

●Survey Report

高気圧酸素治療の適応基準と治療費の国際比較

合志 清隆，溝口 義人，下河辺 正行，高村 政志
岡元 和文，玉木 英樹，石竹 達也，鈴木 一雄
柳下 和慶，井上 治，川畠 真人

日本高気圧環境・潜水医学会

2009年12月発行

【調査報告：第44回学術総会要望講演】

高気圧酸素治療の適応基準と治療費の国際比較

合志 清隆¹⁾ 溝口 義人²⁾ 下河辺 正行³⁾ 高村 政志⁴⁾
 岡元 和文⁵⁾ 玉木 英樹⁶⁾ 石竹 達也⁷⁾ 鈴木 一雄⁸⁾
 柳下 和慶⁹⁾ 井上 治¹⁰⁾ 川嶌 真人¹¹⁾

Clinical Research Team, The Baromedical Research Foundation, Columbia SC, USA¹⁾

健愛記念病院 外科²⁾

戸畑共立病院 内科³⁾

赤十字熊本病院 国際医療救急部⁴⁾

信州大学医学部 救急医学⁵⁾

玉木病院 外科⁶⁾

久留米大学医学部 環境医学⁷⁾

Department of Surgery, Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles CA, USA⁸⁾

東京医科歯科大学医学部附属病院 高気圧治療部⁹⁾

琉球大学医学部附属病院 高気圧治療部¹⁰⁾

川嶌整形外科病院 整形外科¹¹⁾

2009年における主要国の高気圧酸素（HBO）治療の適応基準，治療方法とその治療費について聞き取り調査を行なった。適応基準では，わが国を除いてUHMS（Undersea & Hyperbaric Medical Society）ないしECHM（European Committee for Hyperbaric Medicine）の指針に準じていた。次いで，治療方法では国際的にみて大差はなく，標準的なHBO治療は2.4気圧の90分間の酸素吸入を行うもので，救急ないし重症疾患では高い治療圧で同一日に複数回の治療が行なわれていた。また，各国で治療費にばらつきがあるために，HBO治療の年間の診療収入を1人あたりのGDPで補正すると，わが国のそれは世界で最低水準であった。わが国のHBO治療の問題は，国際水準に照らして治療費を適正化すべきことと，エビデンスに沿った適応疾患の見直しにある。

キーワード 高気圧酸素治療，治療費，適応基準

【Survey Report】

International comparison of approved indications for hyperbaric oxygen therapy and their charges

ABSTRACT

To investigate the approved indications for hyperbaric oxygen (HBO) therapy and their charges (reimbursement rates) in 2009, we contacted HBO physicians in Europe, North America, Asia and Oceania. All countries surveyed, except for Japan, have determined their approved indications according to UHMS and/or ECHM indication guidelines. They have used similar HBO tables for some conditions in all these countries, and a standard HBO table utilized is 100% oxygenation under 2.4 ATA for 90 minutes. In addition, emergency or acute conditions are generally treated with multiple HBO sessions per day, with higher compression and longer duration of a HBO treatment table. While health insurance systems and HBO charges of the institutions vary among countries and their areas, it appears that the estimated annual reimbursement amount of HBO treatments in Japan ranks the lowest of the world, after adjusted by the GDP per capita. The desirable changes concerning HBO therapy in Japan are to revise the approved indications and to increase the reimbursement rates up to par with the rest of the world.

keywords hyperbaric oxygen therapy, reimbursement rates, approved indications

はじめに

われわれは2004年に主要国の代表的な高気圧酸素(HBO)治療の施設での治療法とその費用を本誌上に報告したが¹⁾, 各国の標準的な治療法に大差はないにしても, その費用には大きな隔たりがあった。しかし, 各国の経済状況が異なるために, 単に治療費の国際比較でみても, その差や程度の実態が判断しにくい難点があった。そこで, 今回は2009年の治療費を再調査するとともに, アジア地域の一部の国も加えて, 各国の経済状況を加味したHBO治療の年間の診療収入を比較検討した。さらに, 各施設の適応基準についても聞き取りを行なったので, その結果を紹介する。

適応疾患

各国の適応疾患はUHMS (Undersea&Hyperbaric Medical Society) ないしECHM (European Committee for Hyperbaric Medicine) の指針を基準としている (Table-1)。例えば, 北米の適応疾患のすべてがUHMSの基準に沿ったものであるが, アメリカでは高齢者向けの公的保険であるMedicareの承認が最も影響力があり, 保険の種類やその保険内容でも適応疾患が異なることが特徴である。UHMSの治療基準の要点は対照をとった比較試験でHBO治療の有効性が示されている疾患に限られていることである²⁾。ECHMの基準もUHMSのそれに類似しているが, いくぶん拡大された適応疾患であり, さらに3段階の推奨レベルが示されている³⁾。この両者ともに新たな科学的根拠が臨床誌で報告されると, 非定期的な委員会が開催され適応疾患を追加ないし変更している。例えば, 2008年にはUHMSの新たな適応疾患に「網膜動脈閉塞症」が「難治性潰瘍」の一つとして解釈され承認されおり, ECHMでは2004年に最終報告がなされている。

ヨーロッパでの適応疾患は主としてECHMの基準に沿ったものであり, 各国の適応疾患はECHMの推奨レベルによっても異なっている。ECHMの基準のみを採用しているのはフランスだけであるが, その他のヨーロッパ諸国ではECHMとUHMSの2つの基準をもとに独自の適応疾患を設けている。例えば, スウェーデンでは両基準を参考にしながら国内の施設に

よっても適応疾患がわずかに異なる。ポーランドではUHMSとECHMの基準にはない「胸骨切開術後の縦隔炎」が含まれている。また, イタリアでは地域によって適応疾患が異なることが特徴であり, その適応疾患は北部の5つの地区でみても大幅に異なる。例えば, Piemonte地区の適応疾患は8つのみであるのに対してVeneto地区では27疾患である。共通した適応疾患は, 「急性一酸化炭素 (CO) 中毒」「減圧症」「動脈ガス塞栓症」「ガス壊疽」「放射線骨壊死」と「骨髄炎」である。オランダでは保険団体が7つを適応疾患としており, そのうち4つが放射線治療に伴う各種臓器障害であるが, 「急性CO中毒」や「ガス壊疽」などは含まれていない。しかし, 以上の極めて限定された7つの疾患以外でも, ECHMないしはUHMSの適応疾患でありかつ保険会社の承認が得られる場合はHBO治療は可能とのことである

アジア地域ではマレーシアの民間施設とインドネシアの国家施設の適応疾患はUHMSの基準に沿っている。

オセアニア地域では学会基準が設けられており, この適応疾患はUHMSないしECHMに類似しているが, 従来から「網膜動脈閉塞症」と「がん放射線治療との併用」が含まれている。さらに, わが国とUHMSないしECHMの基準にはない「軟部組織の放射線障害の予防」が含まれている。また, 治療指針には疾患ごとの標準的な治療回数が示されている (Appendix-1)。

わが国のHBO治療の適応疾患はUHMSないしECHMの基準に関連せず独自のものであり, 調査を行なった国々のなかでは特異的な存在である。これはECHMの基準により近いといいつながらも, 本学会基準である「急性脳浮腫」「急性脊髄障害」「急性心筋梗塞」「腸閉塞」「間歇型CO中毒」「重症頭部外傷又は開頭術後若しくは脊椎・脊髄手術後あるいは脳血管障害後の運動麻痺及び知覚麻痺」「顔面神経麻痺」と「抗癌剤治療と併用される悪性腫瘍」がUHMSとECHMの基準にはない。さらに, 本学会基準と厚生労働省のそれとに乖離が続いているが, このことも国際的な見地からは異例である。

しかし, ここで注意してもらいたいのは, UHMSないしECHMの適応基準にない疾患でも保険会社が承認すればHBO治療を実施することが可能なことであ

る。例えば、アメリカではUHMSの基準にない「頭部外傷の後遺症」「脳性麻痺」や「多発性硬化症」などでもHBO治療が行なわれる。このように民間保険会社が診療に大きな影響力を持っているのはオランダでは顕著である。

救急的適応

適応疾患のなかで「救急的」と「標準的（ないし非救急的）」にしている施設が多かったが、分けていないのはポーランド、オランダ、フランスとオーストラリアである。2つに区別する理由は治療費が異なるからであり、この点は後述する。

ヨーロッパでは、スウェーデンの「救急的」疾患は「減圧症」「ガス塞栓症」「急性CO中毒」「クラッシュ症候群」などの急性虚血（脳梗塞は含まない）「重症軟部組織感染症」と「中枢神経系の術後急性期の感染症」である。ここに脳・脊髄の術後感染症が含まれているのは、Karolinska大学病院からの以下の治療結果がエビデンスとして承認されたからである。再手術が必要か放射線照射などで改善が困難と判断された術後創感染の36症例で27症に良好な結果が得られており、HBO治療の費用は必要とされる手術費用の1/3～1/2と示している⁴⁾。

次いで、イギリスの「救急的」疾患は「減圧障害」と「急性CO中毒」のみである。これに「ガス壊疽」は含まれておらず、「眼動脈閉塞症」や「腸閉塞」にHBO治療が行なわれることはなく、「突発性難聴」も稀に治療される程度である。これらの疾患では「救急的」としてHBO治療を行なうにはエビデンスが不十分と判断されているとのことである。

イタリアのVeneto地区での「救急的」疾患は、「減圧障害」「ガス塞栓症」「急性CO中毒」「ガス壊疽」「軟部組織の重症感染症」「クラッシュ症候群」「湿性壊疽」「貧血」「網膜動脈ないし静脈の血栓症」と「突発性難聴」としている。

北米の「救急的」疾患をみると、カナダのToronto総合病院では「急性CO中毒」と「減圧障害（その他の動脈ガス塞栓症を含める）」が主なものである。しかも「急性CO中毒」のHBO治療は発見から24時間以内に限っており、この時間を過ぎた患者ではHBO治療

は行なわれないとのことである。しかし、「救急的」疾患は施設の医師によって判断され、その疾患は「クラッシュ症候群」「不完全な植皮と移植術後」「ガス壊疽」と「壊死性筋膜炎」などである。その他にも「救急的」疾患として「出血性貧血」や「熱傷」があるが、これらの治療依頼を受けることはToronto総合病院では稀とのことである。さらに、「急性脳浮腫」にはHBO治療が行なわれたことはなく、「腸閉塞」も治療対象に入れている医師はいないが、「突発性難聴」と「網膜動脈閉塞症」のHBO治療は稀に行なわれている。また、「放射線障害」「放射線骨壊死」「再発性骨髄炎」や「難治性潰瘍」では、その病状によって「救急的」疾患とされることがあり、この判断は医師により異なるそうである。

アメリカでの「救急的」疾患は、「動脈ガス塞栓症」「減圧症」「急性CO中毒」「クロストリジウム性ガス壊疽」「クラッシュ症候群」と「壊死性筋膜炎」である。「熱傷」は熱傷センターの治療で「救急的」疾患と判断されている。

アジア地域のマレーシアでは、「減圧障害」のみが「救急的」疾患であり、それ以外は「標準的」疾患として治療されており、この国の保険制度の問題も指摘されている。また、インドネシアでは医療保険制度がなく、どのような疾患が「救急的」適応になるのか回答を得ていないが、少なくとも「減圧障害」は含まれている。

以上をまとめると「救急的」疾患は国や地域によって異なるが、共通しているのは「減圧症」「ガス塞栓症」と「急性CO中毒」であり、これに「ガス壊疽」や「壊死性筋膜炎などの重症感染症」と「植皮術に関連した虚血状態」などが含まれている。

治療方法

各国の標準的なHBO治療法は2～2.8ATAで60～120分間とばらつきがあるが、この治療圧と治療時間の両者において平均的なものが用いられている（Table-1）。すなわち、2.4ATA前後の治療圧での90分間の酸素吸入であり、この間に1回ないし2回の短時間のair breakを入れるものである。わが国のそれと比較しても大差はないが、わが国の1人用治療装置では学会指針による2ATAで60分間の治療が広く用いら

れていると考えられる。欧州では1人用治療装置の使用を制限している国が過半数をしめているが、国際的にみて治療装置による治療圧や治療時間に差はないといってよい。しかし、重症患者の治療では1人用治療装置に比べて多人数用治療装置が用いられることが多く、それに伴い治療圧や時間が異なっている。

重症ないし救急疾患のHBO治療は、標準的なものに比べて高い治療圧と長い治療時間の傾向にあるだけでなく、24時間以内に2～3回の複数回の治療が行なわれている。その代表的な疾患が「急性CO中毒」や「ガス壊疽」などである。しかし、インドネシアだけは他の国々と異なり、標準的な治療が2.4ATAの90分間であるのに対して、救急疾患では1.5～2.4ATAの60～90分間である。

ところで、本学会が示しているHBO治療の定義は「高気圧環境下で患者に高濃度酸素を呼吸させ、これにより病態の改善を図る治療法」とあるが、その内容は漠然として曖昧なものである。しかし、この定義は国際的にも類似しており、UHMSでは「少なくとも1.4ATA以上の純酸素吸入」とされている⁵⁾。前述した治療法に落ちついているのは、その効果と副作用との兼ね合いから歴史的に選択されてきたものである。しかし、その治療対象の臓器によって標準的なHBO治療に差がみられ、軟部組織に比較して中枢神経系では低い治療圧が用いられる傾向にある。

治療費

今回と2004年とでHBO治療費を比較できた国で見ると、その費用はわが国を除いた各国で5年間に上昇していた (Table-1)¹⁾。さらに、「救急的」と「標準的」とに分けている施設では、前回と同様に両者の治療費に差があったが、わが国のような大幅な差がみられたのはイギリスのみであった。その詳細は下記に述べるが、イギリスの「救急的」と「標準的」の費用は、わが国のそれらと比較してもともに極端に高額である。

1) ヨーロッパ

スウェーデンでの治療費は回数ではなく分単位の時間によって決められている。例えば、敗血症を伴う重症感染症では治療時間が長くなり、それによって費用は高く計算されるとのことである。わが国と

Karolinska大学病院とで類似しているのは治療装置によって費用が異なることであり、「救急的」疾患の費用が1人用と多人数用でそれぞれ1,000ユーロ(130,400円)と2,500ユーロ(326,000円)であるが、後者の治療では医療者の同伴が必要な重症例を扱っているからである。「標準的」治療の費用は2004年の300ユーロから330ユーロ(43,032円)に値上げされているが、その他は変わりがなかった。

次いで、イギリスでは「救急的」と「標準的」での治療費の請求が異なり、前者では治療終了までの全治療時間で細かく計算されている (Appendix-2)。「標準的」でみると2004年の83.95ポンドから107.5ポンド(15,545円)になっている。さらに、「救急的」の最初の2時間の治療費でみると2004年の5,736.42ポンドから7,371.5ポンド(1,065,919円)へと高騰しており、その後の1時間単位の治療費でも同様である。しかし、「救急的」疾患が「減圧症」と「急性CO中毒」に限定され、全治療時間が18時間までを想定した費用の算出と推察され、この18時間までの治療で24,771ポンド(3,581,887円)である。それ以上の治療になれば1時間当たり147ポンド(21,256円)の加算になる。しかし、この費用はイギリスの慈善団体の医療施設であることから最低水準であり、ロンドンの施設での1回の標準治療は250ポンド(36,150円)以上とのことである。「救急的」疾患の治療費が高いのは、365日を通して24時間の診療可能な体制の維持経費が含まれているからとのことである。さらに、1クールごとに酸素マスクの費用やその管理費として「消耗品費」の264.5ポンド(38,247円)が加算される。

わが国では急性期病院に包括支払い制のDPC (Diagnosis Procedure Combination) が普及しているが、この保険診療システムの基本になっているDRG (Diagnosis Related Group) をHBO治療に採用しているのがフランスである。外来診療でのHBO治療は1回ごとに算定され、2004年の60ユーロから今回は116ユーロ(15,126円)になっている。入院治療になるとHBO治療の費用はDRGのなかに組み込まれており、前回の2004年の問い合わせでも同様であったが、単独のHBO治療費は出せないとのことである。したがって、入院患者での費用では前回と食い違いが生じて

いるが¹⁾、DRGのなかで無理にHBO治療の費用を問いつけたからである。大学病院でICU入室患者の1日の治療費が930ユーロ(121,272円)であることは、わが国のそれと類似したものであり、重症患者の治療費の比較で参考になろう。

さらに、治療費が一律であるのはオランダとポーランドであり、オランダでは1回の費用が170ユーロ(22,168円)であり、昨年(2008年)の164ユーロから値上がりしている。

イタリアでは「救急的」疾患で診断から60～72時間以内に5回までが前述の費用で算定され、わが国のHBO治療の診療報酬請求に類似している。「標準的」治療は2004年の92.2ユーロから今回の99.75ユーロ(13,007円)であり、同様に「救急的」疾患の治療費は368.75ユーロから398.75ユーロ(51,997円)になっている。この費用に8回までは各治療に36.15ユーロ(4,714円)が追加されるとのことである。

2) 北アメリカ

カナダでは15分単位の費用であり、最初の15分間が40カナダドル(3,256円)で、その後は15分ごとに20カナダドル(1,628円)が加算される。90分間の標準的なHBO治療では加圧から減圧終了まで120分間を要し、その治療費は180カナダドル(14,652円)ほどであるが、これは一般医の技術料のみで施設使用料などは含まれていない。「救急的」疾患になれば専門医の認定施設に対して30～60カナダドル(2,442～4,884円)が加算され、これに専門医のコンサルトや処置料として60～200カナダドル(4,884～16,280円)が追加される。さらに、時間外の治療では1回につき100～400カナダドル(8,140～32,560円)が加算されるとのことである。また、地域によっては病院側の技術料である“technical fee”が加わるとのことであるが、この費用は次のアメリカの例からも高額になると推測される。

アメリカは前回の調査時と同様の医療費請求のシステムであるが¹⁾、1回の「標準的」治療費が2004年の1,883米ドルから2,166米ドル(211,185円)になっている。ここでは医師の管理料“professional charge”と、その他の人件費や装置維持管理費と酸素代などの病院側の技術料“technical charge”に分けられているが、

前者が275米ドルから295米ドル(28,763円)へ、後者が1,608米ドルから1,871米ドル(182,423円)に引き上げられている。「救急的」疾患では2004年の4,200米ドルから今回は4,625米ドル(450,938円)になっており、USNTT(米海軍再圧治療表)6の治療費も2004年の8,960米ドルから高騰しているものと考えられる。さらに、治療費は統一されたものではなく地域や施設によって異なるが、Pennsylvania大学病院の費用はアメリカで標準的なものと考えてよいとのことである。

カナダやアメリカの治療費の特徴は、15～30分単位の費用であると同時に「救急的」疾患ないし重症度によって費用が加算されるシステムであることである。

3) アジア

マレーシアでは医療保険制度が十分に整備されていないことから、「減圧障害」のみが「救急的」疾患として治療されており、その費用は諸外国やDAN(Diving Alert Network)から出されている報告をもとに判断され1時間あたり700～800米ドル(68,250～78,000円)である。その他の重症ないし救急疾患では「標準的」治療として220～350リンギット(6,028～9,590円)である。また、各科の専門医がHBO治療を必要と判断すれば保険から治療費は支払われるが、この治療法に対する専門医の認識が低いとのことである。

インドネシアでは医療保険制度が整備されていないが、同日に2～3回のHBO治療がなされれば、その回数による費用の一部が削減されるとのことであり、わが国の保険制度と似たところがある。「標準的」と「救急的」の治療費はそれぞれ300,000ルピア(2,760円)と750,000ルピア(6,900円)である。

4) オセアニア

オーストラリアではHBO治療は1時間単位で計算され、これが235オーストラリアドル(16,685円)であることから、約2時間の標準的な治療では470オーストラリアドル(33,370円)である。2004年に調査した施設は西部地区の公的機関であり、この国でも最も安い費用と聞いているが¹⁾、今回はシドニーにある公的な教育病院であり治療費の傾向には大差はないと考えてよい。この国では施設の種類や地域によっても治療費が異なり、個人施設では治療費が高い傾向にある。また、USNTT6の全治療時間は約5時間を要するが、

その治療費は1,200オーストラリアドル (85,200円) と計算される。

治療費の国際比較

1) 標準的治療の費用

わが国の1回の「標準的」治療の費用である2,000円を代表的な国々と比較すると、この治療費が極端に低いことがわかる (Table-1)。「標準的」と「救急的」に分けている国の「標準的」治療の費用は、アメリカの211,185円を筆頭に、43,032円 (スウェーデン)、23,472～32,600円 (ドイツ:2004年)、17,721円 (イタリア:管理加算費の4,714円を含む)、15,545円 (イギリス)、6,028～9,590円 (マレーシア)、2,760円 (インドネシア) である。また、「標準的」と「救急的」に分けていない国では、33,370円 (オーストラリア)、22,168円 (オランダ)、16,952円 (ポーランド)、15,126円 (フランス) などである。

2) 救急的治療の費用

さらに、わが国の「救急的」治療の費用は50,000円 (ないし60,000円) であり、これを同様に「救急的」と「標準的」に分けている国でみると以下になる (Table-1)。例えば、急性CO中毒で加圧から減圧までの2時間のHBO治療が2日間にわたり3回 (合計6時間) 行われ、2回目の治療で意識障害がほぼ改善したとすると、総治療時間で計算するイギリスで1,800,921円、初回のみに「救急的」が加算されるアメリカでは873,308円、医師の判断になるスウェーデンで978,000円、治療回数の制限のあるイタリアで170,133円 (管理加算費の4,714円を含む) である。わが国では治療装置で異なるが、2日間になり100,000円 (ないし120,000円) である。また、参考までに「救急的」と「標準的」に分けていない国でみれば、オーストラリアの100,110円、ポーランドの50,856円であり、DRGに組み込まれているフランスでは2日間のICU入室での治療費は242,544円になる。

3) 減圧障害の費用

救急ないし重症疾患として「減圧障害」でみると、すべての調査した国でUSNTT6は採用されている治療法であるが、約5時間の初回の治療費は「救急的」疾患として分けている国では、イギリスの1,641,282

円、アメリカの873,600円 (2004年)、スウェーデンの978,000円、イタリアの56,711円であり、マレーシアでも456,400～521,600円になり、インドネシアが6,900円となる (Table-1)。この疾患の通常の治療にはUSNTT6を含めた3～4回のHBO治療が行われることから、実際の治療費総額は前述の初回の治療費を大幅に上回ると考えられる。

4) 医療機関の診療収入

各国で個々の治療費を比べても全体像がつかみにくい。九州地区の多人数用治療装置でのアンケート調査結果では、2001年から2002年の1年間で、総治療件数の平均は2,415件 (「救急的」:188件、「非救急的 (標準的)」:2,227件) であり、総治療件数にしめる「救急的」の比率は7.8%とあるが、その平均した患者総数が185.4人とあることから、1人当たりの平均治療回数は13回になる⁶⁾。さらに、東京医科歯科大学医学部附属病院から2005年に報告されている直近の6か月間の総治療件数は2,326件 (「救急的」:116件、「非救急的 (標準的)」:2,210件) であり、同様に「救急的」の比率は5.0%とあるが⁷⁾、これは著者の前職の施設 (産業医科大学病院) と類似した治療件数であった。これらの年間治療件数はオランダの3施設での合計が11,000件とのことであり、複数台の多人数用装置を有しているポーランドの国立医療センターでも6,000件ほどである。そこで、単純に年間の延べ治療件数を4,000件として「救急的」を5%の200件とすると、前述のアンケート調査から307人の全患者数となり、そのなかの28.9%である89人が「救急的」として治療が開始されたことになる⁶⁾。これから各国における年間の総診療収入を計算した (Table-2)。

Karolinska大学病院では「救急的」の治療費は一人用と多人数用治療装置で異なり、それぞれ1,000ユーロ (130,400円) と2,500ユーロ (326,000円) であるので、これらを100件ずつとして算出したものである。しかし、このなかにUSNTT6を計算に入れていないことから、実際の診療収入はさらに多くなる。イギリスで「救急的」の治療を2時間で5回、あるいはUNSTT6の終了後に2回のUSNTT5を行った、すなわち総治療時間を10時間 (16,882ポンド) として、この両者で平均した1人当たりの治療回数を4回と仮定したものであ

る。89名が「救急的」治療を受け、これらの治療回数が356回となり、「標準的」治療が3,644件で218人としている。さらに、1クールごとに264.5ポンド(38,247円)が加算されるが、単純に1人を1クールとして算出している。イタリアは8回までは1回ごとに36.15ユーロ(4,714円)が加算されるシステムであるので、これを計算に入れている。さらに、「救急的」治療は5回まで請求が可能であるが、平均して4回行なったとしている。ドイツは2004年の結果であり、「標準的」と「救急的」の治療費をそれぞれ215ユーロ(28,036円)と1,000ユーロ(130,400円)として、後者は初回のみの算定であることから診療収入を計算している。しかし、USNTT6の治療費を計算に入っていないことと、この5年間ですべての施設で治療費が高騰していることを考慮すると、さらに診療収入は高額になっていると予測される。治療費が一律であるポーランド、オランダ、オーストラリアとマレーシアでは単純に計算できる。オーストラリアは1回の治療が470オーストラリアドル(33,370円)で計算し、マレーシアは300リンギット(8,220円)で計算しているが、これにはUSNTT6の治療費を含めていないので、実際の診療収入は両者ともさらに高額になる。

北米のカナダでは15分単位で治療費が加算され、通常の治療では180カナダドル(14,652円)であり、「救急的」に専門医の認定施設料とコンサルタント料の平均をそれぞれ45カナダドル(3,663円)と130カナダドル(10,582円)として加算されるが、これは初回のみとして算定している。都市によっては病院側の技術料である“technical fee”が含まれることから、この国では最低水準の収入と考えてよい。アメリカは「標準的」治療が2,166米ドル(211,185円)であり、「救急的」は初回のみが加算されることから収入を算定したものである。しかし、これらの北米の施設ではUSNTT6や初回を除いた重症患者の費用を含んでいないので、実際の診療収入はさらに高額になる。

5) 補正した診療収入

経済の指標には様々なものが用いられているが、代表的なものではGDP、食品やガソリンの価格、あるいは交通機関や宿泊の価格などである。そこで前述の診療収入を各国の1人あたりのGDPで補正した

(Table-2)。わが国の年間のHBO治療の補正した診療収入は、ヨーロッパの各国の1/3～1/10に該当しており、アメリカの1/35以下であり、アジアでもインドネシアの1/10以下に当たり、オーストラリアの1/5以下になる。ここに示した数値は、同じ治療数で同程度の重症度の患者にHBO治療を行なった場合に、わが国の医療機関の診療収入との比率を示したものである。くり返しになるが、わが国の年間の診療収入は諸外国の平均でみると1/10程度になっている。さらに、わが国の平均的な人件費を考慮するとHBO治療は極端な負の診療収支に陥ることになる。

また、わが国の診療報酬には酸素マスクとその管理、さらに治療衣の管理の費用である「消耗品ないし管理の費用」が含まれていない。イギリスでは1クールごとに264.5ポンド(38,247円)が加算され、アメリカでは毎回の“technical charge”(1,871米ドル:182,423円)に含まれているが、この費用は他の国でも同様のシステムを採っている可能性がある。しかし、わが国では病院側の負担となっており、これは前述の補正後の診療収入の異常な安価に加えてHBO治療の実施を拒む一因でもある。

社会的損失

わが国のHBO治療の診療収入は極めて低いことが明らかになったが、これに類似しているのが医療施設の職員数である。例えば、北ヨーロッパのKarolinska大学病院では1,600床のベッド数に対して14,500人の総職員数であり、その内訳は看護師が5,000名で、診療担当の医師が2,400名と医学研究者が2,100名であり(合わせた教員・医師が4,500名)、検査技師が1,200名であり、その他の多くの従業者が医療事務や患者搬送などに携わっている⁸⁾。わが国の国立大学法人では最大規模の九州大学病院では、そのベッド数1,275床は前述の施設の80%規模であるが、総職員数は2,660名であり、看護系職員が1,179名、教員・医師が902名、その他の職員は579名である(2009年4月1日)⁹⁾。この雇用者数と先の診療収入の格差が示すことは、医療の社会的機能に「社会復帰の促進」と「地域循環型の安定雇用の創出」を国家として考慮しているかどうかではなかろうか。

また、費用対効果を検討する際に、わが国では他の治療法との比較のみで論じられる傾向にあるが、これに社会復帰率や身体機能障害を考慮した「逸失利益」の概念を含める必要がある。例えば、糖尿病性下肢病変でみると、アメリカでは1995年にADLからみた治療費の検討が報告されており¹⁰⁾、さらに2007年にはカナダの政府機関がHBO治療を推奨する声明を出している¹¹⁾。今後は高齢者や基礎疾患を有した患者 (compromised host) の増加だけではなく、すべてに低侵襲性の治療が求められる時代である。したがって、HBO治療はその有効性からみた医療経済だけではなく、社会的側面からも検討する必要がある。

適応基準と費用の改定に向けて

わが国のHBO治療の適応疾患には課題がいくつか存在し、1つはその適応基準にエビデンスが示されていないことである。その解決の一例として、各国が行なっているようにUHMSないしECHMの基準に沿いながら、わが国の適応疾患を改定することが最も理に適っている。現在、われわれは本邦における基礎および臨床研究、さらに国外のランダム化比較試験(RCT)などを網羅し適応疾患の改定を提案している¹²⁾。次いで、本学会の基準と厚生労働省のそれとの統一を図る必要があり、本学会の厚生労働省へのエビデンスを基にした積極的な働きかけが重要であろう。さらに、この領域では国際協調のもとで臨床試験が進められているが、わが国もこの種のRCTに参画しエビデンスを共有することも必要であろう。

また、診療報酬の課題は、他の治療法との均衡を図ることも重要であろうが、わが国ではHBO治療装置が閉鎖されている施設の増加が顕著になっていることから早急な改定が必要である。1回の治療費を「救急的」と「標準的」とに分ける方法もあるが、混乱を避けるために一律にして、治療時間での請求が最も受け入れやすいであろう。具体的には、現在の平均した1回の費用を国際水準に近づけ、これを15分間ないし30分間で分割する請求法である。さらに、カナダで行なわれているように専門医や認定施設を考慮する請求システムを加えることで、本学会の認定制度が活用される。

おわりに

主要国の代表的な施設においてHBO治療の適応基準と治療法、さらに治療費の聞き取り調査を行なった。治療法には国際的に大差はなかったが、UHMSないしECHMの基準に沿った適応疾患を用いている国が多数をしめるなかで、わが国の適応基準は独自性の強いものであった。一定の治療数から計算される年間の診療収入を1人あたりのGDPで補正して比較すると、わが国のそれは極端に低いことが明らかとなった。

注：本文中の円表記は2009年4月30日の正午過ぎの為替レートで算出したもので小数点以下は四捨五入している（ユーロ：130.4円、ポンド：144.6円、カナダドル：81.4円、米ドル：97.5円、オーストラリアドル：71.0円、リングギット：27.4円、100ルピア：0.92円）。

謝辞

今回の調査に協力していただいた下記の医師に謝意を表したい。Folke G Lind (Karolinska Univ. Hosp., Sweden), Phil Bryson (DDRC, UK), Jacek Kot (National Center for Hyperbaric Medicine, Poland), Onno Boonstra (Institute for Hyperbaric Medicine, The Netherlands), Daniel Mathieu (Univ. Hosp. of Lille, France), Vincenzo Zanon (ATiP; Diving and Hyperbaric Medical Unit, Italy), A. Wayne Evans (Toronto General Hosp., Canada), Stephen R Thom (Univ. of Pennsylvania, USA), Michael Bennett (Prince of Wales Hosp., Australia), Lee Chin Tang (Centre for Wound Care & Hyperbaric Medicine, Malaysia), Suyanto Sidik (Mintohardjo Naval Hosp., Indonesia)

文 献

- 1) 合志清隆, 溝口義人, 高村政志, 下河辺正行, 岡元和文: 各国の高気圧酸素治療の費用. 日本高気圧環境医学会雑誌 2005; 40: 3-10
- 2) Jain KK: Indications, contraindications, and complications of HBO therapy. In Jain KK, ed. Textbook of Hyperbaric Medicine. Hogrefe & Huber, Massachusetts, USA, 2009, pp75-80

- 3) Wattel F, Mathieu D: Methodology for assessing hyperbaric oxygen therapy in clinical practice. In Mathieu D, ed. Handbook on Hyperbaric Medicine. Springer, Netherlands, 2006, pp163-170
- 4) Larsson A, Engström M, Uusijärvi J, Kihlström L, Lind F, Mathiesen T: Hyperbaric oxygen treatment of postoperative neurosurgical infections. *Neurosurgery* 2002; 50: 287-296
- 5) <http://www.uhms.org/ResourceLibrary/Indications/tabid/270/Default.aspx>
- 6) 三谷昌光, 八木博司: 高気圧酸素治療の現状: 九州・沖縄地区の第二種治療装置についてのアンケート結果より. *日本高気圧環境医学会雑誌* 2005; 40: 73-77
- 7) 外川誠一郎, 山見信夫, 中山晴美, 眞野喜洋, 芝山正治: 第二種装置のコスト問題. *日本高気圧環境医学会雑誌* 2005; 40: 87-88
- 8) http://www.karolinska.se/upload/Verksamheternas%20filer/Informationsavdelningen/Webb/karolinska_fickbroschyr_eng_dec_05.pdf?epslanguage=sv
- 9) <http://www.hosp.kyushu-u.ac.jp/info/data/index.html>
- 10) Reiber GE, Boyko EJ, Smith DG: Lower extremity foot ulcers and amputations in diabetes. In: Harris MI, Cowie CC, Stern MP, Boyko EJ, Reiber GE, Bennett PH, eds. *Diabetes in America*, 2nd ed. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1995; DHHS publication no. (NIH) 95-1468.
- 11) <http://www.cadth.ca/>
- 12) 井上治, 久木田一朗, 合志清隆, 山見信夫, 鈴木一雄: 高気圧酸素療法 (hyperbaric oxygen therapy, HBO) における適応疾患の見直しと再編ー特に国内の臨床報告と基礎研究及び国外のランダム化比較試験などからの提案ー. 東京: 日本高気圧環境・潜水医学会 2009; pp.1～36.

Table. 1 Standard HBO treatments and their charges at different hospitals

Health Institutes	Approved Indications (UHMS, ECHM, or others)	Standard HBO	Charge for One Session
Karolinska Univ. Hosp. (Sweden)	ECHM UHMS Original	Monoplace: 2.5 ~ 2.8ATA, 25min O ₂ x3 + 10min air x2 Multiplace (ICU) : 2.8ATA 1.5, 3&5hrs (including air)	Standard mono HBO: €330 [for emergency: €1,000] Standard ICU HBO: €2,500 USNTT6 (ICU) : €7,500
Diving Diseases Research Centre (DDRC) (UK)	UHMS ECHM	2.2 ~ 2.4ATA, 90min O ₂ (including short air breaks)	Standard HBO: £107.5 (DDRC) ~ £250 [for emergency: £7,371.50/2hrs + £1,328/h (2-5hrs) + £1110/h (6-17hrs) + £147/h (> 18hrs) at DDRC] USNTT6: included in emergency condition at DDRC
National Center for Hyperbaric Medicine (Poland)	ECHM Original	Multiplace (ICU) : 2.5ATA, 60min O ₂	Standard HBO (ICU and non-ICU, emergency and non-emergency) : €130
German Diving & Hyperbaric Medical Society (Germany)	ECHM Original	2.4ATA, 30min O ₂ x3 + 5min air x2	Standard HBO: €180 ~ 250 [for emergency: < €1,100] USNTT6: €1,460, USNTT5: €960 (2004)
Institute for Hyperbaric Medicine (The Netherlands)	Original ECHM UHMS	2.5ATA, 25min O ₂ x3 + 5min air x2	Standard HBO: €170 [same for emergency/non-emergency] USNTT6: €170
Univ. Hosp of Lille (France)	ECHM	2.5ATA, 90min O ₂ (without air break) 2sessions/day	Standard HBO for out-patient: €116 HBO charge for in-patient: based on DRG: €116 [€930/day for ICU patient, including HBO charge] USNTT6: same as above
ATiP Diving and Hyperbaric Medicine Unit (Italy)	ECHM UHMS, Original	2.5ATA, 25min O ₂ x3 + 5min air x2	Standard HBO: €99.75 [for emergency: €398.75]
Toronto General Hosp. (Canada)	UHMS	2.0 ~ 2.4ATA, 60 ~ 120min O ₂ , (including 5min air every 30-45min O ₂)	Standard HBO: CA \$40 initial ¼hr then CA \$20 per ¼hr [for emergency: special fee for MD visit hospital CA \$30-60 + MD assessment/procedures CA \$60-200] USNTT6: time based per ¼hr
Univ. of Pennsylvania (USA)	UHMS	2ATA, 120min O ₂ (including 5min air x1)	Standard HBO: US \$2,166 (professional charge: US \$295, technical charge: US \$1,871) [for emergency: US \$4,625]
Prince of Wales Hosp. (Australia)	Original (ANZHMG)	2.4ATA, 90min O ₂ (including 5min air x1)	Standard HBO: A \$235/h [same for emergency/non-emergency] USNTT6: A \$1,200
Centre for Wound Care & Hyperbaric Medicine (Malaysia)	UHMS	2 ~ 2.5ATA, 90min O ₂	Standard HBO: 220 ~ 350ringgit USN Tables: for decompression illnesses charged according to international rate US \$700-800/hr
Mintohardjo Naval Hosp. (Indonesia)	UHMS	2.4ATA, 90min O ₂	Standard HBO: 300,000 Rp [for emergency: Rp.750,000] USNTT6: Rp. 750,000
Tokyo Med. & Dent. Univ. Hosp. (Japan)	Original	2 ~ 2.5ATA, 60 ~ 90min O ₂	Standard HBO: ¥2,000/day [for emergency: ¥50,000 (monoplace), ¥60,000 (multiplace) /day; up to 7days after onset] USNTT6: included in emergency conditions

Table. 2 International comparison of total income of HBO therapy, 2009

Health Institute (country)	Total income	Total income (¥)	GDP per capita* (US \$)	Total income, with capita GDP (¥)**
Karolinska Univ. Hosp (Sweden)	>€1,604,000	> 209,161,600	52,789.6	> 152,777,878
DDRC (UK)	£1,975,430	285,647,178	43,785.3	251,552,418
National center (Poland)	€520,000	67,808,000	13,798.9	189,479,991
German Society (Germany)***	>€929,865	> 121,254,396	44,660.4	> 104,689,877
Inst. of Hyperb Med (The Netherlands)	€680,000	88,672,000	52,019.0	65,728,148
Univ. of Lille (France)	>€ (464,000)	> (60,505,600)	46,015.9	> (50,700,768)
ATiP (Italy)	€594,228	77,487,331	38,996.2	76,618,792
Toronto General Hosp. (Canada)	>CA \$735,575	> 59,875,805	45,428.2	> 50,822,114
Univ. of Pennsylvania (USA)	>US \$8,882,851	> 866,077,973	46,859.1	> 712,672,397
Prince of Wales Hosp. (Australia)	>AU \$1,880,000	> 133,480,000	47,400.4	> 106,582,811
HBO center (Malaysia)	>Myr.1,200,000	> 32,880,000	8,140.7	> 155,738,844
Naval Hosp. (Indonesia)	Rp.1,290,000,000	11,868,000	2,246.3	203,721,408
Tokyo Med. & Dent. Univ. Hosp. (Japan)	¥19,600,000	19,600,000	38,559.1	19,600,000

年間307名で4,000件、そのうち「救急的」は200件（5％）として診療収入を算出した。（文献6,7）

*：2008年の国際通貨基金（IMF）の結果で、単位は米ドルである。

**：日本の1人あたりのGDPで補正した診療収入である。

***：ドイツは2004年の結果である。

為替レートは2009年4月30日の正午過ぎのものである。

フランスでは入院患者は包括支払いで算定されるので、外来治療のみの4,000件としている。

Appendix. 1 ANZCA SIG IN DIVING AND HYPERBARIC MEDICINE AND THE ANZHMG
ACCEPTED INDICATIONS FOR HYPERBARIC THERAPY
June 2001

BROAD INDICATION	SPECIFIC INDICATION	RECOMMENDED REVIEW THRESHOLD (NUMBER OF TREATMENTS)
BUBBLE INJURY	DECOMPRESSION ILLNESS	15
	ARTERIAL GAS EMBOLUS (Diving/Iatrogenic/Misadventure)	10
ACUTE ISCHAEMIC CONDITIONS	COMPROMISED FLAPS AND GRAFTS/MICROVASCULAR ISCHAEMIAS	40
	CRUSH INJURY	20
	COMPARTMENT SYNDROMES	20
	POST-OPERATIVE	20
	REPERFUSION INJURIES	20
	ACUTE ACOUSTIC TRAUMA	20
INFECTIVE CONDITIONS	CLOSTRIDIAL MYONECROSIS	20
	NECROTIZING FASCIITIS/NON-CLOSTRIDIAL MYONECROSIS/NECROTIZING CELLULITIS	20
	MALIGNANT OTITIS EXTERNA	50
	REFRACTORY MYCOSES	30
	PNEUMATOSIS CYSTOIDES INTESTINALIS	30
	REFRACTORY OSTEOMYELITIS	60
	INTRACRANIAL ABSCESS	40
RADIATION TISSUE DAMAGE	OSTEORADIONECROSIS	
	Established	60
	Prophylactic	30
	SOFT TISSUE RADIONECROSIS	
	Established	60
	Prophylactic	30
PROBLEM WOUNDS	MICROVASCULAR CHRONIC ISCHAEMIC ULCERS eg	50
	DIABETIC ULCERS/GANGRENE, DECUBITUS ULCERS	
	VENOUS ULCERS	30
	FROSTBITE	30
	SURGICAL INCISIONS	30
	SPIDER BITE	50
	PYODERMA GANGRENOSUM	50
TOXIC GAS POISONING	CARBON MONOXIDE (mod/severe)	10
	SMOKE INHALATION	10
	CYANIDE	10
	HYDROGEN SULPHIDE	10
OCULAR ISCHAEMIC PATHOLOGY	CYSTOID MACULAR OEDEMA	50
	RETINAL ARTERY/VEIN OCCLUSION	30
MISCELLANEOUS	THERMAL BURNS	20
	EXCEPTIONAL BLOOD LOSS ANAEMIA	10
	TUMOUR CONTROL IN ASSOC WITH RADIOTHERAPY	30

NOTES :

1. The purpose of this list is to document the conditions for which the organisations above believe hyperbaric oxygen therapy is indicated. These recommendations are based on review of the literature and clinical experience. These conditions are limited to those where the evidence for the efficacy of HBO is at least as strong as currently accepted therapeutic alternatives.
2. This list is made available by the organisations above for the use of individual hyperbaric medicine facilities in formulating admission and discharge policy. The list constitutes recommendations only and does not mandate clinical practice.
3. It is proposed that this list be reviewed by a joint committee of members of the ANZHMG and ANZCA SIG on an annual basis. Submissions will be possible through these organisations and all available evidence at the disposal of this joint committee will be considered.
4. The maximum recommended number of treatments for each condition is a guide to therapy and should not be regarded as a required minimum for adequate treatment. In occasional cases, these figures may be exceeded for valid clinical reasons.
5. The ANZHMG and ANZCA SIG support clinical research into the efficacy of HBO in these and other conditions. Patients with conditions other than those above should be regarded as experimental and treatment undertaken in that context. These organisations hold that such treatment should be administered with the approval of a local ethics committee and involve no charge for professional or facility services.

Appendix. 2

DDRC PLYMOUTH
CONTRACT TARIFF YEAR ENDING 31ST MARCH 2009

• **HBO Therapy**

Patients referred for routine therapies (per therapy) £ 107.50

Wound Care only (per visit) £ 37.50

Additional Costs

Consumables (per course of therapies) £ 264.50

Accommodation (per night) £ 70.50

• **Emergency Treatments**

(This includes all hospital in-patients referred at non-routine times)

Out-of-hours medical assessment without treatment £ 558.00

<i>Whole Hours</i>	<i>Tariff</i>
2	£ 7,371.50
3	£ 8,694.00
4	£ 10,022.00
5	£ 11,350.50
6	£ 12,454.50
7	£ 13,564.00
8	£ 14,674.00
9	£ 15,772.00
10	£ 16,882.00
11	£ 17,992.00
12	£ 19,096.00
13	£ 20,200.00
14	£ 21,304.00
15	£ 22,413.00
16	£ 23,517.50
17	£ 24,621.50
18	£ 24,771.00

Then for each additional hour's treatment £ 147.00 per hour