

## ●原 著

外科的治療の無効な慢性四肢動脈閉塞性疾患症例に  
対する高気圧酸素治療の臨床経験小林繁夫\* 高橋英世\*\*  
榊原欣作\*\* 城所 仁\*\*\***Clinical Experiences of Hyperbaric Oxygen Therapy following Non-effective Surgery for Chronic Peripheral Vascular Obstructive Diseases**

During past about 17 years since 1966, 106 patients of thromboangiitis obliterans (TAO), 43 cases of arteriosclerosis obliterans (ASO) and 12 other cases received hyperbaric oxygen therapy in our Department of Hyperbaric Medicine. Although all these patients had already received various kinds of surgical treatments in the past, no improvement could be obtained at all and hyperbaric oxygen therapy has been tried prior to the final amputation surgery.

For these patients, hyperbaric oxygen has been administered every day, once a day for 75 minutes, by pure oxygen inhalation under 2 atmospheres absolute, until it reached 30 to 50 times in total.

The improvement of persistent soreness and refractory ulcers of the involved limbs were chosen as to evaluate the effect of hyperbaric oxygen. A statistical analysis revealed that 65% of the patients have got relief from severe rest pain and about 80% showed remarkable improvement of refractory ulcers, and as the results of these trials, only 25% of the patients could not

have escaped from the amputation.

Through these experiences, hyperbaric oxygen therapy should be introduced more actively to salvage ischemic limbs from inevitable amputation in the cases of chronic peripheral vascular obstructive diseases who received insufficient and non-effective surgery in the past.

(author's abstract)

## はじめに

慢性四肢動脈閉塞性疾患は、血管外科における好個の適応として、古くからさまざまな外科的治療が行われてきた。これらの外科的治療の治療成績についてみると、昭和4年から同28年までに名古屋大学第一外科において治療を受けた397例について行われた七野、榊原の昭和30年の統計<sup>1)</sup>によれば、遠隔期の症状を把握し得た115例において、その66%に症状の消失ないし著明な改善を得ている。またその後、昭和35年からの11年間における同名名古屋大学第一外科の入院症例344例について行われた城所らの昭和48年の調査<sup>2)</sup>によれば、遠隔期の症状調査のアンケートに回答した177例の約70%において顕著な改善が得られたという成績が報告されている。

七野らの成績に比して、城所らの成績がより良好となっている事実は、その間における血管外科の進歩が、これら極めて難治の慢性四肢動脈閉塞性疾患の治療成績にも明らかに反映していることを示す事実であるが、しかしその半面、これらの成績はまた、残る約30%の症例は進歩した今日の血管外科の恩恵に浴することができず、あらゆる治療も効果なく、しかも多くの症例においては病変が次第に増悪、進展し、最終的には肢指趾切断の余儀なきにいたる事実をも示しているというこ

\*名古屋大学医学部第1外科

\*\*名古屋大学医学部附属病院高気圧治療部

\*\*\*名古屋第一赤十字病院外科

Shigeo Kobayashi\*, Hideyo Takahashi\*\*, Kinsaku Sakakibara\*\* and Hitoshi Kidokoro\*\*\*

\*First Dept. of Surgery, University of Nagoya School of Medicine, \*\*Dept. of Hyperbaric Medicine, University Hospital of Nagoya and \*\*\*Dept. of Surgery, Nagoya First Red Cross Hospital

とができる。

著者らは、慢性四肢動脈閉塞性疾患に対する外科的治療のこのような現状に立脚して、昭和41年11月以降、外科的治療のほか、あらゆる補助的治療を併用したにもかかわらず、これらに抵抗して頑固な疼痛と難治性潰瘍を貽し、社会復帰のためには切断以外に方法がないと結論された治療無効例を選択し、これらだけを対象として高気圧酸素治療を行ってきたので、その経験を要約する。

## 1. 対 象

昭和41年から昭和57年までの17年間に、名古屋大学第一外科において外科的治療の対象となった慢性四肢動脈閉塞性疾患症例は546例であった。これらの症例に対しては、動脈造影などを含む種々の検査によって診断が確定されるとともに、またそれらの検査所見などに準拠して手術法が選択、施行され、同時に必要と考えられた多種類にわたる補助療法が併用された。しかし、それらの努力にもかかわらず、148例については、その症状を改善することができず、肢指趾病変部の切断を行わざるを得ないと考えられた。これらの症例および、昭和51年以降、他の施設における外科的治療が無効であったため、名古屋大学高気圧治療部に転医、入院した13例、計161例の患者を対象として高気圧酸素治療を行った。

161例中、閉塞性血栓脈管炎 thromboangiitis obliterans、いわゆる Buerger's disease (以下、TAO と略記)が106例、閉塞性動脈硬化症 arteriosclerosis obliterans(以下、ASO と略記)が43例、糖尿病性壊死その他の血行障害が12例であった。

これらの症例に対して行われた主要な外科的治療としては、TAO では患肢を支配領域とする交感神経節切除が多数の症例に行われ、一部には血行再建が行われていた。また ASO では血行再建の行われた症例が多かった。

なおチトクロム C 投与などを含む種々の補助療法が高気圧酸素治療と並行して、または前後して行われたが、これらもすべて無効であった。

## 2. 方 法

### 2.1. 高気圧酸素治療について

大気圧よりも高い気圧環境の中で、高濃度の酸素吸入を継続することによって、生理的には極め

て微量にしか存在しない血液中の溶解酸素を異常に増量させ、酸素分圧の異常に高い動脈血を造成し、これによって全身のおよび局所的の、また急性ならびに慢性の、あらゆる低酸素症を迅速かつ適確に改善しようとする治療法を高気圧酸素治療 hyperbaric oxygen therapy という。一種の酸素療法ではあるが、通常酸素療法がヘモグロビンに結合する酸素の増量を主たる目標とし、したがってヘモグロビンが酸素によって飽和に達すれば、もはやそれ以上はあまり大幅な酸素の増量は望み得ないのに対して、高気圧酸素治療では溶解酸素量の増加に主眼がおかれ、圧力の上昇に比例して溶解酸素量は増加するので、酸素の増量には限界がない。

このことから理解されるように、高気圧酸素治療は、同じく酸素療法とはいいながら、通常酸素療法とは全く異なった機序を有する異質の酸素療法であるということが出来る。

### 2.2. 高気圧酸素治療の装置

昭和41年11月から同43年5月までの期間は、著者の一人、榊原によって設計、製作された小型高気圧酸素治療装置を使用した<sup>3)</sup>。

この小型治療装置は、直径0.7m、長さ2.15mの横置型耐圧鋼鉄製円筒を本体とし、臥位の患者1名だけを収容し、装置内に直接に酸素を吹送して内部の圧力を上昇させる。患者には特別の酸素吸入装置を装着する必要はなく、装置内の窮屈な呼吸していれば、それがそのまま高気圧環境内での酸素吸入になる方式で、構造が単純で、操作の容易な装置である。

しかしその半面、小型装置では純酸素を使用しただけで加圧することに由来する火災防止への絶えざる慎重な配慮が必要であり、このため内部の患者の生体情報の計測あるいは同時に行う併用治療にも制約を受けざるを得ない。また閉鎖密閉空間に患者だけを収容することによる万一の場合の応急処置の遅延を避けることはできない。しかも1基だけの装置では治療を行い得る患者の数にも限界があるなど、いくつかの問題点のあることが、この使用経験によって明らかとなった。

これらの問題点を解決するため、昭和43年3月、著者の榊原および高橋らは、当時としては世界最大級の大型高気圧治療装置を開発、建造した<sup>4)</sup>。

(図1)

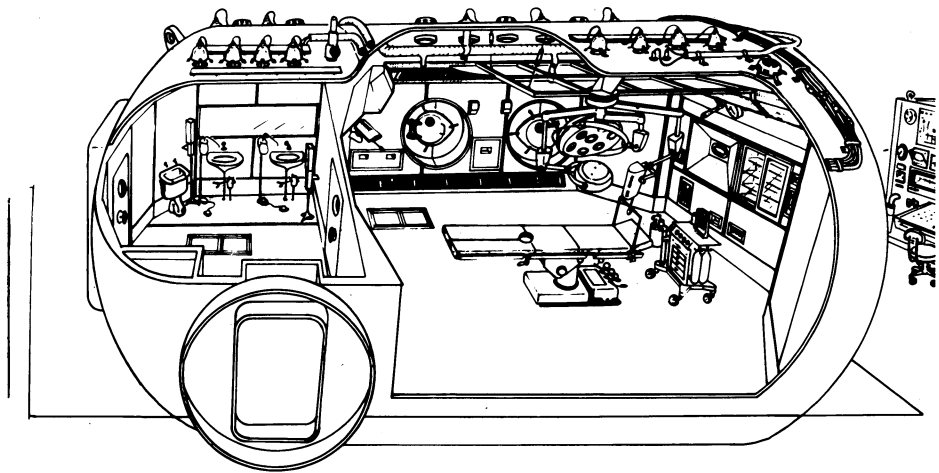


図1 名古屋大学の大型高気圧治療装置

この装置は直径5m,長さ9mの横置型耐圧鋼鉄製円筒を本体とし,図1にみられるように内部は向かって右側の主室と,左側の副室とに区分され,主室を加圧して使用している場合にも,副室の内圧を昇降することによって,主室に自由に入出りできる構造とし,重症患者の治療時など,医療スタッフが装置内で治療に従事することを可能にした。また装置内の加圧には高圧空気を使用し,高気圧空気環境内で患者だけに酸素を投与する方式を採用して,火災の危険を解決した。

装置内部には現代外科のあらゆる手術を行い得

るよう機器と設備を完備した。これらの機器と設備は,高気圧下手術のほか,重症患者に対する救急的高気圧酸素治療のために高気圧ICUとして使用する場合にも極めて有用であった。

さらに治療圧力,治療時間などの治療条件が同じ患者は6~8名まで同時に治療することによって治療の能率化を図った。(図2)

昭和43年6月以降は,特別の場合を除き,ほとんどすべての高気圧酸素治療がこの装置を使用して行われ,今日にいたった。

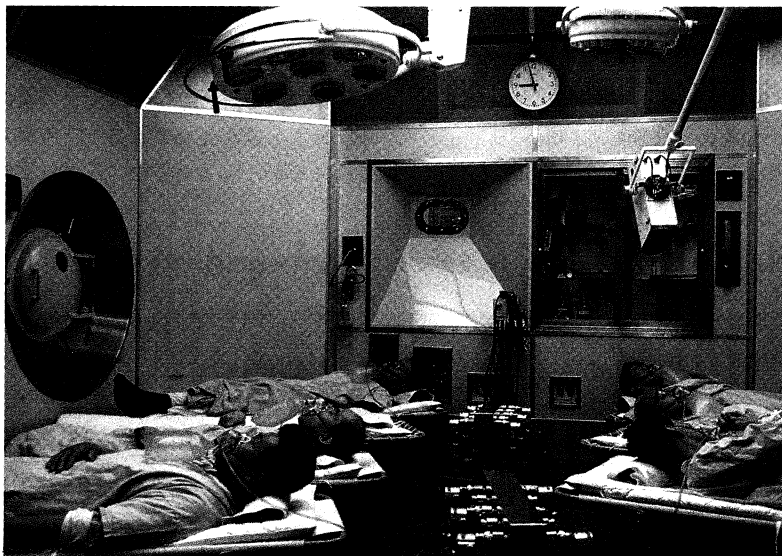


図2 大型高気圧治療装置における治療の実際

### 2.3. 高気圧酸素治療の治療条件

高気圧酸素治療は、対象とする疾患およびそれぞれの症例に対して、最適の治療条件を選択して行われなければならない。

慢性四肢動脈閉塞性疾患に対する治療条件としては、臨床応用を開始した初期に2絶対気圧（以下、絶対気圧をATAと略記）75分、2.5ATA、75分および90分、3ATA、90分などの種々の治療条件について臨床的な比較、検討を行った。その結果、いずれの治療条件によっても治療効果には差異がないと考えられる成績を得たので、この疾患群に対しては、以後、2ATA、75分（図3）、この間、100%酸素吸入を継続、1日1回、休日を除き連日の条件で治療を行うこととし、現在にいたっている。

なお、臨床応用の開始に先立って行った動物実験の成績によって、チトクロムCが虚血組織における酸素利用効率を上昇させると考えられる結果を得た<sup>9)</sup>ので、皮内反応陽性例を除く大部分の症例には、毎回の治療開始直前、チトクロムC 15mgを静脈内に投与した。

また糖尿病性壊死の症例においては、糖尿病自体に対する治療の他、一部の症例には潰瘍局所にもインシュリンを使用して処置を行った。

## 3. 成 績

慢性四肢動脈閉塞性疾患に対する高気圧酸素治療の成績を評価する示標として、患肢指趾に持続する頑固な疼痛と、治癒傾向に乏しい難治性潰瘍の両者を選び、疾患別にそれらの症状の変化を要約し、表1に示した。

主要な症状の一つである疼痛についてみると、TAOでは106例中、74例（69.8%）に疼痛の完全

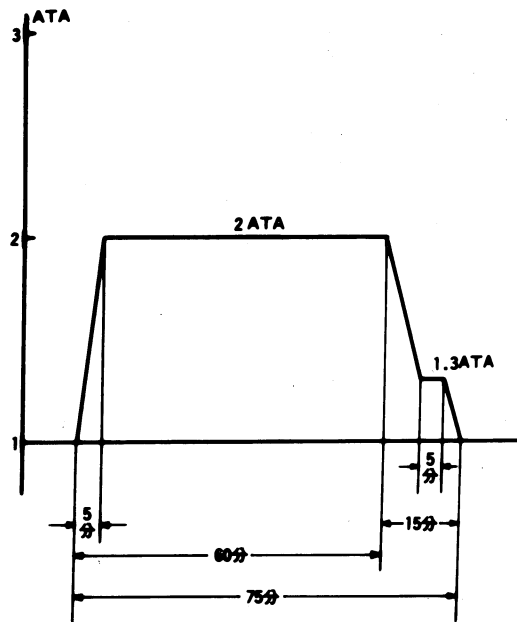


図3 慢性四肢動脈閉塞性疾患症例に対する高気圧酸素治療の治療条件

消失ないし著明な改善が得られ、ASOにおいても43例中、ほぼ同率の30例（69.7%）に顕著な効果が認められた。

また今一つの重要な症状としての難治性潰瘍については、TAOでは84例（79.2%）に、またASOでは35例（81.3%）に、いずれもほぼ80%内外に潰瘍の完全治癒または著明な縮小が得られた。

疼痛および潰瘍が上記のように改善される経過については、原因疾患ならびに個々の症例における病変の差異などのため、一律には論じ得ないが、共通したおおよその傾向について要約すると、高気圧酸素治療が開始されると、直後から、程度の差はあるが、ほとんどの症例が、まず治療中に疼

表1 外科的治療の無効であった慢性四肢動脈閉塞性疾患症例に対する高気圧酸素治療の効果

疾患	例数	疼 痛		潰 瘍		切 断	
		改善 (%)	不変	改善 (%)	不変	肢	指趾
TAO	106	74(69.8)	32	84(79.2)	22	12	16
ASO	43	30(69.7)	13	35(81.3)	8	4	6
Misc	12	2	10	7	5	1	1
計	161	106(65.8)	55	126(78.3)	35	17	23

(注) その他 (Misc) の12例には治療前から無痛の5例を含む

痛の軽減を自覚する。この疼痛の軽減は、治療開始後暫くの間初期においては一過性で、毎回の治療を終えて大気圧に復帰すると間もなく疼痛の再増強を訴え、時には治療前よりも疼痛が増強する症例もあるが、連日、治療が反復される間に、大気圧に復帰後、疼痛が再増強するまでの時間が次第に延長し、かつ疼痛自体も緩解して、ついには疼痛が消失する。これと並行して患肢に温感を自覚し始め、他覚的にも皮膚の色調が正常に近付き、皮膚温も上昇する。

潰瘍も、疼痛の減退とともに、壊死に陥った部分の分界機転が促進され、蒼白で弛緩した肉芽は治癒傾向に富んだ鮮紅色に変化し、瘢痕治癒が急速に進む。潰瘍の大小によっても治癒にいたるまでの治療回数は異なるが、早い例では十数回、広範な潰瘍でも数十回の治療によって治癒が完結する症例が多い。

これらの結果、患肢または指趾の切断率は低下

し、TAOでは患肢のいわゆる major amputation は106例中、12例に、指趾の minor amputation は16例に止め得た。また ASO の43例中、やむを得ず切断しなければならなかった症例は major 4例、minor 6例で、全体としてみると161例中、肢切断17例、指趾切断は23例であった。

以上の成績を通覧すれば、潰瘍に対する治癒促進効果は手術無効例のほぼ80%に認められ、患肢の虚血に由来する疼痛に対する効果は、潰瘍に対するそれと比較すればやや劣るものの、65%に著明な効果を挙げることができ、これらの総合的な結果として、切断率を大きく低下させることができたと考えられる。

#### 4. 症 例

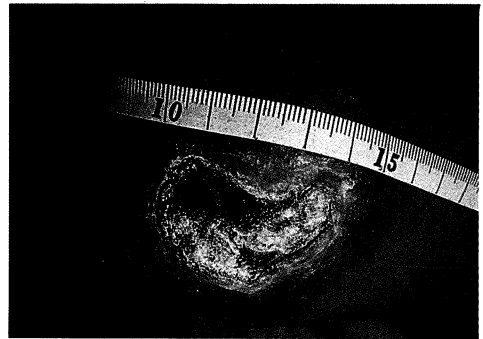
症例の二、三について供覧する。(図4、5)

症例1：H. H.43歳，男。TAO

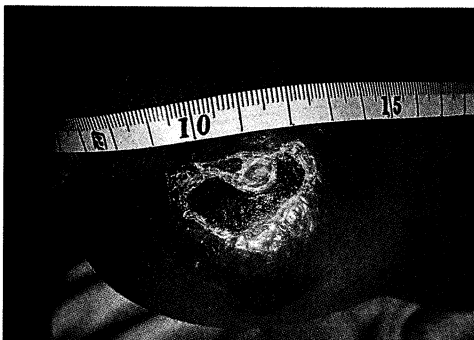
8年にわたる病歴を有し、6年前に右、ついで



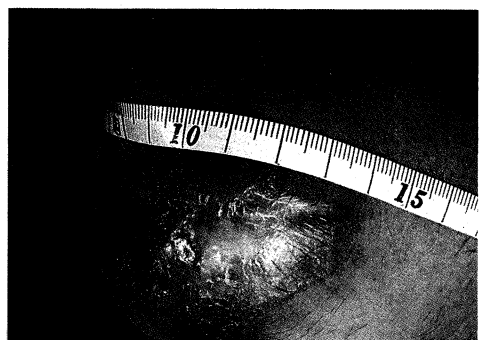
(a) 高気圧酸素治療の開始前



(b) 高気圧酸素治療10回後  
潰瘍周辺とくに屈側(図の下方)からの治癒機転がすでに進行している



(c) 高気圧酸素治療20回後  
潰瘍は著明に縮小している



(d) 高気圧酸素治療30回後  
潰瘍は完全に瘢痕治癒している

図4 症例1：TAOの左大腿の切断端の潰瘍



(a) 高気圧酸素治療の開始前



(b) 高気圧酸素治療25回後  
膿苔は完全に脱落、肉芽は鮮紅色に変化している。



(c) 高気圧酸素治療75回後  
瘢痕治癒は完了している

図5 症例2：TAOの左小趾切断後の潰瘍

左側の胸部交感神経節切除を、5年前には両側腰部交感神経節切除を受けたが、その後も症状が進行し、3年前、左下肢を大腿部において切断した。7カ月前から左大腿の断端に潰瘍が発生、次第に拡大するとともに、疼痛も増悪してきた。血行再建の適応もなく、より中枢における再切断以外に方法がないと考えられ、切断の前に高気圧酸素治

療が試みられた。

図4(a)は高気圧酸素治療の開始前の所見で、大腿断端部に5.5×4cmの大きな潰瘍が見られる。図4(b)は高気圧酸素治療10回後、潰瘍周辺、とくに屈側からの治癒機転が急速に進行し、図4(c)の治療20回後には潰瘍は著明に縮小し、図4(d)の30回後には瘢痕治癒が完成した。

症例2：Y. T. 35歳，男。TAO

罹患歴6年。左母趾に潰瘍初発、3年前に壊死に陥り母趾を切断、同時に左腰部交感神経節切除を施行、一旦は症状は軽快したが、6カ月前から同小趾に潰瘍が発生、先端が壊死となったため切断したが、切断創が治癒せず潰瘍を形成、激しい疼痛を伴い次第に拡大した。

図5(a)は治療開始前、潰瘍は治癒傾向の認められない不良な肉芽が覆われている。図5(b)は治療25回後、膿苔が完全に脱落した肉芽は鮮紅色に変化し、その後、さらに10週間、50回の治療によって、図5(c)に示されるとおり瘢痕治癒が完了した。

## 5. 考 察

### 5.1. 慢性四肢動脈閉塞性疾患に対する高気圧酸素治療の奏効機序に関する理論的考察

慢性四肢動脈閉塞性疾患に対する外科的治療として、TAOでは交感神経節切除が、またASOでは血栓内膜切除または代用血管などによる直達血行再建が第一選択の術式になることが多いことは、対象の項にも記したとおりである。

このことは、TAOでは動脈の閉塞が末梢から中枢へ進展し、血行再建の適応となる症例が比較的少なく、側副血行路の増生を企図する交感神経節切除をより多く行わざるを得ないのに対して、動脈閉塞がより中枢に存在し、また閉塞部より末梢の動脈が開存したまま温存されていることが、TAOに比してより多いASOでは、血行再建を行い得る症例が多い事情を示すものである。

しかし、いずれにせよ、これらの術式は、四肢に存在する虚血領域に対して、より多くの血流を供給しようとする共通の基盤に立脚するもので、事実、約70%の症例において症状の改善が得られている事実は、側副血行路を介して間接的に、あるいは再建された血行路を通じて直接的に、虚血領域に対する血流の供給が増加したことを証明する事実である。

同時に、残る30%の症例に効果が得られなかった事実は、これらの外科的治療によっては間接的にも、また直接的にも虚血領域に対する血流を増加し得なかったことを示す事実で、これらの症例において、もしその症状を改善し得る途が残されているとすれば、乏しいながら局所に供給されている血流中に含有される酸素量を増加すること以外に方法はない。

しかし生理的な大気圧環境における空気呼吸の条件下では、周知のごとく動脈血酸素分圧は100mmHg前後に過ぎず、同じく大気圧下において100%酸素吸入を行った場合にも、肺胞気酸素分圧は、体温37°Cにおける飽和水蒸気圧47mmHgおよび炭酸ガス分圧40mmHgを大気圧760mmHgから減じた値、すなわち

$$760\text{mmHg} - (47 + 40)\text{mmHg} = 673\text{mmHg}$$

以上には理論的にも上昇させることはできず、肺胞気から肺毛細管血への酸素の拡散に障害がない場合にも、肺毛細管血酸素分圧はこの値を越えて上昇することはできない。

血液温37°Cにおいては、全血の酸素溶解度は0.0031vol%/mmHgであるから<sup>6,7)</sup>、かりに肺毛細管血すなわち肺静脈血酸素分圧が670mmHgに達したとした場合にも、増加する溶解酸素量は

$0.0031\text{Vol\%/mmHg} \times 670\text{mmHg} = 2.077\text{Vol\%}$ に過ぎず、生理的動脈血における結合型酸素量約20Vol%に対して、10%程度の増加でしかない。このことは裏を返せば、動脈血から組織へ2Vol%内外の酸素が移行するだけで、動脈血の酸素分圧は670mmHgから100mmHg近くまで急速に下降することを意味し、したがって乏しい血流の中の酸素を増量することによって、換言すれば動脈血の酸素分圧の上昇によって虚血部の低酸素症を改善するためには、大気圧下での酸素吸入によって得られる酸素の増量だけでは十分ではない。

しかし、もし高気圧酸素治療によって2ATAすなわち1520mmHgの環境気圧のなかで酸素吸入を行えば、吸入気酸素分圧もまた1520mmHgである。一方、肺胞気の水蒸気圧は温度の函数で環境圧力の影響を受けず、炭酸ガス分圧も代謝によってしか影響を受けないから、これを継続した場合の肺胞気酸素分圧は

$$1520\text{mmHg} - (47 + 40)\text{mmHg} = 1433\text{mmHg}$$

となり、肺に拡散障害がなければ動脈血の酸素分

圧も1400mmHgを越え、溶解酸素は

$0.0031\text{Vol\%/mmHg} \times 1400\text{mmHg} = 4.34\text{Vol\%}$ に達すると考えられる。

安静時の動・静脈血酸素含有量較差すなわち生体の酸素摂取量は6Vol%内外であり、このことから理解されるように、溶解酸素量が4Vol%に達する事実は、生体の全酸素需要量の70%近くの、かなり大量の酸素が血液から組織に移行した後、初めて動脈血の酸素分圧が100mmHgの生理値に近付くことを意味する事実である。同時に、酸素が血液から組織へ拡散するにあたって、動脈血の酸素分圧が生理値の14倍近くまで上昇している事実は、体毛細管における血液-組織間の酸素分圧較差の異常な増大を意味し、このことが血液から組織への酸素の拡散を強力に促進する因子となると考えられる。高気圧酸素治療が局所乏血性疾患に対して効果を奏する理由としては、溶解酸素の形態でかなり多量の酸素を虚血組織に供給することができる事実ならびに動脈血の酸素分圧の異常な上昇が組織への酸素の拡散を促進する事実の両者が、その主たるものであると考えられる。

## 5.2. 慢性四肢動脈閉塞性疾患に対する高気圧酸素治療の奏効機序に関する実験的検討

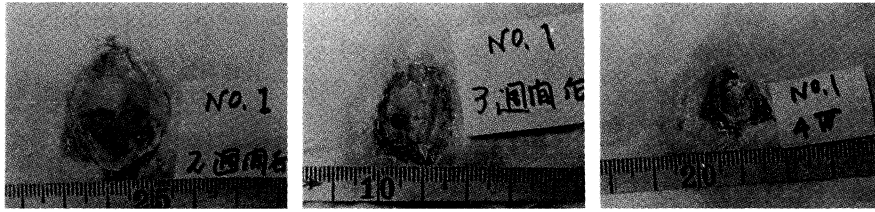
高気圧酸素治療の臨床導入に先立って、われわれはその効果を確認するため、種々の実験的検討を行った。四肢末梢の動脈閉塞についても、急性閉塞の場合には、臨床に類似した病態を実験的に作製することは比較的容易であるが、周知のとおり、慢性四肢動脈閉塞性疾患はさまざまな素因と背景のうえに成立する疾患である。このため、急性動脈閉塞とは異なって、健常動物を使用して慢性動脈閉塞性疾患と類似の病態を実験的に作製することは容易ではない。

既に別に報告したように、急性閉塞に対する優れた実験成績<sup>8)</sup>から推察して、急性例には期待できない側副血行路が慢性閉塞には存在することを考え合わせるならば、慢性例にもある程度までの効果は予測できるとしても、この推論だけでは臨床導入のための根拠としては薄弱である。

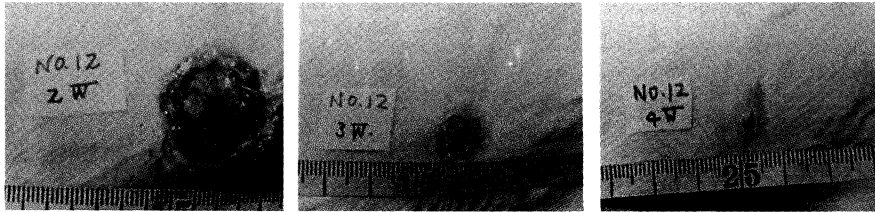
われわれは、初期に慢性閉塞を実験的に作製することの困難を知って、これに代えて一定の条件によって作製された火傷の治療に与える高気圧酸素治療の影響を検討した<sup>8)</sup>。(図6)

白色家兎を使用、重量1kg、接触面の直径3cm

## 対 照 群



## 高気圧酸素治療群



2 週 後

3 週 後

4 週 後

図 6 実験的に作製した火傷に対する高気圧酸素治療の効果

の電気ゴテを200℃に熱した後、剃毛した背部皮膚に15秒間接触させて火傷を作製した。この火傷は、図6の上段にみられるように、放置した対照例では、3週間後にも焼痂の分界がみられず、4週間後にも火傷の潰瘍面積は約50%に縮小するに過ぎないが、連日、1日1回、4ATAの高気圧酸素治療を行った実験例では、図6の下段に示されるように、2週後すでに焼痂は完全に脱落、良好な肉芽創となった潰瘍は当初の約40%に縮小し、4週後には瘢痕治癒が完成する。

なお比較のために、直径3cmの単純皮膚欠損創を作製した場合についても検討したが、放置例では約3週間、高気圧酸素治療例では2週間で治癒が完了することを知った。

単純皮膚欠損創に比して火傷の治癒が遅延する理由は、火傷においては熱の影響が、単に壊死脱落した焼痂の部分だけに止まらず、周囲の組織も傷害し、とくに周囲組織中の血管に血液凝固を発生して血栓閉塞を招来し、これが原因となって組織の修復機転を阻害し、創傷治癒が遅延するものと考えられる。

創傷治癒機転は病理組織学的には肉芽顆粒内の細小血管周囲に集簇出現する繊維芽細胞が繊維細胞に変化する機序であるが、この過程に多量の酸素を必要とすることは、鮮紅色で血管に富み、出

血し易い肉芽は治癒傾向が旺盛で、蒼白で出血に乏しい肉芽では治癒が遅延するという経験的事実に徴しても明らかである。

したがって火傷における潰瘍は一種の虚血性潰瘍であり、酸素供給の不十分のまま放置すれば治癒が遅延するのに対して、僅かながら血行が残存しているために壊死に陥っていない潰瘍に対して、それらの血行を通じて酸素を供給できる高気圧酸素治療施行例では著しく治癒が促進されるものと考えられる。

慢性四肢動脈閉塞性疾患における潰瘍は、火傷による潰瘍とはまったく成因を異にするが、ともに虚血性潰瘍であり、この火傷に対する実験成績は、高気圧酸素治療の慢性動脈閉塞症例における効果の作用機序を示唆するものと考えている。

### 5.3. 血液酸素分圧の上昇による体末梢血管抵抗の増大が高気圧酸素治療の奏効機序にあたる影響に関する実験的検討

かつて高気圧酸素治療の臨床導入の初期から、その卓抜した低酸素症改善効果が各方面にわたる優れた臨床成績として示される一方で、高気圧酸素治療の奏効機序に対する疑問として、血液酸素分圧の上昇が末梢血管抵抗を増大し、血流減少を招来する事実に着目して、かりに高気圧酸素治療によって多少の溶解酸素の増量が得られたとして



も、血管抵抗の増大がこれを相殺するのではないかとする疑問が繰り返し提起された。

この疑問には、長い間、明確な解答が与えられなかったが、昭和53年、われわれの実験的検討によって、動脈血の酸素分圧の上昇は健常部の血管抵抗を増大するが、虚血部においては低酸素症が存在する間は血管抵抗は増大せず、低酸素症が正されて後、初めて血管抵抗の増大が認められる事実が明らかにされる<sup>9)</sup>におよんでようやく解決され、これによって低酸素症に対する高気圧酸素治療の卓抜した効果発現の機序は完全に解明されたと考えている。

#### 5.4. チトクロムCの効果について

われわれが検討の対象とした症例は、種々の外科的治療が無効であった後に、あるいはこれらの治療と併用して各種の薬剤治療が試みられた中で、既にチトクロムCも大多数の症例に投与されながら、その効果を全く認め得なかった症例である。単独ではその効果を示し得なかったことに証明されるとおり、チトクロムCの効果には限界があり、この場合、その効果は過大評価されるべきではない。単独では無効であったチトクロムCも、高気圧酸素治療との併用によって、初めて虚血組織における酸素利用効率の向上に資し得たものと考えらるべきである。

## 6. 結 語

交感神経節切除または直達血行再建その他、種々の外科的治療が無効で、早期の社会復帰のためには切断の他にないと判定された慢性四肢動脈閉塞性疾患症例161例に対して高気圧酸素治療を行った。

1) 高気圧酸素治療装置として、昭和41年11月から43年4月までは小型治療装置を使用、酸素加圧方式によったが、同年5月以降は大型治療装置を使用し、空気加圧、酸素吸入方式に変更して現在にいたった。

2) 高気圧酸素治療の治療条件は、2ATA、75分、この間、純酸素吸入、1日1回、休日を除き連日とし、皮内反応陽性例を除く大多数の症例に対して毎回治療開始直前にチトクロムC 15mgの静脈内投与を併用した。

3) 継続する頑固な疼痛および難治性潰瘍の両者を示標として治療成績を評価すると、約70%の

症例において疼痛の完全消失ないし著明な改善が得られ、また潰瘍の完全治癒または顕著な縮小を得た症例は80%に達した。

4) この結果、切断はmajor 17例、minor 23例に止めることができ、切断率を著明に低下させることができた。

これらの成績から

5) 外科的治療の無効であった慢性四肢動脈閉塞性疾患症例においては、高気圧酸素治療は、切断を考慮する前に、試みられるべき治療法として極めて有効な治療法であると思われる。

この論文の一部要旨は第79回日本外科学会総会(1979)、第80回日本外科学会総会(1980)および第8回国際高気圧環境医学会議 VIIIth International Congress on Hyperbaric Medicine (1984) などにおいて報告した。

#### 〔参 考 文 献〕

- 1) 七野滋彦, 榊原欣作: 特発性脱疽に関する統計的考察, 日本外科学会雑誌56(4): 433-455, 1955
- 2) 城所仁, 高雄哲郎, 川村光生, 榊原欣作, 高橋英世, 小林繁夫, 小西信一郎, 浅井れい子: 難治性末梢血行障害に対するOHP治療, 日本高気圧環境医学会雑誌8: 54-56, 1973
- 3) 城所仁: 末梢血行障害に対する高気圧酸素治療の臨床的研究, 日本外科学会雑誌69(4): 429-449, 1968
- 4) 榊原欣作: 名古屋大学医学部付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) 仁瓶正教: 実験的四肢動脈閉塞における乏血部組織変化におよぼす高気圧酸素療法及びCytochrome C投与の影響, 日本外科学会雑誌69(2): 229-245, 1968
- 6) Fasciolo, JC and H Chiodi: Arterial oxygen pressure during pure O<sub>2</sub> breathing. Amer. J. Physiol. 147: 54-65, 1946
- 7) Sendroy, J, Jr., RT Dillon and DD Van Slyke: Studies of gas and electrolyte equilibria in blood. X IX. The solubility and physical state of uncombined oxygen in blood. J. Biol. Chem. 105: 597-632, 1934
- 8) 日比行雄: 難治性潰瘍, とくに火傷後潰瘍の治療におよぼす高気圧酸素治療の効果に関する実験的研究, 日本外科学会雑誌69(7): 886-901, 1968
- 9) Kawamura, M, K Sakakibara and T Yusa: Effect of increased oxygen on peripheral circulation in acute, temporary limb hypoxia. J. Cardiovasc. Surg. 19 (2): 161-168, 1978