

## ●原 著

## 周術期中枢神経系障害に対する高気圧酸素治療

湯佐 祚子\*

中枢神経系に対する早期の高気圧酸素療法 (HBO) の適応として、外科手術周術期に発生した脳、脊髄障害 (各々32例, 4例) に対する HBO の効果を、現在各国で絶対的適応疾患とされている減圧症での脳、脊髄障害 (脳空気塞栓症7例, 脊髄障害58例) と比較して検討した。

脳障害に対する HBO の効果は、1) 開心術中の大量空気流入による脳空気塞栓症は減圧症脳型と同様にほぼ完治した。2) 開心術直後の脳障害12例中、CT所見上微小気泡、微小塞栓又は低灌流に起因する脳低酸素症と考えられた5例はほぼ完治したが、多発又は広範囲梗塞の4例は術後1ヵ月以内に死亡した。3) 術後の脳梗塞9例では梗塞範囲により効果は左右された。4) RIND 症例10例はすべて完治した。

脊髄障害に対する HBO の効果は、1) 完全脊髄横断症状を来した症例では、外科手術後に発生した3例に対しては HBO は無効であったが、減圧症の23例での運動、知覚、排尿障害は改善した。2) 外科手術操作による直接的脊髄障害に対しては或る程度有効であるが、HBO 開始迄の時間的限界が示唆された。

キーワード：高気圧酸素療法、周術期脳障害、術後脊髄障害、減圧症、人工心肺

## Hyperbaric Oxygen Therapy for Perioperative Neurological Injury

\*Toshiko Yusa

\*Department of Anesthesiology and Hyperbaric Medicine; University of the Ryukyus, Faculty of Medicine

Early clinical application of hyperbaric oxygen therapy (HBO) for neurological injury was evaluated from the clinical data of cases applied HBO for perioperative brain injury (32 cases) and spinal cord injury (SCI; 4 cases), as compared with cases for decompression sickness (DCS; 7 cases of cerebral air embolism, and 58 cases of SCI) as currently accepted control neurological disorder for HBO.

The effects of early HBO for brain injury were as follow. 1) One case of massive cerebral air embolism due to cardiopulmonary bypass (CPB) responded to HBO markedly as same as cerebral

air embolism due to DCS (7 cases). 2) In 12 cases with brain injury immediately after CPB for open heart and aorta replacement surgery, 5 cases suggested brain hypoxia due to microair-embolism, micro-embolism or hypoperfusion on CT findings recovered almost completely. Four cases with multiple or extensive cerebral infarction, however, died within one month postoperatively. 3) In 9 cases with CPB-postoperative cerebral infarction, the effects of HBO depended on the extent of infarction. 4) all RIND cases (10 cases) recovered completely.

The effects of early HBO for SCI were as follow. 1) In 4 cases with postoperative SCI, none of 3 cases with signs of complete spinal cord dissection suggested circulatory obstruction responded to HBO. In 58 cases of DCS, contrastively, 23 cases with signs of complete spinal cord dissection improved in motor, sensory and urinary disturbances. 2) One case with SCI due to surgical direct compression partly recovered after surgical decompression and immediate HBO, suggesting time limit of HBO for spinal cord injury.

\*琉球大学医学部麻酔科学講座

琉球大学医学部付属病院高気圧治療部

**Keywords :**

Hyperbaric oxygen therapy (HBO)  
 perioperative brain injury  
 postoperative spinal cord injury  
 decompression sickness  
 cardiopulmonary bypass

**はじめに**

高気圧酸素療法 (HBO) が有効であったとされる中枢神経系疾患は数多く報告されている<sup>1)</sup>。適応疾患については各国で異なっているが、本学会では高気圧酸素療法の治療指針中に救急的適応疾患、非救急的適応疾患に分けて中枢神経系(脳、脊髄)障害が上げられている。本学会でも既にシンポジウム「中枢神経に対する高気圧酸素療法」<sup>2)</sup>、パネルディスカッション「脳脊髄領域における高気圧酸素療法—その適応と限界」<sup>3)</sup>、シンポジウム「脳梗塞に対する高気圧酸素療法—有効例について—」<sup>4)</sup>で中枢神経系障害に対する HBO の適応について検討され、更に会長講演「脳疾患に対する高気圧酸素療法」<sup>5)</sup>、招請講演「急性 CO 中毒、低酸素性脳障害と高気圧酸素療法」<sup>6)</sup>や一般演題で大部分の中枢神経系適応疾患について検討されている。

しかしこれらの討議で HBO の有効性に関しての問題点は対照群との比較が困難な事である。従ってこれら既に本学会で検討された原因疾患の重複を出来るだけ避け、対照群として我々の施設で治療症例が多く、各国で絶対的適応疾患とされている減圧症での脳、脊髄障害に対する HBO の効果と比較して、外科手術後に発生した脳、脊髄障害として開心術後の症例を中心に検討した。

**対象症例**

周術期合併症として中枢神経系障害の内、脳障害については過去1984・10より1993・6までの約8年間での900余例の人工心肺を使用した開心術又は大動脈置換術施行例中、術直後に HBO を施行した空気塞栓症1症例を含む脳障害13例と術後経過観察中又は開心術を予定されその診断検査中に発生した脳梗塞に対し HBO を早期に施行した19例を対象とした。脊髄障害としては大動脈瘤及

び脊髄外科手術後の重症脊髄障害4例を対象とした。これら症例に対し1974年～1992年迄の減圧症450例中の脳障害(脳型:脳空気塞栓症)7例と脊髄障害(脊髄型)58例に対する HBO の効果を比較対象とした。

**1. 脳障害****1) 減圧症症例**

減圧症での脳型は7例で脳空気塞栓によると考えられる症例である(表1)。この内症例1を除き、遅くとも24時間前後に治療を開始できた6例では脳障害は完治～ほぼ回復している。症例1は離島で発生し台風のため空路輸送が出来ず治療開始が3日後であった症例で、開始時間が予後を左右すると考えられた症例である。その他脊髄型で来院時に完全脊髄横断症状を示した症例中には発症時に意識消失があった症例が7例あるが、いずれも来院時には意識は回復していた。症例3は昏睡状態で来院し、脊髄型を合併して人工呼吸を必要とした症例であるが、HBOにより脊髄障害は改善しないものの3日後には意識を回復し、脳波も正常化した。

**2) 開心術後症例**

以上の減圧症症例に対し開心術直後の脳障害症例中で明らかに空気塞栓症と考えられた症例は1例である<sup>7)</sup>。この症例は多量の空気の流入を確認した症例で、開心術後当日は昏睡、pentobarbital や筋弛緩薬によっても抑制出来ない痙攣重積発作と右片麻痺を来したため、pentobarbital、軽度低体温等の脳保護療法を開始した。しかし翌日も症状の改善が認められないため、HBOを24時間後に開始したが、術後3日には意識が回復し、その後は毎日症状が改善して計12回のHBOにより臨床上はほぼ完治の状態で退院した。脳波も術後20日には正常化していた。以上より空気塞栓による脳障害は従来報告されているようにHBOの絶対的適応疾患と考えられる。

他の開心術直後の脳障害例は12例であるが、この内4例は死亡している。生存例8例についてHBOの効果を見ると、HBO開始は24～48時間後であったが、完治～ほぼ回復した改善例5例と無効例3例に分けられる(表2)。改善例(症例1～5)はいずれもACA、MCA分水嶺又は両半球分水嶺梗塞例で、体外循環中の微小気泡などに起因する微小塞栓又は低灌流による低酸素症の可能

表1 減圧症脳型症例

症例	発症時症状	来院時症状	酸素再圧療法・HBO		結果
			発症→開始	回数	
1 43M	意識障害(300)	意識障害(300)	3日	26	植物人間
2 28M	意識障害(200)	意識障害	1日	13	意識回復
3 41M	意識障害(300)	意識障害(300) 完全脊髄横断症状(C4) 呼吸停止	1日	11	意識回復 脊髄障害改善なし 自発呼吸
4 28M	左半身麻痺	麻痺改善	3時間	2	完治
5 39M	意識低下, 脱力	意識低下	3時間	3	完治
6 43M	aphasia 右半身知覚障害	aphasia 右半身知覚障害	1日	4	顔面神経麻痺残存
7 49M	意識障害(200) 四肢麻痺	目まい, 頭痛 両下肢知覚障害	5時間	4	ほぼ回復

( ) : III-3方式分類

表2 開心術直後脳障害症例

症例	原因 原疾患・手術	発症時所見	HBO		CT所見	結果
			発症→開始	回数		
1 6M	VSD直接閉鎖	意識障害(200), 高熱, 痙攣	2日	7	?	完治
2 48M	ASDパッチ閉鎖	意識障害(200), 左片麻痺, 痙攣	1日	9	ACA, MCA 分水嶺梗塞	ほぼ回復
3 39F	ASDパッチ閉鎖	意識障害(200), 四肢麻痺	1日	8	両半球分水嶺梗塞	麻痺若干残存
4 41F	MVR 左房内血栓除去	痙攣, 左上肢麻痺	2日	5	?	完治
5 66F	MVR, TAP	左片麻痺	1日	23	ACA, MCA 分水嶺梗塞	ほぼ回復
6 71M	人工血管置換 (胸部 aneurysm)	意識障害(30), aphasia 右片麻痺	1日	11	左 MCA 梗塞	意識回復
7 49M	AVM, TAP	痙攣重積発作	1日	8	脳萎縮像	Dementia
8 3M	PSパッチ拡大	意識障害(200), 高熱, 痙攣	1日	7	脳浮腫著明	若干の改善のみ

( ) : III-3方式分類

性が示唆された症例である。無効例(症例6~8)はCT上MCA梗塞, 脳萎縮, 著明脳浮腫の認められた症例であった。改善例と無効例の代表的CT像を図1に示した。

死亡例は4例で死亡の直接原因は主に腎不全等の多臓器不全の合併によると考えられるが, 脳障害としてはCT上多発性脳梗塞や広範囲の梗塞が認められた症例である(表3)。死亡例の代表的CT像を図2に示した。

開心術後経過観察中又は開心術を予定されその診断検査中に発生した脳障害例は19例であるが, CT所見で脳梗塞が認められた9例とCT上所見がなく所謂RINDと考えられた10例に分けられる。

脳梗塞症例ではHBOにより発症時の症状の内, 構語障害, 意識障害, 痙攣の症状は改善しているが麻痺症状は大部分で残存した(表4)。

CT所見では麻痺が残存した症例3, 7では

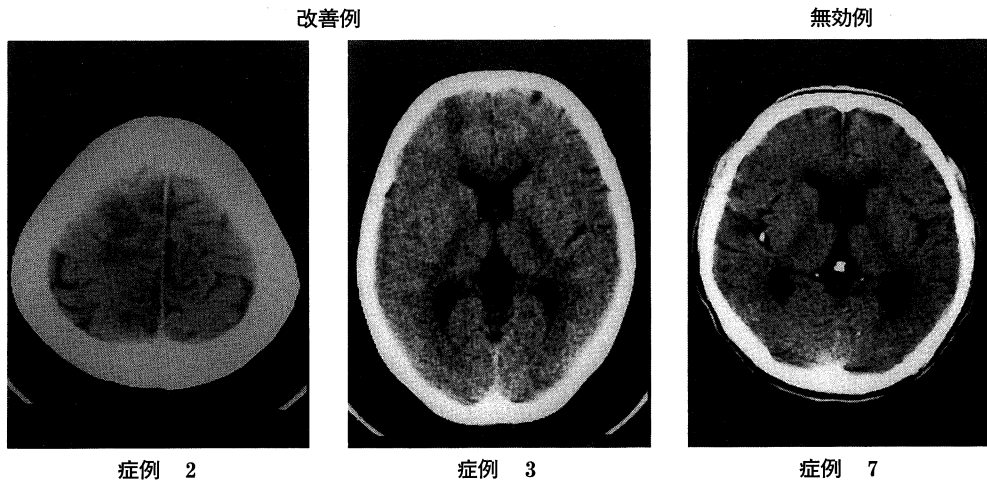


図1 開心術直後脳障害症例

症例 2 : ACA, MCA 分水嶺梗塞

症例 3 : 両半球分水嶺梗塞

症例 7 : 脳萎縮像 (過去 TIA 発作を繰り返した可能性)

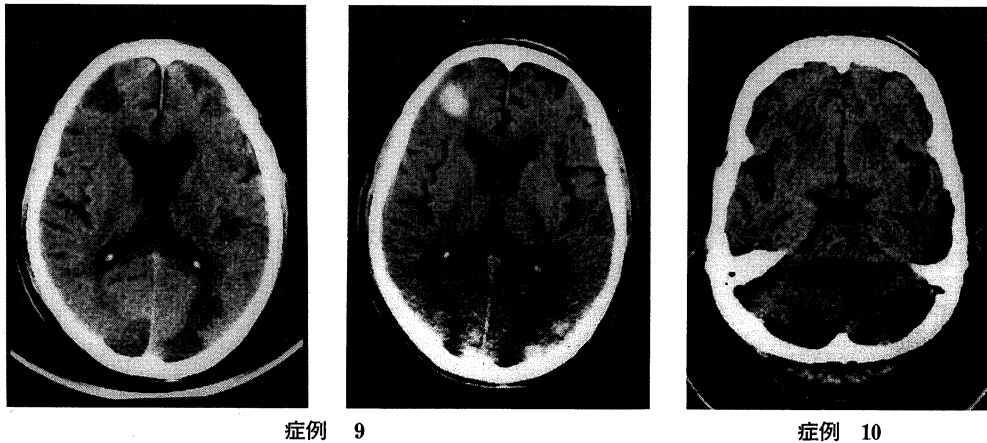


図2 開心術直後脳障害症例 (死亡例)

症例 9 : 多発性脳梗塞 (左) とその後の出血性梗塞の合併 (右)

症例 10 : 小脳梗塞

MCA 本幹, 中脳で広範囲の梗塞が認められた。基底核梗塞症例 6, 8 での構語障害は改善した (図 3)。

CT 上所見がなく所謂 RIND と考えられた症例は 10 例であるが, 症例 10 の合併症のため HBO が継続できなかった症例を除くと, 発症時の症状は

発症後 15 日までに HBO によりほぼ回復している (表 5)。

## 2. 脊髄障害

### 1) 減圧症例

減圧症での脊髄障害は脊髄型 58 例で, 酸素再圧療法 + HBO の効果を検討すると, 発症時の症状

表3 開心術直後脳障害症例  
(死亡例)

症例	原因 原疾患・手術	発症時所見	HBO		CT 所見	結果
			発症→開始	回数		
9 73M	A-C bypass	意識障害(200)	5日	11	多発性脳梗塞	死亡(術後23日)
10 24F	人工血管置換 (胸部 aneurysm)	意識障害(200)	4日	8	小脳梗塞	死亡(術後45日) (腎不全)
11 70M	A-C bypass 人工血管置換 (弓部 aneurysm)	右不完全片麻痺	1日	4	右半球梗塞	死亡(術後18日) (腎, 肝不全)
12 72M	人工血管置換 (弓部 aneurysm)	意識障害(300)	2日	7	多発性脳梗塞	死亡(術後24日) (腎不全)

( ) : III-3 方式分類

表4 脳梗塞症例

症例	原因 原疾患・手術・検査手技	発症時所見	HBO		CT 所見	結果
			発症→開始	回数		
1 76M	心カテーテル検査	左不完全麻痺	当日	3	右半球 LDA	左上肢麻痺残存
2 42F	MSr, Tr	構語障害, 左片麻痺	当日	14	右半球梗塞	左上肢麻痺残存
3 55F	MVR 後10年	構語障害, 左片麻痺	2日	5	右 MCA 本幹梗塞	左片麻痺残存
4 38F	MVR 後2日	aphasia, 右上肢痙攣 左片麻痺	8日	15	左頭頂, 側頭梗塞 右頭頂梗塞	右側改善 左片麻痺残存
5 57F	頸動脈造影中	右片麻痺	1日	1	?	dementia, 知覚障害
6 76M	AVR, MVR 後2年	構語障害, 左片麻痺	当日	14	右基底核梗塞	車イス
7 26M	MVR, TAP 後6日	意識障害, 痙攣 構語障害, 左片麻痺	当日	9	中脳梗塞	立位可能
8 68M	AVR 後2年	構語障害	5日	4	基底核梗塞	改善
9 57M	A-C bypass 後14日	構語障害, 左片麻痺	当日	3	右半球 LDA	顔面神経麻痺残存

の重症度により予後が左右されている。初診時対麻痺, 知覚障害, 膀胱直腸障害等の完全脊髄横断症状を認めた23例(症例1~23)で低分子デキストラン静注, ステロイド, 抗凝固薬等の薬物療法と酸素再圧療法に続く長期間の HBO の併用療法の結果をみると, 全例で知覚障害は残存し, 排尿障害も約半数が自己導尿を必要とし, 運動障害も半数は歩行可能になったが大部分で杖などの補助を必要としている(表6)。これに対し不完全脊髄障害であった症例35例の内, 障害部位が胸髄以上と考えられた18例(症例24~41)では同様の治療により知覚障害は残存するものの排尿障害は半数以上(11例)で回復し, 運動障害も回復したものの5例, 歩行に補助を必要としたものは3例のみで,

1例は完治している(表7)。障害部位が腰椎以下の17例(症例42~58)での治療後の予後は更に良く, 半数は全治している(表8)。

## 2) 外科手術後症例

減圧症での脊髄障害に対し少数例ではあるが術後の脊髄障害症例4例での HBO の効果をみると, 完全麻痺を来した症例1, 3では改善が殆ど得られず, 不完全麻痺症例では歩行可能になっているが杖を必要としている(表9)。これら術後脊髄障害症例は主に動脈系の血流障害~血流遮断による虚血が原因と考えられる。これに対し外傷などによる脊髄損傷での HBO の効果については治療開始迄の時間的制限があることは良く知られている。症例4は硬膜外脊髄刺激電極埋込術直後に

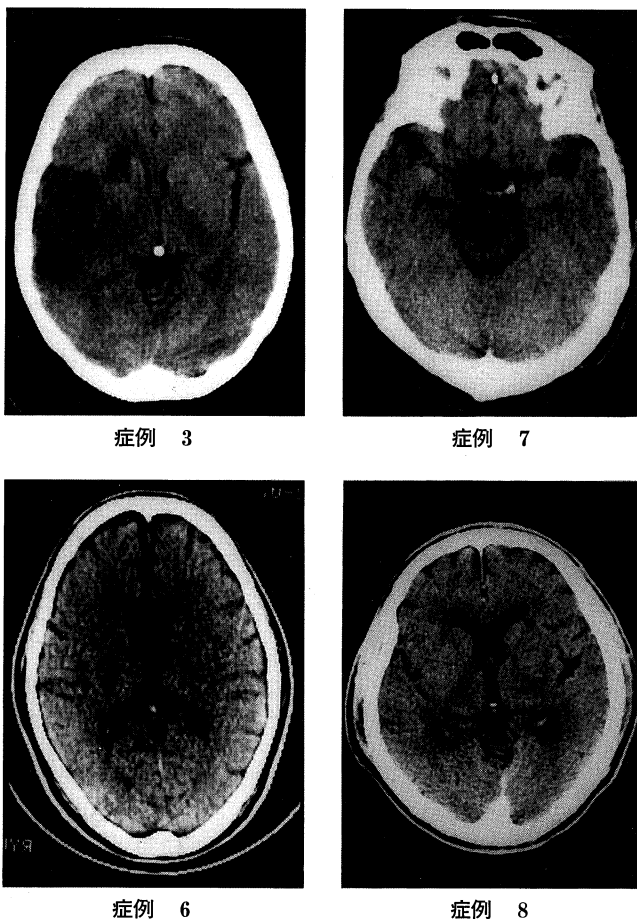


図3 脳梗塞症例

- 症例 3：右 MCA 本幹梗塞
- 症例 6：右基底核梗塞
- 症例 7：中脳梗塞
- 症例 8：基底核梗塞

完全四肢麻痺に気づき、約5～6時間後に再手術により原因を除去したと考えられる症例である。この症例は痙性斜頸で既往例として頸椎前方固定術（C5-6, 3-4）を受けており、麻酔科での星状神経節ブロック、頸部硬膜外刺激療法で効果が得られず、脳神経外科にて手術的に頸部硬膜外刺激電極埋込術を行った症例である。術直後回復室にて完全四肢麻痺に気づきモニター、ステロイド等投与後CTの所見で挿入電極板とC3-4の後縦靱帯骨化による頸髄圧迫所見が認められたため、直ちに電極入れ換え術と椎弓切除術（C

3-4）を施行した。

術直後には左側運動障害に若干の改善がみられたが、直ちにHBOを施行したところ左側運動麻痺は著明に改善した。しかしその後の22回のHBOにより左側運動障害はほぼ回復したが右側運動障害と知覚障害は残存した。CTによる頸髄の圧迫所見を図4に示した。この症例での右側の障害は脊髄損傷、又は圧迫により完全虚血状態になっていたと考えられ、障害後5～6時間後に原因は除去されたと考えられたが効果はなかった。

表5 脳梗塞 (RIND ?) 症例  
(CT 所見なし)

症例	原因		発症時所見	HBO		結果
	原疾患・手術・検査手技			発症→開始	回数	
1 62M	A-C bypass	後 6 日	言語障害, 右手シビレ	当日	4	完治 (1 回)
2 33F	MVR, TAP	後 1 日	全身痙攣, 左不完全麻痺	当日	2	完治
3 63M	MVR	後 6 年	言語障害, 右上肢脱力	当日	1	完治
4 69M	A-C bypass	後	言語障害	4 日	3	完治
5 46M	MVR, TAP	後 2 年	左半身シビレ, 嚥下困難	1 日	11	ほぼ回復
6 51F	MVR	後 19 日	右上肢麻痺	当日	11	ほぼ回復
7 32F	AVR	後 3 年	左上肢, 右下肢不完全麻痺	1 日	7	歩行時ふらつき
8 49M	AVR, MVR	後 5 年	言語障害, 右顔面神経麻痺	1 日	11	緊張時発語障害
9 20M	MVR	後 6 年	言語障害, 右不完全麻痺	4 日	15	ほぼ回復
10 54M	A-C bypass	後 6 年 急性心筋梗塞で PTCA	顔面神経麻痺	直後	2	心不全, 腎不全合併 治療中止

表6 減圧症 Type II 脊髓型症例

1) 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		合併症
		知覚障害上限					運動障害	排尿障害	
1	34	C <sub>4</sub>		20	久米島	23	歩行可能	±	発症時脳型
2	21	C <sub>4</sub>		12	石垣島	67	歩行可能(杖)	±	
3	45	C <sub>4</sub>		8	石垣島	90	歩行可能(杖)	+	脊髓型既往歴
4	41	C <sub>4</sub>		24	宮古島	11→転送	麻痺	+++	発症時脳型(呼吸停止)
5	37	T <sub>4</sub>		10	宮古島	(2)+55	車イス	+	ショック, 肺炎, 消化管出血
6	26	T <sub>4</sub>		4		(2)+55	車イス	-	
7	36	T <sub>5</sub>		20		(3)+77	車イス	+	
8	28	T <sub>5</sub>	対	4	奄美大島	55	歩行可能(杖)	±	
9	48	T <sub>5</sub>	麻	10		70	車イス	+	発症時チョークス
10	39	T <sub>5</sub>	痺	4	久米島	40	車イス	+	強度腰部痛
11	30	T <sub>10</sub> →T <sub>5</sub>	膀	2		18	歩行可能(2本杖)	+	発症時脳型, ショック
12	45	T <sub>10</sub> →T <sub>5</sub>	胱	2		19→転送			発症時脳型
13	33	T <sub>10</sub> →T <sub>5</sub>	直	2		92	車イス	++	イレウス症状
14	43	T <sub>7</sub>	腸	12	石垣島	(9)+67	歩行可能(杖)	++	
15	44	T <sub>7</sub>	障	9	鹿児島	28	歩行可能(杖)	±	脊髓型既往歴
16	45	T <sub>9</sub>	害	5		19	車イス	++	
17	45	T <sub>9</sub>		24	石垣島	54	歩行可能(杖)	±	
18	26	T <sub>10</sub>		5		51	歩行可能(杖)	±	
19	25	T <sub>10</sub>		26	石垣島	37	歩行可能(杖)	+	発症時脳型
20	24	L <sub>1</sub>		24	石垣島	37	歩行可能	±	
21	50	L <sub>1</sub>		12	石垣島	41	車イス	±	強度腰痛
22	36	L <sub>1</sub>		6	石垣島	35	歩行可能(杖)	-	発症時脳型, 肺炎
23	54	L <sub>1</sub>		25	宮古島	26	歩行可能	±	発症時脳型

空気再圧療法

( )他施設治療

++ 残尿 > 200ml

± 残尿 < 50ml

表7 減圧症 Type II 脊髄型症例  
2) 不完全脊髄横断症状を示した症例 (1)

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		
		知覚障害上限	運動障害	膀胱直腸障害				運動障害	排尿傷害	
24	43	C <sub>4</sub>	右半身	+	24	宮古島	14	歩行可能	-	=症例46
㊦	37	C <sub>5</sub>	-	+	7		4	-	-	
26	40	C <sub>4</sub> (左)	-	-	5		5	-	-	=症例25
27	45	T <sub>2</sub> (右)	歩行障害	++	20	宮古島	14	歩行可能	++	
28	25	T <sub>5</sub>	下肢	+	24×2	石垣島	30	歩行可能	-	全治
29	24	T <sub>5</sub>	-	-	5		5	-	-	
30	26	T <sub>7</sub>	下肢	+	26	石垣島	21	歩行可能(杖)	±	
㊧	27	T <sub>7</sub>	下肢	+	24×4		(2)+10	歩行可能	-	
32	38	T <sub>10</sub> (左), T <sub>7</sub> (右)	歩行障害	+	3		19	歩行可能(杖)	-	
33	40	T <sub>9</sub>	右下肢	+	24	石垣島	16	歩行可能	±	
34	36	T <sub>10</sub>	下肢	+	15		9	歩行可能	-	
35	45	T <sub>10</sub>	歩行障害	-	24		13	歩行可能	-	
36	36	T <sub>10</sub>	-	-	8		41	-	-	
37	47	T <sub>10</sub>	下肢	+	24	奄美大島	41	歩行可能(杖)	+	
38	28	T <sub>10</sub>	歩行障害	+	36	鹿児島(船)	12	歩行可能	-	
39	39	T <sub>10</sub>	歩行障害	+	9	渡嘉敷島	17	歩行可能	±	
40	65	T <sub>10</sub> (左), L <sub>1</sub> (右)	歩行障害	+	24	宮古島	7→転送			
41	26	T <sub>11</sub> (左), L <sub>4</sub> (右)	歩行障害	+	24		(1)+11	-	±	

○空気再圧療法

( )他施設治療

++残尿&gt;200ml

±残尿&lt;50ml

## 考 察

開心術後の脳障害として臨床的には a) 致死性の脳障害 (多発性脳梗塞, 心停止, 重篤な低灌流), b) 脳梗塞 (主に術野由来の栓子による), c) 高次脳機能障害 (精神神経学的脳障害) に分けられる<sup>8)</sup>。その頻度は a) は 0.2~0.3%, b) は ~5%, 後遺症を残すものは 2% 前後, c) は診断方法により大きな違いがあり 13~79% と報告されている<sup>9)10)</sup>。

原因としては a) 微小塞栓 (微小気泡等), b) 大塞栓 (多量空気塞栓, 粒子塞栓等), c) 灌流障害が考えられる<sup>11)</sup>。

我々の開心術直後の脳障害症例で HBO で改善の得られた分水嶺梗塞例は微小気泡又は微小塞栓によると考えられる。又空気塞栓は多量であっても回復しているし, 減圧症による脳空気塞栓症も早期に治療を開始した症例は回復している。文献

的にみても種々の原因による空気塞栓症で HBO で治療した場合は HBO を施行しなかった場合と比較して, 死亡例や後遺症が少なくなっている<sup>12)</sup>。従って開心術直後の脳障害に関しては多発性脳梗塞や広範囲の脳梗塞では予後は悪いが, その他では発症時の症状は重篤でも HBO により回復する可能性が高く HBO の適応と考える<sup>13)</sup>。

これら開心術直後の症例に対し開心術周術期での脳梗塞は thrombo-embolism が原因と考えられ, 比較的早期に HBO を開始しているが効果としては moter aphasia や構語障害は改善しているが麻痺は残存することが多く, CT 所見上で広範囲の梗塞を認めた症例では HBO の効果は殆ど認められなかった。これら脳梗塞に対する HBO の効果の判定は対照群との比較が出来ないため自然治癒課程との区別は困難である。

更に RIND に対しては HBO により 1~15 日以内ではほぼ回復しており, 通常の RIND の自然治



表8 減圧症 Type II 脊髄型症例  
2) 不完全脊髄横断症状を示した症例 (2)

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		
		知覚障害上限	運動障害	膀胱直腸障害				運動障害	排尿傷害	
㊸	39	L <sub>1</sub>	下肢	+	24×2	奄美大島	9	-	-	
43	34	L <sub>1</sub>	下肢	+	3		15	-	-	全治
44	35	L <sub>1</sub>	歩行障害	+	4		27	-	±	=症例43
45	31	L <sub>1</sub>	歩行障害	-	3		1	-	-	全治
46	45	L <sub>1</sub>	-	-	24×4	宮古島	4	-	-	=症例24
47	30	L <sub>1</sub>	-	-	18		9	-	-	全治
48	36	L <sub>1</sub> (右)	-	-	24×3		1	-	-	全治
49	52	L <sub>1</sub>	歩行障害	±	24	与那国	14	-	±	
50	35	L <sub>2</sub> (左)	歩行障害	-	24×2	宮古島	3	-	-	全治
51	48	L <sub>2</sub> (右)	歩行障害	+	24	宮古島	4	歩行可能		-
52	50	L <sub>2</sub> (右)	歩行障害	+	24	宮古島	18	歩行可能(杖)		+
53	60	L <sub>4</sub> (右)	歩行障害	+	7	奄美大島	20	歩行可能(杖)		±
54	42	S	-	+	24×2		3	-	-	全治
55	26	S	歩行障害	-	5	奄美大島	1	-	-	全治
56	48	S	-	+	5		9	-	-	
57	60	S	-	+	20		1	-	-	左肢異常歴
58	23		歩行障害	+	24×2		10	-	-	全治

○空気再圧療法

±残尿 < 50ml

表9 術後脊髄障害症例

症例	原因 原疾患・手術	発症時所見	HBO		結果
			発症→開始	回数	
1 56F	上行一腹部大動脈 bypass (胸部 aneurysm)	完全麻痺 (T <sub>7</sub> )	1日	20	改善なし
2 57F	ASD バッチ閉鎖	不完全麻痺 (T <sub>7-8</sub> ) (lt>rt)	4日	8	歩行可能 (杖)
3 70M	人工血管置換 (胸部 aneurysm)	両下肢対麻痺 (L <sub>1</sub> )	11日	4	改善なし
4 62M	硬膜外脊髄刺激電極埋込 (癆性斜頸)	完全麻痺 (C <sub>5-6</sub> )	5-6時間	22	左側運動障害改善 右側若干の改善 知覚障害(T <sub>8</sub> 以下)

癒課程より回復が早い印象はあるが、やはり HBO の効果とは言い切れない。

以上の術後の中枢神経系障害に対する HBO の効果を検討すると血流の遮断された部位には HBO によっても酸素の供給は不可能であり、HBO の効果は壊死に到っていない機能的障害を

来している部位(所謂 penumbra)に対し拡散距離が延長するため酸素の供給が増加すること、虚血に伴う二次的障害としての脳浮腫、低酸素症に対しての効果と考えられる<sup>14)</sup>。

しかし HBO により拡散距離の増加は37℃では 3ATA でも 2 倍程度であり<sup>15)</sup>、広範囲梗塞に対し

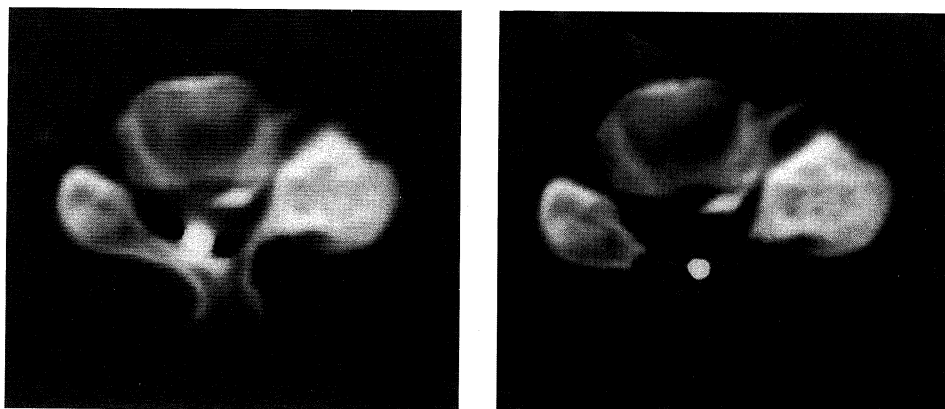


図4 術後脊髄障害症例(症例 4)

左:電極板とOPLLによる脊髄圧迫

右:電極板抜去,電極入れ換え術、椎弓切除術後

ては効果は期待できない。

脊髄障害に対してのHBOの効果も同様と考えられる。減圧症による脊髄障害では気泡の発生部位が動脈系よりも静脈系,リンパ系での循環障害によると考えられており,早期の酸素再圧療法~HBOにより気泡の消失による原因の除去と二次的障害としての浮腫や低酸素症の軽減により完全脊髄横断症状を示した症例でもある程度の運動障害は改善が得られたと考える<sup>16)</sup>。しかし最近動物実験(犬)で脊髄 in situ での気泡発生による脊髄障害の報告もなされており<sup>17)</sup>,重症例ではHBOの効果も限界があると考ええる。減圧症に対し外科手術後の脊髄障害では完全麻痺の場合は血流遮断による虚血が原因と考えられ,HBOの効果は殆ど認められなかった。圧迫による脊髄障害の場合は直接脊髄への損傷と高度の虚血が原因と考えられ,原因が除去されてもHBOの効果を得るには障害発生よりHBOの開始迄に時間的限界があると考えられた<sup>18)19)</sup>。

## ま と め

### 1. 脳障害に対する効果

- 1) 空気塞栓による開心術直後の脳障害は減圧症脳型(脳空気塞栓症)と同様にHBOは有効である。
- 2) 開心術直後の脳障害で微小気泡,微小塞栓,

低灌流による低酸素症が原因と考えられる症例に対してはHBOは有効である。しかし多発性梗塞,広範囲梗塞例には効果がない。

- 3) 開心術周術期での脳梗塞例では梗塞の範囲によりHBOの効果が左右される。

又CT上所見が無く,RINDと考えられる症例は完治~ほぼ回復するが,自然治癒課程との区別は出来ない。

### 2. 脊髄障害に対する効果

- 1) 完全脊髄横断症状を来した減圧症脊髄型症例ではHBOにより運動障害はある程度改善する。これに対し外科手術後の症例では効果が無い。
- 2) 不完全脊髄障害に対してはHBOの効果が得られるが,知覚障害は残存することが多い。
- 3) 脊髄への直接損傷,血流遮断後の障害に対しては,原因が除去されてもHBOの効果を得るには治療開始迄の時間的限界が考えられる。

以上,現在迄の治療経験より中枢神経系に対する高気圧酸素治療の効果につき検討したが,臨床治療を実際に施行する上での問題点は1)開心術後の症例では全身状態が安定していないと即時のHBO開始,継続が困難である,2)HBO最適圧の検討,HBO継続期間の検討,併用療法の検討が充分なされていないことである。今後これらの

検討をすることが HBO の治療効果向上のために必要と考える。

(参 考 文 献)

- 1) Jain KK: The use of hyperbaric oxygen in treating neurological disorders. In Textbook of Hyperbaric Medicine. Chapter 16, Lewiston, NY, Hogrefe & Huber Publishers, 1990, p213-225
- 2) 日高压医誌 19: 176-178, 1984
- 3) 日高压医誌 22: 101-103, 1987
- 4) 日高压医誌 23: 17-19, 1988
- 5) 金谷春之, 鎌田 桂: 脳外科的疾患に対する高気圧酸素治療. 日高压医誌 24: 125-138, 1989
- 6) 金谷春之: 日高压医誌 25: 13, 1990
- 7) Yusa T and Hanashiro K: Hyperbaric oxygen therapy for central nervous system damage induced by air embolism. 琉大保医誌 4: 313-319, 1982
- 8) 遠藤 裕, 下地恒毅: 開心術後の脳障害. 臨床麻酔 14: 1229-1235, 1990
- 9) 木曾一誠, 東 茂樹, 前原正明ほか: 開心術後の高度脳障害. 日胸外会誌 31: 1097-1100, 1983
- 10) Shaw PJ: Neurological Complication of Cardiovascular Surgery: II. Procedures involving the heart and thoracic aorta. In Neurological and psychological complications of surgery and anesthesia. Hindman BT ed. International Anesthesiology Clinics 24: 159-200, 1986
- 11) 磯 淳典, 湯佐祚子, 伊波 寛, 高良英一: 開心術後脳障害と高気圧酸素療法. 臨床麻酔 14: 801-805, 1990
- 12) Dutka AJ: Air or gas embolism. In Hyperbaric Oxygen Therapy; A Critical Review. Camporesi, EM and Barker AC Eds. Undersea & Hyperbaric Medical Society, Inc., Bethesda, ML, 1991, p1-10
- 13) Pelaia P, Rocco M, Volturo P, Conti G: Arterial air embolism during cardiopulmonary bypass. J Hyperbaric Med 7: 115-121, 1992
- 14) Jain KK: Role of hyperbaric oxygen therapy in the management of stroke. In Textbook of Hyperbaric Medicine. Chapter 17, Lewiston, NY, Hogrefe & Huber Publishers, 1990, p227-252
- 15) Brown IW, et al: Hyperbaric oxygenation (Hybaroxia) Advances in surgery, Vol 1, Year Book Medical Publ., Chicago, NY, 1965, p285
- 16) 湯佐祚子: 減圧症. 最新医学 41: 313-320, 1986
- 17) Francis TJR, Pezeshkpour GH, Dutka AJ, Hallenbeck JM, Flynn ET: Is there a role for the autochthonous bubble in the pathogenesis of spinal cord decompression sickness? J Neuropathol Exp Neurol 47: 475-487, 1988
- 18) Gamache FW, Myer RAM, Ducker TB, Cowley RA: The clinical application of hyperbaric oxygen therapy in spinal cord injury: A preliminary report. Surg Neurol 15: 85-87, 1981
- 19) Yeo JD, Lowry C: The use of HBO in recent spinal cord injury. Hyperbaric Oxygen Rev 5: 54-59, 1984