

The Current Position of Hyperbaric Medicine

W. G. Trapp, M. D.*

私は太平洋岸の町に生れ、そこで少数ではあったが日本人の子供達と学童期をすごした。彼等は礼儀正しく、よく勉強し、いつもクラスの上位 $\frac{1}{3}$ を占めていた。放課後、彼等はもう一度、今度は日本人学校へゆき、母国の伝統を学んでいたが、そのことに私はよく感心したものだ。

やがて私は成長し、大学に入学してからは、毎夏、インペリアル石油で働きながら学業を続けた。卒業後の研修期間中は精神科医として勤務し、後には胸部外科、さらに心臓外科の分野へと進んだが、この間も日本の友人たちとの接触を通して、幼い頃の友情と異国文化へのあこがれとを保ち続けた。

このような次第で、今日ここに皆さんにお話する機会を得たことは、私にとり大変に名誉なことであり深く感謝している。

高気圧医学は北米の大多数の医師達にとってなお未開の分野である。当初の熱狂的な期待が薄れて10年、OHPはいまはじめて、増加しつつある多くの適応患者の治療に、他の治療手段と併用して用いられる“スーパー酸素テント”としての位置づけがされつつあるように思う。

ここにお見せする適応表(表1から4まで)は、E. P. Kindwallの委員会*により作られたもので、OHPの適応をより広く弾力的にするための試みがされている。ガス壊疽のような適応は絶対的に支持されるが、老人性痴呆のような疑問の多いものは殆ど支持されない。また回春を目的とするようなものも適応として支持

されることはない。(※訳者注：The Committee on Hyperbaric Oxygenation of The Undersea Medical Society)

私はこの委員会のメンバーの1人として、この委員会が権威主義的なものにならぬよう特に強い関心をはらっている。私は、金銭上の利益に結びつくような医療技術がしばしばごく早期の段階からもてはやされ、強力な支持者の層にかこまれやすいことを知るにつけ胸が痛む。私はこれまでも、物質的にはたとえ恵まれなくとも、科学の進歩そのものに興味を見出すように同僚を導いてきた。

私は異なる教育的背景をもつ科学者たちとの交わりの中に、新しい発想が生れ出ることを期待する。すばらしい発見の多くは偶発的なものであると思う。われわれの実験は、あまりにも多くの偏見や予見に満ちあふれているが、しかし、卒直な目で見るとすれば、その中にも真の発見に到るような多くの“驚き”に出くわすことであろう。これからお話ししようとする新旧とりまぜての内容の中から、新しい高気圧医学の着想が生れ出ることを期待したい。

私共の実験のごく初期の頃に、犬の心筋硬塞の実験で3 ATAのOHPと1 ATA下の酸素吸入を比較して、3 ATAのOHPがすぐれていることを示したところ、すでに10年前にロンドンのThurstonらも臨床的研究により同じ結果を示していたという論争がおこったのには驚かされた。

われわれの大型タンクを使用した最初のOHP成功例は、ASD(心房中隔欠損症)の検査を受けていた生後6ヶ月の乳児症例である。心

* University of British Columbia, B. C., Canada

臓カテーテルの検査中に誤って空気が注入され、その結果、右心房、ASD、大動脈および頸動脈の空気による明瞭な造影像が得られたが、一方で虚脱状態となった患者はただちに7 ATAの空気加圧を受け間もなく回復し得た。ところが減圧終了直前、突然、子供は不穏状態となり泣き出した。当惑するわれわれを尻目に、父親になったばかりの若いレジデントが肩にだきあげ“ゲップ”をさせたところ、たちまちにして子供のきげんは良くなった。これこそ最初の“心臓症例”で、処置は脳血管中の気泡を高圧下に圧縮することであったが、減圧終了直前、大きく拡張しすぎた胃に一同驚かされたというわけである。

OHP研究の初期に、酸素中毒の発症部位として肺が重視されたことがあった。われわれも当時、界面活性物質に重点をおいた研究をおこない、電子顕微鏡なども導入したものだ。大型の動物に3 ATA下で7時間、純酸素を吸入させると光学顕微鏡像や界面活性物質には変化が認められなくても、脳の活動が停止することを発見した。今にして思えば、電顕像の細胞原形質内におこっていた変化を読みとれなかったということであろうか。

次にわれわれは人の脳と酸素中毒の関係に興味をもったが、コンピューターまで動員した研究をおこなっても何等重要な知見を得ることはできなかった。脳波上は、酸素中毒のけいれんに先行する異常は認められなかったが、しかし、われわれの高気圧室勤務の看護婦たちは、患者の心理的状況により、けいれん発作の間近いことを予言できた。

1970年頃、われわれは数例の肺塞栓症症例を経験した。大気圧下では開胸術に耐えられないような重症例でも、3 ATAのOHP下ではよく手術に耐え得た。手術はきわめて簡単で、肺動脈を切開し、バルーンカテーテルで凝血塊を取り除くのであるが、バルーンが少しでも膨張しすぎると肺動脈が容易にさけるのには驚かされた。榊原会長は親切にも、この経験を述べるようにすすめてくれたが、あくまで限られた例数でしかないことと、今日この目的のためには良い膜型人工肺があり、OHPは救急医療の

面でもっと適切に使われるはずだと考えたことなどの理由で、ここでは省略する。なお、この詳細は、私の協同研究者によりアメリカの医学雑誌*に発表された。（*訳者注：L. H. Burr, et al.: Pulmonary embolism: Surgery in a hyperbaric chamber. J. Thoracic & Cardiovas. Surg. 72: 306, 1976.）

いわゆる低心拍出量症候群は、それが心筋硬塞によるものであれ開心術後であれ、心拍出量の増加なしに血中の酸素を増加させ得るOHPの適応である。この適応をめぐるわれわれの施設では、1人用装置対大型タンクの優劣に関する問題が提起された。すなわち、1人用装置は少ないスタッフで運用でき、職員が加圧されないで済む反面、火災の危険と患者が付添なしに加圧される危険とがあり、投薬も困難である。われわれの大型タンク内では通常の手術室における操作はすべて可能で、4人の搬送患者または2台のストレッチャを同時に収容できる。職員不足のため治療条件はしばしば変更されたが、多くは2.5 ATA 163分であった。ある時、休日に3例のガス壊疽患者が来院し、3番目の症例の時には高圧室関係の職員が残っていなかった。そこで、8時間おきに2時間ずつ1 ATAでプラスチックのバックを用い、毎分15 Lの流量で酸素を流して治療した。この場合、血中の酸素分圧は540 mm Hgであったと思われるが、この患者が良好な経過をたどったことは驚きであった。開心術後患者のOHP治療上の問題点は、多くのモニター機器をつけたまま高圧タンク室まで搬送しなければならないことで、しばしば、効果的な治療時期を失することとなった。もしも1人用の治療装置がICUにあれば、もっと頻回に活用されたものと思われる。V社から寄贈された1人用チャンバーが行政上の問題から使用できなかったのは残念であった。カウンターパルゼーションとOHPを比較する実験の結果も、明らかにOHPの方が有利であったが、それだけに1人用チャンバーの使用を制約するような院内事情は、耐え難いほど残念であった。

次に私は、冠動脈閉塞の際に、心臓を庇護する効果をもつOHP環境下にA-Cバイパスを

おこなうことを考えた。われわれの計画は、小さなプラスチックカニューレで大動脈から冠動脈への血行を得ることである。カニューレはグラフトの側面または分枝を介して冠動脈の末梢へ挿入する。この方法で末梢の心筋は良く灌流され、末梢側の吻合は、心拍動下にカニューレをステントとしておこなうことができる。吻合口の中樞側と末梢側、冠動脈の周囲にかけた太いやわらかな縫合糸により吻合部は固定され、同時に吻合口からの出血も制御できる。

手術の際はまず1 ATA で心拍動が安定しているかどうかを見る。驚いたことに、100 例中1 例も心室細動を経験しなかった。動脈血酸素分圧が 350 mmHg 以上であれば徐脈もおこらない。全例、人工心肺は使用しなかったが、手術死は1 例もなく、術後死の1 例は脳血管障害 (CVA) によるものであった。

その後、冠動脈の研究は中断したが、2 年後になって、私の症例中、静脈グラフトの開存率はわずか 52% で、一方、内胸動脈グラフトのそれは 70% であったとの報告が出された。前者の成績が悪いのは血液凝固機能に問題があるものと考え、その後ヘパリンを術後に使ったが、まだ十分な例数を得ていない。

人工心肺なしの冠動脈バイパス手術は患者に良い結果をもたらす。麻酔レジデントの1 人は、術後第1 日目に自宅への手紙を書いている私の患者を見た。同時に、気泡型人工肺による手術例が3~4 日ぐづつづくのに比し、膜型人工肺を用いた例の術後経過が、私の手術例に似ていることにも気付いた。以前の精神科医としての訓練を活かし、これら精神症状の内容を検討してみたが、気泡型人工肺使用例で元の職業に復帰し得たのは半数で、大多数は、長期間、人間性の変化を来した。

私の同僚の作った映画によると、気泡型人工肺を使用したあとの末梢毛細血管床では血小板と赤血球の凝集による血流の途絶が見られる。気泡型人工肺は血液凝固因子を3~4 時間の内に消滅させる。膜型肺は当初、凝固能を低下させるものの、その後安定し幾日も使用し得る。膜型人工肺を使用しても心内血吸引回路を使用すれば微小粒子の発生を見る。血液と気体の接

触にも問題があるといつてよい。多くの医師たちは、たとえ脳障害が残ろうが、左冠状動脈の主幹が閉塞されたままであろうが、患者の“生活の質”は向上したというがそれでよいのであろうか。私は、やはり何とかしなければならぬと思う。北米の高い水準の文化を輸入すると同時に冠動脈疾患までとり入れた日本人が、このような前車の轍を踏まれぬよう希望する。

私の旧友 I. Brown が Duke 大学を去る時に残した仕事で、私でなければ皆さんのどなたかに完成してほしい研究がある。初期の、低体温法と併用した心血流遮断法の欠点は脳障害を残すことだった。彼は、低体温下では酸素の解離が極端に悪くなることに気づき、これでは低酸素状態の組織が十分な酸素を受けとれないうちに血液が素通りしてしまうのではないかと考えた。彼はこのことを広汎な脳障害の原因と推定し、組織液の酸素分圧を直接に上昇させる OHP の併用によりこの欠点を取り除けると考えた。心冷却停止法が有効であるように、現在の体外循環法に批判的な人ですら、OHP 下での心血流遮断法には魅力を感じるものと思う。

私共がよくおこなったものに、ペースメーカー植こみ術に関連した OHP の応用がある。患者の平均年齢は 72 才、中には 90 才以上の人もいた。術後よくおこる精神異常に対し 2.5 ATA、163 分の OHP は効果的であるのみならず、創部の治癒を早めた。

開胸術創の治癒が遅延する症例にも OHP を試みた。わずか 3 例ではあるが、乳癌で放射線治療を受けていた患者の手術創治癒に著効を奏した例がある。

OHP は医学の全領域で活用される。ある患者の主治医は、当初すすめて OHP を試みるが、やがて後には OHP を酸素テント同様に使えることを喜ぶようになるだろう。特に血管外科医、整形外科医、一般外科医、そして形成外科医たちは OHP を必須の治療手段として考えるようになる。

ガス壊疽の患者はカナダ中から時にはジェット機で送られて来る。本症に対する OHP の効果は広く認められているが、その有効性を統計的に示すことは個々の症例による差異が大きい

ため困難である。しかし大部分の医師達は、彼等の重症患者が第1回目のOHPを受けた後、血圧や心電図を初めとする諸症状が好転するのを見て、OHPのすばらしさを納得する。ガス壊疽の問題点は溶血とそれに伴う毛細血管床の血流途絶および無尿の対策である。溶血によりわずか2時間以内に全赤血球の半分を失うこともあり、3 ATAの緊急OHPをすゝめたい。必要最少限の外科的ドレナージの併用も良いが、外科的処置に手間取ってOHPの開始が遅れたために死亡した例が多い。進行性の溶血をおこした患者で、OHPに続く血液透析により救命できた例もあり、このような例も望みを捨ててはいけない。

他の嫌気性菌感染や混合感染はガス壊疽ほど効果的ではない。多くの一般外科医が下部消化管手術に瘻孔を併発した症例を送ってくる。皆様の中には、先のバンクーバー市での国際学会で米国のG. Hartが発表した下顎骨の放射線壊死に対するOHPの有効性に関する報告をおぼえておいでの方もあるかと思う。われわれも5例中4例の有効例を追加した。

私のところの以前のレジデントで、現在、泌尿器科を専攻しているある医師が、拡大骨盤内廓清術と放射線療法後におこった3例の骨髄炎を伴う広範な骨盤内感染症患者の症例報告をまとめ近く発表する。2例は治癒したが、1例は閉所恐怖症のためOHPを中止した。

同じくG. Hartは、胃食道切除術後の口側吻合部の組織酸素分圧に関する研究をすゝめている。この手術の失敗の原因は血流の減少により上部胸腔内や頸部の吻合部に瘻孔を形成することである。驚いたことにOHPにより上昇した吻合部組織の酸素分圧は6時間もの間、高値を保ち続ける。このことは間歇的なOHPによっても持続的な効果を得られることを意味し、われわれも臨床的に応用し始めているが十分な例数を経験していない。

感染症に関する最後の話題は本年6月、Duke大学のG. Hillの発表した研究である。細菌とOHPに関する彼女の業績は有名だが、彼女によれば細菌は人間の細胞以上に酸素分圧の上昇に対し強い耐性を示す。ガス壊疽の場合の劇的

な効果は毒素の産生抑制によるもので、他の感染症の場合は、細菌そのものへの効果ではなく、組織の反応性が高まったためであるとされる。

次は新しい話題として、カナダ医師会雑誌に発表したシアン化物中毒を紹介する。警官に追われた泥棒が青酸塩でメッキされた箱にかくれたが、意識不明となり頻発するけいれんと無尿を主症状に救急病院へ入院した。通常亜硝酸塩とチオ硫酸塩による治療が無効であることから、われわれのところで3 ATAのOHPを試みた。興味深いことには、彼は間もなく覚醒しまともな行動を示した。利尿もつき、次に何をすべきか迷ったが、すでに亜硝酸塩やチオ硫酸塩を併用したこともあり解毒が完了したものと判断し減圧したが何事も起らなかった。この例は十分に討議し尽したが、結局、チトクローム酸化酸素以外の酵素系がOHPのもとで作動したものである。

次の話題は、最近寄稿した腸壁囊状気腫と呼ばれる比較的稀な腸管閉塞症の例である。腸管壁は壁内のガス囊により非常に厚くなる。これらは良性のものであるが、ガスの起源はバクテリアの酸酵によるものであろうと云われる。最初の症例である80才の女性では、直腸指診をおこなった外科医は風船に触れたようだと表現し、レ線写真も典型的なものであった。OHPによりガス囊を縮小し、内部のガス(殆んどが窒素)を酸素に置換することを目的に3 ATAのOHPをおこなった。閉塞は除かれX線写真も正常化して退院した。第2例目は、開腹して閉塞部の腸管切除をおこなったがガス囊による閉塞が再発した例で、2度目の腸管切除をおこなう前にOHPを試みたところ、直ちに症状が消失しX線写真も改善を示した。この例は最近、部分的な再発が見られ、近くOHPを予定している。

私は、リウマチ性心疾患で、僧帽弁にリークがあり低心拍出量症候を示す56才の女性の診察をたのまれた。彼女は攻撃的で多弁で、他人の云うことを聞こうとしないために精神科病棟へ入れられていた。彼女は疑い深く、さしずめ分裂病の躁状態といった状況であった。精神科医は弁置換の可否を決定するためにも、血中酸

素分圧を上昇させたら精神状態がどのように変わるかを知りたがった。

3 ATA に圧をあげると、高度に偏執狂的な会話は水道の栓をとめるが如くピタリと止り、患者の態度は正常に戻り静かになった。減圧によって元の病的な状態が出現したので、もう一度加圧してその差異を録音した。私は、シナプスの生化学におよぼす OHP の影響について研究ができるという期待に興奮したが、患者はひき続き通電療法を受けているので、それが終了するのを待っている。

かって私が居た McGill 大学の Oertel 教授は、ゲーテの詩から「山頂をきわめた時、空が近づいたのではなく、ただ地平線が広がっただけであった」という言葉をよく引用しておられた。これは高気圧医学の分野にもあてはまることで、OHP の真の有用性はやっと注目され始めたばかりである。OHP 無くしては解明され得ないような生理学の分野も存在する。現時点において確立された適応だけでも、大都市には最小限 1 ケ所の高気圧医学センターが必要であると断言できる。皆様のご静聴を感謝する。

(本稿は招請講演の口演原稿を抄訳したものである。なお参考までに、1965 年以来、Trapp 博士により適応とされている疾患群を表 5 および表 6 にまとめて示した。)

表1. 分類 I (絶対的適応)

出血性貧血
 急性一酸化炭素中毒
 急性青酸中毒
 急性減圧症
 急性空気塞栓症
 ガス壊疽
 生着不良な皮膚移植
 煙吸入
 穿掘性潰瘍

表2. 分類 II (適応が考えられるもの)

アクチノマイコーシス	急性外傷性末梢虚血
急性末梢動脈不全	急性中心腎動脈不全
バクテロイド感染症	網膜症
挫減創	外科的補助手段
急性脳浮腫	切断肢の縫合
外傷性脳脊髄損傷	急性熱傷
腸閉塞	動脈血行障害による二次的 慢性皮膚潰瘍
難治性骨髄炎	静血性潰瘍
早期骨髄炎	
放射線骨髄壊死	
軟部組織放射線壊死	

表3. 分類 III (将来適応拡大が考えられるもの)

全身性好気性菌感染症	溺水後低酸素症
急性脳血管障害	一時的致命的肺不全
肺炎腫	鞏皮症
皮下気腫	老衰
骨折	鎌状赤血球症
凍瘡	鎌状赤血球症性血尿症
淋菌感染症	慢性脳卒中
片頭痛	破傷風
結節癩	褥瘡性潰瘍
脳膜炎	胃潰瘍
ショックを伴う心筋硬塞	栄養性皮膚潰瘍
ショックを伴わない心筋硬塞	糖尿病性皮膚潰瘍
肝壊死	慢性末梢血管不全
臓器保存	脳不全に基く眩暈
窒息後低酸素症	

表4. 分類 IV (適応のないもの)

動脈炎
 乳房の形成 (硬くしたり、大きくしたりすること)
 染髪をもとにもどすこと
 高血圧
 多発性硬化症
 性的活力をとりもどすこと
 皮膚の皺をのばすこと

表5. われわれの主要適応(1965～)

ガス壊疽
褥瘡性潰瘍
嫌気性菌感染症
虚血性壊死
減圧症
心臓手術(閉鎖手術)
難治創(治癒の遅延している創)
ペースメーカー移植部の感染
体外循環後の合併症
低酸素血症

表6. われわれのその他の適応(1965～)

骨髓炎
放射線骨壊死
中枢神経系の機能不全
一酸化炭素中毒
肺気腫
肝炎
冠一動脈バイパス
放線菌感染症
癲癇性頭痛
脳血管障害
急性脳症
術後意識障害
僧帽弁狭窄症
肺塞栓症
心筋硬塞
チアノーゼ性心奇型
肺動脈狭窄症