

## ● 総 説

## 千葉県における高気圧治療の現況

樋口道雄\* 斎藤春雄\* 千見寺 勝\*  
古山信明\*\*

千葉県で高気圧治療が開始されたのは、第二次世界大戦後、海中の鉄資源回収作業で多発した潜水病治療のため労働省労働基準局の指示により、1959年に千葉市斎藤労災病院に再圧治療タンクが製造されたのがはじめである。その後、高気圧酸素治療が一酸化炭素中毒や末梢循環障害などに有効に利用され、高気圧治療装置を導入する施設が次第に増加し、現在では千葉県下に16施設を数えるに及んだ。しかし、施設が増えるにつれて安全管理も重要となる。わが国では1989年までに高気圧酸素治療中に3件の火災事故があり、6名の死亡者を出している。そこで、日本高気圧環境医学会安全対策委員会では、火災事故をはじめあらゆる事故を完全に防止するために、平成3年11月15日に従来の安全基準を大幅に改正した「高気圧酸素治療の安全基準」を公表した。

そこで、千葉県内各施設での現況を調査し、高気圧治療の安全管理の一助にしたいと考え、16施設にアンケート調査を依頼して13施設より返答がえられた。回答率は81.25%であった。

調査した結果は、第1種および第2種装置とも各医療機関で従来の学会の安全基準をもとにしてそれぞれ独自の保守・管理を行っている施設が多く、改正された安全基準に適合していない施設（例えば、第1種装置が使用されている場合には、第1種装置1台について、1名以上の職員を、装置の操作のために配置しなければならないのに、配置している施設が9施設中3施設しかなかった）がなお多数あり、各施設でさらに一層改正された安全基準を厳格に遵守する必要があるように考えられた。

キーワード：千葉県、高気圧治療、アンケート調査、安全基準の遵守

### The present condition of hyperbaric treatment in Chiba prefecture

Michio Higuchi\* Haruo Saito\* Masaru Chikenji\*  
Nobuaki Furuyama\*\*

\*Saito Rosai Hospital

\*\*School of Medicine Chiba University

Hyperbaric treatment (HBO) has been developed for the patients with caisson disease in recovering of the iron resources in the sea after World War II.

In 1953, Saito Rosai Hospital set the recompression chamber for the first time in Chiba prefecture by the order from the Labor Standards Bureau.

After HBO was reported to be useful in the treatment of carbon monoxide poisoning and peripheral circulation disorder, 16 hospitals set the HBO chamber totally.

However, according to the increase of number of hospitals that have HBO chambers, the importance of safety management of HBO were recognized.

Actually, three fire accidents in HBO chamber occurred and six patients were lost till 1989 in Japan.

Then, the safety management rules for HBO treatment were revised to prevent all accidents including fire ones in HBO chambers in 1991 by the safety management committee in Japanese society for Hyperbaric Medicine.

To investigate the present condition of HBO from the point of safety management, the opiniaire investigation was done to 16 hospitals

\*斎藤労災病院

\*\*千葉大学医学部付属病院手術部

in Chiba.

The results from 13 hospitals (answer rate; 81.3%) showed that each hospital set the original safety rule in the form of modified previous safety rule and only three out of nine hospitals obeyed the revised safety management rules. It was concluded that each hospital should keep the new safety management rule revised by Japanese Society for Hyperbaric Medicine.

**Keywords :**

Chiba prefecture  
Hyperbaric treatment  
opinionaire investigation  
safety rule observance

**はじめに**

千葉県において高気圧治療が開始されたのは、1952年(昭和27年)に千葉市斎藤労災病院(院長:斎藤春雄)に再圧タンクが製造されたのがはじめである。これは第2次世界大戦後、海中の鉄資源回収作業で多発した潜水病治療のため労働省労働基準局より再圧タンク設置の指示によったものである<sup>1)</sup>。

一方、わが国では高気圧治療装置の製造は1964年から1965年(昭和39年~40年)にかけて本格的に開始され、1966年(昭和41年)には第1種装置の大量の普及があった。しかし、1967年(昭和42年)10月に起った岐阜市内某病院の火災事故後一時普及は止ったが、1983年(昭和58年)からは再び数多くの装置が新しく各施設で使用されはじめ、1991年(平成3年)には700台近くの第1種装置と50台以上の第2種装置が稼動するようになった。

この傾向は千葉県においても同様で、現在高気圧治療装置を導入している施設は16施設もあり、さらに増加する傾向がみられる。しかし、施設が増加するにつれて安全管理も重要となる。わが国では1989年(平成元年)までに高気圧酸素治療中に3件の火災事故があり、6名の死亡者を出した<sup>2)</sup>。そこで、日本高気圧環境医学会安全対策委員会では、火災事故をはじめあらゆる事故を完全に防止するために、1991年(平成3年)11月15日に従来の安全基準を大幅に改正した「高気圧酸素治

療の安全基準」(以後単に「安全基準」と記す)を公表した<sup>3)</sup>。

この度、第27回日本高気圧環境医学会総会で会長講演の機会を与えられたので、千葉県内の各施設での高気圧治療の現況を調査し、高気圧治療の安全管理の一助にしたいと考え、県内16施設にアンケート調査を依頼して13施設より返答が得られた。回答率は81.25%であった。以下にアンケート調査の結果を改正された高気圧酸素治療の安全基準に対比しながら報告する。

**アンケート調査結果および考察**

**1. 千葉県内高気圧治療装置の所在地 (図)**

装置についての千葉県内の地域分布状況を見ると、まず第2種装置は千葉市周辺に多く、千葉大学医学部付属病院、千葉県救急センター、千葉県こども病院に各1台と斎藤労災病院に3台設置されており、地方では勝浦市の塩田病院にも1台設置されている。つぎに第1種装置についてみると、潜水病治療との関係もあって九十九里海岸沿いに北から銚子市、旭市、九十九里町、勝浦市、鴨川市と適当な間隔で配置されているように思われた。その他、市原市と鎌谷市付近および市川市付近に各2台、佐倉市に1台設置されている。

**2. 各種装置の稼動状況と施設数 (表1)**

第1種装置1台および2台で治療している施設はそれぞれ4施設で、第1種装置1台と第2種装置1台で稼動している施設は1施設、第2種装置1台で治療に当たっている施設が3施設あり、第2種装置3台で治療している施設が1施設あった。合計すると、第1種装置が13台、第2種装置が7台ということになる。なお、第1種装置は1984年以降急激に増加しており、今後もさらに増加する傾向にある。

**3. 千葉県下13施設での救急的適応疾患の症例数および治療回数 (表2)**

1991年度(1991・4・1~1992・3・31)の千葉県下13施設で行われた救急的適応疾患の全症例数は952例で、全治療回数は8863回であった。

取扱った疾患の種類は、それぞれの施設で特徴があるが、全体をまとめて疾患名でみると、脳梗塞、突発性難聴、イレウス、網膜動脈閉塞症およびCO中毒の順に多く、減圧症は952例中5例(0.5%)と予想外に少なかった。

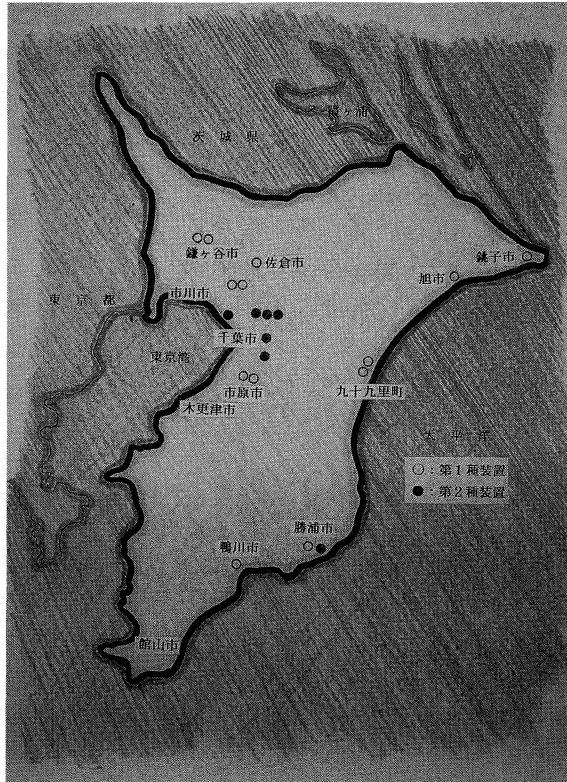


図 千葉県内高気圧治療装置所在地

4. 非救急的適応疾患の症例数および治療回数 (表3)

非救急的適応疾患は401例で、治療回数は2105回であった。主な疾患名は多いものから難治性潰瘍を伴う末梢循環障害、脳血管障害、脊髄神経疾患の順であった。

なお、救急的および非救急的適応疾患を合計すると、全症例数は1353例、全治療回数は10968回であった。

5. 高気圧治療の安全管理

高気圧治療を実施するにあたって最も大切なことは安全の確保である。それには、(1)医療機器としての安全管理と(2)生体を治療の副作用から守るための安全管理の両面から考える必要がある。

(1)医療機器としての安全管理

①高気圧治療の管理部門および担当医について (表4)

まず管理部門についてアンケート調査結果をみ

表1 各種装置の稼動状況と施設数

装置の稼動状況	施設数
第1種装置 1台	4
〃 2台	4
第1種装置1台+第2種装置1台	1
第2種装置 1台	3
〃 3台	1

ると、高気圧治療部として独立している施設は15施設（重複例あり）中5施設（33.3%）にすぎなかった。その他は脳神経外科2施設、麻酔科、外科、手術部などは1施設が管理していた。「安全基準」の第4条には、治療を行う医療機関は、その責任において、治療に従事する医師および看護婦

ならびに臨床工学技士の専門教育および治療に関する職員の育成のため必要な措置を講じ、かつ、治療の安全を確保するために必要なすべての措置を講じなければならない、とされている。それ故、この条項を実践するためには、各医療機関で独立した高気圧治療部を設立することが望ましいと考える。

つぎに、担当医についてみると、専任者は僅か15名中3名(20%)で、受持医が担当という施設が4名で最も多く、外科医、脳神経外科医、院長、麻酔医の順であった。「安全基準」の17条には、第1種装置を設置しようとする医療機関は、高気圧酸素治療管理医を常勤させなければならない、とある。担当医は専任の管理医であるべきで、今後さらに各施設の努力が要望されよう。

### ②装置の操作について(表5)

「安全基準」の第19条および30条では、装置の操作は管理医が行わねばならない。ただし管理医が直接、かつ、常時監督と指導を行う限り、その他の医師若しくは看護婦あるいは臨床工学技士に装置の操作を行わせることが出来る、となっている。アンケート調査では、専従職員(A群)では臨床工学技士が8名(66.7%)、学会認定技師が3名(25%)、検査技師1名(8.3%)であった。一方、随時操作にあたる職員(B群)では臨床工学技士7名(53.8%)、医師と看護婦がそれぞれ3名(各23.1%)であった。この結果は、「安全基準」に示されている高気圧酸素治療に一定の知識をもった管理医が治療の開始から終了まで何時も常に監督と指導を行っていたか否かは不明である。

また、学会が認定した高気圧治療技師は、平成5年4月以降は装置の操作が出来なくなる。早急に臨床工学技士の資格を取得するべく努力するよとの学会からの要望がある。

第1種装置を操作する職員の数の規定が「安全基準」の第19条第2項に示されている。規定には、第1種装置を設置した医療機関は、第1種装置が使用される場合には、第1種装置1台について1名以上の職員を、装置の操作のために配置せねばならない。とある。本アンケート調査では、第12表の医療機器としての装置の安全管理IIの第8注意事項の結果でみられるように、規定通り実施している施設が9施設中3施設(33.3%)しかなかった。これは至急に改善されねばならない。

表2 千葉県下13施設での救急的適応患者の症例数および治療回数(1991.4.1~1992.3.31)

疾患名	症例数	治療回数
脳 梗 塞	452	2981
突 発 性 難 聴	257	3741
腸 閉 塞	169(4)*	1403(28)*
網 脈 動 脈 閉 塞 症	19	105
急 性 心 筋 梗 塞	13	153
急性一酸化炭素中毒	11	125
脳 浮 腫	11	75
重 症 頭 部 外 傷	7	46
減 圧 症 (潜 水 病)	5	21
急性末梢動脈閉塞症	5	89
そ の 他	3	124
合 計	952	8863

\*( ) 内は麻痺性腸閉塞

分類は、日本高気圧環境医学会「高気圧酸素治療の安全基準」による。

### ③緊急減圧および制御方式について(表6)

緊急減圧出来る装置は、第1種で10台、第2種で5台で、これに対し出来ない装置は第1種で3台、第2種で2台であった。

つぎに、制御方式についてみると、コンピューターによる全自動制御の可能な装置は、第1種で1台、第2種で4台、半自動制御は第1種で3台、第2種で2台であった。専ら手動操作によるか、あるいは全自動制御等の安全装置として手動操作の出来る装置は第1種で8台、第2種で6台であった。

高気圧治療装置は年とともに進歩開発され、新しい装置が次々と出て来るが、一方において、既設の装置の経年変化が進み、装置の改造や更新が必要となる。とくに第2種装置は高額なので更新するのは容易でないで、改造が問題となってくる。

「安全基準」の第6条第3項には、装置の改造の禁止の規定がなされている。すなわち、設置した装置は改造し、または改造させてはならない。ただし、この基準に適合させるため若しくはやむ

表3 千葉県下13施設での非救急的適応疾患の症例数および治療回数 (1991.4.1~1992.3.31)

疾患名	症例数	治療回数
難治性潰瘍を伴う末梢循環障害	335	1024
脳血管障害	23	287
脊髄神経疾患	16	318
重症頭部外傷後の運動麻痺	6	35
顔面神経麻痺	6	293
皮膚移植	5	38
放射線又は抗癌剤併用の悪性腫瘍	4	25
放射線壊死	1	3
その他	5	82
合計	401	2105

分類は、日本高気圧環境医学会「高気圧酸素治療の安全基準」による。

表4 高気圧治療の管理部門および担当医

管理部門		担当医	
部門	施設数	部門	人数
独立	5	受持医	4
脳神経外科	2	専任	3
麻酔科	1	外科	3
外科	1	脳神経外科	2
外科・整形外科	1	院長	2
手術部	1	麻酔医	1
I C U	1		
検査部	1		
内科	1		
その他	1		

を得ない理由のために装置の改造を必要とするときは、高気圧酸素治療安全協会の理事会の承認を受けた場合に限って改造し、または改造させることが出来る。云々。

また、高橋教授<sup>4)</sup>は、第1種装置については建造後10年を経たものは、昭和60年10月当時17.4%と

表5 高気圧治療装置操作員

専従 (A群)		随時 (B群)	
職種	人数	職種	人数
臨床工学技士	8	臨床工学技士	7
認定技士	3	医師	3
検査技師	1	看護婦	3
医師	0	認定技士	0
看護婦	0	検査技師	0

比較的少ないが、第2種装置では43.9%もあり、今後ともこの比率はさらに増大するものと考えられる。すでに昭和57年4月1日、装置の経年変化に対する対策として「高気圧酸素治療装置の特別調査に関する勧告<sup>5)</sup>」が公表されているが、各医療機関がこの勧告に沿って対策を実行することが大切であると考え、と述べておられる。それ故、各医療機関は、この勧告および装置の改良の禁止の規定に則って、計画的な対応をしてゆかねばならない。

#### ④医療機器としての安全管理 I (表11)

表11の第1項から第7項までの注意事項のう

表6 緊急減圧

装置	可, 不可	
	可	不可
第1種 装置	10	3
第2種 装置	5	2

制御方式

方式	装置	
	第1種	第2種
コンピューターによる全自動制御	1	4
半自動制御	3	2
手動操作	8	6
合計	12	12

ち、第1種装置で第5項の日光や赤外線、白熱線から装置をシールドすること、と第6項の装置からヒーター、スチームなどは遠ざける、の2項目で11施設中2施設のみしか実施されていないことを除いて、他の項目は各施設ではほぼ遵守されていた。

#### ⑤医療機器としての装置の安全管理II (表12)

第8注意事項に関しては前述したとおりである。第10注意事項の装置内監視テレビ装置の設けである施設は、第1種装置で11施設中僅か1施設(9.1%)であった。治療中の患者の監視は極めて重要(第24条第6号)で、各装置に装置内監視テレビ装置が設置出来ればよいと思われる。

第14項の装置を設置する耐火区画に、面積6 m<sup>2</sup>ごとにスプリンクラーヘッド1個が設けてある(第12条第2号)ことに對し、第1種では11施設中2施設(18.2%)、第2種では7施設中1施設(14.3%)にすぎなかった。早急に改善されねばならない。

#### (2) 生体を治療の副作用から守るための安全管理について

##### ①治療前の耳管通気検査および肺のう胞症のチェックについて(表7)

高気圧治療中耳痛を訴える(Squeeze)ものも時にある。鼓膜の内・外圧力差が約0.3ATAあると耳痛を訴え、2~3 ATAでは鼓膜の出血、破損も

表7 高気圧治療前、耳管通気検査

検査	装置	
	第1種	第2種
全例に行っている	1	
症例により行っている	4	3
行っていない	7	1
その他		4*

\*4施設中、3施設では問診のみ、1施設で耳鏡検査のみ

治療前、肺のう胞症のチェック

チェック	装置	
	第1種	第2種
全例に行っている	7	5
症例により行っている	5	3

起りうる<sup>9)</sup>。

治療前耳管の通気検査を全例に行っている施設は1施設のみであった。症例によって行っているという施設は、第1種で4施設、第2種で3施設、合計7施設であった。行っていない施設は、第1種で7施設、第2種で1施設あった。その他、第2種で4施設のうち3施設では問診のみ、1施設では耳鏡検査を実施していた。治療前の耳管の通過状態の良好なことを確認しておくことは大切である。

つぎに、治療前胸部単純X線写真撮影など行って、肺のう胞症のチェックを全例に行っている施設は第1種で7施設、第2種で5施設あり、症例によって行っている施設は第1種で5施設、第2種で3施設であった。

肺のう胞症(bulla, bleb, pneumatocele)があって、支配気管支の通過障害などがあると、加圧あるいは減圧時に、のう胞壁が破裂する(balotrauma)危険がある<sup>9)</sup>。治療前肺のう胞症のチェックは励行されるべきである。

##### ②治療中の酸素投与方式(表8)

第1種装置での装置内直接酸素吹送方式のうち、循環式が4台、全排出式が6台であった。第2種装置では空気加圧で、酸素はマスクで吸入するという方式が7台であった。なお、第2種装置で治療の場合、①同伴者にも患者と同様にマスク

表8 酸素投与方式

方式	装置	第1種	第2種
	装置内直接酸素吹送	循環式	4
全排出式		6	
マスク又は気管内挿管などによる		2	7
その他（ボックス、テントなど）			2

第2種装置で治療の場合、同伴者に対する酸素吸入方法

- ①同伴者にも患者と同様にマスクでO<sub>2</sub>吸入 : 2施設  
 ②減圧時に同伴者にもO<sub>2</sub>吸入 : 5施設

表9 反復して高気圧環境に暴露される者に対する定期身体検査

- ①行っている : 2  
 ②行っていない : 8

でO<sub>2</sub>吸入という施設が2施設、②減圧時に同伴者にもO<sub>2</sub>吸入という施設が5施設あった。

第1種装置では装置内の気体は純酸素であるので、火災事故には十分な注意が必要である。そのため治療前の患者の点検が大切で、「安全基準」の第30条と第50条には、治療開始直前の患者の点検は必ず医師が行うべきであると結論されている。遵守せねばならない。

③反復して高気圧環境に暴露される者に対する定期身体検査（表9）

定期身体検査を、①行っている施設は2施設、②行っていない施設は8施設であった。

治療に従事する職員に対しては勿論（第53条）、長期にわたって高気圧治療を受けている患者に対しても所定の定期健康診断を実施するべきである。

④高気圧治療中、酸素その他のガス中毒の有無について（表10）

1) 酸素による中枢神経障害：高圧酸素が中枢神経に及ぼす毒性については Paul Bert 効果と呼ばれ、てんかん様大発作痙攣と同様な症状を呈するが、その前駆症状としては、眼や口の周囲、前額部などのピクピクとしたひきつれとして発生

表10 高気圧治療中、酸素その他のガス中毒の有無

ガス中毒	装置	第1種		第2種	
		有	無	有	無
酸素	呼吸器障害	0	12	0	7
	中枢神経障害	1(1)	11	0	7
酸素中毒前駆症状		1(1)	11	1(1)	6
炭酸ガス		2(6)	10	0	7
窒素		0	12	0	7

( ) 内は症例数

する<sup>9)</sup>。アンケートの結果では、中枢神経障害を生じた施設が第1種装置で1例あった。前駆症状を起した施設は、第1種および第2種でそれぞれ1施設1症例づつあった。

2) 酸素による呼吸器障害および窒素酔い：肺への呼吸器障害は Lorrain-Smith 効果と呼ばれているが、これは1例もなかった。また martinis law と呼ばれている窒素酔い<sup>10)</sup>も1例もなかった。

3) 炭酸ガス中毒：高圧環境下では PaCO<sub>2</sub>（動脈血中炭酸ガス分圧）が4～5 mmHg 上昇し、PH が0.05～0.15低下するとされている。炭酸ガスは脳・冠動脈を拡張させ、末梢血管を収縮させるので血圧は上昇し、炭酸ガスの蓄積が多くなると、いわゆる CO<sub>2</sub>Narcosis と呼ばれる麻酔作用が発現する<sup>6)</sup>。アンケートの結果では、第1種装置で2施設に6例の発生がみられた。

表11 医療機器としての装置の安全管理 (I)

注意事項	装置	第1種	第2種
1. 治療する患者の衣服やベッドの布地は、人造繊維やウール類、ナイロン、テトロン、類は避け、木綿製のものにする。(治療前に衣服は木綿製のものに替える)		12/12	7/7
2. 治療開始前、綿密な body check (身体検査) を行い、点火源となる物品 (懐炉、マッチ、ライター、電気製品など) を持ち込まないようにしている。		11/11	7/7
3. アルコール、アセトン、エーテル、油脂、トライレン、アンモニア、ガソリンなどの持ち込みは勿論不可で、装置の近くで使用しない。		11/11	7/7
4. マッチ、ライターなどの可燃物は、装置の付近で使用しない。		10/11	6/7
5. 日光や赤外線、白熱線から装置をシールドする。		2/11	5/7
6. 装置から、ヒーター、スチームなどは遠ざける。		2/11	5/7
7. アースは装置に収容された患者が接触する部分を含み、完全に接地された状況で使用している。		10/11	6/7

(註) 分母：装置数，分子：実施している装置。

表12 医療機器としての装置の安全管理 (II)

注意事項	装置	第1種	第2種
8. 複数の装置を1名だけの職員によって操作させない。かつ、同時に複数の患者を複数の第1種装置で治療する場合には、患者と同数以上の職員を配置している。		3/9	6/7
9. 治療中は装置内の監視を厳重に行っている。		11/11	7/7
10. 装置内監視テレビ装置が設けてある ( 台)		1/11	6/7
11. 装置内は電話、インターフォン、ワイヤレスマイクで常に通信連絡がとれる。		11/11	7/7
12. 装置内に警報ブザー (非常呼出) がある ( 個)		11/11	7/7
13. 装置設置位置より水平距離で25m以内に、屋内消火栓設置		8/11	5/7
14. 装置を設置する耐火区画に、面積6㎡ごとにスプリンクラーヘッド1個を設けてある。		2/11	1/7

(註) 分母：装置数，分子：実施している装置。

## おわりに

千葉県における高気圧治療の現況について、アンケート調査結果に対し改正された高気圧酸素治療の安全基準 (以後、「安全基準」と略す) と対比

しながら検討を加えた。

その結果、第1種装置および第2種装置とも各医療機関で従来の安全基準をもとにしてそれぞれ独自の保守・管理を行っているというのが実状で、種々の点において「安全基準」に適合していない



施設がなお多数認められた。今後、各医療機関でさらに一層「安全基準」を厳格に遵守する必要があるように考えられた。

(本稿は、第27回日本高気圧環境医学会総会(平成4年11月13日、千葉市)において行った会長講演に加筆したものです。司会の労をお執りいただいた榊原欣作理事長に心から感謝いたします。

また、アンケート調査にご協力いただいた各医療機関に、本紙を借りて深甚なる謝意を表します。)

#### [参 考 文 献]

- 1) 斎藤春雄：私と高圧環境医学，日高医誌19(2)：175，1984
- 2) 榊原欣作：高気圧酸素治療中の火災事故について，日高医誌24(4)185～199，1989
- 3) 榊原欣作：改正された「安全基準」について，日高医誌26(2)75～84，1991
- 4) 高橋英正他：高気圧酸素治療法—臨床の現況 高気圧治療の現況と問題点，最新医学，41(2)216～224，1986
- 5) 日本高気圧環境医学会安全対策委員会：高気圧酸素治療の特別調査に関する勧告，日高医誌，18：41，1983
- 6) 太田保世：高気圧障害の基礎，高気圧酸素治療法入門講座，45～49，1992