

●特集・高気圧治療装置の現況と将来

当院に新設した大型高気圧酸素治療装置について

八木博司*¹ 小村一雄*² 堀 由里*² 増田貞満*³
折田 旭*³ 中村 実*³ 辻野純徳*⁴ 小林繁夫*⁵
高橋英世*⁵ 榊原欣作*⁵

当院では昭和46年来、著者の一人、八木が設計、試作した一人用小型高気圧酸素治療装置（第1種装置、泉工医科工業株式会社製）を用い、また昭和52年からは田葉井製作所製の第1種装置（型式：PHC-1A）を用いて、高気圧酸素療法（以下、OHP療法と略記）を行ってきたが、これら第1種装置では患者一人だけを高圧室に収容して治療しなければならないため、その適応には制限があり、OHP療法の適応をより拡大するため、昭和56年、病院の増改築工事を行った機会に、共著者らの協力を得て多くの新しい着想を導入した大型高気圧酸素治療装置（第2種装置）を製作、設置した。

当院は、図1に示すごとく住宅密集地域のなかにある私設の病院で、敷地一杯に病院が建っているため、周囲に空間の余裕がなく、また病院の周囲の道路幅も狭く、かつ第2種装置設置を予定した病院裏玄関付近では、夜間の騒音が40db前後と極めて閑静となるため、第2種装置の導入にあたっては、設置前に解決しておかなければならない種々の問題があった。すなわち病院の立地条件の制約のなかで許容される最適の装置の大きさの決定、かなりの大きな空間を占める装置本体の搬入方法および第2種装置に由来する騒音、振動などの周辺への波及防止に関する問題などであり、さらに私設の病院として予算に一定の限度があり、最高の性能を有する装置をできるかぎり低廉な経

費によって製作するために必要とされる新技術の開発に関する諸問題である。これら諸問題を検討するため、大型高気圧治療装置の新設を予定して以来、医療、装置製作技術および病院建築設計などのさまざまな角度から、一年半にわたって十数回の事前協議を重ねた。このような慎重な検討の

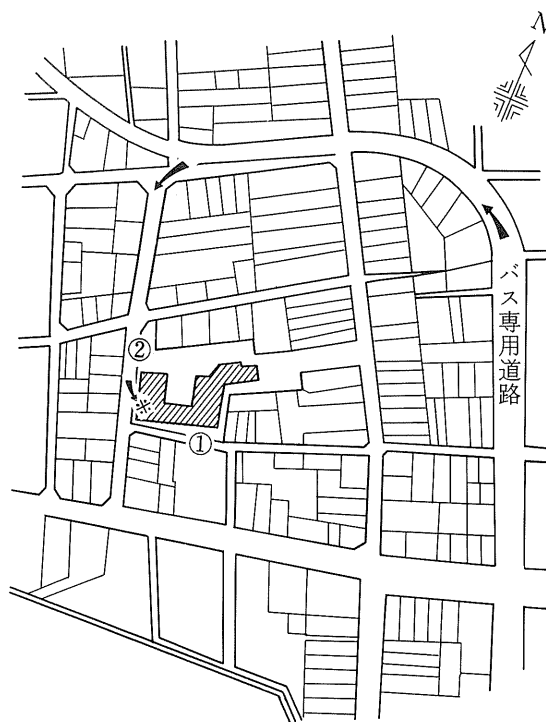


図1 当院の立地条件と高気圧治療部の位置

■八木病院

※高気圧治療部

①幅員 3m

②幅員 6m

搬入経路（低床トレーラー使用）

使用機械 45t 油圧クレーン（車幅 5m）

吊上げ→90°旋回→コロ曳（チルホール）→ジャッキによるダウン

*¹福岡八木厚生会病院

*²川崎エンジニアリング㈱

*³㈱セントラルユニ

*⁴㈱浦辺建築事務所

*⁵名古屋大学高気圧治療部

結果、製作されたわれわれの大型高気圧治療装置は、市井の人口密集地の中にある病院にもなんらの問題を派生することなく搬入され、その後、連日、終日にわたる治療を継続して一年余を経過したが、周辺住民からの苦情もなく、円滑に OHP 療法を行い得て今日にいたったので、この新設した第 2 種装置の概要を報告するとともに、設置に関してとくに配慮した諸点について述べたい。

I. 第 2 種装置の大きさと搬入方法

大型高気圧治療装置を設置する場所として、幅 6m の道路に面した病院裏玄関の傍を選び、装置本体と操作盤は 1 階に、機械部分は半地下室内に設置することとした。

新設した第 2 種装置の本体は直径 2.8m、全長 6m の円筒とした。耐圧試験を完了した本体を搬入するためには、周囲の状況から考えて、この大きさは許容される最大の大きさであった。

搬入方法として、川崎エンジニアリング(株)明石工場から小倉港の日明岸壁まで海上輸送し、小倉港からは国道 3 号線を、さらにこれにつづいて西日本鉄道のバス専用道路を借用し、病院裏玄関の設置予定位置まで大型トレーラーを使用した。

トレーラーから病院内への搬入には、車幅 5m の 45 トン油圧クレーン車で装置本体を吊上げ、90 度旋回して、コロ曳き様式で病院内に納め、据付けにはジャッキを用いて装置をコロから降した。

II. 当院に新設した第 2 種装置

1. 第 2 種装置の性能

新設した第 2 種装置は本体と操作盤及び付属機械の 3 部分からなり、本体は前述したように直径 2.8m、長さ 6m、内容積約 33 m^3 、重さ 15 トンの横置円筒型耐圧構造の鋼製タンクで、収容人数は 6 名とした。

この装置は最高使用圧力 4.0 kg/cm^2 G(5ATA)、最高治療圧力 3.0 kg/cm^2 G(4ATA)で、定圧制御精度は設定圧の $\pm 0.5\%$ 以内とした。

最高加圧速度は 0.3 $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{min}$ で、最低加圧(減圧)速度は 0.1 $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{min}$ であり、日本高気圧環境医学会制定「高気圧酸素治療の安全基準」に準拠した緊急減圧を行うことができる。この装置の操作は自動制御方式を基本とするが、必要に応じて手動切換えも可能であるよう製作した。

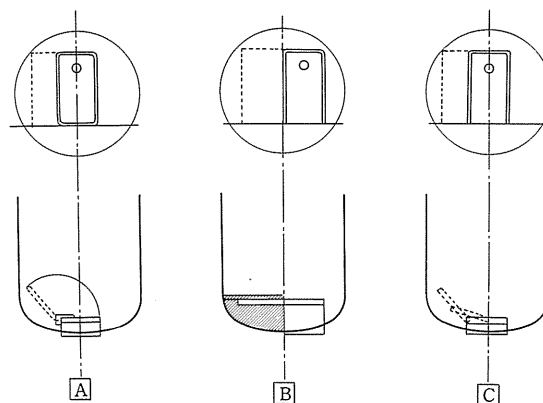


図 2 高気圧治療装置に用いられる各種出入口扉

- A 開き戸方式
- B 引き戸方式
- C 回転引き戸方式(柵原式)

最大換気量は 400 $\text{N m}^3/\text{h}$ で、室温は 23~27 $^{\circ}\text{C}$ のあいだで、設定温度値の $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内に制御され、湿度指示範囲は 10% R.H. から 100% R.H. とした。

酸素濃度指示範囲は 0~25%、炭酸ガス濃度指示範囲は 0~0.5% とした。

2. 第 2 種装置本体の構造

2.1. 基本構造

装置本体の内部は内室(主室)と外室(副室)に分かれ、その大きさはそれぞれ長さが 4.5m と 1.5m、内容積が 23.2 m^3 と 9.2 m^3 で、両者の床面積比は約 7 対 3 である。

内室へは外室を通じて出入し、OHP 療法には主として内室を使用する。外室は、内室加圧中に人が内室に出入りするための圧力ロックあるいは準備室として使用し、また加圧下で血液ガス測定その他の検査を行う必要が生じた時に使用する。

2.2. 内装

本体内の内装天井は、本体の中心を通る垂直線上、本体の上端から 0.25m 下がった位置、内装床板は本体の下端から 0.55m 上がった位置にそれぞれ設置され、このため装置室内の有効高は 2m となった。内装天井はヒカリ天井とし、内装壁にはデコラ鋼板および一部にステンレス鋼板貼を、また床板には静電気の滞留を防止するため電導タイルを使用し、密室的なイメージをできるだけ避けられるよう、明るくソフトな感覚の内装とした。また装置内の床面の高さは建築床面の高さと同じ

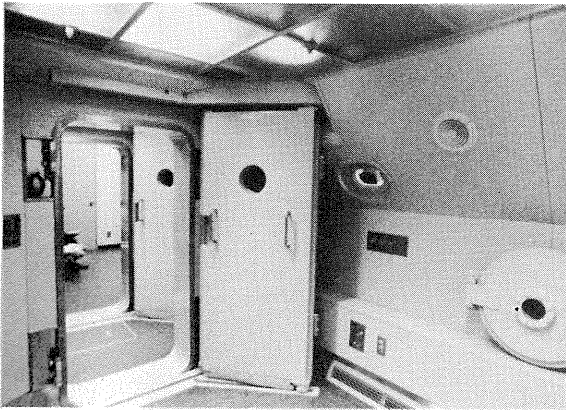


図3 回転引き戸式の扉

扉を閉鎖位置に移動すると、ドア・センサーが作動し、油圧切換弁を down にセットすると扉が下降して密閉される。切換弁を up にセットすると扉が上昇して、床面に達する。扉は溝に沿って移動するので、開き戸方式にみられる縁材の床面からの凸出はない。

致させ、患者搬入などに便宜をはかった。

外室の入口及び外室から内室への入口には幅0.75m、高さ1.7mの出入口ハッチ(回転引き戸式扉)を設け、また内室の他端には幅0.65m、高さ1.55mの開き戸式職員出入口ハッチを設けた。

2.3 回転引き戸式扉(榊原式)

外室の入口および外室から内室への入口に用いた回転引き戸式扉(図2C)は、従来、一般的に用いられてきた開き戸式扉(図2A)あるいは最近になって二、三の装置に用いられるようになった引き戸式扉(図2B)などとは異なって、扉による死腔をできるだけ少なくし、有効床面積をできるだけ広くするために、著者の一人、榊原が考案したものである。

すなわち、図2Aの開き戸式では、扉を密閉するためには縁材を床面から凸出させることが必要であるが、これは患者搬入に際して不便であり、また扉の開閉に当たっては、扉の移動する扇形の部分は有効床面積として使用することができない。

図2Bの引き戸式扉では、扉の密閉のために縁材を床面から凸出させる必要がない点の一つの進歩であるが、しかしこの方式では戸袋を必要とし、戸袋の部分だけ有効床面積は減少し、また扉の幅を大きくしようとするれば、扉の中心線を装置本体の中心線から外して作らなければならない。

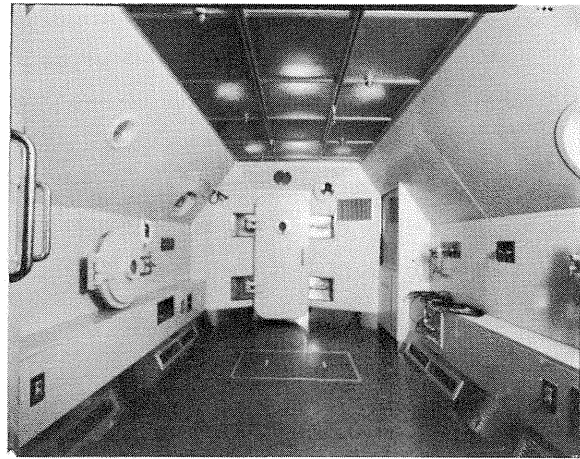


図4 外室側からみた内室

今回、この装置に使用した回転引き戸式扉は、これらの問題を解決する方式として開発されたもので、図2Cに示すように戸袋を必要とせず、また扉が扇状に動かず、本体側壁にそって移動するため、床面積を常に最も広く利用することができ、加えて本体の直径に対して十分大きい幅の扉を設けた場合にも、扉の中心線を本体の中心線と一致させることができるため、ストレッチャーなどの搬入に際しても、曲折することなく、入口から真直ぐ治療室に患者を搬入することができる。

この扉は、扉を閉鎖位にした後、扉昇降用油圧切換弁を down の方向に動かすことによって、扉を下方に移動させて密閉する。また扉を開く時には油圧切換弁を up にセットし、扉を上昇させた後、引き戸式に扉を移動させて開く(図3)。

2.4 内室

図4にみられるように、外室からみて内室左側側壁には内径40cm、有効長さ約40cmのメディカルロックを1個設置し、治療中に内部で必要となった物品の出し入れはここから行うこととした。この壁面には13cm×25cmの視窓2個と、交話装置、非常呼出ボタン、アウトレット(酸素、吸引)、電源コンセント、心室細動除去装置用貫通端子などを設置し、また壁下部には換気吸込口を設けた。

内室奥正面には室内圧を示すケーソンゲージ、内部監視用テレビジョンカメラ用窓、交話マイクロホンおよび換気吹出口を設けた。

内室右側壁にはMEモニター用窓、MEコンセント盤、電源コンセント、アウトレット(酸素、空気、吸引)があり、右側壁奥には下部に消火栓



図5 収納式手洗い器

を収納した器具棚を設備し、壁下部には左側と同様、換気吸込口を設けた。

内室入口の側壁には吸引装置の付属機器（バキュームブレーカ，調圧弁，ボール弁）と消火散水弁および扉昇降密閉用油圧切換弁がある。

内室のヒカリ天井には消火散水用スプリンクラーを取付けたほか，点滴瓶吊下げ用のフック2式を装着したため，点滴用スタンドの必要がなくなり，室内をより有効に使用できることになった。

内室の照明は水銀灯3個，ハロゲンランプ6個による混合照明とし，もっとも暗い部分でも400 Lux以上としたが，この明るさは心蘇生その他の応急処置を行うためにも十分な照度であった。

2.5 外室

外室には内室に向かって左側に13×25cmの視窓1個，収納式手洗い器1組（図5）を設け，壁下部には，内室と同様，換気吸込口を設置した。また右側にはケーソングージ，検査カウンター兼収納棚を設けた。

内室と外室とを隔てる扉横の側面には換気吹出口と扉昇降密閉用油圧切換弁および酸素用アウトレットと電源コンセントを取付け，なおその他，側壁に交話装置，非常呼出しボタンと扉昇降密閉用油圧切換弁を設置した。

照明は水銀灯1個，ハロゲンランプ2個で行った。

3. 操作盤

操作盤は装置本体と同じフロアに設置した。また操作盤に隣接して日本光電製の8誘導多チャンネルレコーダーをおき，ここで治療中の患者の心電図，脳波その他の生体情報の観察と記録を行っ

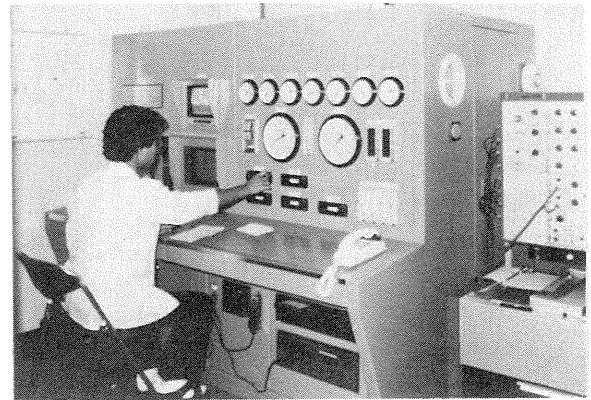


図6 操作盤（右1/3：計器部分）と多チャンネルレコーダー（右端）

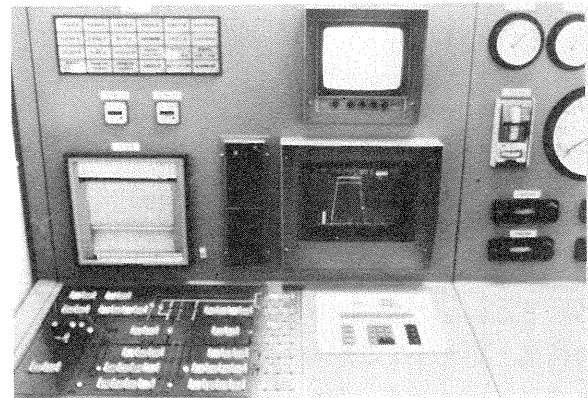


図7 操作盤（中央と左1/3の部分）

た（図6）。

操作盤は，操作を便利に行うため，三つに区分した。すなわち中央に監視用テレビジョンモニターと，選択した治療スケジュールおよび，治療経過をディスプレイするコンピューターのブラウン管を設置した部分をおき，その右側には圧力計その他の計器類を，また左側には立面に警報表示灯および記録器を取付け，デスク面には電源スイッチ並びに作動スイッチをまとめて，グラフィックパネルを兼ねた（図7）。

コンピューターは沖電気製 IF800で，50種近くの治療スケジュールを記憶させることができ，またそれらの中から選択された治療スケジュールをブラウン管上に表示するとともに，実際の治療経過もブラウン管上にディスプレイすることとした。この方式を採用した結果，治療スケジュールと治療経過はブラウン管上に描出され，どこまで治療が進んでいるかが一目で判り，便利となった。

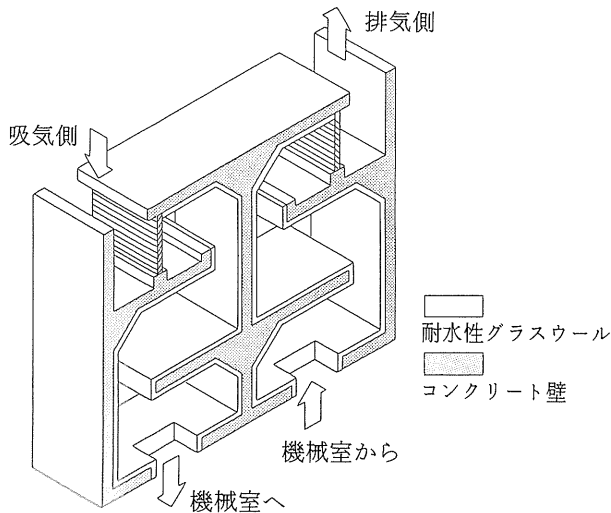


図8 吸排気消音チェンバー断面図

また職員の誤操作に対しては、コンピューターが作動を拒否する安全装置を設置した。なお、すべての作動スイッチがグラフィックパネルの表示灯を兼ね、始業時の作業の順序に従って配列されたグラフィックパネルの作動スイッチをONにすることによって表示灯も点灯する構造とした。この結果、従来は単に表示機能だけに止まっていたグラフィックパネルに操作機能も与えることができ、構成も操作も簡略化することができた。

4. 機械室

機械部分は、騒音の漏洩と振動の伝達を防止する目的で、主要建築物から分離した半地下室内に設置した。さらに機械室については、病院の立地

条件から、大型空気圧縮機の振動の吸収、機械室内の騒音の外部への漏洩の防止および外部への排気音の消音の3点に考慮をはらった。とくに具体的には、これらの対策として、①大型空気圧縮機の下に十分な能力を有するショックアブソーバを設置して、空気圧縮機の振動を吸収した。②機械室の壁は二重にし、内壁は天井もふくめて、強い耐水性と吸音性とを有する厚さ50mmのグラス繊維を64kg/m²内蔵する空気層付グラスウール内張り吸音壁とした。③装置からの排気を外部に放出する場合には、放置すればかなりの騒音を発生するので、この消音を確実にするため、通常のサイレンサーのほかに消音チェンバーを新設した。消音チェンバーは図8に示す構造を有し、排気だけでなく吸気もこのチェンバーを通るように設計し、空気が迂余曲折してチェンバー内を通過する間に騒音を消失させる構造とした。なお消音チェンバー内壁も空気層付グラスウール内張り吸音壁とした。

4.1 加圧,換気,減圧系(空気系)の基本構造

加圧,換気,減圧(空気系)の各系統を要約して図9に示した。

消音チェンバーから取入れられた空気は吸気フィルター,サイレンサーを通過して大型空気圧縮機に導かれ,圧縮された空気は一次アフタークーラーおよびカーボンフィルターを通過して空気槽に貯えられる。

空気槽からは二次アフタークーラーから除塵フ

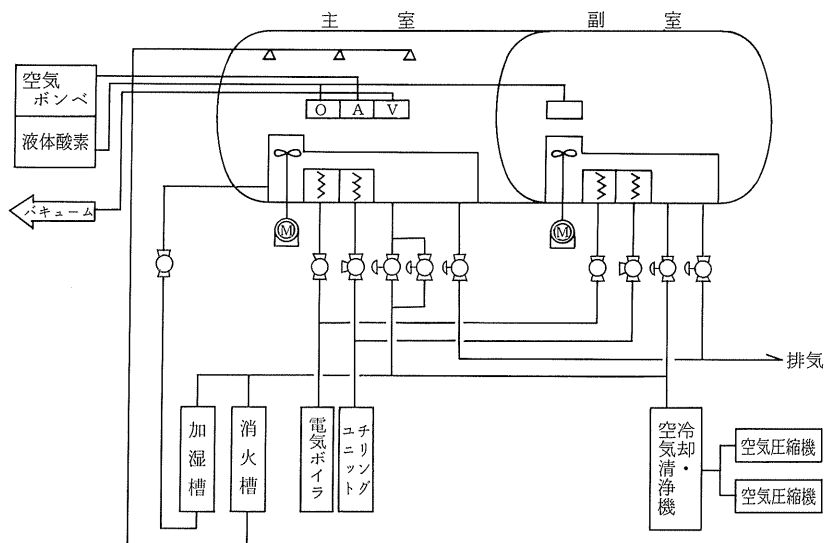


図9 装置系統図

フィルターおよび除菌フィルターを通過して浄化された後、サイレンサーを経由して本体へ送入される。

排気はサイレンサーを通った後、排気弁から二次サイレンサー、消音チェンバーを通過して完全に消音された後、外界へ誘導される。

4.2 酸素系

装置への酸素供給源としては超低温液化酸素を用いた。酸素は高気圧治療室と病棟へ供給する関係上、170ℓ充填のLGC(可搬式超低温容器)2個を酸素源室に置き、交互に空充交換をしながら使用した。

なお、酸素源室には液化ガスが直接に院内配管に吹出さないよう蒸発器(能力10m³/h)を設置し、元圧として9kg/cm²の圧を維持し、高気圧治療装置へは減圧弁を介して7kg/cm²に減圧した酸素を、病棟へは4kg/cm²に減圧した酸素を供給することとした。

なお酸素不足などの異常は、高気圧治療装置では操作盤上の酸素圧表示モニターで、また病棟では2階ナースセンターに設置した医療ガス警報盤によって警報および表示を行うこととした。

5. 交話設備

装置内と外部との交話は2系統の有線と1系統の無線によった。有線系の一つとして30Wアンプのマイクロホンとスピーカーを用い、他の1系統として親子式のインターホンを設置した。親子式インターホンには、信号発信時のスパークを防ぐため無接点押釦スイッチを使用した。交話のためにスピーカーを使用しない時は、これを利用してバックグラウンドミュージックを放送し、内部の患者の心理の安定の一助になるよう配慮した。

無線系統にはFM波によるワイヤレスマイクを用い、室内に電波を到達させるため、アンテナを本体の外に展張した。

このほか、非常呼出スイッチを内部の4カ所に設け、緊急事態発生に対処できるようにした。

6. 空気調和設備

屋上に設置したクーリングタワーの水をチラー(28,000kcal/h, 115ℓ/min)で冷却し、この冷水を一次アフタークーラーに導いて、大型空気圧縮機の吐出部の空気温を約40℃に冷却し、二次アフタークーラーで更に約25℃まで冷却した後、装置へ送入する。

二次アフタークーラーの冷却水には、冷却効果を高めるため、冷水装置(チラー)を併設した。

治療装置内の温度を一定に保つために、二次アフタークーラーに使用する冷却水の一部をエアハンドリングユニット内のファンコイルに導き、これを循環させて冷房とした。一方、電気温水ボイラーで作った温水(40℃)を、同じくファンコイル回路に導き、暖房を行った。

7. 消火設備

消火用水は機械室に設置した散水タンクから供給され、散水タンクには常時6kg/cm²の圧力を加えることとした。

消火用水は本体の内部および外部に設けられた消火弁の、いずれか一方を開くことによって室内天井部の6個のスプリンクラーから散水され、散水量はスプリンクラー1個につき50ℓ/min×1.5min, 計300ℓ/min×1.5minである。初期消火などでスプリンクラーを使用しない場合には、本体内に設置された消火栓を使用する。

放水と同時に、室内のコンセント用電源は継電器(ガバナー)により遮断される。

III. 結語

当院に新設した第2種高気圧酸素治療装置の概要を報告したが、当院は私設の病院で人口密集地域にあるため、装置それ自体にも、また装置に由来する騒音と振動防止にも特に配慮しなければならなかった。

特に留意した諸点を改めて列記すると、下記の如くである。

- ① 大型空気圧縮機に由来する振動防止のため、空気圧縮機の下にショックアブソーバーを設置した。
- ② 騒音対策として、機械室の壁は二重構造とし、特に内壁は耐水性と吸音性の高い空気層付グラスウール内張り吸音壁とした。また、吸、排気の通路部分に消音チェンバーを新設して、消音効果を完全なものとした。
- ③ 治療装置内の空間を最大限に活用するため、出入口の扉として、従来の機種に用いられていた扉とは異なって回転引き戸式扉を新しく開発し、また点滴瓶吊下げ用フックなどを新設した。
- ④ 操作盤についても、作動スイッチ盤とグラフィックパネルを兼ねる新機構を開発し、またコ

ンピューター制御方式を導入して、安全かつ容易に操作を行うことができる構造とした。

- ⑤ 以上の配慮の結果、本装置を使用して、この報告を行うまでの一年間、連日、OHPを行ってきたが、周辺住民からの苦情もなく、円滑に治療を行うことができた。この実績からみて、われわれが、今回、講じたような方法を用いれば、人口密集地の狭隘な場所でも、第2種装置の設置と使用の可能なことを知った。

(附記)

稿を終るにあたり、設置条件が極めて困難な場所であったにも拘わらず、誠心誠意ご協力をいただいた製作担当者ならびに院内関係職員ご一同のご協力に心から感謝する。なおこの装置は、機械部分だけについて1億2千万円を要した。

[参考文献]

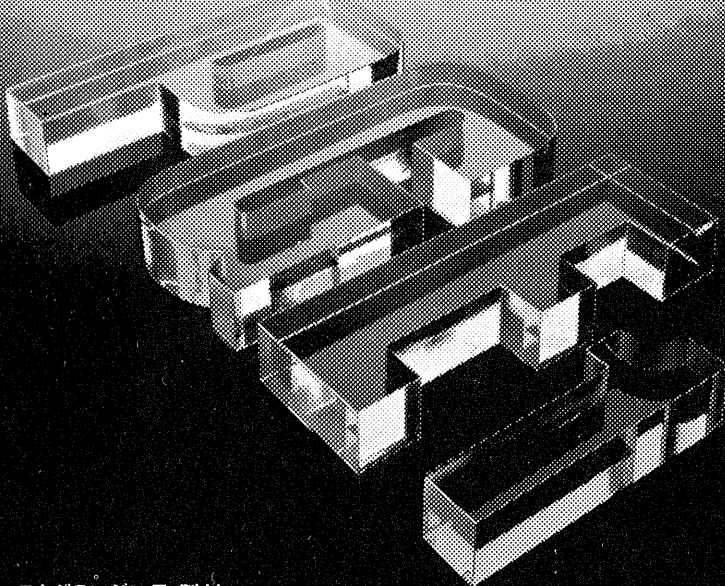
- 1) 榊原欣作：名古屋大学医学部付属病院高気圧治療装置について 医器誌 38：782—792, 1968.
- 2) 榊原欣作ほか：琉球大学保健学部附属病院に新営された高気圧酸素治療装置について 医器誌 44：140—148, 1974.

循環器系のプロスタグランジン

難病に曙光!!

パージャーマ病、閉塞性動脈硬化症の新しい治療薬

(厚生省指定疾患)



プロスタグランジンE₁製剤

注射用 **プロスタンディン**
PROSTANDIN for Inj.

薬価基準
緊急収載

組成 1管中、アルプロスタジル20 μ gを含有。

作用 1.末梢血管拡張作用 2.血小板凝集抑制作用 3.潰瘍形成阻止作用 4.抗ショック作用 5.脳血管攣縮抑制作用 6.脂肪異化抑制作用

適応症 下記疾患における四肢潰瘍・壊死ならびに安静時疼痛の改善。慢性動脈閉塞症(パージャーマ病、閉塞性動脈硬化症)

用法・用量 1.通常成人1日量アルプロスタジルとして10 μ g—15 μ g(およそ0.1ng—0.15ng/kg/分)を生理食塩液5mlに溶かし、インフュージョンポンプを用い持続的に動脈内へ注射投与する。2.症状により0.05ng—0.2ng/kg/分の間で適宜増減する。

使用上の注意 1.次の患者には慎重に投与すること。1)心不全の患者(心筋収縮力の低下を起すことがある)。2)緑内障、眼圧亢進のある患者(眼圧を亢進させる作用がある)。2.副作用 1)注入肢 鈍痛・疼痛、腫脹、発熱、ときに発赤、脱力感、痒痒があらわれることがある。2)その他 ときに頭痛があらわれることがある。また血漿蛋白分画の変動などの臨床検査成績に異常がみられることがある。3.適用上の注意 1)本剤投与により、注入肢に鈍痛・疼痛、腫脹、発熱、発赤等の症状があらわれることがあるので、このような症状があらわれた場合には、すみやかに投与速度を遅くすること。2)インフュージョンポンプ使用に際しては、バッグあるいはシリンジ内に気泡が混入しないように注意すること。3)アンプルカット時にガラス微小片の混入を避けるため、カットする前にエタノール綿等で清拭すること。 **保険薬価** 1管(20 μ g) 3,611.00(54.9.27収載)



小野薬品工業株式会社
大阪市東区道修町2丁目14