研 究

末梢動脈閉塞症に対する高圧酸素療法と
理学療法の意義について*八 木 博 司** 有 馬 正 士*** 麻 生 宰
松 山 家 昌**** 安 元 公 正*****

はじめに

下肢の動脈閉塞症のうち血行再建術の適応となる症例は、膝臓動脈より中枢側の閉塞症例でかかる症例は全症例の約1/3前後と考えられ¹⁾、適応外の症例—すなわち膝臓動脈以下の閉塞症例に対しては現今広く腰部交感神経切除術が行なわれている。

しかし、腰部交感神経切除術のみで永続的効果を期待することは困難な症例も少なくなく、このような場合、外科治療上きわめて難渋するものである。

著者の1人八木は九大井口外科在局中より、進行した末梢動脈閉塞症例に対して高圧酸素療法を試み、九大温研外科赴任後、温熱療法を主体とする理学療法について検討する機会を得たので、これらの成績を総括し、血管外科における高圧酸素療法と理学療法の意義につき報告したいと思う。

I. 高圧酸素療法および温熱療法の
効果に関する実験

実験動物として体重 2kg 前後の成熟家兎30羽を用い、家兎の右股動脈を結紮離断して血行障害を作製した後、末梢側皮膚温の変化、下肢還流静脈血の PO_2/PCO_2 ratio、副血行路発達

程度を次の5群に分けて比較検討した。

第1群は無処置対照群で、第2群は3絶対気圧の純酸素環境下に90分間動物を放置したものであり、第3群は高圧療法下に低分子デキストランを 10cc/kg 持続的に注入したものである。デキストランは家兎を固定後、耳介静脈より注入した(図1b)。

使用した高圧タンクは著者の1人八木の考案によるもので、小型タンクで輸血・輸液が可能なる仕組みになっており、泉工医科工業で試作したものである(図1a)。

第4群は温泉地特有の泥浴で、きわめて優秀な温熱効果をもたらすとされている鉦泥浴に30分間家兎の両下腿をひたしたもので、温泉の温度は40°C 前後であり、第5群は鉦泥浴後直ちに高圧療法を行なったものである。これら各群における治療は動脈結紮後2日目より開始し、隔日に5回行なった。

皮膚温の測定には medical thermometer MT-3型を用い、治療開始前、治療開始後5日目と10日目に家兎を恒温室(室温 $22\pm 0.3^\circ\text{C}$ 、湿度55%)内に一定時間放置した後測定した。

また、還流静脈血のガス分析は5回目の治療が終了後、家兎の股静脈を露出して採血し、astrup AME 1型を用いて測定した。

II. 実験結果

1) 末梢側肢における皮膚温の変化

家兎の足背部皮膚温を健側と患側とで測定し、その差をスポットしてみると図2に示すごとくで、無処置群における皮膚温の差は動脈結紮後7日目で大体安定し、患側肢で1.8°C 低く

* Significance of hyperbaric oxygen and heating therapy for peripheral arterial occlusive disease.

** 元九州大学温研外科助教授、国立福岡中央病院外科
Hiroshi Yagi et al.: Fukuoka National Hospital Medical Center. Dept. of Surg.

*** 九州大学温研外科

**** 元九州大学温研外科 大分医師会病院外科
***** 九州大学温研外科

図 1 a 高圧タンクの構造

A: 輸血または輸液のためのパイプ

B: 輸液槽内の圧と本体の圧を同一にするためのパイプ

図 1 b: 高圧タンクの内部

なっているのに対し、治療群における皮膚温の差を動脈結紮後12日目にて検討してみると、いずれも無処置群より少なく、患側肢皮膚温は健側肢より高圧療法単独群で 1.2°C 、高圧+デキストラン群で 0.85°C 低くなっていた。また第4群の鉍泥浴単独群では 1.05°C 、鉍泥+高圧群では 0.95°C 低下していた。

したがって、無処置群と治療群との間には明らかに差を認め、治療群中、高圧療法単独群より他の治療群においてよりよい成績が得られた。

2) 還流静脈血の PO_2/PCO_2 ratio.

還流静脈血の PO_2/PCO_2 ratio を動脈結紮後12日目に股静脈より採血して測定してみると図

図 2 股動脈結紮後の足背温 (家兎 5 例平均)

室温 $22^{\circ}\text{C} \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 湿度 55% 図 3 下肢還流静脈血の $\text{O}_2 \cdot \text{CO}_2$ 分圧比 (結紮後12日目, 家兎 5 例平均)

3に示すごとくで、健側肢と患側肢の PO_2/PCO_2 ratio は無処置群で 1.67 と 1.02 であり、高圧療法単独群では 0.89 と 0.64 で、高圧+デキストラン群では 1.08 と 0.89 であり患側肢の PO_2/PCO_2 ratio はそれぞれ健側肢の 61%, 72%, 82% をしめしていた。また、第4群の鉍泥浴群では健側肢 1.46、患側肢 1.4 であり、鉍泥+高圧群のそれは 0.97 と 0.96 で、患側肢の PO_2/PCO_2 ratio はそれぞれ健側肢の 96% と 99% をしめしていた。

還流静脈血における PO_2/PCO_2 ratio が末梢組織におけるガス交換の状況を反映するものと考えれば、これが健側肢に近づくということは、患側肢における酸素供給が副血行路を介して盛んに行なわれていることを意味するものと考えられ、高圧療法単独群より鉍泥浴群、または高圧にデキストランなどを併用した群においてよ

a : 無処置群 b : 高圧+デキストラン群 c : 鈎泥群
a) に比べ b) c) において副血行路の発達著明
図 4 血管造影像 (動脈結紮後12日目)

りよい成績が得られた。

3) 血管造影所見

次に、副血行路発達の程度を比較するために、実験終了時、腹部大動脈終末部より造影剤 (76%ウログラフィン3cc) を注入して血管造影を行なった。

その結果、前述の実験成績とほぼ同様の結果を得、無処置群と高圧療法単独群との間には顕著な差を見出し難かったが、鈎泥浴群または高圧デキストラン群において副血行路の発達は著明であった。図4はその代表的血管造影像をしめたものである。

4) 小 括

以上の実験結果を総括して、高圧療法および温熱療法はいずれも下肢の血行障害に対して効果を有すると考えられ、その効果は後者の方がはるかに大きいと考えられた。

しかし、高圧療法でも高圧環境下でデキストランを注入すれば、温熱療法と同様の治療効果を期待し得ることがわかり、実験条件を一定にすることが困難であったため、高圧下で鈎泥浴を施行する実験は試みなかったが、鈎泥浴に次いで高圧療法を行なった一第5群の成績から考えて、この両者の同時使用は治療効果をさらに向上させうるものと推定された。

III. 末梢動脈閉塞症に対する高圧酸素療法および温熱療法の効果

前章にて高圧酸素療法は末梢動脈閉塞に対して有効と考えられる知見を得たが、これらの実験的知見とは無関係に、私共はすでに高圧酸素療法および温熱療法を臨床例に用いていたので、これらの成績を総括し、これら療法の臨床的意義について考察してみたいと思う。

高圧酸素療法の臨床使用経験は表1に示す22例で、Vickers 型の高圧タンクを用いて123回の高圧療法を行なった。

この治療経験は著者の1人八木が九大井口外科在局中に行なったもので、その詳細はすでに学会誌上^{2)~4)}に発表しているので、ここでは簡単に述べる。

すなわち、治療方法は3絶対気圧1時間を原則とし、治療回数は週2~3回で、タンクの構造上高圧下での輸液は不可能だったため、治療前に患者にイミダリン2A、低分子デキストラン500ccを注射した。

治療の対象とした症例は、腰部交感神経切除など各種の外科的療法をうけた後、なお愁訴を有するもので、その処置に難渋した症例である。

治療効果の判定として、自覚的・他覚的症状の好転を認めたものを有効とし、自覚的症状の好転を認めたものを改善として、その治療成績

表 1 高圧酸素療法の成績—九大井口外科，昭43. 10. 1—

Disease	Cases	Frequency of O.H.P. treat- ment	Result			
			good	improved	unchanged	unknown
Occlusive arterial disease	16	102	4	5	3	4
Gangrene	2	4	0	0	2	0
Raynaud's phenomenon	1	5	1	0	0	0
Leg ulcer	1	6	1	0	0	0
Miscellaneous	2	4	0	0	0	2
Total	22	123	6	5	5	6

を検討してみると，表 1 に示すごとくで，ba-
rotrauma，家庭的事情などで治療の続行が不可
可能になった 6 例を除き，有効 6 例，改善 5 例
で，約半数に治療効果を認めた．有効例の中
には rest pain の緩解または消失，難治性潰瘍の
縮小または消失を認めたものがあり，一般に湿
性肉芽を乾燥してデマルケーションを促進させ
る作用のある事がわかった．

従って，高圧酸素療法は進行症例のある種
のものに対して効果的と考えられた．

次に，末梢動脈閉塞症に対する温熱療法の効
果を検討するため，私共は昭和39年 1 月から昭
和43年12月末までの約 5 年間に九大温研外科に
入院した末梢動脈閉塞症57例中，教室で腰部交
感神経切除術を行ない，術後鉱泥浴を主体とす
る温熱療法を行なった30例を対象として，アン
ケートにより治療効果を検討してみた．

これらの症例はいずれも血管造影の所見上，
血行再建術の適応がなかったものである．

その結果，表 2 に示すごとく，アンケートに
返答をもらえなかった 6 例を除き，術後平均 3
年半で24例中18例75%に有効という成績を得
た．

この成績はこれまで諸家によって発表された
腰部交感神経切除術の成績に比べて，優るとも
劣らない成績のように思われ⁵⁾⁶⁾，前述の高圧
療法と共に温熱療法も，循環障害の改善に補助
的役割を果たすものと考えられた．

したがって，これらの療法は外科的処置に全
く困惑した進行症例に対して，一応試みられる

表 2 温熱療法の効果，（ ）症例数

退 院 時 効 果		遠 隔 成 績 (平 均 3 年 半)	
発病前に近い 作業能力を復帰	80% (24)	効果が認められ るもの	75% (18)
入院時に比して 軽快	20% (6)	効果が一過性で あったもの	8% (2)
入院時とほとん ど変わらない	0%	悪 化	17% (4)
計	(30)	計 (回答率80%)	(24)

べき方法と考えられる．

IV. 血行再建術と理学療法

動脈閉塞症に対して血行再建術がもっとも効
果的な治療法であることは異論のないところで
あり，血行再建術後の理学療法が罹患肢の機能
回復を促進させるであろうことは容易に想像さ
れるところである．

このような観点から，教室では昭和44年 1 月
来，血行再建術を積極的に行なうようになり，
これまで血行再建症例20数例を有するが，これ
ら症例中最近の数例において，大分大学植村講
師の協力を得，術後半強制的に運動を負荷して
罹患肢の機能を検討してみた．

ここに代表的 1 例のパターンを示して理学療
法の意義につき考察してみたいと思う．

症例はiliac occlusion に infra-popliteal occlu-
sion を合併していた54歳の男子で，この例に対
して合成代用血管を用いて aorto-femoral bypass
を行なった（図 5）．

術後 2 週目から罹患肢の筋力増強を半強制的
に行ない，筋力増加の程度と末梢側肢における

(術前)

(術後 1 月日)

図 5 腸骨動脈閉塞症の 1 例 (本○)

皮膚温の変化を調べてみた。

図 6 a は各種筋肉における筋力増加の状態を示したもので、各筋群において筋力は多少の差はあるが一様に増加し、運動負荷後 10 日目前後で健側肢の筋力に近づく傾向を認めた。

また、罹患肢との共同作用を必要とする自転車ふみ運動、膝の屈伸運動、足首の屈伸運動も図 6 b に示すごとく、運動開始後 10 日目前後ではほぼ正常に近い値まで改善され、このような運動量の増加に伴って、足背部皮膚温も上昇していく傾向を認めた(図 6 c)。このことは末梢側肢への血行が運動負荷によって著しく改善されたことを示したものと考えられ、このような効果は温熱療法に際してもまた同様に認めら

図 6 a Pully 負荷運動による筋力の変化

A. プレーキ一定状態下 B. 直立姿勢での C. 直立姿勢での
の自転車ふみ運動 膝屈伸運動 足首屈伸運動

図 6 b 各種運動負荷による運動量の増加

図 6 c 温熱および運動療法後の皮膚温の変化

れた(図 6 c)。

したがって、血行再建術後の理学療法は、な

がらく阻血状態下にあった罹患肢の機能回復を促進させると考えられ、血管手術後のリハビリテーションとして意義あるものと考えられた。

むすび

末梢動脈閉塞症に対する高圧酸素療法および理学療法（温熱療法）の意義につき、実験的並びに臨床的に検討を加え、次の結論を得た。

① 高圧酸素療法および理学療法（温熱療法）は、実験的に循環障害の改善に有効なことがわかり、外科的処置に全く困惑した進行症例に対して、これらの療法は奏効する場合のあることがわかった。したがって、進行症例に対してこれらの療法は一応試みられるべき方法と考えられた。

② 血行再建術後のリハビリテーションとして理学療法は有意義と考えられる所見を得ており、今後さらに症例を重ねて、この点を検討す

る予定である。

（本論文の要旨は第4回日本高気圧環境医学会、第31回日本臨床外科医会にて発表した。終りに辻秀男教授の御指導に深謝する。）

文 献

- 1) 井口潔, 八木博司, 草場昭, ほか: 手術, **22**; 27, 1968.
- 2) 井口潔, 八木博司, 草場昭, ほか: 日本高気圧医会誌, **3**; 24, 1968.
- 3) 八木博司, 清瀬隆, 伊藤年徳, ほか: 治療, **49**; 2127, 1967.
- 4) 八木博司, 谷川精一, 清瀬隆: 外科診療, **9**; 1575, 1967.
- 5) 稲田潔: 末梢血管の疾患, 第1版, 金原出版, 東京, 183頁, 1965.
- 6) Shumacker, H. B., Jr., : Sympathetic denervation of the extremities. Current problems in surgery, Year book medical publishers, Inc., Chicago., p. 28, 1965.