

【 総 説 】

高気圧酸素治療が費用対効果に与える影響

合志清隆¹⁾, 溝口義人²⁾, 高村政志³⁾, 下河辺正行⁴⁾, 岡元和文⁵⁾

産業医科大学 脳神経外科・高気圧治療部¹⁾, 健愛記念病院 外科²⁾
 熊本赤十字病院 国際医療救援部・救急部³⁾, 戸畑共立病院 内科⁴⁾
 信州大学 救急集中治療医学⁵⁾

高気圧酸素 (HBO) 治療の有効性と医療費に関連した文献レビューを行ない, この診療における費用対効果の現状を紹介する。近年の全般的な傾向としては, 治療装置の普及が世界的に進んでいることと, この治療法に関する臨床論文の報告が増えていることである。さらに, 重症・難治性疾患を中心としてHBO治療の有効性が高いとした報告が多い。また, HBO治療の併用は医療費の削減に寄与するとした報告がほとんどで, この費用対効果の算出に身体障害による経済的損失である逸失利益を加味すれば, この治療法の有用性は極めて高いと判断される。しかし, これまでの論文報告の内容をみると, 高い水準の科学的根拠を示した臨床研究と費用対効果の報告が小数にとどまっている。さらに, 諸外国のHBO治療の費用は一律であるか, 「救急的」と「非救急的」の二段階を設けていても小さな格差であることから, これに大幅な差のある本邦の診療報酬点数体系は是正する必要があると思われる。

キーワード 費用対効果, 高気圧酸素治療

The impact of hyperbaric oxygen therapy on the cost-effectiveness of medical treatments

Kiyotaka Kohshi¹⁾, Yoshito Mizoguchi²⁾, Seishi Takamura³⁾
 Masayuki Shimokobe⁴⁾, Kazufumi Okamoto⁵⁾

- 1) Department of Neurosurgery & Division of Hyperbaric Medicine, University of Occupational and Environmental Health, Japan
- 2) Department of Thoracic Surgery, Ken-ai Memorial Hospital
- 3) Department of International Medical Relief, Japan Red Cross Kumamoto Hospital
- 4) Department of Internal Medicine, Tobata Kyoritsu Hospital
- 5) Department of Intensive and Critical Care Medicine, Shinshu University

We reviewed articles and reports concerning the efficacy and cost-effectiveness of hyperbaric oxygen (HBO) therapy. Recently therapeutic approaches using this treatment have been expanding all over the world thus the total number of HBO-related articles has steadily increased for several decades. Many investigators documented that HBO therapy was effective for treatments of serious or problem conditions such as delayed radiation injuries, vascular or infectious diseases, non-healing ulcers and so on. Generally economic and cost information indicate that HBO therapy is a cost-effective modality in such conditions. However, one of the major problems in the field of hyperbaric medicine is that there are few clinical studies, which provide high level of evidence and with adequate economic analyses. When we performed the economic evaluation on the cost of treatments, HBO therapy appears to be effective for the management of serious or problem conditions. Comparing the cost of similar treatment in foreign countries, the cost structure of this treatment modality in Japan is very comparable.

keywords cost-effectiveness, hyperbaric oxygen therapy

I. はじめに

救急・重症・難治性疾患を中心として、高気圧酸素 (HBO) 治療の併用により良好な治療結果が得られている。さらに、治療そのものは低侵襲で副作用も少ないことから、この治療法がさまざまな疾患の診療に組み込まれてきている。しかし、医療費の高騰と生産人口比率の低下が危惧されている近年では、単なる治療効果だけではなく費用対効果を考慮することも重要である。このような医療を取り巻く環境の変化のなかで、主として欧米のデータベースを用いて文献レビューを行なった。この治療法の費用対効果の現状を紹介し、同時に今後の課題についても述べる。

II. 最近の傾向

1. 治療装置の普及状況

本邦でHBO治療が可能な施設数は、本学会の安全協会の調べでは1996年6月の596施設から2003年6月の736施設となっている。この普及には地域格差があり、顕著な増加を示しているのは九州地区である。また、複数の治療装置を有する医療機関もあることから、治療台数はさらに増加していることになる。本邦のHBO治療機器の保有数は世界的にみても多い部類に属する。例えば、米国から1999年に出されたテキストによれば、世界の治療台数の37%を中国が保有し、次いで26%はロシアであり、本邦と全欧州とがそれぞれ10%ずつで、これに次ぐのは韓国の8%と米国の7%である¹⁾。しかし、米国の治療可能な施設数は1995年から98年の3年間で122%の増加と報告されているが²⁾、この傾向はドイツでも同様であり¹⁾、近年の急激な治療装置の普及がうかがわれる。

2. 費用対効果の報告

費用対効果の論文報告は1980年代から散見されるが、現在でも小数にとどまっている。HBO治療を取上げた総説論文のなかで、この問題を早い時期に紹介したのは1996年のTibblesらである³⁾。彼らは米国で行なわれているHBO治療の現状を述べ、放射線壊死や難治性潰瘍では30~40回の治療が行われており、その医療費は9,000ないし16,000米ドルになると記載して

いる。さらに、1994年に報告された下顎骨の放射線壊死の治療結果が引用されており、HBO治療が行なわれていない場合に比較して、この治療法は個人で96,000米ドルの医療費を削減すると述べられている。

1999年にはMittonとHaileyは、米国のFDA (食品医薬品局) が認可している13の傷病について、HBO治療の効果を文献的に検討している⁴⁾。しかし、明らかな治療効果は上記の4~6傷病にとどまり、それ以外の7疾患では科学的根拠に乏しいことが指摘されている。さらに、ある州でHBO治療施設が2つ目になれば、59~87名の新たな患者が治療される計算になるが、そのうち30~60名の患者では生活の質の改善に寄与できるにしても、その費用は600,000米ドルを越えるとして治療施設を拡大する状況にはないと述べられている。

2002年にはWangらが整形外科疾患に限って過去40年間の43論文を検討している⁵⁾。彼らは重症あるいは難治性の骨や筋肉疾患に対する併用療法としてHBO治療は重要な治療手段であり、入院期間・切断頻度・治療費の抑制につながると述べているが、医療費を検討した報告は2論文に過ぎないことも指摘している。

さらに2003年にGuoらは1985年から2000年までのHBO治療全般に関する英文の臨床論文1,014件を検索して検討している²⁾。彼らは米国における近年の治療施設の拡がりを紹介し、この治療法を扱った論文数は15年間で2倍以上の増加と述べている。しかし、その多くが症例報告や総説論文であり、臨床試験の報告は少数にとどまり、さらに高い水準の科学的根拠を示した報告は少ないとされている。また、費用対効果を中心とした調査は1つに過ぎず、この報告さえも十分な検討ではないと述べられ、この課題への取り組みが強調されている。しかし、このGuoらの報告は前述のMittonとHaileyの意見と比較した際に⁴⁾、この治療法を取り巻く米国の医療環境が数年の間に顕著に変化していることが示唆される。

III. 疾患群別医療費

1. 難治性潰瘍

1996年の米国から出された報告では、54例の下肢

の難治性潰瘍にHBO治療の効果と医療費とで検討をしている⁶⁾。HBO治療は平均して30回行なわれ、その費用は入院費用を除いて14,000米ドルとされている。手術にて評価ができなかった5例を除くと、この治療で完全治癒が得られた症例はなく、6例(11%)では比較的良好な結果であったが、43例(80%)には病状の改善はなかったと述べられている。したがって、高額な費用の割には治療効果はさほどでもない結論されている。

さらに、1997年にはAngleとBerganが慢性の静脈性潰瘍での文献レビューを行なっているが、この疾患に対しHBO治療は効果的ではないと述べている⁷⁾。しかし、この報告に対してMcEwenらは読者からの意見の欄で、そこに引用されている文献を検討すればHBO治療が有効であることは明らかであると反論している⁸⁾。また、彼らは下肢の難治性潰瘍の治療費そのものが高額であることを指摘し、1995年に英国から出された論文では一人当たりの3ヶ月の内科的治療に5,000ポンドを要することを紹介しており、HBO治療の併用では総医療費を半分に抑制可能であったと述べている。

2001年にドイツから出された報告では、糖尿病性足病変を例にとれば科学的根拠を示した報告が少ないとして、同国で保険適応になっている40以上の全ての疾患ないし傷病を見直すべきであると述べられている⁹⁾。

このドイツの報告に対して英国から2003年に出された結果は、糖尿病による下肢の難治性皮膚潰瘍の治療結果とその医療費を二重盲検試験にて比較検討している¹⁰⁾。1999年から2001年までの外来患者25症例をHBO治療群と高気圧下の空気吸入との対照群に分けて比較したものであるが、治療効果が有意に前者で高いことを示し、皮膚潰瘍の縮小の差は治療開始から6週までに顕著であると述べられている。さらに、30回のHBO治療が行なわれているが、この治療の総費用は3,000ポンドであったとしている。しかし、ガーゼ交換のための外来通院の年間回数は対照群の136.5(±125)回に対してHBO治療群で33.75(±62)回と少なく、HBO治療の併用による一人当たりの年間医療費は平均して2,960ポンドの削減と算出されている。

2. 放射線障害

米国から1985年にMarxらが報告した結果は¹¹⁾、HBO治療による放射線壊死の予防効果を示したものである。彼らは下顎骨の手術後の放射線治療でHBO治療を併用する二重盲検試験を行ない、抗生物質とHBO治療とで放射線壊死の発生頻度を比較しており、前者が29.9%に対して後者では5.4%と有意な予防効果があったと述べている。また、放射線壊死の医療費と経済損失が検討され(1984年のドルで換算)、HBO治療と手術とで治療を行なった際の費用は約30,000米ドルであり、それ以外の治療では28,500米ドルであるにしても1年間の治療期間を要しており、HBO治療を併用しなかったために生ずる時間的な経済的損失は62,000米ドルとされている。

1993年にはNorkoolらが放射線膀胱炎において検討しているが、平均して28回のHBO治療を行なっており、この治療に要した医療費は10,000ないし15,000米ドルとしている¹²⁾。彼らは他の治療法との費用を具体的に比較してはいないが、医療費削減の効果があったと述べている。特に、標準的な治療法に反応しない重症例では、この傾向は顕著であったことが強調されている。

1997年には米国のBoykinらが下肢軟部組織の放射線障害にHBO治療を行ない、従来の手術を中心とした治療の費用に比べて、30%の削減につながると述べている¹³⁾。

3. 感染性疾患

感染した放射線性の下顎骨骨壊死を対象として、2000年にオーストリアから出された報告では、手術と抗生物質のみによる治療結果と変わらず、HBO治療の効果はさほどでもないとしている¹⁴⁾。しかし、HBO治療を併用しなかった治療群では、その半数に搔爬が繰り返して行なわれている。

脊椎骨の骨髄炎では、読者からの意見の欄にキューバから2000年に出された報告によれば、従来の治療法に抵抗した60~85%の症例はHBO治療の併用により満足する治療結果であり、良好な治療結果は医療費削減につながるとされている¹⁵⁾。

脳と脊髄の手術後の創感染を対象としたスウェーデ

ンからの2002年の報告では、HBO治療を併用することで36例のうち27例に再手術を必要とせず病巣の終息が得られたとある¹⁶⁾。ここに対象とされた全ての症例は、創感染により骨弁や人工物の除去手術が必要と判断されたものである。平均して40回のHBO治療が行なわれ、その費用は71,000クローナーであったとしている。一方、この調査期間の1996年から2000年かけての再手術に要する費用は130,000ないし210,000クローナーであり、HBO治療の費用は手術費用の半分であったと述べられている。さらに、彼らはHBO治療のみで治癒が得られたメチシリン耐性ブドウ球菌による創感染の症例も紹介している。

4. 術後肝機能障害

2003年に有川らが周術期の重症感染症に起因する肝機能障害に対してHBO治療は費用対効果で有益であると述べている¹⁷⁾。さらに、彼らはHBO治療の臨床効果を34症例ずつのケースコントロール研究で比較しているが、死亡数はHBO治療併用群で3例であるのに対し非併用群では12例であったことを報告している¹⁸⁾。医療費の検討では、死亡例を除いた症例の在院日数に差はなかったが、1日あたりの医療費はHBO治療群では半分に抑制されており、その理由には血液製剤の使用が少なかったことがあげられている¹⁷⁾。HBO治療の平均治療回数は15.6日(6~50回)とされ、保険診療上の「救急的」と「非救急的」の記載はないが、治療開始から7日間は「救急的」での請求が示唆されている。この有川らの報告結果は、HBO治療が重症例の治療予後を改善させるだけでなく使用薬剤費を抑制することを示している。

5. 熱傷

1990年にCianciらが報告した結果では、1982年から5年間で体表面積の19%から50%をしめる熱傷の患者21名が対象とされている¹⁹⁾。このなかの10名にHBO治療が併用され、他の患者群との医療費の比較検討が行なわれている。HBO治療群では、入院期間の平均が14.8日間の短縮につながり、39%に外科的処置が少なくなり、一人当たりの医療費は平均して31,600米ドルの抑制になったと述べられている。

この報告以外に熱傷でのHBO治療と医療費を検討した報告を探すことができなかったが、HBO治療の効果を示した科学的根拠が乏しいと指摘した意見もある²⁰⁾。

6. 植皮術後

2000年の米国からのMyersの報告では、外傷性の末梢皮膚障害に伴う植皮術ではHBO治療を付加することで良好な治療結果が得られたとしている²¹⁾。ここでは10~20回のHBO治療が行なわれ、その費用は3,000ないし6,000米ドルであるのに対し、病的皮膚での再手術に必要な手術費用と入院費とでは30,000米ドルと計算され、この疾患の合併症に対する治療費そのものが高額であることが強調されている。さらに、このような皮膚障害の治療全般においてHBO治療が重要になることが述べられている。

7. HBO治療が第一選択となる疾患

HBO治療が第一選択の適応となる疾患には、減圧障害、人工心肺の合併症の一つである動脈ガス塞栓症、さらに急性一酸化炭素中毒などがあげられるが、この治療法が最優先されるために費用対効果を検討することは困難である。さらに、減圧症と動脈ガス塞栓症は通常HBO治療とは異なり、特殊な酸素再圧治療が一人の患者に長時間かけて行なわれるが、その費用は後述する。

IV. 各国のHBO治療の費用

医療制度と医療費が各国間で異なることは周知のことであり、単にHBO治療費のみを比較することは大きな意味をなさない。わが国の診療報酬点数は2003年の現在において、「救急的なもの」の治療では発症から7日までが1日あたり6,000点(第1種装置での治療は5,000点)とされ、「非救急的なもの」の治療では200点であるが、長期にわたり大きく変えられていない。しかし、この点数を改訂する際には、以下に代表的な国々でのHBO治療の費用が参考になろう。

例えば、米国でのこの治療の費用は1996年の報告では1回あたり300ないし400米ドルとあるが³⁾、2003年には700~1,500米ドルになっている²²⁾。北米でもカナダ

Table 1 Approximate cost for one non-emergency hyperbaric oxygenation session in several European countries. (Multiplace chamber treatment)

Country	Cost (Euros)
Belgium	100
Czech Republic	50-60
Denmark	355
Finland	230
France	58
Germany	200
Israel	156
Italy	100
Poland	120
Slovenia	180
Sweden	260
Switzerland	200
The Netherlands	150

Note: not all prices include tax, which is approximate 20%.

Another point to consider is that costs for treatments in monoplace chambers are higher than for multiplace, which vary in size. Costs of treatments in smaller ones (ie. 5 persons) might be higher than those that can treat 10 or more patients at one time.

(summarized by Sminia)

では米国の1/3程度の費用である²²⁾。これに対してオーストラリアでは、同治療の費用は時間によって決められ1時間あたり100オーストラリアドルである²²⁾。また、英国では1回あたりの治療費は100ポンドと報告されているが¹⁰⁾、その他の欧州の国々での費用をまとめて提示した(Table-1)²²⁾。さらに、欧州での治療費には本邦と同様に「救急的」と「非救急的」に別れているが、この格差は1.5倍である²²⁾。

さらに、HBO治療の治療圧と時間が問題になるが、米国では2~3ATAの90分間の治療であり、英国では2.4ATAで90分間の治療がなされている³⁾¹⁰⁾²²⁾。また、スウェーデンでは2.5~2.8ATAで25分間を3回の治療で途中に10分間のair breakを2回入れる方法である¹⁶⁾。このように治療法に多少の各国間の差はあっても、基本的にはわが国で行なわれている治療法と大きく変わるものではない。

次いで、減圧障害の治療費では、米国のDivers Alert Network (DAN) から2002年に出されている資

料によると、3~4回の治療を標準とした全医療費は10,000米ドル以上とされている²³⁾。しかし、オーストラリアではHBO治療と酸素再圧治療とで時間あたりの費用に差はなく、全費用は治療時間によって決められる²²⁾。

V. 費用対効果の算出

1. 医療費の比較

HBO治療に要した医療費の検討する際に、どのような治療法の費用と比較するかが問題になる。例えば、Larssonらは不可避とされる手術と、有川らは血液製剤に要した費用とで比較している¹⁶⁾¹⁷⁾。しかし、両者に含まれていない項目は、HBO治療が明らかに有効であると仮定して、この治療が行なわれなかったことで生じる身体障害から派生する経済的損失を示す“逸失利益”である。すなわち、突きつめて費用対効果を検討すると逸失利益を含める必要性が生ずる。

この問題を1985年の早い時期に指摘したのが米国のMarxらであり、前述したように彼らは下顎骨の放射線壊死において治療までに要した期間の経済的損失は62,000米ドルと算出している¹¹⁾。さらに1994年に出版されたテキストのなかで、Marxは放射線壊死の治療では手術にHBO治療を併用することで96,000米ドルの削減につながると記載している²⁴⁾。

これらのMarxらの報告は、一人当たりの下顎骨機能の経済効果を算出したことになる。しかし、下顎骨の疾患以外の多く場合には、疾病そのものは治療しても高度の後遺障害が残った状態、例えば身体の動きが制限され介助が必要な状態か、さらには死亡に至ることも多い。身体機能の高度障害を有する際の経済的損失を勘案すれば、この逸失利益の額は極めて大きなものとなる。

2. 逸失利益の概念

本邦での逸失利益の算出は損害賠償保険を一つの基準としている。外的損傷による事故での損害賠償は障害賠償と対人賠償に分けられるが、前者は障害の程度と加入している保険の種類によって決められ、後者で中心となる損害額は障害の程度からライプニッツ係数をもとに算出される^{25)~27)}。さらに、障害の程度の判

断は、身体障害者審査を基準としている。これが身体に生じた障害における損害賠償の算出図式になるが、行なわれた医療内容の差で生じた経済的損失は損害賠償保険の対人賠償に例えることが可能であろう。

予期せぬ事故で起こった障害の損害賠償に対して、より効果的な治療が行なわれなかった場合の逸失利益を、どのように判断し算出するかが問題になる。例えば、LarssonらはHBO治療によって再手術を回避できたと述べているが¹⁶⁾、在院日数の短縮以外にも外科手術に伴う後遺障害が軽減されたものと推測される。実際に、彼らの対象例には脊髄硬膜外膿瘍が含まれているが、最近の報告でもこの疾患の死亡率は20%前後であり、術後創感染からの波及ではさらに治療予後が悪い²⁸⁾。また、有川らが比較検討した術後肝機能障害においては、HBO治療による死亡例の抑制が顕著であると理解される¹⁸⁾。この結果は重大な治療予後の差を示しており、医療経済からみた在院日数や薬剤費などの比較検討にとどまるものではない。

以上の2つの報告から医療経済として判断しても、対照とされた治療費を単に比較する以上にHBO治療が有益な治療手段と考えられる。さらに、医療費に逸失利益を含めて算出すると、経済的損失額はHBO治療により顕著に抑制されると判断できる。逆の見方をすれば、HBO治療を付加することで治療予後の改善だけではなく、全般的な経済効果が極めて高いことを意味している。

VI. 臨床試験での課題

この臨床医学の全般的な評価として、示された科学的根拠が高い水準にはないとの指摘がある。しかし、その理由として、重症・難治性疾患へ最終的な治療手段としてHBO治療が選択されるために、この種の疾患を対象とした二重盲検試験が困難なことがあげられる¹⁶⁾。さらに、救急医療で最も頻回に経験する脳梗塞を例にとれば、HBO治療の対照群では空気加圧のみといった危険性を伴うこともあって、これまでの二重盲検試験のすべてが総数30数例の小規模にとどまっている^{29)~31)}。新薬の臨床試験は数百例から数千例の規模

であるが、前述のように対象例が極端に少ないことはHBO治療における治験の難しさを物語っている。Rogatskyらが脳梗塞に対するHBO治療の効果をメタ解析によって示しているが³²⁾、この医学領域では統計手法を考慮することも必要であろう。もちろん、多施設間の臨床試験を推進することが最も重要である。

VII. まとめ

標準的な治療法に抵抗性を示す難治性の疾患や病状に、HBO治療が高い治療効果を示すとの報告が増えている。さらに、諸外国の報告を検討すると、単なる治療効果だけではなく、医療費の抑制につながるものがほとんどである。しかし、この治療法に関する高い水準の科学的根拠を示した報告が少ないことも事実であり、この解決には多施設共同研究を進めることが重要である。さらに、現行の保険診療報酬点数での検討課題は、これを時代に合うように改訂することであろう。

謝辞

各国の医療情報は以下の3名の方々から連絡をいただいた。この場をかりて感謝の意を表したい。オーストラリア：Robert M Wong部長 (Department of Diving and Hyperbaric Medicine, Fremantle Hospital & Health Service), 北米：Dick Clarke所長 (The Baromedical Research Foundation), 欧州：Petar Sminia 博士 (Department of Radiology and Oncology, VU University Medical Center, The Netherlands) We thank Dr. Robert M Wong, Mr. Dick Clarke and Mr. Peter Sminia for information concerning cost of hyperbaric oxygen therapy in Australia, North America and European countries.

参考文献

1. Jain KK: In KK Jain, ed. Textbook of Hyperbaric Medicine. Hogrefe & Huber, Seattle, 1999,p601-609
2. Guo S, Counte MA, Romeis JC: Hyperbaric

- oxygen technology: an overview of its applications, efficacy, and cost-effectiveness. *Int J Technol Assess Health Care* 19 : 339-345, 2003
3. Tibbles P, Edelsberg J : Hyperbaric-oxygen therapy. *N Engl J Med* 334 : 1642-1648, 1996
 4. Mitton C, Hailey D : Health technology assessment and policy decisions on hyperbaric oxygen treatment. *Int J Technol Assess Health Care* 15:661-670, 1999
 5. Wang J, Li F, Calhoun JH, Mader JT: The role and effectiveness of adjunctive hyperbaric oxygen therapy in the management of musculoskeletal diseases. *J Postgrad Med* 48 : 226-231, 2002
 6. Ciaravino ME, Friedell ML, Kammerlocher TC: Is hyperbaric oxygen a useful adjunct in the management of problem lower extremity wounds? *Ann Vasc Surg* 10 : 558-562, 1996
 7. Angle N, Bergan J : Chronic venous ulcer. *BMJ* 314 : 1019-1023, 1997
 8. McEwen A, Smith M : Hyperbaric oxygen treatment is a cost effective option. *BMJ* 315 : 188-189, 1997
 9. Gawlik C, Schmacke N, Gibis B, Sander G, Rheinberger P : Reimbursement and importance of hyperbaric oxygenation for diabetic foot ulcers in German publically funded ambulatory health care. *Z Arztl Fortbild Qualitatssich.* 95 : 715-718, 2001
 10. Abidia A, Laden G, Kuhan G, Johnson BF, Wilkinson AR, Renwick PM, Masson EA, McCollum PT : The role of hyperbaric oxygen therapy in ischaemic diabetic lower extremity ulcers : a double-blind randomized-controlled trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 25 : 513-518, 2003
 11. Marx RE, Johnson RP, Kline SN : Prevention of osteoradionecrosis : a randomized prospective clinical trial of hyperbaric oxygen versus penicillin. *J Am Dent Assoc* 111 : 49-54, 1985
 12. Norkool DM, Hampson NB, Gibbons RP, Weissman RM : Hyperbaric oxygen therapy for radiation-induced hemorrhagic cystitis. *J Urol* 150 : 332-334, 1993
 13. Boykin JV Jr, Crossland MC, Cole LM : Wound healing management: enhancing patient outcomes and reducing costs. *J Healthc Resour Manag* 15 : 22, 24-26, 1997
 14. Maier A, Gaggl A, Klemen H, Santler G, Anegg U, Fell B, Karcher H, Smolle-Juttner FM, Friehs GB : Review of severe osteoradionecrosis treated by surgery alone or surgery with postoperative hyperbaric oxygenation. *Br J Oral Maxillofac Surg* 38 : 173-176, 2000
 15. Martinez RL, Perez Falero RA, Cardentey AL, Vinas Machin PL: Contemporary management of spinal osteomyelitis. *Neurosurgery* 46 : 1024-1025, 2000
 16. Larsson A, Engstrom M, Uusijarvi J, Kihlstrom L, Lind F, Mathiesen T : Hyperbaric oxygen treatment of postoperative neurosurgical infections. *Neurosurgery* 50 : 287-296, 2002
 17. 有川和宏, 堂籠博, 山岡章浩 : 周術期高ビリルビン血症に対する高気圧酸素療法の医療費削減からみた有用性. *日高圧医誌* 38 : 71-74, 2003
 18. 有川和宏, 堂籠博, 山岡章浩 : 周術期高ビリルビン血症に対する高気圧酸素療法の有用性. *日高圧医誌* 36 : 193-200, 2001
 19. Cianci P, Williams C, Lueders H, Lee H, Shapiro R, Sexton J, Sato R : Adjunctive hyperbaric oxygen in the treatment of thermal burns. An economic analysis. *J Burn Care Rehabil* 11 : 140-143, 1990
 20. Hailey D: Hyperbaric oxygen therapy-recent findings on evidence for its effectiveness.

- Alberta Heritage Foundation for Medical Research. March 2003
www.ahfmr.ab.ca/hta/hta-publications/infopapers/hyperbaric_oxygen_therapy.pdf
21. Myers R: Hyperbaric oxygen therapy for trauma: crush injury, compartment syndrome, and other acute traumatic peripheral ischemias. *Int Anesth Clin* 38 : 139-151, 2000
 22. Personal communication. October 2003
 23. Hyperbaric Seminar. April 2002
www.njscuba.com/njdiving/hyperbaric_seminar.html
 24. Marx RE: Radiation injury to tissue. In : Kindwall EP, ed. *Hyperbaric medicine practice*. Flagstaff, Ariz : Best, 1994, pp447-503
 25. 民事交通事故 損害賠償額算定基準 2002, 東京三弁護士会交通事故処理委員会, (財)日弁連交通事故相談センター東京支部
 26. 交通事故損害額算定基準 2002, (財)日弁連交通事故相談センター
 27. 賃金センサス - 平成13年賃金構造基本統計調査-. 厚生労働省統計情報部編. 労働法令協会 2001
 28. Soehle M, Wallenfang T : Spinal epidural abscesses : clinical manifestations, prognostic factors, and outcomes. *Neurosurgery* 51 : 79-87, 2002
 29. Nighoghossian N, Trouillas P, Adeleine P, Salord F : Hyperbaric oxygen in the treatment of acute ischemic stroke : a double-blind pilot study. *Stroke* 26 : 1369-1372, 1995
 30. Anderson DC, Bottini AG, Jagiella WM, Westphal B, Ford S, Rockswold GL, Loewenson RB : A pilot study of hyperbaric oxygen in the treatment of human stroke. *Stroke* 22 : 1137-1142, 1991
 31. Rusyniak DE, Kirk MA, May JD, Kao LW, Brizendine EJ, Welch JL, Cordell WH, Alonso RJ : Hyperbaric oxygen therapy in acute ischemic stroke : results of the hyperbaric oxygen in acute ischemic stroke trial pilot study. *Stroke* 34 : 571-574, 2003
 32. Rogatsky GG, Shifrin EG, Mayevsky A: Optimal dosing as a necessary condition for the efficacy of hyperbaric oxygen therapy in acute ischemic stroke : a critical review. *Neurol Res* 25 : 95-98, 2003