

## ●原 著

## 虚血性脳血管障害に対する高気圧酸素療法の有効性と限界

合志清隆\*\*\* 横田 晃\* 梶原秀彦\* 石川忠廣\*  
松岡成明\* 大川真治\*\* 上村秀彦\*\* 今田育秀\*\*

虚血性脳血管障害(脳梗塞14例, 脳血管攣縮8例)に対してHBO治療を行い, その治療効果について検討した。脳梗塞では脳血栓2例と空気塞栓1例にHBO治療は有効であり, これらは運動麻痺に対してのみ効果を認め, すべて発症より5日以内にHBO治療を開始した症例であった。これらは虚血発作後3週目の頭部CTで異常がないか深部白質に小さな低吸収域を認めたもののみであった。脳血管攣縮8例にHBO治療の併用療法を行い6例に有効であった。これらは症状発現早期にHBO治療を開始した症例であり, 脳梗塞と異なり神経症状としては意識障害がHBO治療に反応し改善することが多かった。症状改善は一過性であるが, 脳梗塞への進行を遮断する治療として有用であると考えられた。また脳梗塞では脳波の変化が認められなかったが, 脳血管攣縮ではHBO治療施行中脳波の改善が認められた症例もあった。

キーワード: 虚血性脳血管障害, 高気圧酸素治療

### Hyperbaric oxygen therapy for ischemic cerebrovascular diseases

Kiyotaka Kohshi\*\*\*, Akira Yokota\*, Hidehiko Kajiwara\*, Tadahiro Ishikawa\*, Shigeaki Matsuoka\*, Shinji Ohkawa\*\*, Hidehiko Uemura\*\*, Nobuhide Konda\*\*

\*Department of Neurosurgery, University of Occupational and Environmental Health, School of Medicine. \*\*Department of Hyperbaric Medicine, University of Occupational and Environmental Health, University Hospital.

Twenty-two patients with ischemic cerebrovascular diseases (infarction: 14 cases, vasospasm: 8 cases) were exposed to hyperbaric oxygen (HBO) at 2.5 atmospheres absolute (ATA) pressure. Only three patients with cerebral infarction (cerebral thrombosis: 2 cases air embolism: 1 case.) showed improvement of motor dysfunction during or after HBO therapy. In these 3 cases, HBO therapy was to be operated within 5 days after the vascular event, and CT-scan showed no low

density area or a small lesion in the centrum semiovale if present. Neurological improvement was noted after HBO therapy between the first and the fourth exposures in the all responders. Among 8 patients with vasospasm, improvement of the neurological symptoms was shown in 6 patients who were started to be treated with HBO therapy in the early stage. HBO responses were obtained mainly for consciousness disturbance in 5 cases and for motor dysfunction in 2 cases. From our clinical experiences, HBO therapy is considered to be effective for acute minor stroke and vasospasm if the treatment is started earlier.

### Keywords:

Ischemic cerebrovascular disease  
Hyperbaric oxygen therapy

### はじめに

虚血性脳血管障害に対して種々の治療が行われている。脳梗塞では虚血後の不可逆性病変への進行が急速であり, 根本的治療法がないため有効な

\*産業医科大学脳神経外科

\*\*産業医科大学病院高気圧治療部

治療法が少ない<sup>1)</sup>。またくも膜下出血後の脳血管攣縮に対しても種々の治療法が試みられているが完全なものではない<sup>2)3)</sup>。このような虚血性脳血管障害に対して高気圧酸素 (HBO) 治療の有効性が述べられてきたが<sup>4)-6)</sup>、有効であるのは虚血性脳血管障害の原因疾患や神経症状さらに発症からの期間と病巣の広がりについて十分検討されていない。今回われわれは急性期から慢性期にかけて種々の原因による脳梗塞とくも膜下出血後の脳血管攣縮に HBO 治療の併用療法を行い、その有効性と限界について臨床的あるいは放射線学的、電気生理学的検討を行った。

### 対象および方法

脳血栓と脳塞栓あるいは手術時の脳動脈閉塞による脳梗塞14例と脳動脈瘤破裂によるくも膜下出血術後の脳血管攣縮8例を対象症例として HBO 治療を行った。年齢分布は脳梗塞が43歳から69歳まで平均61歳、脳血管攣縮では43歳から69歳まで平均58歳であった。性別は脳梗塞が男7例、女7例で、脳血管攣縮が男3例、女5例であった。

HBO 治療実施方法は多人数用高気圧酸素治療装置 (羽生田鉄工所、P-1000SA 型) を用い、2.5 絶対気圧 (ATA) で60分間の酸素吸入とした。治療回数は脳梗塞では1日1回、合計5~29回 (平均17回) 行い、脳血管攣縮では1日1~2回、合計4~24回 (平均11回) 行った。また併用治療として脳梗塞10例にはステロイド、グリセオール、マンニトールなどを用い、脳血管攣縮全例に循環血液量負荷 (volume expansion)、高血圧療法、Ca<sup>++</sup>拮抗剤あるいはバルビツレート療法などを用いた。

HBO 治療の効果は神経学的所見、CT、脳波によって評価した。神経学的所見は運動機能、意識状態、精神状態、言語機能の4項目について評価を行った。HBO 治療の効果と判定したのは、運動機能の6段階表示で1段階以上の改善を認めた場合、意識状態については Japan Coma Scale (J.C.S.) で1段階以上の改善を認めた場合とした。また精神状態と言語機能についても評価を行った。脳梗塞では HBO 治療の効果であるのか自然経過であるのか区別が困難であるため、治療効果を明らかにする意味で、初期反応 (Response) と有効 (Effectiveness) とに分けた。すなわち HBO 治

療開始4回目までに一過性ではあるが、神経学的改善を認めた場合を初期反応とし、初期反応があらかじめ HBO 治療10回目あるいは全行程終了までに永続的な神経学的改善を認めた場合を有効と判定した。脳血管攣縮では各回ごとの HBO 治療施行中または終了後に神経学的改善を認めた場合を有効と判定した。

脳梗塞は慢性期例を除いて HBO 治療開始時と虚血発作後3週目の CT 像で梗塞巣の広がりや部位を確認した。脳血管攣縮では5例に脳血管撮影で血管攣縮を確認した。

## 結 果

### 1. 脳梗塞

脳梗塞14例の中で初期反応が認められたのは4例であり、このうち有効例は3例のみであった (表1)。脳梗塞による神経症状のなかでも、有効例は運動麻痺がみられた11例中3例のみであった。運動麻痺以外の神経症状は HBO 治療で変化を認めなかった (表2)。有効例の3例は、2例が脳血栓で1例が空気塞栓であった。これら以外の脳血栓、脳塞栓、手術時の動脈閉塞には HBO 治療の効果は認めなかった (表3)。2例の脳血栓は HBO 治療4回までに運動麻痺は1段階以上改善し以後徐々に改善した。開心術中の空気塞栓は初回 HBO 治療で3段階以上改善し、5回の HBO 治療で全く神経症状が消失した。初期反応があり治療効果を認めなかった症例は脳血栓による脳梗塞の1例で、HBO 治療4回目までは下肢のみが一過性に1段階改善したが以後運動麻痺は HBO 治療前の状態になった。

虚血発作から HBO 治療開始までの期間でみると、初期反応を認めたのは発症5日までの4例のみであった。発症24時間以内に HBO 治療を開始した4例の中で、有効例は空気塞栓の1例のみであった。他の3例は脳血栓2例、血管撮影時のカテーテル内血栓による脳塞栓1例であり、全く治療効果は認めなかった。これら無効3例はすべて発作後3週目の CT では広範な低吸収域を形成していた。また発症6日以上経過した症例に有効例はなく初期反応も認めなかった。

治療効果と CT 所見との関係を検討すると、HBO 治療が有効であったのは CT 上低吸収域がないかまたは深部白質に局限した3例のみであ

表1 脳梗塞14例の治療成績

症例	年齢	性	脳梗塞の病因	HBO 開始	HBO 開始時	治療回数	初期反応	有効	症状改善
				までの 期間	の低吸収域 (cm)				
1	59	M	脳血栓	45 days	6.5×2.5	12	-	-	-
2	61	M	〃	6 days	5.2×4.2	10	-	-	-
3	65	M	〃	20 hrs	—	9	-	-	-
4	57	F	脳血栓	21 days	4.6×1.8	20	-	-	-
5	69	M	脳血栓	25 days	2.1×2.1	27	-	-	+
6	63	F	〃	2 mos	3.5×1.9	23	-	-	-
7	62	F	術中動脈閉塞	2 days	6.6×3.0	9	-	-	-
8	54	F	〃	3 days	2.1×0.9	20	-	-	+
9	68	F	脳血栓	3 hrs	—	22	-	-	+
10	73	F	脳血栓	6 hrs	—	15	-	-	-
11	74	M	〃	5 days	4.5×2.7	29	+	-	+
12	57	M	〃	3 days	2.5×1.4	20	+	+	+
13	43	F	〃	5 days	3.0×2.7	20	+	+	+
14	43	M	脳血栓	20 hrs	—	5	+	+	+

hrs: hours, mos: months, +: あり, -: なし

た。低吸収域が基底核部に存在するもの、皮質から深部白質まで及ぶものあるいは中大脳動脈灌流全域に広がるものでは、治療効果は認めなかった。また虚血発作24時間以内でまだ低吸収域が明らかでない4例の中で HBO 治療が無効であった3例は、虚血発作3週目の CT で皮質から深部白質、あるいは中大脳動脈灌流全域に広範な低吸収域を示した(表4)。

ほぼ全例に脳波認識法に基づく周波数帯域毎のトレンド表示を含めた脳波を治療施行中記録したが、神経症状改善例でも脳波上の改善は認めなかった。次に治療効果を認めた代表例を示す。

### 症 例

57歳、男性。左深部白質の脳梗塞で、発症3日目に完全な右片麻痺を示したが、初回の HBO 治療で麻痺は軽度改善した。2回目以後 HBO 治療の効果は数時間で再び治療前の状態になりながらも4回目までの HBO 治療で軽度改善を示した。HBO 治療20回目で中等度麻痺まで改善したため HBO 治療を中止した。発作後3週間目の CT では HBO 治療開始時と変化なく深部白質に小さな低吸収域を示した(図1)。

表2 脳梗塞の神経症状と治療効果

神経症状	症例数	初期反応例	有効例
運動麻痺	11	4	3
意識障害	5	0	0
精神症状	1	0	0
失 語	3	0	0

## 2. 脳血管攣縮

脳血管攣縮8例の中で広範な脳梗塞を形成し死亡した1例を除いて7例は症状が改善した。このうち HBO 治療に反応し有効と判定したのは6例であった(表5)。神経症状と治療効果との関係を検討すると、脳血管攣縮では脳梗塞に比較して意識障害を示すことが多いが、HBO 治療の効果も意識障害についてみられることが多く、次いで運動麻痺に対する効果であった。精神症状と失語は症例が少ないこともあるが有効例はなかった(表6)。HBO 治療に反応し症状が改善した症例でも HBO 治療の効果は一過性であり HBO 治療施行中あるいは終了後数時間は効果が持続するが以後他の治療を必要とした。また HBO 治療に反応した症例は脳血管攣縮の症状を呈して少なくとも2

表3 脳梗塞の病因と治療効果

病 因	症例数	初期反応例	有効例
1) 脳血栓	9	3	2
2) 脳塞栓	3	1	1
空気塞栓	1	1	1
血管撮影カテ内血栓	1	0	0
心臓弁膜症	1	0	0
3) 術中動脈閉塞	2	0	0

表4 CTによる脳梗塞部位と治療効果

低吸収域	症例数	初期反応例	治療効果例
なし	1	1	1
基底核部	2	0	0
深部白質	2	2	2
皮質～深部白質	7	1	0
中大脳動脈灌流全域	2	0	0

表6 脳血管攣縮の臨床症状と有効例

神経症状	症例数	改善例	有効例
運動麻痺	4	2	2
意識障害	7	5	5
精神症状	1	1	0
失 語	1	0	0

表5 脳血管攣縮8例の治療成績

症例	年齢	性	くも膜下出血 (Fisher 分類)	手術時期 (Day)	HBOまで の期間 (days)	神経症状	症状改善
1	61	M	3	0	4	意識障害* 運動麻痺	+
2	63	F	3	7	5	精神症状 運動麻痺	+
3	57	F	3	1	2	意識障害* 運動麻痺*	+
4	53	F	3	2	1	意識障害 失語 運動麻痺*	+
5	69	M	4	2	1	意識障害*	+
6	55	F	2	6	7	意識障害*	+
7	61	F	3	0	1	意識障害*	+
8	43	M	3	1	1	意識障害	-

\* HBO療法が有効であった症状

～3日までにHBO治療を開始したものであった。HBO治療の効果が認められなかった2例は、広範な脳梗塞を併発した1例と精神症状が出現し1週間以上経過してHBO治療を開始した1例であった。次に治療効果を認めた代表例を示す。

症 例

年齢53歳，女性。破裂性左内頸動脈瘤術後でく

も膜下出血発症10日目に意識障害，運動性失語，右片麻痺が出現した。脳血管撮影では広範な脳血管攣縮が認められた(図2)が，CTでは低吸収域は認めなかった。ただちにHBO治療を開始すると，右片麻痺はHBO治療終了後から徐々に改善したが，脳波ではHBO治療施行中にα波の出現が最もよくみられHBO治療終了後はむしろ治療前の徐波傾向になった(図3，4)。その後バルビ

Y.N. 57 M

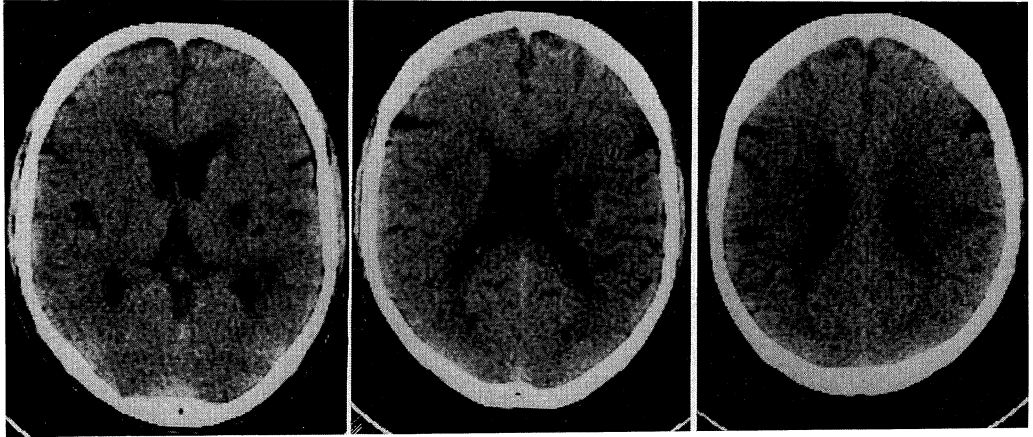


図1 脳梗塞症例11の HBO 治療開始前の CT  
左深部白質に小さな低吸収域を認める

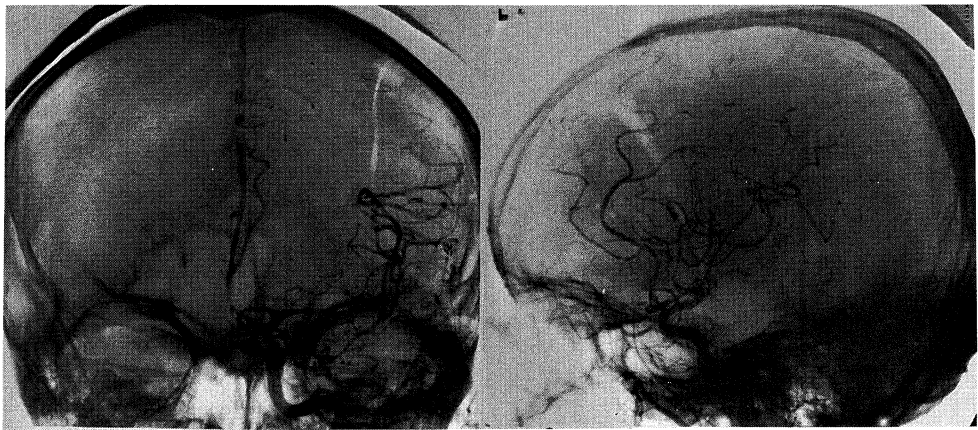


図2 脳血管攣縮症例4の血管撮影  
左内頸動脈撮影で前大脳動脈と中大脳動脈の高度な狭窄を認める

ツレート療法と14日間の HBO 治療を施行した。  
神経脱落症状を残すことなく退院した。

## 考 察

### 1. 脳梗塞

これまで HBO 治療が脳梗塞に対して有効な治療法の一つであることが報告され、一般的に慢性期例より急性期例に、また CT では低吸収域を認めないかあるいは小さい例に、更に脳梗塞の病因

としては脳血栓症である場合に HBO 治療が有効であると言われている<sup>4)~7)</sup>。しかし、症状改善が脳梗塞の自然経過であるのか HBO 治療による効果であるのかを区別することは、症状が変化しやすい急性期では困難なことが多い。このため神経症状以外に脳波や脳循環を指標として HBO 治療の評価が行われているが未だ十分な結論がでていない<sup>8)</sup>。

脳虚血による脳組織の不可逆性変化への進行は

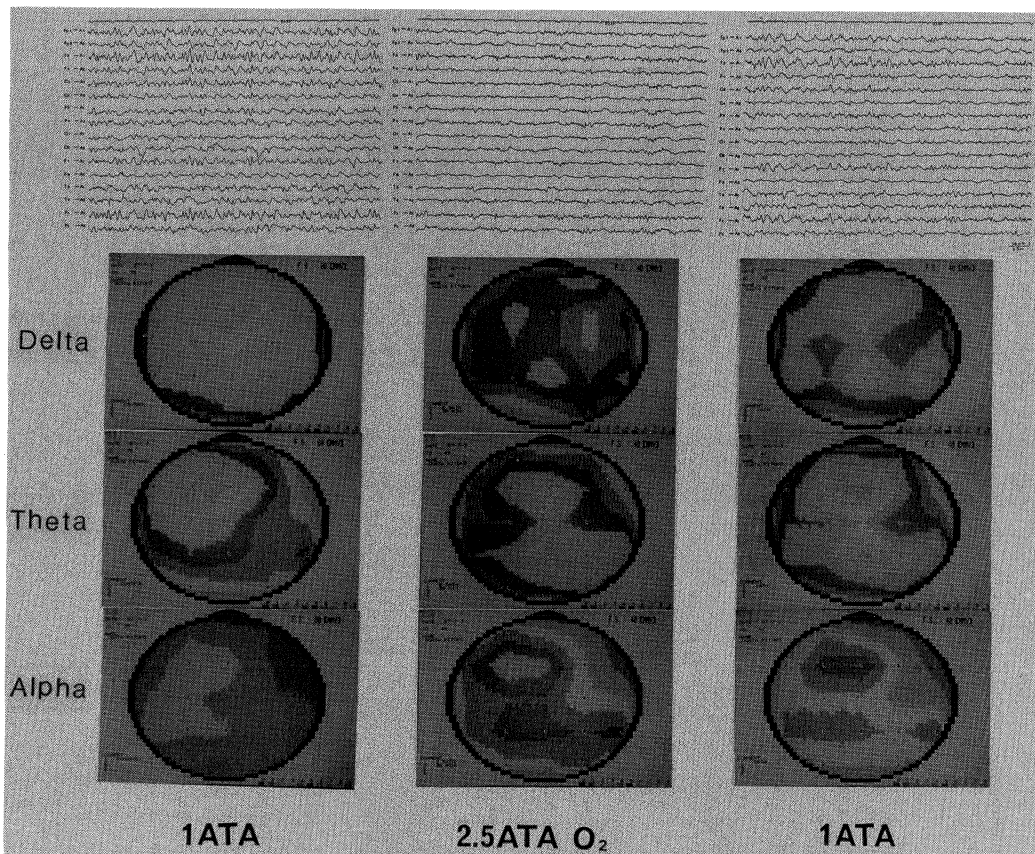


図3 脳血管攣縮症例4の初回 HBO 治療の脳波と二次元脳電図

HBO 治療前では徐波が主に認められるが、HBO 治療中は徐波成分は少なくなり、 $\alpha$  波も出現するようになる。しかし、減圧後は再度徐波化の傾向になる

急速であり<sup>9)~12)</sup>、虚血後脳浮腫は発作後3~4日目に最も著明になると言われている<sup>13)14)</sup>。このため少なくとも発作後4日間は虚血巣の改善とその進行あるいは広がり防止することが治療上重要である。脳梗塞に対する HBO 治療の主な目的は高濃度酸素の虚血巣への直接浸透と周囲低灌流域に対する酸素供給による保護作用であり、HBO 治療中の脳圧降下作用は血流改善へとつながり脳組織へ好影響を与える<sup>7)</sup>。また HBO 治療により神経症状が悪化することなく、ほとんど合併症を起こすこともないため、脳梗塞の治療法として注目されている<sup>6)</sup>。

HBO 治療が有効である脳梗塞の神経症状は運動麻痺と失語が多く、それ以外の神経症状の改善

は少ないと言われているが<sup>5)6)</sup>、我々の症例では運動麻痺に対してのみ有効であり、意識障害、精神症状、失語には無効であった。このことは梗塞巣だけでなく周囲低灌流域に錐体路が含まれていることを示唆し、他の症状は皮質を含めた広範な脳障害によることが多く、HBO 治療の効果は期待し難いと思われる。

脳梗塞の病因別に HBO 治療の効果を検討した報告では、脳血栓と空気塞栓による脳塞栓に対して有効であると述べられている<sup>4)15)</sup>。我々の症例でも同様であり、脳塞栓と手術時の動脈閉塞のように急速に動脈が閉塞された場合には、早急に HBO 治療を開始しても脳梗塞の発生を防止することはできなかった。すなわち、HBO 治療の作用

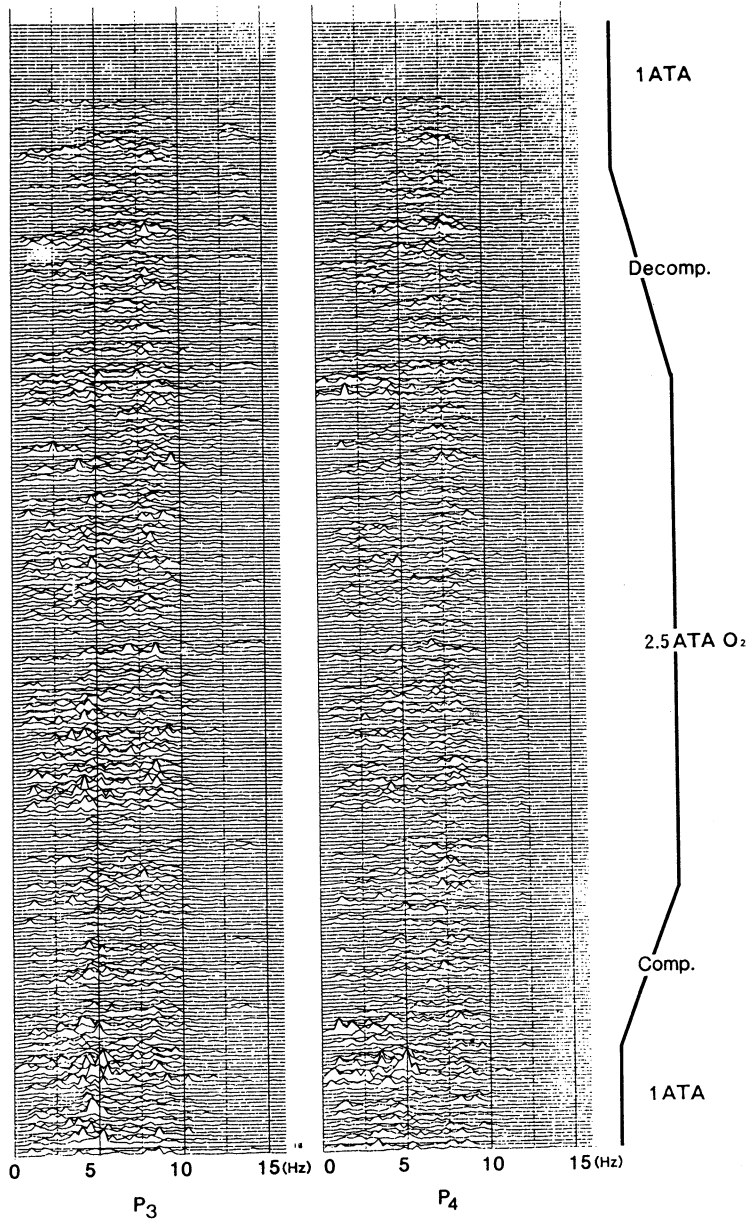


図4 脳血管攣縮症例4の脳波トレンド表示  
 HBO治療中から減圧開始まで徐波成分の減少が認められる  
 Comp.:加圧 Decomp.:減圧

機序は、脳血栓では梗塞巣周囲の側副血行路の発達を介した酸素供給であり、空気塞栓では気泡の圧縮と気泡の主成分である窒素の再溶解が考えられる。

脳梗塞の慣性期例にも HBO 治療が有効であるとの報告があるが<sup>6)</sup>、有効例の多くは急性期例で

ある<sup>5)6)</sup>。しかし急性期、慢性期を問わず HBO 治療が有効である症例の多くは初回あるいは少なくとも3回自までの HBO 治療に反応している<sup>5)</sup>。我々の症例のなかで有効であったのは発症5日までの急性期例でそれらは HBO 治療開始4回目までに反応性が認められた。このことは脳梗塞に対す

る HBO 治療の効果が期待できるかどうかの判断が初期の段階で可能であることを示している。すなわち、初回あるいは4回までの HBO 治療で反応性が認められている脳梗塞では HBO 治療を継続施行することで症状改善が期待できるし、この反応性がないものには治療効果は期待し難く、治療継続の必要性は疑問視される。

脳梗塞の病態は梗塞巣の部位とその広がりによって左右される。CT で低吸収域がないかあっても小さい場合に HBO 治療が有効であると述べられているが<sup>6)</sup>、梗塞巣の部位で検討した報告は少ない。低吸収域があり HBO 治療による効果が認められた症例は低吸収域が深部白質に位置し運動麻痺のみを示した2例であった。深部白質の脳梗塞は watershed infarction の一つで側副血行路を伴い広範な不完全虚血を周囲に有するため、HBO 治療はこの側副血行路を介して有効に作用するものと考えられる。また基底核部梗塞と皮質を含んだ梗塞では側副血行路の発達が十分でなく、支配動脈領域に左右されることが多く、HBO 治療の効果は期待し難いと思われる。

有効性の評価の一つとして脳波を用いたが、HBO 治療が有効である脳梗塞は梗塞巣が小さく脳波異常は捉え難く、また脳波異常が明らかな脳梗塞は梗塞巣が広範であるため HBO 治療の効果を認めなかった。従って、脳波による HBO 治療の有効性を脳梗塞症例について評価することは困難であると考えられる。

## 2. 脳血管攣縮

くも膜下出血後に生ずる脳血管攣縮の治療法は高血圧療法と循環血液量負荷 (volume expansion) 以外に  $Ca^{++}$ 拮抗剤などが用いられ、治療成績は向上してきている。しかしこれまでの何れの治療法を行っても症状が悪化する症例があり、現在も多くの問題が残されている<sup>2)3)</sup>。脳血管攣縮がおこると脳血流量 (CBF) が低下して脳虚血症状を呈する。このため HBO 治療は脳血管攣縮に対して理にかなった治療法と考えられ、症状が軽度であるか発症早期に HBO 治療を開始した場合に有効であると報告されている<sup>16)</sup>。今回の我々の検討でも HBO 治療により何らかの神経症状改善を示すことが多かった。

臨床症状から有効例を検討すると、脳梗塞に較

べて脳血管攣縮では意識障害を示す例が多いことであった。これは脳血管攣縮により高度かつ広範な CBF 減少がみられるため<sup>17)</sup>、高濃度酸素供給である HBO 治療は有効に作用するものと思われる。また興味あることは脳血管攣縮による臨床症状が1~3回目の HBO 治療に反応し改善がみられ、脳梗塞と同様に HBO 治療開始早期に反応性が認められたことである。このことは脳梗塞と同様 HBO 治療開始早期の段階で治療効果の有無判断が可能であることを示唆していると思われる。

また、有効例では HBO 治療中の脳波改善例も認められ、脳血管攣縮の治療効果判定の一つに脳波での検討は有用であると考えられる。

## ま と め

脳梗塞14例とくも膜下出血後の脳血管攣縮8例に HBO 治療を行い治療効果を検討した。脳梗塞では運動麻痺を示した11例中4例に初期反応を認め、このうち3例に症状が改善し HBO 治療が有効であった。3例の有効例は脳血栓による脳梗塞と空気塞栓であり、症状発現から HBO 治療開始までの期間が5日以内の急性期例であった。頭部 CT では低吸収域はないか、あっても小さく深部白質に認めるものに HBO 治療は有効であった。また脳血管攣縮に HBO 治療を併用した8例中7例に神経症状の改善があり、このうち6例は HBO 治療が有効であった。脳血管攣縮では意識障害に対する効果が大きく(7例中5例)、次いで運動麻痺に対する効果(4例中2例)であり、症状発現早期に HBO 治療を開始した例に有効であった。

## 【参 考 文 献】

- 1) 小暮久也：虚血と血行再開 -内科の立場から- 第3回日本脳神経外科コンgres講演集, 167-172, 1983
- 2) 高木卓爾, 嶋津直樹, 福岡秀和, 永井 肇, 小沢正敏, 永富裕文：症候性脳血管攣縮に対する  $Ca^{++}$ 拮抗剤 (Diltiazem) の効果-CT 分類による検討, 脳外, 14: 1431-1437, 1986
- 3) 藤田勝三, 山下晴央, 増村道雄, 江原一雅, 玉木紀彦, 松本 悟：脳動脈瘤破裂後の Symptomatic vasospasm の予防効果の検討-抗血小板剤および  $Ca^{++}$ 拮抗剤の併用療法群非投与群との比較, 脳外, 16: 741-746, 1988
- 4) Neubauer, R.A. and End, E.: Hyperbaric oxy-



- generation as an adjunct therapy in strokes due to thrombosis - A review of 122 patients. *Stroke*, 11: 297-300, 1980
- 5) Kapp, J.P.: Neurological response to hyperbaric oxygen-A criterion for cerebral revascularization. *Surg Neurol*, 15: 43-46, 1980
  - 6) 中川 翼, 木野本均, 馬淵正二, 松浦 享, 都留美都雄, 佐々木和郎, 河東 寛, 下山三夫, 蔵前徹: 虚血性脳血管病変に対する高気圧酸素療法の意義-その有効性と限界, *脳外*, 10: 1067-1074, 1982
  - 7) 大田英則, 川村伸悟, 根本正史, 北見公一, 安井信之, 日沼吉考, 鈴木英一: 脳血管障害に対する高気圧酸素療法-その効果と限界, *日高圧医誌*, 20: 185-194, 1985
  - 8) 木谷泰治, 高橋幸雄, 加藤啓一, 藤田達士: 中枢神経疾患に対する高気圧酸素療法-PET (positron emission tomography)による検討. *日高圧医誌*, 20: 210-214, 1985
  - 9) Cole, S.L. and Corday, E.: Four-minute limit for cardiac resuscitation. *JAMA*, 161: 1454-1458, 1956
  - 10) Greveld, R.G.: Central nervous system resistance. I. The effect of temporary arrest of cerebral circulation for periods of two to ten minutes. *J Neuropathol Exp Neurol*, 5: 131-154, 1946
  - 11) Miller, J.R. and Myers, R.E.: Neurological effects of systemic circulatory arrest in the monkey. *Neurology*, 20: 715-724, 1970
  - 12) Miller, J.R. and Myers, R.E.: Neuropathology of systemic circulatory arrest in adult monkeys. *Neurology*, 22: 888-904, 1972
  - 13) Garcia, J.H., Conger, K.A., Morawetz, R., Halsey, J.H.: Postischemic brain edema. Quantitation and evolution. J. Cervos-Navarro and R. Ferszt eds. *Advances in Neurology*, Vol.28: Brain Edema, New York: Raven, P147-169, 1980
  - 14) Clasen, R.A., Huckman, M.S., Von Roenn, K. A., Pandolfi, S., Laing, I., Clasen, J.R.: Time course of cerebral swelling in stroke. A correlative autopsy and CT study. J. Cervos-Navarro and R. Ferszt eds. *Advances in Neurology*, Vol.28: Brain Edema, New York: Raven, P395-412, 1980
  - 15) 榊原欣作, 高橋英世, 小林繁夫: 空気塞栓, *最新医学*, 41: 308-312, 1986
  - 16) Kawamura, S., Ohta, H., Yasui, N., Nemoto M., Hinuma, Y., Suzuki, E.: Effects of hyperbaric oxygenation in patients with subarachnoid hemorrhage. *J Hyperbaric Med*, 3: 243-256, 1988
  - 17) 山上岩男, 磯部勝見, 小野純一, 須田純夫, 岡 陽一, 丹野裕和, 山浦 晶, 砂田荘一: 破裂脳動脈瘤患者における局所脳血流-動脈瘤の部位と局所脳血流との関係について, *脳外*, 14: 1079-1084, 1986