

## 空気塞栓症に対する高気圧酸素治療

### —減圧症に対する再圧療法と関連して—

榊原 欣作\*

空気塞栓症は、外傷とくに胸部外傷などの際の偶発合併症などとして時に発生するが、またさまざまな医療行為にも関連して発生をみることがある。とくに座位開頭術中に過って脳静脈洞を損傷したり、または広範囲にわたる頸部の手術中に頸静脈を損傷し、これらの損傷部から空気が吸入されることによる場合、あるいは心臓外科、とりわけ開心術時に循環系内に気泡を残留したことに由来して、または近時その使用が急速に増加している人工腎臓による血液透析に随伴する偶発事故などとして発生する。したがって外傷などによる場合を別とすれば、空気塞栓症を発生するおそれのある医療行為が十分に慎重に行われるかぎり、その発生頻度は決してそれほど高いものではない。しかしもし一旦それが発生し、ことに脳動脈または冠状動脈に塞栓を形成したような場合には、しばしばきわめて重篤な経過をたどり、致命的な結果を招来することも稀ではない。加えて在来の通常の治療手段によってはこの空気塞栓症を克服することはきわめて困難で、このことがまたその危険性を一層増大させる理由となっている。

さてこの空気塞栓症に対する積極的な治療法としては、従来、再圧療法が効果を期待することのできる唯一の治療法と考えられてきた。再圧療法は、元来、潜水病や潜函病などのいわゆる減圧症の治療法であり、過度に急速な減圧によって生体の脈管系内および各臓器組織内に発生した気泡を原因として成立する減圧症に対して再圧療法が奏効する以上、その発生の原因こ

そ異なるが、血管内に送入された空気気泡を原因とする空気塞栓症が再圧療法の適応と考えられたことは当然であった。また実際、これまで空気塞栓症症例に対する再圧療法による治験例が古くから数多く報告されている事実も、空気塞栓症を再圧療法の適応と考えたことが決して誤まっていたはなかったことを裏書きしているといえることができる。

しかしこのような空気加圧による再圧療法とは別に、すでにこれまでに幾度か報告<sup>1)2)3)</sup>したように、私自身のこれまでの高気圧酸素治療法の研究のなかで、実験的に動物に作製した空気塞栓症に対して高気圧酸素治療法がきわめて迅速で、しかも適確な効果を示した実験成績および、とくに初期に臨床用の装置として小型1人用の高気圧酸素治療装置しか持っていなかった時期に、この装置では空気加圧が困難であり、また重症管理の面でも小型装置としての制約があるために再三にわたって謝絶したにもかかわらず、緊急の故をもって万やむを得ずに施行させられた重症減圧症患者に対する高気圧酸素治療が、わずか5例の少数例ではあるが、治療の反復によってこれらの全例のすべての症状を完全に消失させることができた経験などを考え併せて、適切な高気圧酸素治療法は、これら減圧症症例に対するのとまったく同様に、空気塞栓症に対しても従来の空気加圧による再圧療法などをはるかに凌ぐすぐれた効果を示すのではないかと考えて検討を行ってきた。これらのうち、実験的検討については既報<sup>1)2)3)</sup>に譲り、臨床経験の概略を要約し、またこの問題に関する私見の若干についても述べたいと考える。

\* 名古屋大学高気圧治療部

## 1. 臨床的検討のために使用した高気圧治療装置

この空気塞栓症の臨床的検討は名古屋大学医学部附属病院高気圧治療部の第2種（大型）高気圧治療装置を使用して行われた。この装置については既に別に詳記<sup>4)</sup>したので、ここでは概要を略記する。

この装置は、元来、心臓外科を中心とした高度な外科手術を高気圧環境内で行うことを目的として、私自身の基本設計によって1968年に建造したものである。人工心肺装置などの多くの医用機器を、大気圧の通常の手術室におけると同様、その内部において自由に使用することができるよう、仕様の決定にあたって配慮を行った。

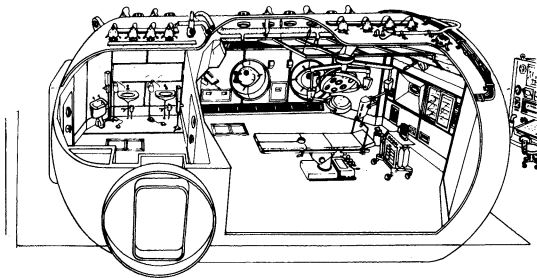


図1 名古屋大学医学部附属病院の高気圧治療装置

図1にその構造を示すが、本体は直径5m、長さ9m、内容積150m<sup>3</sup>の耐圧鋼製横置円筒で内部を2室に区分し、図の向って右側の主室すなわち手術室は床面積約20m<sup>2</sup>、左側は準備室的機能をもった副室として構成した。当然のことながら装置内部の昇圧は空気によって行い、患者だけがマスク、ベンチレータあるいは麻酔器などによって酸素を投与される方式とし、最高使用圧力は4ATAとした。

内部は現代外科領域におけるあらゆる種類の手術を行うことができるよう設備・機器の整備を試みた。また脳波、心電図などの生体電気現象および血圧、血流量その他の生体情報の計測と把握のためのいわゆるME装置についても、大気圧での手術室などと同様に使用できるように配慮した装置を装備した。心細動除去装置も、本体は外部におき、電極が完全に生体と接触し

ない状態で不用意な通電が行われることのないよう、特殊な安全装置を開発、付設した。

これらの医用設備および機器については、装置竣工後すでに10年を経過した現在でも、特に追加装備の要に迫られたものではなく、万全の設備を有する手術室として使用されてきているが、これらの設備・機器は、また、この装置の本来の手術以外の用途、たとえば重症空気塞栓症患者などに対する高気圧酸素治療のために使用する場合には、そのまま重症患者の管理に使用することができ、この装置はそのまま高気圧重症患者管理装置Hyperbaric I. C. U.としても使用することができることはいうまでもない。

なお装置内部の圧力の昇降、一定圧力維持、内部の温度、湿度および雰囲気酸素濃度などの制御のためには、安全性が高く、正確で安定した制御操作を行うことができるように、広範囲にわたって自動制御方式を導入し、この面においても極めて満足すべき結果を得ているが、これについてはすでに別に記載した<sup>5)</sup>ので省略する。

## 2. 空気塞栓症に対する高気圧酸素治療法の臨床経験

われわれの施設において1976年までに経験した空気塞栓症の症例は合計11例で、胸部外傷などを原因として発生した症例は1例もなく、すべてなんらかの医療行為を契機として空気塞栓を発生し、もしくは空気塞栓と推定される諸症状を呈した症例ばかりである。これらの症例の原疾患、空気塞栓に陥った契機、空気が循環系内に入った部位などについて表1に、またこれらの症例の空気流入部、塞栓の発生部位などと初発症状および主要症状などとの関連を表2に要約した。

これらの表における症例の配列の順序は空気塞栓発症の契機によった。症例1および2はいずれも小脳腫瘍に対する座位開頭術中に空気塞栓を発生した症例で、症例1では術者が径1mmの小さな横静脈洞の穿孔と、ここからの空気の流入とを確認しているが、症例2では術者もまったく気付かない間に何処からか空気が流入し、血圧低下、心雑音、期外収縮頻発などの諸

表1 臨床的検討の対象とした空気塞栓症例

No.	氏名	年齢性	原疾患	契機	空気流入部	塞栓部位
1.	松〇と〇子	29才女	小脳虫部奇型腫	座位後頭蓋窩開頭術	右横静脈洞	肺塞栓
2.	杉〇一〇	36男	小脳右半球血管芽腫	座位後頭下開頭術	右横静脈洞?	肺塞栓
3.	加〇民〇	36男	慢性腎不全	血液透析	右下腿外シャント(静脈へ)	肺塞栓
4.	早〇幹〇	23男	慢性腎不全	血液透析	左前腕外シャント(動脈へ)	脳塞栓
5.	加〇君〇	54女	慢性腎不全	血液透析	右下腿外シャント(静脈へ)	肺塞栓
6.	岩〇千〇	47女	慢性腎不全	血液透析	左下腿外シャント(静脈へ)	肺塞栓
7.	井〇彰	65男	左内頸動脈血栓症	内頸動脈造影	左内頸動脈?	脳塞栓
8.	萩〇辛〇	7女	フロー四徴	開心根治術	心腔内気泡遺残?	脳塞栓
9.	上〇慎〇	27男	大動脈弁閉鎖不全 僧帽弁閉鎖不全	大動脈弁置換 僧帽弁輪形成	心腔内気泡遺残?	脳塞栓
10.	大〇節〇	36女	二次口心房中隔欠損	開心根治術	心腔内気泡遺残?	脳塞栓
11.	石〇圭〇	39女	二次口心房中隔欠損	開心根治術	心腔内気泡遺残?	脳塞栓

? : 推定

表2 空気塞栓症例の塞栓部位、初発症状および主要症状

No.	年齢/性	契機	空気流入部	塞栓部位	初発症状	主要症状
1.	29才女	座位開頭術	右横静脈洞	肺	心雑音, 血圧低下, 期外収縮頻発	
2.	36才男	座位開頭術	右横静脈洞?	肺	心雑音, 血圧低下, 期外収縮 CVPカテから80mlの空気を吸引 呼吸促進, チアノーゼ	昏睡, 対光反射(-)
3.	36才男	血液透析	右下腿静脈	肺	胸部絞扼感, 胸痛	痙攣, 意識障害進行→ 昏睡
4.	23才男	血液透析	左橈骨動脈	脳	強直性痙攣, 意識喪失	昏睡
5.	54才女	血液透析	右下腿静脈	肺	意識喪失, 血圧低下	20分後(搬送中)心停止
6.	47才女	血液透析	右下腿静脈	肺	胸痛, 意識障害	意識障害進行, 呼吸障害 対光反射(±)
7.	65才男	内頸動脈造影	左内頸動脈?	脳	右半身麻痺, 応答不能 チアノーゼ, 5分後昏睡	昏睡
8.	7才女	開心根治術	心腔内?	脳	痙攣, 昏睡	
9.	27才男	開心根治術	心腔内?	脳	麻酔覚醒不良, 低血圧	昏睡
10.	36才女	開心根治術	心腔内?	脳	麻酔覚醒遅延	左半身麻痺
11.	39才女	開心根治術	心腔内?	脳	麻酔覚醒遅延	半昏睡, 痙攣, 左半身麻痺

症状から空気塞栓を疑った麻酔医がCVPカテーターから80ml以上の空気を吸引して確認した症例で、肺空気塞栓発症直後の他覚所見が明確に捕捉されている。

症例3, 4, 5, 6の4例は、慢性腎不全のために人工腎臓による血液透析を繰返しているあいだに偶発事故として空気塞栓を発生した症例である。症例3, 5, 6では人工腎臓を生体に接続する外シャントの静脈側に空気を送入れた例である。症例3および6は胸痛、胸部絞扼感などを初発症状とし、次第に意識障害が進行した症例である。症例5は同様に静脈側に空気の送入れられた例ではあるが、恐らく非常に大量が瞬間的に送入れられたと推測される症例で、直後から意識不明、脈拍触知不能となり、約20分後、当院への搬送中に心拍停止に陥った症例である。これら3例は静脈側に送入れられた空気が一次的には肺に塞栓した症例であるが、症例4は左前腕に設置された外シャントから動脈側へ空気を送入れてしまった症例である。上腕動脈

から腋窩動脈を逆流して鎖骨下動脈に到達した気泡が椎骨動脈へ流入し、脳底動脈を經由して脳塞栓を発症し、直後に失神、強直性痙攣を呈した症例である。

また症例7は左内頸動脈血栓症の疑診で精査のため入院、内頸動脈造影のための造影剤注入直後から応答が不明瞭となり、次いで右半身不全麻痺が出現、意識障害が急速に進行して数分後には意識喪失、右半身麻痺に陥った症例で、血栓塞栓をも否定はできない症例である。

症例8, 9, 10, 11の4例は心臓疾患に対する開心術に関連して脳塞栓によると考えられる症状を呈した症例で、術後、麻酔からの覚醒が著るしく遅延して昏睡を続け、そのあいだに病的反射や痙攣が出現し、または運動麻痺が発見されたなどによって、心臓手術創閉鎖の際に心臓腔内に小気泡を残した可能性を否定することができないと考えられた症例である。

これらの症例に対して施行された高気圧酸素治療の大略を表3に概括した。

表3 空気塞栓症例に対する高気圧酸素治療

No.	塞栓部位	高気圧酸素治療法				総治療回数	転帰
		治療開始まで	第1日の治療	第2日以後			
1.	肺塞栓	4時間45分	3 <sup>ATA</sup> : 180分	3 <sup>ATA</sup> 1回	2	全治	
2.	肺塞栓	3 . 00	3.5 : 150	{ 3 × 2 2 × 2	5	死亡(発症10日後)	
3.	肺塞栓	25 . 00	4 : 180	{ 4 × 2 3 × 3	6	全治	
4.	脳塞栓	28 . 00	4 : 180	3 × 3	4	全治	
5.	肺塞栓	2 . 40	4 : 120	—	1	死亡(発症18時間後)	
6.	肺塞栓	1 . 50	3.5 : 160	{ 3 × 2 2 × 2	5	全治	
7.	脳塞栓	4 . 30	3.5 : 120	3 × 13	14	軽快	
8.	脳塞栓	20 . 00	3 : 90	2 × 1	2	死亡(発症2日後)	
9.	脳塞栓	20 . 00	{ 2 : 75 3 : 90	{ 3 × 1 2 × 1	4	死亡(発症4日後)	
10.	脳塞栓	28 . 00	4 : 180	{ 4 × 1 3 × 3 2 × 42	47	略全治	
11.	脳塞栓	28 . 00	3.5 : 180	{ 3.5 × 1 3 × 5 2 × 17	24	全治	

空気塞栓が発生したと考えられる時点から高気圧酸素治療が開始されるまでの時間についてみると、最短1時間50分から最長28時間前後まで長短区々である。手術中に確認された症例1および2においても開頭術の手術創の処理のために3ないし5時間を要している。血液透析に関連する4例のうち、前半の症例3、4は、高気圧酸素治療の空気塞栓に対する効果について透析関係者がそれほど熟知していない初期の症例であったため、われわれの施設に転送されるまでに1昼夜以上を経過しているが、これらの症例における効果が透析関係者に周知されたためか、後半の症例5、6の2例では発生直後に搬送されていずれも2時間前後と短縮されている。内頸動脈造影中の偶発合併症として発症した症例7も比較的早期に高気圧酸素治療が考慮された。

開心術に関連する4例のうち、症例8、9はわれわれの病院で手術が行われた。ともに低体温体外循環下開心術であり、前者では129分、後者では278分の長時間体外循環が行われた。症例10、11の2例は他の病院でそれぞれ37分および32分の常温体外循環によって開心術が施行された。いずれも麻酔からの覚醒が遅延しているままに術後の一般的な管理が行われ、前記したような神経学的所見の出現ないし発見によって空気塞栓が疑われ、その後高気圧酸素治療が考慮されたため、20ないし28時間を経過して治療が開始されたこととなっている。

次に初回の高気圧酸素治療の治療条件についてみると、症例9を除いてすべて時間外の救急症例として治療が実施され、すべて3ATA以上の治療圧力が適用されている。症例9では初回を予めスケジュールされた他の患者と一緒に治療を行わざるを得なかったために2ATAで治療が行われたが、同日午後には別に3ATAで第2回目の治療が施行されたことは表3にみられるとおりである。

初回の治療圧力が3、3.5、4ATAとさまざま、かならずしも統一されていない理由については、詳細は省略するが、患者の症状とくに全身所見などを勘案しながら、高気圧酸素治療として許容される可能なかぎり高い治療圧力を

それぞれの症例に適用しようと努力した結果である。

第2日以降の治療についても、なるべく高い治療圧力によるべきであると考え、直後は4ないし3ATAの治療が数回にわたって反復されている。

総治療回数も全体として見ればそれほど多くはない。むしろ他の疾患の場合と比較すればきわめて少ないといえることができる。とくに血液透析中の症例ではなるべく早くそれぞれの透析クリニックに患者を戻したい事情もあって、全治例でも4～6回に止まっている。このような傾向のなかでは、ともに開心術に関連して発症した症例10および11において、それぞれ47回および24回の治療が施行されていることがむしろ異例かのように見られる。この2例だけに長期間の治療が継続された理由は、これらの症例が最も新しい症例で、これらの症例の治療を行う暫く以前から、空気塞栓症に限らず、意識障害を伴ったすべての症例に対して、単に臨床症状の改善だけを指標とせず、脳波検査をくり返し、これが完全に正常化するまでのあいだ高気圧酸素治療を続行する方針を採用した後の症例であったことに加えて、症例10では左半身の運動麻痺の完全な消失までのあいだ、この治療と理学療法を併用した時期があったためである。

さて空気塞栓症に対する高気圧酸素療法の効果を最終的な結果としての転帰についてみると、表3の右端の欄に示されるとおり、11例中7例は全治ないし軽快して社会復帰を果しているが、4例は発症後そのまま意識回復をみることなく早期に死亡し、その死亡率は36%と決して低率ではない。

しかしこの4例の死亡にいたる経過ないし死因について分析してみると、症例2は、前記のとおり、CVPカテーテルから多量の空気を吸引、大静脈での空気の存在を確認した症例で、発症後10日に死亡、剖検記録によれば小脳手術部位に手術のための所見があったほかに限局的な病変はみとめられていないが、脳が著明に腫脹し、かつ軟化していたことおよび脳下垂体前葉に広範な硬塞がみられたことが記載されてい

る。一方、この症例の手術中の経過記録によれば、麻酔が GOF によって維持されていた事故発生前、動脈血  $PO_2$  が 250 mm Hg,  $PCO_2$  29.5 mm Hg, pH は 7.46 と安定した値を示していたにもかかわらず、空気塞栓確認直後には  $PO_2$  38 mm Hg,  $PCO_2$  58 mm Hg, pH 7.34 と著明な変動を示し、その約 1 時間後においても  $PO_2$  91 mm Hg,  $PCO_2$  46 mm Hg, pH 7.35 とその回復がかなり遅延している事実からみて、大量の気泡によって肺毛細管が広範囲に閉塞され、肺におけるガス交換の障害が強度で、このための高度の低酸素症が高気圧酸素治療を開始するまでの約 5 時間のあいだに脳に不可逆性低酸素性病変を惹起し、これが臨床像としては 10 日間の昏睡を続け、また剖検所見として著明な脳浮腫を招来する原因となったと考えられ、高気圧酸素治療の及ばない不可逆性病変がその死因であったと考えられる。

症例 5 も、すでに記したとおり、大量の空気の静脈内注入によって当院への搬送の途中で心停止に陥り、その後、約 15 分のあいだ救急車内で応急処置を続けて当院に到着、直後に気管内挿管を施行、かつ心マッサージを約 1 時間にわたって継続し、ようやく一応の心蘇生を得た症例で、有効な心拍動の再開にいたるまでの脳血流停止が非可逆性脳障害を発生した症例である。

また開心術後の 2 死亡例のうち、症例 8 では麻酔から覚醒することなく直後から痙攣を惹起し、2 日後死亡時にも剖検を行うことができなかったためにその脳病変を確認できなかったが、頻回の鎮痙剤投与とともに多量の昇圧剤の継続的な使用によって最高血圧を 60~70 mmHg に維持した症例であり、開心操作によって発生した急性心不全がその死亡に大きな役割を果たしたと考えられる。症例 9 も、原疾患は異なるが、循環維持のために同様に大量の昇圧剤を必要とした術後心不全が重要な関連をもつ要因であったと思われる。

このようにみると、これら 4 例の死亡例は、その死亡ないし死亡にいたる経過に重大な影響を有する他の因子が存在したことが明らかな症例ばかりであるということが出来る。したがっ

て単に 11 例中 4 例の死亡、36%の死亡率からだけによって、空気塞栓症に対する高気圧酸素治療の効果を過小評価することはできず、むしろ放置すればすべて重篤な経過と不良な予後をとったと考えられる 11 例中の 7 例までを治癒させることができた事実こそ正当に評価されるべきであるとする。

### 3. 考案

以上に紹介したように、はなはだ少数例の経験ではあるが、予後がきわめて不良と考えられた重症空気塞栓症の 11 例に対して高気圧酸素治療法を試みた結果、死亡に重要な関連を有する他の要因の存在した 4 例を除き、7 例のすべてに社会復帰を可能とする結果を得た。この成績は、従来、空気塞栓症に積極的に対処する唯一の治療法と考えられてきた再圧治療法による成績と比較して、おそらくははるかに勝る成績ではないかと考える。

今、改めて減圧症に対する再圧療法奏効機序について考えてみると、図 2 は Brown の原

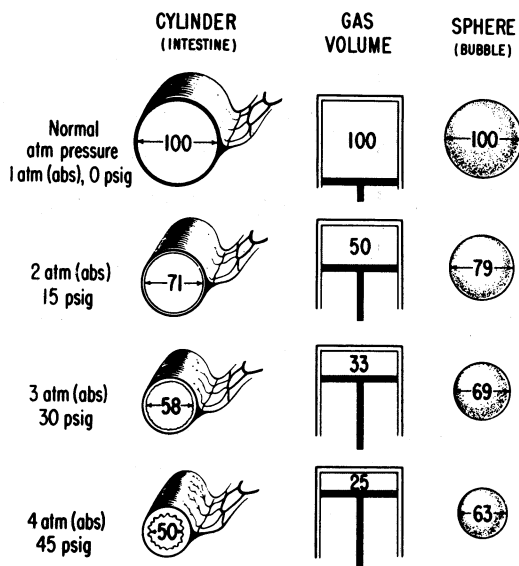


図 2 ボイルの法則による気体の体積と寸法の関係<sup>6)</sup>

著<sup>9)</sup>から引用した解説図であるが、この図によっても明らかなおと、環境気圧を 4 ATA まで上昇させた場合、気泡はその体積としては 75% 縮小して  $\frac{1}{4}$  になるが、気泡の直径としては 37% 小さくなるだけであり、この図には示されてい

ないが、6 ATAの再圧によっても気泡の径は45%減ずるだけで、このような高い圧力によっても気泡の径を半減させるまでにはいたらない。この事実からも明らかなように、再圧療法に対して血管内に塞栓した気泡を物理的に圧縮することによって気泡が遮断した血流を再開し、あるいは少なくとも血流を改善する効果を期待することはほとんどまったくできないと考えるべきである。したがって再圧療法は、やはり気泡を圧縮することによって気泡内圧を上昇させ、高圧気泡とすることによってそれが接する血液または組織液などのなかに再溶解することを促進することに本質的な狙いを有すると理解すべきであると考えられる。

しかしもし再圧療法の本質的な奏功機序をこのように理解するとすれば、現在、一般に行われている空気加圧による再圧療法は、一見すでに確立された治療法のように思われるけれども、実はその内部に、後に記すようなまことに大きな不合理性をかくしているといわなければならない。

すなわち減圧症の場合、生体内で形成される気泡の内容の主体は窒素であると考えられる。したがってこれらの気泡に接する血液あるいは組織液などの窒素分圧が低ければ低いだけ、それだけ気泡を形成する窒素の再溶解は促進されるはずである。いいかえれば、血液などの窒素分圧を低下させることが、より迅速でより効果的な症状消失を実現する重要な因子であることは容易に理解されるところである。

しかし従来の再圧療法では、空気による再圧であるため、血液その他の体液中の窒素量は異常に増加し、血液の窒素分圧は肺胞気窒素分圧の上昇に追従して上昇することとなり、このことは気泡の血液あるいは組織液への再溶解を妨げる因子となる。別な表現によるとすれば、気泡の速やかな再溶解をはかるための再圧療法が、実はその治療法それ自体のなかに、気泡の再溶解を妨害し、抑制する因子を内包するという矛盾をかくしていることは、再圧療法の本質的な不合理性として指摘されるべきであろう。

われわれの経験において、前記したとおり、重症空気塞栓症に対して反復施行した高気圧酸

素治療法が非常に秀れた効果を発揮したが、この秀れた効果は、一方では塞栓気泡の消失後に再開した血流が異常高分圧の多量の酸素を供給し、これによって塞栓部より末梢流域の低酸素症を急速に改善することによるものであるが、他方それよりもまず第一に、高い気圧環境内での酸素吸入の継続によって生体内の窒素がほとんど完全に排出され、血液、組織液などの窒素分圧を極限に近くまで減少させることができる結果、血管内で圧縮されて環境気圧と等しく高い気圧となった小気泡がきわめて容易に血液中に溶解、吸収されることのできる状態を造成することができることによるものであると考えられる。

そして空気塞栓症に対する高気圧酸素治療法の奏効機序に関するこのような考察に、もし、それほど大きな誤りが無いものとするれば、このような奏効機序はそのまま減圧症の場合にも期待することができるはずである。しかも高気圧酸素治療法による場合には、さきに指摘した空気加圧による再圧療法の場合の本質的な不合理性を完全に解決することができ、生体内の窒素分圧を非常に低くすることができるために、より適確な効果を期待することができるはずである。そしてこのような立場からみると、最近の欧米における重要な動向として、従来の空気加圧による再圧療法への反省のなかから、より短時間で、より低い治療圧力で、より確実な治療効果を挙げるができる方法として、いわゆる酸素再圧療法が着目され始めていることは、けだしまことに当然の帰結と考えられる。

#### 4. 結 論

きわめて少数例ではあるが、高気圧酸素治療法によってきわめて重篤な症状を呈した重症の空気塞栓症症例を治療し、11例中、7例を全治ないしほぼ全治させることができた。この経験から、高気圧酸素治療法は重症空気塞栓症に積極的に対処する治療法として、従来から行われてきた空気加圧による再圧療法などと比較して、より短時間で、より低い治療圧力値で、より確実に効果を挙げるができる治療法であると考えにいたった。

また、空気塞栓症に対する高気圧酸素治療法

の奏効機序への考察から推して、同様の奏効機序はいわゆる減圧症の場合にも期待できるものと考えられ、この場合にも、在来の治療法によるよりもはるかに秀れた効果を得ることができると示唆した。

わが国においても、今後、この方面に関する研究がより一層深く展開され、わが国自体の研究実績のなから、これに基いた秀れた治療法が提起されることを切に期待する次第である。

本稿は昭和52年10月20日、第12回日本高気圧環境医学会総会において行った会長講演に加筆し、原著としたものである。

擱筆するにあたり、このような光栄ある機会をお与え頂いた日本高圧環境医学会のすべての会員の方がたに深甚なる謝意を表する次第である。

また多年、きわめて劣悪な条件のなかで、終始、私を助けて研究と診療を推進してくれた名古屋大学医学部講師高橋英世君をはじめ名古屋大学医学部附属病院高気圧治療部および同第一外科の各位、ならびに現在こそ働く場所を異にしているが、かつては長い間にわたって寝食を共にした数多くの共同研究者の諸君に、心から敬意と感謝の微意を捧げる。

さらに研究開始の当初からご懇篤なご指導を賜わ

り、さらに講演に当っては不肖の門下生のために快く座長の労を執り頂いた恩師 名古屋大学名誉教授 橋本義雄先生に衷心からお礼を申しあげる。

#### 文 献

1) 榑原欣作：心臓外科と高気圧酸素。日本胸部外科学会雑誌 20(7)：543～563, 1972。

2) Sakakibara, K., B. Sakakibara, H. Kidokoro, H. Takahashi, M. Kawamura, S. Kobayashi, S. Konishi & R. Asai : Clinical and Experimental Studies on Hyperbaric Oxygen Therapy for Air-Embolism. The Proceedings of 5th Hyper-baric Congress. 890-894. Simon Fraser University Press. Burnaby, B. C., 1974.

3) 榑原欣作, 高橋英世, 菅原修二, 西山博司, 吉宮由美子, 川村光生, 小林繁夫：空気塞栓症に対する高気圧酸素治療法, 第77回日本外科学会総会講演。日本外科学会雑誌 78(臨時増刊)：182, 1977。

4) 榑原欣作：名古屋大学医学部附属病院高気圧治療室装置について。医科器械学雑誌 38(11)：782-792, 1968。

5) 榑原欣作：高気圧治療室の安全対策。医用電子と生体工学 7(5)：322-328, 1969。

6) Brown, I. W. Jr., R. L. Fuson, F. M. Mauney, & W.W. Smith : Hyperbaric Oxygenation (Hybaroxia), Current Status, Possibilities and Limitations. Advances in Surgery. Vol. 1 C.E. Welch, ed. Yearbook Publishers, Chicago, 1965.



