

■ シンポジウム

高圧酸素療法の基礎

高圧酸素の細菌増殖におよぼす影響

東京大学 山本 俊一

物理的圧力変化と生体

東京医科歯科大学 梨本 一郎

高圧酸素の正効果, 負効果

大阪大学 恩地 裕

[司会] 東京大学 山村 秀夫

山村 では、ご指名によりまして、シンポジウム「高圧酸素療法の基礎」の司会をすることになりましたが、何分、時間がありません。そこで、プログラムによりまして各演者20分ずつとなりますが、時間の関係で15分ずつ各演者にお話して頂くことになりました。では最初に、東京大学山本教授から「高圧酸素の細菌増殖におよぼす影響」についてお話していただきます。山本教授は、かねてから私共と一緒に高圧酸素の基礎的な問題についてご研究なさってる方でございます。

山本 高圧酸素が細胞の活動、特にその代謝活動に対してどんな影響をあたえるかという問題は、非常に興味のある問題でございます。と申しますのは、ご承知の通り細胞の活動は、いわゆる酸化還元の複雑な系から成っているものでありまして、そこにガス体の酸素、しかもそれが高圧の場合、どのように作用するかということは、これから非常に大きな関心と呼ぶものと存じます。それで私は、それを解決するひとつの方法と致しまして、非常に簡単な細胞であるバクテリア、しかも最も扱い易い大腸菌を用いまして、この発育に対する高圧酸素の影響について、いささかの実験をいたしましたので、その結果を今日、お示しいたしたいと思えます。とにかくこの問題は、非常に大きな問題であるにもかかわらず、私達の致しましたことは、非常に僅かなことでございまして、非常に断片的でございますが、その点を予めご容赦願いたいと思えます。最初のスライドをお願いいたします。

まず大腸菌を培養いたしまして、それを特別に造りました小さな chamber の中で、いろいろ加圧する酸素の条件をかえながら培養してみました。そう致しますと、ご承知のようにバクテリアは、培養致しますと一定の lag phase がありまして、それから対数期に

入り菌が増殖してまいります。で、大気圧から0.2気圧までの圧の下では、このような曲線を描くのでありますが、それを1気圧（これから申しますのは、酸素の絶対気圧でございます）に致しますと、曲線がねてまいります。更に2気圧に致しますと lag phase が少しのびまして、曲線の傾斜が低くなってくる。それから、3気圧、4気圧という具合にだんだんと、発育が悪くなって参ります。そして5, 6, 7気圧になりますとバクテリアは、まったく発育しなくなります。ところで、この関係をもっと数量的に示すために、菌量が2倍に殖えるための時間を generation time と呼びますが、その generatian time をこちらの軸に、絶対気圧をこちらの軸にとりまして、3気圧までは大体、直線関係があるのでございます。そうして4~5気圧のところ急に無限大になってしまいます。これは何か非常に簡単な関係法則があると思うのですが、どうも現在のところでは良く判りません。3気圧のところまでは、きちんと圧に適応が出来るけれど、それ以上酸素の圧が高くなると急に、圧の変化に適応が出来なくなることを示しているように思えます。今度は菌を普通に培養しまして、対数期の最も発育の盛んな時にそこから加圧を開始してみます。そうしますと今度はそれまでと違って、菌数が減ってゆくのでございます。これは同じ実験をくり返しやってみまして、大体同じような傾向がみられるようでございます。次のスライドをお願いします。

そこで今度は、その対数として Y という関数をとりにまして、ここに出しました様な方程式をたて、たて軸に Y をとり、横軸に絶対値をとってまいりますと、大体直線関係の成り立つことがわかります。次に、この方程式を積分してまいりますと、ここに示すような式が出てまいります。ここで p はその圧力で、t が時

間、a と k は定数でございます。それから no というのは酸素加压をしたときの菌数でございます。で、こういった非常に簡単な関係のあることがわかり、これも何か、菌の発育と酸素加压との間に、極めて簡単な法則性のあることを示していると思いますが、現在のところでは、まだその実験を終えた段階にとどまっております。

次に今度は、その方向を少し変えまして、バクテリアの増殖に対する高圧酸素の影響を解明するためのもうひとつの別の方向としまして、何か菌の発育を阻害する、しかもその阻害の機序のわかっている物質をとり高圧酸素と併用してみます。そうしますとその結果は、高圧酸素がその細菌発育阻害剤に対して、協力的に働くか、逆に antagonistic に作用するか、あるいは全く影響が無いのか。この三つのいずれかになります。で、そのいずれの場合であろうとも、その高圧酸素がどこに作用するかを知るひとつの手掛りになると考え、その解析を始めたのであります。それともうひとつは、これは全く欲張った考え方なんです、出来れば将来において、制癌剤に高圧酸素を併用して、何か相乗効果が得られないかということを考えておりますので、その為、いわゆる制癌剤というものを採り上げてみました。ここでは Mitomycin C (MMC) がそれでございます。大腸菌に培養と同時に MMC を加えてゆきますと、このようにゆっくりと下がってまいります。ところが、これに圧を加えますと、1気圧、1.1気圧という具合になりますと、このカーブが下がってまいります。そこで、ある程度増殖期に入りましたところで MMC を加えますと、普通の大気圧下では急に菌数が下がってまいります。1気圧、1.1気圧という場合には、前のカーブより上方のところ、つまり高圧酸素は MMC と拮抗的に作用するという結果を得ました。

次に、培養後24時間位、つまり菌の発育が stationally に入った時期に MMC を加えますと、大気圧下では MMC の量に応じた下がり方を致します。しかし1.8気圧にこれを加压致しますと、それよりも上方へ上がってゆくのでございます。このことから高圧酸素と MMC の作用機序は何か拮抗的であるということが判ります。次に MMC を作用させた菌を使用して見ますと、即ち MMC がもうない状態で菌に高圧酸素を作用させましたところ、この場合には、拮抗作用のないということが判りました。これらの事実だけではまだ決定的な事はいえませんが、こういうデータを積み重ねてゆけば、何らかの手掛りが得られるだろうと考えております。

次は Nitromin でございます。培養と同時に Nitro-

min を加えますと、対照にくらべてその増殖曲線は Nitromin の量に応じてねてまいります。ところが、これに高圧酸素をかけますと圧に対応して増殖曲線は更に抑制された状態を示してまいります。これが相乗作用であるか、あるいは単なる和であるかは、この場合ちょっと判りませんが、いずれにしても、今度はプラスの方向に作用していることが判ります。即ち加压により Nitromin の作用は、更に大きくあらわれるのでございます。

次に、もうひとつ別な方向からの実験をいたしました。つまり、同じ大腸菌を使い、酸素加压下で培養したものと普通培養の両者を取り、それらの DNA 合成、蛋白合成、RNA 合成といったものを調べたわけでございます。培養の条件は、普通条件下の培養および3.5気圧の酸素加压のふたつでございます。ただしこの場合は、菌をたくさん採って化学的分析をするために、加压しては chamber を開き、そしてまた加压を続けるといった、いわば断続的な加压を致しました。そのために今迄とは、ちょっと条件が異っております。すなわち、前の酸素加压の場合と菌の増殖曲線は殆んど同じではございますが、こちらの方が少し上方へカーブが上がっております。

さて、まず DNA 合成と蛋白合成をみてみますと、この両者の間には、ほとんど差がないと考えてよろしいかと存じます。ところが、RNA の合成について見ますと、元来、高圧酸素下においては、初めから少し高いのでありますが、経済的に見てまいりますと、ますますその差が大きくなって参ります。これは何か大きな事を示しておるようでございますけれども、現在のところはまだ、よく判りません。蛋白の合成につきましても、先程申しましたとおりでございますが、ここで蛋白の中にとりこまれる S₃₅ の fraction を調べましたところ、蛋白量全体としては同様でありながら、この S の取り込み方は、高圧酸素群の方がずっと、高いことが判りました。このことは、恐らく、高圧酸素という環境が菌に対して不利な状況であるために、この状況に適応するために S という還元性を持った物質を、なるべく沢山取り込んで、そしてそれをもって何かしら適応機構に似たものを造りつつあるんだろうと、私たちは推測した訳でございます。

以上、はなはだ断片的なことでお判りにくかったかと思いますが、私達がおこないました実験をご紹介します。上げました。

山村 どうも有難うございました。これはシンポジウムで、本当は前の方に並んで頂いているいろいろお聞きしたいのでございます。が、何分にも時間がありますので省略させていただきます。次には、先程から問題に

なっております酸素中毒その他の問題をお話になるかと思いますが、大阪大学の恩地教授にお願い致します。

恩地 私に与えられた演題が、「高圧酸素の正効果と負効果」という、非常に抽象的かつ広範な問題でありまして何をお話してよいか困ったわけです。私自身、こういう問題を直接研究しておるわけでございませぬので、従って今迄私どもが勉強してまいりましたところを、恐らく大部分の皆様はご存知かと思いますが、文献的な出典を申し上げながらお話いたしますので、ご参考になれば幸いです。

まず動脈血の酸素分圧の問題ですが、高圧酸素の目的は動脈血の酸素分圧を上昇させるのが一番大きな目的だと思いますが、ここに示しましたように、段々に圧を増してゆきましても予測値に対して測定値が非常に低いのです。これは測定者によっても違いますが、決して予測しているような値が出てこない。しかし圧が高くなればなる程、予測値と実測値の PaO_2 の差が開くというようなことはないようです。結局、これだけの差が出来るという原因は、午前中の Discussion にもございましたように、肺内の intrapulmonary shunt 量がふえてくるためだろうと思います。

次は、肺胞内と動脈血との A-a O_2 difference を測った Data ですが、先程も申し上げた通り気圧を上げたからといって、shunt の量が急にふえるというわけじゃない。梨本先生が測られたのには絶対 2 気圧の時に、1,300 とかいうのがございましたが、私共のはそれより非常に低い値ですが、これは測定者によって、ずいぶん違っておるようです。結局、血液の中に溶けている酸素の量をふやすことにより沢山の酸素を与え、その酸素の良い点を得て、それによって治す。たとえば癌を治すとか或いは ischemic などところを治そうという考えなんでしょうけれども、しかし末梢へ行く酸素の量というものは、何も PaO_2 だけによらない。すなわち心搏出量にも関係があるわけですし、oxygen carrying capacity というもので見てみますと、絶対気圧の上昇と共に \dot{Q} 、即ち心搏出量が減少してまいります。たとえば、1 気圧の純酸素でありますと 1.0% 減っております。3 気圧の酸素になりますと 15%、4 気圧の酸素では 20% も減っております。それに対して PaO_2 は上昇してまいりますから、酸素の含量も上昇してくるわけですが、そこで、この酸素の含量と心搏出量とを掛け合わせた酸素運搬能力を見ますと、案外上がりが少ない。期待しておるだけの沢山の oxygen carrying capacity が無いわけですし、折角、純酸素を 4 気圧で与えておりましたが、低圧で空気を吸っておるときのわずか 16% にもならない。絶対 3 気

圧ですと、わずか 10% の増加です。ですからこういう点が「正の効果と負の効果」という題の期待するひとつの面ではないかと私は思っています。しかし末梢では余計に酸素を摂っておるということはすぐ判ることとして、1 気圧のときに A-V O_2 difference は 5 Vol% しかないのが、心搏出量が減っておりますためかどうか知りませんが、4 気圧の酸素になりますと A-V O_2 difference は 6.8 にもなって、沢山の酸素を摂っておるということがいえると思います。

で、もうひとつの問題は、高圧酸素になりますと心搏出量が減る。すなわち血流量が減ってくるわけですが、その血流量の減る割合というのが臓器によって非常に違うということは、沢山の人のによって指摘されています。幸いなことに、Aortic Arch Out Flow、すなわち頭の方へゆく血流はあまり減っていないんですが、一番よく減るのが腎動脈の方へ行く血流です。ある人の Data では 32% になり、他の人の Data では 50% というふうに残っているのもございまして、一番よく減っているようになっている Data が多い。しかし頭の方へ行くのが、ああいふふうに 10% しか減らないというんであれば非常に好ましいということになるんですが、これは沢山の人が測定した脳血流量だけを文献から拾い上げてみたんですが、血流量の減り方というのは、圧を段々増してゆきましても、これと平衡して減るというわけではないんです。一番最後の 5 気圧の時の、この人の測定法は、電磁流量計を使っておって他のは管気を使う、ですから少し違うわけですが、しかし、平衡的に血流量が減るわけでもないということはいえると思います。

これは、そのもう一つの面として頸動脈と頸静脈の酸素及び炭酸ガスの分圧の比、及び分圧の差、それから量の差を書いたわけですが、3 気圧酸素になりますと酸素の A-V O_2 difference が 6.1 から 8.2 というふうに着明に増加しております。すなわち、先程申し上げましたように、頭の方へ行く blood flow が減りますが、それを compensate するかのようになり、 A-V O_2 difference の方は 34% も増加しているわけです。それから炭酸ガスは、 A-V CO_2 の分圧の差で示しましたが、それはたとえば 11 から 19 mmHg というように 8 mmHg 増加いたします。% にすれば非常に大きな、炭酸ガスが余計出ることになるんですが、この差の由来するところに関してはいろいろ考え方があると思いますが、ひとつは Hb が全部、HbO になっておるといふこと、それから flow が減ってくるということにあるんじゃないかと思えます。

それから、身体全体の酸素消費量ですが、これは余り差がないということで、多くの人の実験結果は一致

しておるようです。高圧酸素でも平圧で空気を吸っている時でも、overall の O_2 consumption は下がっている。それから臓器によって O_2 consumption の高低があり、その為に全体では同じだということになっているんだと思います。

次は呼吸のことを研究している人の Data をお借りしたのですが、高圧酸素では吸気中の O_2 分圧が上昇しますので、 CO_2 の Out put も著明に増加してまいります。呼吸数は変わらないようです。それから分時呼吸量は、たとえば 6.08 l から 8.05 l というように著明に増加しております。それから、alveolar CO_2 ですが、これは 38.2 から 32 というふうに下がっております。結局、この表の物語るところは、そういうふうに分時換気量におよぼす影響というものは total の圧という物理的なものではなしに、酸素という化学的なものであるということだと思ふんです。司会の山村教授は私に、酸素中毒のことをご期待しておられたようですが、私、その方面のことはあまりやっておりませんので、こういうところで終らせていただきます。

山村 どうも有難うございました。それでは、最後に「物理的圧力変化と生体」という題で梨本先生にお願いすることにいたします。

梨本 高圧、低圧はもちろん、私達の専門ではございませんが、いわゆる高圧の人体に及ぼす影響というような考え方で話を進めさせていただきます。

高圧酸素というのは何も hyperbaric oxygenation ばかりじゃございませんで、昔かな潜函作業とか潜水作業、いわゆる高気圧下の作業というのは沢山おこなわれておまして、わが国でも数千名に達する人間がこの作業に従事している。そういうごく一般的なことから順序を追って、その out line をご説明致しまして、中でも減圧の問題についてちょっと触れさせていただきたいと思ふんです。さて潜函作業では、いわゆる Caisson を作りましてその中へ、ずっと潜って作業いたしますが、そうしますと我々の hyperbaric oxygenation としては、潜函病、いわゆる減圧症の治療というような問題が出てまいります。で、こういう高圧下で人間がどういった影響を受けるか今のテーマについて考えてみますと、いわゆる加圧という問題、それから今度は高圧に曝露されたあとで、常圧に復帰する場合の減圧復帰というような問題がございます。加圧は更に分けまして、分圧 total pressure が増加する場合と、それから 2 次的なものとして密度の増加、成分気体の分圧の増加、というような甚だしい環境の変化が起こりますと、当然それに応じまして生理的な調整能力が追従できませんで、さまざまな障害を生ずるわけです。このうちの全圧の増加ですが、もし人間の身体が

均等に加圧されておりますと、人間は軟組織と硬組織とから構成されておりますが、軟組織は殆んど液体と同じ様な態度をとりますので理論的には、どんな深い所へ潜っても大丈夫だということになります。現在 300 m に潜水したという記録もありますので、圧力 total pressure そのものの増加ではかなりの所まで行けるんじゃないかと思ふんです。ただ問題は total pressure の増加の場合に、身体に不均等に圧が加わった場合で、そうしますといわゆる絞めつけ (squeeze) という現象が起こります。これは組織と周囲との間に圧差が生じた為に組織の変形とか出血、あるいは疼痛とかいような損傷を生ずるわけです。最も典型的なものをお示し致しますと、中耳腔の内圧と外圧が平衡せず、耳管が開いていない状態で加圧されますと平衡が破れて鼓膜が損傷される。もしもこれで平衡をとれば、いわゆる耳抜きなどと俗にしておりますが、そういうことをすれば損傷が起らないということでございます。これは ear squeeze といっておりますが、同じようなことは sinus と副鼻腔なんかについてもいえるわけで、炎症により鼻腔との間の交通が断たれますと、やはり加圧時に副鼻腔に、出血とか疼痛が起こる。特に前頭洞が良くやられまして前頭痛というようなことがよく起こってまいりました。これは一種の sinus squeeze といえます。それからもうひとつ、これは普通の場合は起こりませんけれども、潜水作業でおこる頭部の squeeze で、これは helmet diver が急に浮力を失いまして墜落すると、その金属性の helmet 内の圧が低いときには、外の水圧が非常に高いため頭部に体液がぐっと絞り出されたような格好になり障害が生じるわけです。これらは加圧時に起る問題でありますけれども、今度は減圧時にもやはり似たような圧の不均等な状態がおこってくる。たとえば、減圧に際しまして、息を停めたまま減圧をするというような事態が起こりますと減圧に従い肺が過伸展いたしましてついに肺が破れる。あるいは traumatic air embolism と申しまして、毛細管の中に air が入りまして air embolism をおこしたり、ひきつけをおこしたりする。cyst とか bulla というようなものがあれば特に危険です。それからもうひとつ、イギリスでは気管支喘息のようなものをもっている場合、こういう発作が減圧中におこると非常に危険なので、やはり作業に適しないというようなことをいっております。

こういうものが加圧の機械的な問題で、こういうものを総称して barotrauma (気圧外傷) とよぶこともございます。今度はこの 2 次的作用として密度が増加するだろうという問題でございます。これは換気能力の低下ということがおこるわけで、スパイログラムに

よる実験を行いまして、いろいろ MTB, FEV あるいは FEF というものが低下するということが判っております。その他、音声が変化してくる、これは皆さんお入りになった方々は充分気付いていらっしゃるでしょうけど、こういう問題もおこります。で、He を使った場合どうかと申しますと、大体 O₂ が 80% 程度の He-oxygen mixture を使いますと、MVB なんかも非常にふえます。これは常圧だけの問題でございませぬけれども、こういうものが高圧下でたとえば肺の換気能力が低下しているような患者に、しかも一方では hyperbaric で oxygenate したいというような場合に使えるんじゃないか、まだこれも高圧下でいろいろ実験してみなくてはなりません。がひとつの suggestion を得られたわけでございます。このような密度の問題の他に、今度はいよいよよさっきの構成ガスの分圧増加の問題がございませぬ。その最初は Nitrogen でした、これは皆さんご承知の Nitrogen Narcosis という問題が、大体全圧に致しまして 4~5 気圧のところからおこってくるといわれております。この詳細に関しましてはベネットがいろいろ論評しておりますので、くわしくはそちらに譲りたく思います。それから次は、O₂ 分圧の増加、これは私そちらの方は専門でございませぬので、いろいろ文献から引用したものでございませぬが、曝露時間と曝露圧によってひとつのカーブが描かれておりました酸素分圧が上がるにつれて、O₂ 中毒を起し易いことを示しています。この O₂ 中毒は、hyperbaric oxygenation という問題に対しまして、酸素分圧をどんどんあげたいという一方で、ひとつの矛盾点といいますかひとつの restriction というような問題になるので、この O₂ 中毒をうまく除いて、いかに hyperbaric oxygenation を、やってゆくかということがいろいろ研究されてゆくんじゃないかと思っております。第 3 に CO₂ 分圧の増加ですが、CO₂ は正常空気中には非常に少なく 0.3% でございませぬが、もしも密閉されているような、高圧室内で換気ガス不十分である、あるいは compressor が不良であるというようなことになると、CO₂ の濃度あるいは分圧が上がってまいります。で、そうなりますと勿論 CO₂ 中毒の危険があるわけでございませぬが、その他にも Nitrogen narcosis を非常におこし易い、あるいは O₂ poisoning をおこし易い、更に減圧症というものを起し易いということもいわれておりますので、こういうものは警戒すべき問題だと私は思います。

以上で簡単に加圧にともなう問題をお話いたしました、これから減圧、つまり高圧から常圧へ戻るといふ問題についてお話ししたいと思います。

さて、ここに減圧症の一例をお見せしますが、この

潜函病、あるいは潜水病といわれておりますものの主症状としましては、出血斑を生ずるもの、それから bends と申しまして先程から話がありますように、関節痛、筋肉痛を主体とした運動器障害などいろいろございませぬ。その他 choking などと呼ぶような呼吸器、循環器系にくる呼吸困難、あるいは shock 症状をおこすもの。第 4 には、いわゆる中枢神経系がやられまして麻痺がおこるといふようなものもございませぬ。この頻度を申しますと、大体 bends が 70% ~ 80% に生じています。麻痺は比較的少ない状態ですが危険な症状には違いないわけですね。それから先程、重藤先生からお話のありましたように、もしも bends なんかの処置が適切でない、いわゆる Bone lesion という慢性的な障害をおこすといふようなことが、最近やかましくいわれております。こういう減圧症の原因としては、今のところ、bubble theory、いわゆる気泡説が非常に大きくいわれております。気泡がなぜこういう症状をおこすかという直接的な説明はまだ為されておきませんが、やはり減圧時の trouble で不帰の転帰を取られた方を剖検してみますと、脳の血管壁に気泡が形成されている。実験的にも、3.5 気圧まで上げましたネズミをその後急に減圧しますと、顕微鏡で見ると非常に小さい血管内に bubble があるということから見まして、いわゆる気泡が相当の役割を占めているんじゃないかと思っております。そういうものに関しましては、今日はちょっと時間がありませんが、いわゆる窒素ガスが、高圧に曝露された場合に、どのように人体に入ってゆくか、たとえば組織と血液、肺と血液という root を経てどう入ってゆくかといふようなことが、今後これから検討されなきゃならない問題だと思っております。これについては、いろいろお話したい面もありますが、今日は時間がないので省略させていただきます。要するに、潜函病の予防、減圧症の予防はどうしたらよいのか、これは先程ちょっとお話ししたように窒素ガスが高圧下でだんだん吸収されてゆきまして、過剰な窒素が減圧した際に過飽和状態になり、終りに bubble formation にいたるのだという前提に立ちますと、この窒素ガスと過飽和状態というのを control すればよいわけになります。これは有名な Holdane のルールといふのがございませぬ、水深 10m に如何に永い間いて、そのまま急激に上昇してきても病気をおこさないといふようなことから、一定の割合で減圧すれば大丈夫といふことから一種の table が作られたわけですね。要するに曝露圧と曝露時間といふものから、過飽和にならないようにする最大の減圧時間、すなわちガス化しないところを抜ければ良いわけで、圧と時間の関係から定められる low decompression

limit というのがあり、これを越えた場合にはじめて、こういった減圧の rule をとらなくてはいけないのです。このような rule によりまして、これは労働省で出来ました規則ですが、曝露圧と曝露時間により階段式の減圧表が出来ております。ただ、圧力が高くなりますと、こういうものでは減圧時間が非常に永くなる。それで特に O₂ decompression といって、減圧時に酸素を使いますと非常に減圧時間が短縮される。これは潜函作業に使った例ですが、こういう風に O₂ を使いますと非常に bends の発生率が少ない。このように O₂ decompression というのは、今後考えられるべきものでありますが、中に酸素を出し O₂ 分圧を上げますと火災の危険があるので、酸素は外から供給しどんな圧力下においても外に放出するという装置も出来てございます。

で、これは先程重藤先生が触れられましたように、繰り返し作業を致しますと窒素ガスが蓄積されてくる。ということで、2回以上の場合にはいわゆる減圧の工夫をしなくてはならない。そこでやはり、ひとつの nomogram が高圧規則に出ております。

今度は、万一発病したらどうするか、これは bubble theory によればもう1回再加圧して、それから気泡を消失させ徐々に減圧していく。その際2度と気泡を形成させないようにする。こういうような table が出来

て、これも高圧障害防止規則に載っております。最近では最高の場合には、大体 5.0 Kg まであげるようになっていいる。また最近では low pressure の decompression sickness では酸素を使う方法も出来ておりますけれど、Lamphier さんあたりは非常に批判的でございます。つまり bubble というものは、ある程度高い圧をかけなければ消失しない。小さく縮しないんだと、血流のないものはいくら酸素化しても効果がないんじゃないか、こういうことで我々も重症患者は、5 kg/cm² まで圧を上げる必要があると思います。私共の自験症例で、これは下半身の麻痺をおこした例でございますが、これを絶対 6 気圧まで上げて38時間の再圧治療をおこなった後、また、ふたたび毎日5時間ずつ高圧酸素を使いますと、運動、あるいは知覚の障害も次第に縮小されてくるという例でございます。

以上はなほだ簡単でございますが、時間がありませんでこれで失礼させていただきます。

山村 どうも有難うございました。時間がございませんため、このようになってしまいました。3人の演者の先生方いずれも非常に面白いお話をお聞かせいただきまして、皆様方もいろいろご参考になったことと思います。