

●原 著

減圧症の治療と予防

湯佐祚子*

はじめに

琉球大学医学部附属病院の前身である保健学部附属病院に第2種高気圧酸素治療装置が1973年7月に設置され、同年12月に治療を開始して以来、1984年7月より3か月間の移転期間をのぞき、1984年10月より現在の新設高気圧酸素治療装置による治療を続けているが、1985年7月末までの全症例数は940例となった。この間1974年9月に最初の潜水夫減圧症を治療して以来、減圧症症例は328例(211名)を数え、最多症例となっている。

これら減圧症症例の臨床所見、治療および治療結果の概略と、治療経験からの治療および予防上の問題点につき述べてい^{1)~9)}。

I. 治療方法および治療結果

1. 対象患者

全症例が男性で、年齢は76.9%が25~44才である。職業は82%が漁夫で、レジャーや職業潜水士は10%以下である。潜水方法は4~5例をのぞきSCUBA潜水である。

2. 治療方法

治療はすべて第2種高気圧酸素治療装置を使用した。再圧治療法はU.S. Navy方式に従っている。1977年3月までは、いわゆる空気再圧療法 Table 3, 4 で行っていたが、以後は酸素再圧療法 Table 5, 6 の使用を基本としている。再圧療法と

併用して dextran40, steroid, urokinase などの薬物療法を全例に行っている。症状が残存する場合は、1週間は Table 6 を1日1回施行、その後は Table 5 または OHP を継続し、早期より理学療法を開始することを原則としている。

3. 臨床所見

減圧症についてはすでに Golding ら(685例)¹⁰⁾, Rivera(953例)¹¹⁾, Slark(137例)¹²⁾, Kidd ら(253例)¹³⁾, 本邦では林(157例)¹⁴⁾などの報告や、1979年の Undersea Medical Society (UMS) Workshop¹⁵⁾など報告は多い。

減圧症の病型分類は、一般に Golding らによる軽症の Type I (大理石模様出血斑などの皮膚症状をみる皮膚型、筋肉痛や関節痛を主体とする運動器型の bends) と重症の Type II (chokes と云われている呼吸循環器型と種々の中枢神経系の症状を示す中枢神経型) に分類しているが、我々は初診時の臨床症状により Type II を脳型 (cerebral), 脊髄型 (spinal), メニエール型 (vestibular), chokes (respiratory) に分けている。合併している場合は重症の症状により分類した。年次別の各病型の発生頻度を表1に示した。

a) Limb bends

治療症例中大部分(81.1%)は bends であった。沖縄県の本島および鹿児島県を含む離島での減圧症は対象となる漁夫の数が把握出来ず、また離島では bends は元来再圧治療の対象とはなっていないことや、漁夫の大部分が罹患経験を有していることを考えると bends の発生頻度はより高いと予想される。さらに、脊髄型症例には大部分に bends が合併しており、Type II には約30% Type

*琉球大学医学部麻酔学教室

琉球大学医学部附属病院高気圧治療室

表1 潜水夫減圧症328症例の病型
(年次別発生頻度)

type \ year	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985(-7)	Total(%)
Type I													
limb bends	4	2	9	7	22	58	25	23	44	42	9	20	266(81.1)
Type II													
cerebral								1		1			2(0.6)
spinal	1	1	3	1	1	7	8	3	7	6	1	2	41(12.5)
vestibular		2	2	1		3	5	2	1	1			17(5.2)
respiratory							1	1					2(0.6)
Total	5	5	14	9	24	68	39	30	52	50	10	22	328

表2 Limb bendsの症状発生部位

Site	No.	(%)	
Shoulder	Lt	84	184 (44.3)
	Rt	100	
Elbow	Lt	33	71 (17.1)
	Rt	38	
Wrist	Lt	3	5 (1.2)
	Rt	2	
Hip	Lt	29	56 (13.5)
	Rt	27	
Knee	Lt	50	97 (23.4)
	Rt	47	
Ankle	Lt	1	2 (0.5)
	Rt	1	
Total		415	

Presenting pain may occur in more sites than one

Iが合併しているとされている¹²⁾ことを考慮すると全症例中のbendsの頻度はRivera¹¹⁾の報告の91.8%に近いと考えられる。

Bendsの部位は潜水では上肢が下肢の約3倍とされているが^{11)~13)}、我々の症例は近年5年に下肢関節痛が増加し、上肢関節は62.6%である。発生部位は肩関節に好発し、右側に多い傾向にあり、林の報告¹⁴⁾と一致する(表2)。

b) 脳型 (cerebral)

発生現場では直後に意識消失、発語障害などの症状がみられた症例が脊髄型症例中に含まれているが、来院時には消失しており、意識障害のあったのは初診時には2例のみであった。

c) メニエール型 (vestibular)

回転性眩暈、嘔気、起立不能などの迷路障害によると思われる症状をみる型で、約5%にみられた。しかし、起立不能の眩暈をみた重症例は2例のみであった。

d) Chokes (respiratory)

重症では現場での救急処置が予後を左右するが、治療した2例は軽症であった。重症では転送が不可能で現場での死亡例の大部分は重症chokesと考えられる。軽症の胸痛、呼吸困難は治療の対象外となっているが、脊髄障害の症状発現前に呼吸器症状が先行しているとの報告¹³⁾のごとく、我々も脊髄型症例の初発症状として存在していた。

e) 脊髄型 (spinal)

Bendsに次いで頻度が高く、全脊髄横断症状(対麻痺、全知覚脱出、膀胱直腸障害など)を示したのは16例で、他は不全型であったが、全例に知覚障害がみられた。脊髄障害のレベルを知覚障害上限でみると、好発障害部位(C₄, T₅, L₁)がある。脊髄型の大部分は離島より空路輸送されており、特に重症の完全横断症状をみた症例では、3例をのぞきすべて飛来している。したがって発症より初診、治療開始までの時間が4時間以内は38症例中6例で、特に離島で発生した症例では2例のみであった(表3, IとII)。これはsport SCUBA diverの脊髄型29例での治療開始遅延は平均16時間(30分~48時間)、4時間以内は3例とするDavisの報告¹⁶⁾と一致する。

表3 減圧症 Type II 脊髓型症例

I. 全脊髓横断症状(全知覚脱失, 对麻痺, 膀胱直腸障害)を示した症例

症例	年齢	初診時症状		発症~治療 (時間)	空路輸送	治療 回数	治療効果(退院時)		合併症
		知覚障害上限	運動障害				運動障害	排尿障害	
①	34	C ₄	弛緩性	20	久米島	23	歩行可能	±	発症時脳型
2	21	C ₄	〃	12	石垣島	67	歩行可能(杖)	±	
3	45	C ₄	〃	8	石垣島	90	歩行可能(杖)	+	脊髄型既往
4	37	T ₄	〃	10	宮古島	(2)+55	車イス	+	ショック、肺炎、消化管出血
5	26	T ₄	〃	4		(2)+35	車イス		
6	36	T ₅	〃	20		(3)+77	車イス	+	
7	28	T ₅	痙性	4	奄美大島	55	歩行可能(杖)	±	
8	48	T ₅	弛緩性	10		70	車イス	+	発症時チョークス
9	39	T ₅	〃	4	久米島	40	車イス	+	強度腰部痛
10	43	T ₇	〃	12	石垣島	(9)+67	歩行可能(杖)	±	
11	45	T ₉	〃	24	石垣島	54	歩行可能(杖)	±	
12	26	T ₁₀	〃	5		51	歩行可能(杖)	±	
13	24	L ₁	〃	24	石垣島	37	歩行可能	±	
14	50	L ₁	〃	12	石垣島	41	車イス	±	強度腰部痛
15	36	L ₁	〃	6	石垣島	35	歩行可能(杖)	-	発症時脳型、肺炎
16	54	L ₁	〃	25	宮古島	26	歩行可能	±	発症時脳型

() 他施設治療 (± 残尿 > 200ml
 ○ 空気再圧療法施行 (± 残尿 < 50ml

全症例知覚障害残存

II. 不完全脊髓横断症状を示した症例

症例	年齢	初診時症状			発症~治療 (時間)	空路輸送	治療 回数	治療効果(退院時)		備考
		知覚障害上限	運動障害	膀胱直腸障害				運動障害	排尿障害	
17	43	C ₄	右半身	+	24	宮古島	14	歩行可能	-	症例32と同一患者
⑱	37	C ₅	-	-	7		4	-	-	} 同一患者
19	40	C ₄ (左側)	-	-	5		5	-	-	
20	25	T ₅	下肢	+	24×2	石垣島	30	歩行可能	-	} 全治
21	24	T ₅	-	-	5		5	-	-	
22	26	T ₇	下肢	+	26	石垣島	21	歩行可能(杖)	±	} 全治
⑳	27	T ₇	下肢	+	24×4		(2)+10	歩行可能	-	
24	40	T ₉	右下肢	+	24	石垣島	16	歩行可能	±	} 全治
25	36	T ₁₀	下肢	+	15		9	歩行可能	-	
26	45	T ₁₀	歩行障害	-	24		13	歩行可能	-	} 全治
27	36	T ₁₀ (過敏)	-	-	8		41	-	-	
⑳	39	L ₁	下肢	+	24×2	奄美大島	9	-	-	} 全治
29	34	L ₁	下肢	+	3		15	-	-	
30	35	L ₁	歩行障害	+	4		27	-	±	} 同一患者
31	31	L ₁	歩行障害	-	3		1	-	-	
32	45	L ₁	-	-	24×4	宮古島	4	-	-	全治
33	30	L ₁	-	-	18		9	-	-	症例17と同一患者
34	36	L ₁ (右側)	-	-	24×3		1	-	-	全治
35	35	L ₂ (左側)	歩行障害	-	24×2	宮古島	3	-	-	全治
36	60	L ₄ (右側)	歩行障害	+	7	奄美大島	20	歩行可能(杖)	±	全治
37	42	S ₁	-	+	24×2		3	-	-	全治
38	42	-	歩行障害	+	24×2		10	-	-	全治

○ 空気再圧療法施行

() 他施設治療 ± 残尿 < 50ml
 全治以外軽度知覚障害残存

4. 潜伏期間

328例中潜伏期間の明らかな296例についてみると、大部分(83.1%)が浮上後30分以内に発症している。特に Type II では軽症の3例をのぞきすべて30分以内で、少なくとも3時間以内には発症

している。これは諸家の報告¹¹⁾¹⁴⁾と一致している。Bendsでも同様に82.4%が30分以内であるが、6時間以上のもも8名(3.4%)あった。以上のことは潜水作業後は少なくとも3時間は減圧症発生に注意する必要があることで、労働管理上でも問

表4 潜水夫減圧症328症例の潜伏期間

Time in hours	on dive	surfacing	-0.5	-1	1-3	4-6	7-12	13-24	24-	unknown	Total
Type I											
limb bends	11	8	173	8	18	7	4	1	3	33	266
Type II											
cerebral	1		1								2
spinal		8	32		1						41
vestibular		2	9	1						5	17
respiratory			1	1							2
Total	12	18	211	10	19	7	4	1	3	38	328

表5 Limb bends に対する再圧療法の効果

	Number of Times of Treatment			
		Acute	Chronic	Total
Standered Air				
Recompression		14	34	2.4
Table 3, 4 (1974-1977)		3	6	2.0
Oxygen				
Recompression		230	328	1.4
Table 5, 6 (1977-1985)		19	75	3.9

題となろう (表4)。

5. 再圧療法の効果

a) Limb bends

発症後1週間以内の早期に治療を開始した症例では、空気再圧法では2~3回、酸素再圧法では1~2回で完治している。しかし、発症後長時間経過し、慢性疼痛を訴える症例では再圧療法にはあまり反応せず、治療を中断したものが多かった。これらの症例中には後述する骨壊死 (aseptic osteonecrosis) の症例も含まれている (表5)。最近では1か月以上経過していても、Table 5と薬物療法で症状が軽快する症例も経験しているが、これは再圧療法というよりもOHPの適応とも考えている。

b) 脳 (cerebral)

1例は来院前ショック状態にあり、再圧療法開始も48時間近く経過した後で、脳波上の改善のみで退院した。しかし、約2か月で意識が回

復し、会話も可能となっていたが、記憶障害やT₂以下の脊髓障害が残存していた。他の1例は初回の再圧療法で意識は明瞭となり、発語障害も軽減して1か月後に全治退院した。

c) メニエール型 (vestibular)

1例をのぞき全例全治した。1例は耳鳴りが持続し、長期の耳鼻科的治療を必要とした。

d) Chokes (respiratory)

来院した症例は軽症のみで、全例全治した。

e) 脊髄型 (spinal)

表3に示したごとく、全脊髓横断症状を示した症例では全治例はなく、Table 6を主体とする再圧療法に続く長期のTable 5またはOHPと理学療法や薬物療法の併用によっても、半数近くが車イスを必要とし、歩行可能でも杖などを必要とする場合が多く、知覚異常は全例に、さらに大部分に排尿障害が残存した。

不完全横断症状を示した症例では全治例もみられ、歩行に補助を必要としたのは2例のみで、排

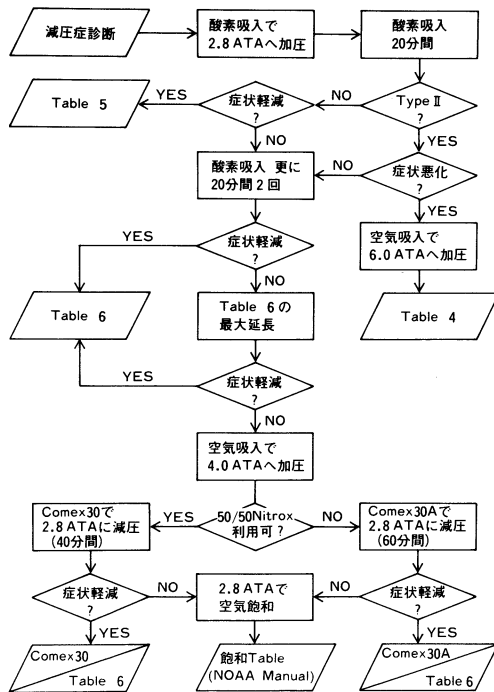
尿障害も残尿が50ml以下の軽度のものであった。

II. 治療および予防上の問題点

1. 治療上の問題点

減圧症に対しては再圧療法が primary therapy であり、早期に実施するほど治療効果があることは議論の余地はない¹⁶⁾。再圧療法の実際には、いかなる再圧法がよいか問題となる¹⁷⁾。急性の bends では、遅延例でも3回以内に完治して問題は少ないが、脊髄型では初回再圧療法の成功率が80~85%とされている¹⁵⁾に比べて、我々の症例では治療効果が悪い。現在減圧症の治療に使用されている再圧治療表は U.S.Navy (1979) の Table 5, 6, 6A と Table 4, Royal Navy (1979) の Table 51-55, Table 61-63 および Table 71-73, 空気と酸素再圧を mix した Comex Table 30A, さらに初期に Nitrox (50% N₂, 50% O₂) を使用する Comex Table 30, French Navy Table A, B などがある¹⁵⁾。これら標準の治療に反応しない症例

に対して考慮すべき再圧治療法の選択方法として U.S.Navy¹⁸⁾, Royal Navy¹⁹⁾ や Miller らの N₂-O₂ 飽和治療法²⁰⁾ などの選択フローチャートが発表されている。我々の使用している Table 6 とその延長を主体とする U.S.Navy 方式と UMS の 1979 年に行われた“重症減圧症と空気塞栓の治療”に関する Workshop での結論としての選択方法を参考してみると図 1 に示したとき選択方法となる。我々の脊髄型症例では Table 6 とその延長 Table で症状の悪化したものはなく、1 例をのぞき症状は初回治療で改善されているが完治例はほとんどなく、症状が残存している。これらの症例に対して考慮すべき再圧治療法は、Comex Table 30 または 30A への移行と空気飽和治療への移行である。しかし、現在の我々の施設では Nitrox は簡単には利用出来ず、また空気飽和治療は現在の高気圧治療室のスタッフでは物理的に不可能に近い。我々は残存症状に対し輸液, steroid, urokinase などの薬物療法を併用して、1 週間は Table 6 を 1 日 1 回、その後は OHP を症状



(1979年 UMS ワークショップ参考)

図 1 酸素再圧療法を主体とする治療表の選択

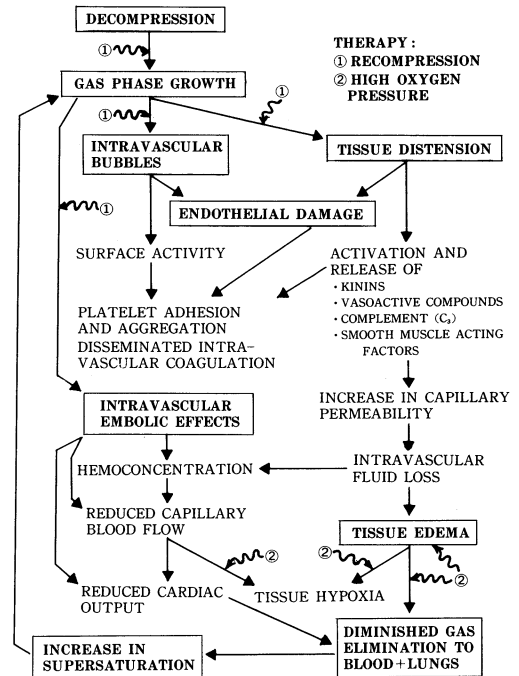


図 2 減圧症の病態生理の相互関係と高気圧酸素治療の作用点

- ① recompression による効果
- ② 高分圧酸素による効果

の改善が続くかぎり毎日続けている²¹⁾。

難治性遅延例に対する我々のような長期治療の治療効果についての報告は見出せなかったので、1974年より1982年までに治療した脊髄型および脳型減圧症の33症例31名のうち、退院時何らかの後遺症を残した22名について退院後の知覚障害、運動障害、膀胱障害の経過を追跡調査した⁹⁾。退院後1年未満では、症状は不変が多いが、1年以上経過すると大部分に回復傾向がみられ全治例もみられた。また、3年以上を経過するとすべて回復または全治している。運動障害の方が知覚障害より回復が早い結果となっているが、退院後も機能回復訓練を行った結果と考えられる。しかし、3機能がすべて全治した例は少なく、下肢のシビレ感や細かい動作の不能、尿失禁などのあるものが多く、潜水業務に復帰したのは6名、転職7名で残りは職業復帰が出来ていない。

減圧症の発生機構を考えると、治療開始の遅延例では、気泡発生に続く図2に示したような病態生理学的変化²²⁾による2次的障害の悪循環により、治療困難な呼吸循環系や中枢神経系の変化が進行していると考えられる。特に中枢神経系では不可逆性変化は早期に始まると考えられる。この点より我々の施行したOHPの長期くり返し療法は、再圧療法というよりもむしろOHPの中枢神経系に対する効果と考えている。また、どのような治療によっても回復不可能な、または不完全回復しか得られない症例があることも現時点での治療法の限界として存在すると思われる。

減圧症治療で治療効果を左右するのは、発症より治療開始までの時間と発生現場でのfirst aidである。沖縄県では発生が一般に海上、海岸、離島など治療施設より遠く離れており、治療開始が遅れ、予後不良につながっていると考えられる。さらに低空飛行を要する空路輸送も問題である。理想的には米国でのDAN (National Diving Accident Network)のように、少なくとも地域再圧治療センターが24時間体制で、潜水事故の救急医療にたずさわって、治療相談や緊急輸送手配も行えるシステムが出来ることであろう²³⁾。

発症より再圧治療開始までの治療(特に輸送中)の有無により予後が左右されると報告²⁴⁾されているが、我々も連絡や相談のあった場合は酸素吸入、輸液、steroidなどの指示を行っているが、まだ不

完全である。

早期治療として発生現場で完全な再圧治療が出来れば理想的であるが、現在は現場再圧には多くの問題がある。医師不在、無資格操作員による再圧治療を受け、bendsより脊髄型に悪化させた例や死亡例を経験している。さらに、現場再圧療法として海中自己再圧、いわゆる“フカシ”がある。現場では“フカシ”でbends症状が軽減されるのを経験していることから、特に離島では“フカシ”で大部分が治療している。しかし、脊髄型症例では“フカシ”により大部分が症状を悪化させた結果来院している。さらに、空路輸送においても、出来るだけ低空の安全飛行を指示しているが、機内を1気圧に維持出来ないもので200m内外の飛行は、症状を悪化させている可能性がある。事実、発症後時間の経過していない症例で、酸素吸入もなく飛来し、再圧治療開始直前より症状が進行したのを経験しており、この症例は初回再圧治療効果がほとんどなかった1例である。

2. 予防上の問題点

潜水夫減圧症は潜降、浮上を標準規則に従って施行すれば大部分は予防出来るはずである。沖縄県の漁夫の潜水パターンを知るため、減圧症(特に脊髄型)が多発した1979年10月より1980年6月までに来院した減圧症患者35例について調査した⁹⁾。潜水士の場合は作業内容が一定でなく、特定の潜水パターンはなかったが、1日2回の潜水で標準減圧表に従って減圧していた。これは標準減圧表に従っても減圧症の発生がありうることを示しているが、大部分は軽症で再圧治療により脊髄型であっても全例全治している。漁夫の潜水パターンは鉆突き漁法と追い込み漁法により異なるが、いずれも罹患時はもとより、通常の潜水においても標準減圧表を守っていない。鉆突き漁法では25~30mの深度でポンベ中の空気が無くなるまで潜水し、急速に浮上してポンベを変えて更に潜水することを1日3~6回繰り返すのが大部分である。追い込み漁法では網の固定、魚の追い込み、網の引き上げの連続する40m内外の深度の潜水作業を行うため、連続3~4回の潜水が必要で、この作業を1日3回行うため、1日の潜水回数は9~12回となり、脊髄型の罹患が多くなっている。これらの漁夫に対し、講習会、新聞やテレビなど

のマスコミを通じて正しい減圧法や減圧症の知識の普及をはかり、1979年の68例をピークに年々減少したが、1982年より再び増加傾向を示している。そこで漁業従事者の知識レベルを知る目的で、1982年の講習会の際、アンケート調査⁸⁾をした。上述したような潜水作業で135例中77.8% (105例)が何らかの減圧症症状を経験している。この場合に再圧治療をうけたのは20.0%で、“フカシ”を行ったのが46.7%である。したがって大部分が“フカシ”により治療していることを示す。減圧症に関する知識についても、重症脊髄障害の症状を知っていたのは14.8%、減圧表については35.6%に知識がなかった。以上のことは、脊髄型でも同一人が2回罹患した症例があることや、bendsで同一人での複数罹患による再圧治療回数が9回を最高に211名中59名(30.0%)にみられたことにも表われている。複数罹患は後続する骨障害にも関係すると考え、1974年より1979年8月までに治療した減圧症患者96症例(62名)の内、複数罹患および慢性の症状を訴えた患者を含めた19例を対象に、骨変化を検査したところ⁹⁾、確かな骨変化がみられたのが7例、疑わしい変化を認めたものを含めると19例中12例であった。

以上予防上潜水時間や深度の制限、減圧のコントロールの他、健康管理が重要なことは言をまたない。また、減圧症が予知出来れば理想的で、この方面の基礎研究の成果が実地で応用出来るようになることを願っている²³⁾。

おわりに

過去12年間に琉球大学の高気圧治療室で治療した潜水夫減圧症328症例(211名)の治療経験をもとに、沖縄県での潜水夫減圧症について述べたが、減圧症の治療効果を上げるうえで治療の根拠となる病態生理学的基礎研究や再圧治療法の改善はもとより、重要なのは予防で、啓蒙活動と再圧治療センターを中心とするシステム作りであることを痛感している。

〔参考文献〕

- 湯佐祚子, 翁長春彦, 花城久米夫, 垣花脩, 大山了己: 沖縄県における潜水夫減圧症について—琉球大学保健学部附属病院における治療症例一。日高圧医誌, 14(1): 81-83, 1979
- 大山了己, 野原忠博, 湯佐祚子, 垣花脩, 武田淳, 佐藤弘明: 沖縄漁民における SCUBA 潜水の実態。民族衛生, 46(3): 130-138, 1980
- 垣花脩, 大山了己, 花城久米夫, 湯佐祚子: 沖縄県における潜水夫減圧症患者の潜水パターンについて。日高圧医誌, 16(1): 22-24, 1981
- 湯佐祚子: 減圧症再治療の実際: 琉球大学保健学部附属病院における再圧治療の実際。日高圧医誌, 16(3): 149-151, 1981
- 湯佐祚子, 花城久米夫, 垣花脩: 沖縄県における潜水夫減圧症192症例の治療経験。救急医学, 6(11): 1567-1571, 1982
- Yusa, T. and Hanashiro, K.: Hyperbaric oxygen therapy for central nervous system damage induced by air embolism. 琉大保医誌, 4(4): 313-319, 1982
- 湯佐祚子: 減圧症と再圧療法をめぐる諸問題: 臨床からみた再圧療法の問題点。日高圧医誌, 17(2): 39-41, 1982
- 垣花脩, 松村享吉, 仲宗根桂子, 花城久米夫, 湯佐祚子, 奥田佳朗, 渡辺洋介, 仲間理, 乗松尋道: 沖縄県における潜水器漁業従事者を対象としたアンケート調査。日高圧医誌, 19(1): 42-44, 1984
- 松村享吉, 仲宗根桂子, 花城久米夫, 湯佐祚子, 奥田佳朗, 垣花脩, 渡辺洋介, 乗松尋道, 大沢潤: 沖縄県における脊髄型および脳型減圧症患者の追跡調査。日高圧医誌, 19(1): 45-47, 1984
- Golding, F.C., Griffiths, P., Hempleman, H.V., Paton, W.D.M. and Walder, D.N.: Decompression sickness during construction of the Dartford tunnel. Br. J. Ind. Med., 17: 167-180, 1960
- Rivera, J.C.: Decompression sickness among divers; an analysis of 935 cases. Mil. Med. 129: 314-334, 1964
- Slark, A.G.: Treatment of 137 cases of decompression sickness. Medical Research Council, RN Personal Research Committee Report 63/1030 London, 1962
- Kidd, D.J. and Elliott, D.H.: Decompression disorders in divers. In The Physiology and Medicine of Diving and Compressed Air Work, 2nd ed., Eds. P.B. Bennett and D.H. Elliott. London, 1975, Baillière Tindall, pp. 471-495
- 林皓: 減圧症の臨床的ならびに実験的研究。福岡医誌, 68: 889-908, 1974
- Davis, J.C. (Chairman): Treatment of serious decompression sickness and arterial gas embolism. The 12th Undersea Medical Society Workshop. Bethesda, 1979, USM Inc.
- Davis, J.C.: Treatment of decompression accidents among sport SCUBA divers with delay between onset and compression. In Treat-

- ment of Serious Decompression Sickness and Arterial Gas Embolism. The 12th UMS Workshop, Chairman J.C. Davis. Bethesda, 1979, UMS Inc., pp. 3-9
- 17) 日本高気圧環境医学会：減圧症と再圧療法をめぐ
る諸問題. 日高圧医誌, 17(2), 1982
 - 18) Spaur, W.H.: U.S.N. treatment methods. In
Treatment of Serious Decompression Sickness
and Arterial Gas Embolism. The 12th UMS
Workshop, Chairman J.C. Davis. Bethesda,
1979, UMS Inc., pp. 25-35
 - 19) Leitch, D.R.: Treatment of air decompression
illness in the Royal Navy. In Treatment of
Serious Decompression Sickness and Arterial
Gas Embolism. The 12th UMS Workshop,
Chairman J.C. Davis. Bethesda, 1979, UMS
Inc., pp. 11-24
 - 20) Miller, J.N., Fagraeus, L., Bennett, P.B., El-
liott, D.H., Shields, T.G. and Grimstad, J.:
Nitrogen-oxygen saturation therapy in ser-
ious cases of compressed-air decompression
sickness. *Lancet* 2:169-171, 1978
 - 21) Kindwall, E.P. and Goldmann, R.W. (Eds.):
Decompression sickness. In *Hyperbaric
Medicine Procedures*. Milwaukee, 1984, St.
Luke's Hospital, pp. 113-124
 - 22) Hallenbeck, J.M. and Anderson, J.C.: Path-
ogenesis of the decompression disorders. In
The Physiology and Medicine of Diving, 3rd
ed., Eds. P.B. Bennett and D.H. Elliott. Lon-
don, 1982, Baillière Tindall, pp. 435-460
 - 23) 梨本一郎：減圧症の予防と治療について. 日高圧
医誌, 13:77-86, 1978
 - 24) Fructus, X.: Treatment of serious decompres-
sion sickness. In *Treatment of Serious Deco-
mpression Sickness and Arterial Gas Em-
bolism*. The 12th UMS Workshop, Chairman
J.C. Davis. Bethesda, 1979, UMS Inc., pp. 37
-43