その5日前に元気にクリニックでお会いしているだけに、家族の方より連絡を受けた時は非常に驚いた。減圧症治療をする上で今後、考慮していく課題と考えている。

また、骨密度の問題であるが、以前より長く潜っている方に大腿骨頭壊死が多い事は報告されているが、骨密度自体の報告はない様である。しかし何度も再圧した場合脳酸素中毒によるストレスで副腎皮質ホルモンの分泌が増加し、そのために生じた可能性も考えられる。

また、ダイバーの疾病についてであるが、まず、ダイビングを始めたいと診断書のみを希望して来院したケースでは、問診、診察、血圧、胸部X-P、ECG、呼吸機能は最低行い、この時点で治療してもダイビングは不可能と判断した症例は今回除いているが、約40%に昇る。Davisらの判定基準¹⁹⁾にほぼ基づいて判定している。高血圧に関しては、測定時に正常をやや上回る程度又は、明らかに肥満等があり節制で期待できる症例が対象である。初診時にはダイビングを始めるのを禁止しコントロールがついて安定してからとする例も従って多い。初めから強い降圧剤を飲んでいる様なケースは当然禁止である。しかし、塩分制限、カリウムの豊富な果物の摂取、肉類を極力減らし、魚と豆類とその加工品から蛋白を取り、野菜も多く取らせ、調理に油を極力使わない様に指導し、体重が平均を上回る場合は継続的な運動で減量させ、それだけでコントロールできれば、その時点でその後も定期的に通院する事を指示しダイビングを許

可できる。しかし、努力をしても多少高い場合はごく弱いACE阻害剤のみを加え、コントロールがつけば、やはり定期的通院で許可できる。しかし、さらに強い投薬を要する場合は禁止している。次にアレルギー性鼻炎では上述のごとく、本人が耳抜き等に苦勞する理由が判らない程度の症例が対象である。また、消化性潰瘍も上述の様に安定してからの許可であり、むしろ心身症的なケースでは改善した症例も多い。高脂血症では、高血圧同様に努力をさせ、それでコントロールがつけば許可に至るが、家族性等で下降が悪い場合は1種類の投薬で下降し、安定していれば、その時点で許可するが、下降しない症例では禁止となる。狭心症は殆どが最初の時点で禁止されているが、ごく軽度であり、徹底して食生活を変え、最低6カ月安定していれば許可するが、この15名のうち現在許可しているのは8例である。糖尿病は明らかに肥満や飲酒が原因の場合、徹底したカロリー制限と減量及び運動を指示し、それでコントロールされれば許可している。投薬例では禁止であるが、運動を続けるとインスリンも良く出るようになるので、定期的に見て、努力を重ね数年で許可となったケースもある。不整脈は必ずホルターECGをとり散発の一源性の期外収縮であれば、睡眠不足を改善させ、許可できるが、多源性や連発のある場合は禁止し生活や食生活を厳重に指導し、1年後に改善すれば許可できるが、続く場合は禁止である。肝障害は殆どがアルコール性であるから、禁酒又は節酒させデータが正常を数カ月保てば許可している。ただし、すでに肝硬変になっているケースは禁止である。高尿酸血症も食事制限で改善するか、排泄型の弱い投薬でコントロールできれば許可している。神経症は更年期等もあり、色々な原因のケースが存在するが、精神病ではない事を十分観察し、色々なカウンセリングをしていくうちに信頼関係ができた場合は吉村自身が始め指導し、落ち着いた時点でショップを紹介している。甲状腺機能亢進症の3人は全て約2年で投薬をやめたケースであるが、4カ月毎に定期的チェックはしている。以下の疾患も全て、自身がインストラクターであるから、危険も十分認識しているため、他のインストラクターに任せても心配ないと判断した時点で許可しているし、場合によ

っては途中で禁止する事もある。今後シニアダイバーが増える事を考えると積極的にかつ慎重に受け入れ体制を整える必要を感じている。

【参 考 文 献】

- 1) 松田範子, 恩田昌彦, 森山雄吉, 徳永昭, 金徳栄, 松田健, 吉村成子: 減圧症患者の最近の傾向. 日高圧医誌 29: 34, 1994
- 2) 松田範子, 恩田昌彦, 森山雄吉, 金徳栄, 松田健, 吉村成子: 減圧症再発例の検討. 日高圧医誌 30: 28, 1995
- 3) 松田範子, 恩田昌彦, 森山雄吉, 徳永昭, 松倉則夫, 吉村成子: 減圧症患者の傾向と罹患リスクの検討. 日高圧医誌 32(4): 259-265, 1997
- 4) 恩田昌彦: イレウスに対する高圧酸素療法. 日高圧医誌 23: 93-106, 1988
- 5) 榎原欣作: 高気圧酸素治療の生理学的基礎. 最新医学 41: 225-229, 1986
- 6) 松田範子, 恩田昌彦, 森山雄吉, 徳永昭, 松倉則夫, 加藤俊二, 吉村成子: 減圧症罹患と骨密度の関係. 日高圧医誌 33(1): 28, 1998
- 7) U.S.Navy: U.S.Navy diving manual, U.S.Government Printing Office, Washington D.C., 1975
- 8) 吉村成子, 恩田昌彦, 森山雄吉, 松田範子: ダイビングと減圧症, 活性酸素と運動: 井上正康編, 東京, 共立出版株式会社, 1999, 186-192
- 9) 四ノ宮成祥: 高圧酸素と酸素中毒. 日高圧医誌 32(3): 109-123, 1997
- 10) 有川和宏, 平川亘, 野間口聡, 野口晴司, 増田次俊, 今村真一, 川崎卓郎, 久保博明, 平明: 過去3年間の潜水士減圧症の治療経験. 日高圧医誌 29: 83-88, 1994
- 11) Jain KK: Decompression Sickness. Text Book of Hyperbaric Medicine, Hogrefe & Huber Publishers, Tronto, 1990, 113-129
- 12) Dick APK: Decompression induced nitrogen elimination. Under Biomed Res. 11: 369-380, 1984
- 13) 加齢社会, 第二の人生一海と親しむ中高年にダイビング人気一. 日本経済新聞, 6月28日: S59, 1999
- 14) 吉村成子: せい子のダイビング110番. 東京, 水中造形センター, 1996, 58-72
- 15) Clark, JM: Oxygen toxicity. In The Physiology and Medicine of Diving, Edited by P. Bennet and D.Elliott. 4th ed. W.B.Saunders Co. Ltd., London, 1993, pp.121-169
- 16) Suzuki,S., Ikeda,T. and Hashimoto,A., : Decrease in the single-breath diffusing capacity after saturation dives, Undersea Biomed. Res. 18: 103-109,

1991

- 17) Suzuki, S : Probable lung injury by long-term exposure to oxygen close to 50 kilopascals. Undersea Hyperbaric Med. 21 : 235-243, 1994
- 18) Dirks, C.D. and Faiman, M.D. : Free radical formation and lipid peroxidation in rat and mouse cerebral cortex slices exposed to high oxygen pressure. Brain Res. 248 : 355-360, 1982
- 19) Medical Examination of sport Scuba divers. Edited by J.C.Davis, Texas, medical Seminars, Inc. 1986