

●施設紹介

千葉大学医学部附属病院に新設された第2種高気圧治療装置 ——操作性，機能性，経済性について——

古山信明* 樋口道雄* 鈴木卓二*
大塚博明* 森 幸夫**

千葉大学医学部附属病院では、手術部棟の増築に伴い、1988年3月に第2種高気圧治療装置が導入された。本装置は、最大14名の患者・職員を収容し、通常2~3ATA（減圧症治療では最高6ATA）の高気圧環境下での治療・処置と手術が行なえるほか、地上高度10,000m相当（-570mmHg）までの陰圧環境とすることが可能である。制御方式は、コンピュータによる全自動制御とし、装置本体は主室・副室の2室構成で、副室を経由せず直接主室への入・退室ができる。オンラインによる治療データの収録と日報の作成等の統計処理をはじめて試みた。操作性，機能性も高く、安全対策や経済性も十分考慮されている。

キーワード：第2種高気圧治療装置，治療パターン，オンライン・データ処理，主室前方型，
経済性

A new large multiplace hyperbaric chamber at Chiba University Hospital

Nobuaki Furuyama*, Michio Higuchi*, Takuji Suzuki*, Hiroaki Ohtsuka* and Yukio Mori**

*Department of Surgical Theaters, Chiba University Hospital, Chiba

**Fukuseikai Co., Ltd

A new large multiplace hyperbaric chamber was installed at Chiba University Hospital March 1988.

The chamber consists of two components, the main theater that patients can directly go in and out for the therapy from the waiting room and the adjoining small room. The maximum capacity for patients and staff is 14 persons in the whole chamber.

It is operated under 2-3ATA in ordinary use (the maximum pressure is 6ATA in recompression) by the automatic control using computer and in the small room, the hypobaric condition (to -570mmHg) is possible.

Data of treatment are recorded and managed

statistically on line using computer for environmental controlling system.

This is also the remarkable improvement upon the model so far in use on safety and economy.

Keywords :

Multiplace hyperbaric chamber
Therapeutic patterns
Data management system
Main theater preposition
Cost performance

はじめに

1988年3月、手術部を含む病院棟の増築に伴い、第2種高気圧治療装置が導入され、手術部が運営にあたることとなった。

当院手術部では、過去16年間に渡り、第1種高気圧酸素治療装置により年間約100症例（総治療回数約1000回）の治療を行い、良好な実績をあげているが^{1)~3)}、第2種高気圧治療装置を用いた治療は経験がない。したがって、今回の導入にあたっては、その規模の大型化により、操作監視空間と情報量が格段に増大し、この膨大な情報を的確に

*千葉大学医学部手術部

**榊福生会

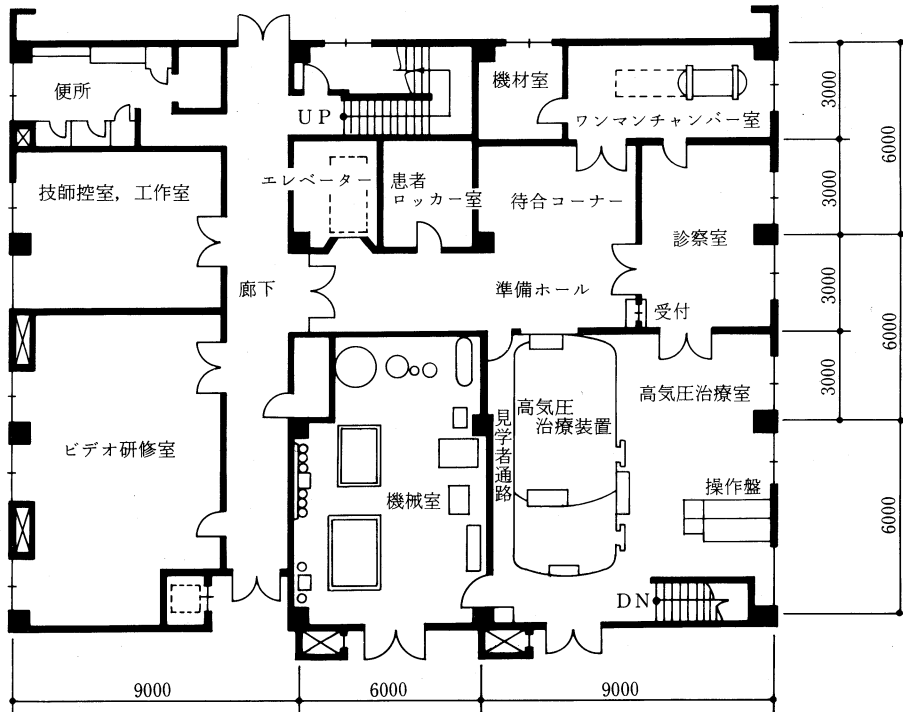


図1 高気圧治療室配置

判断・処理し収録することが必要となり、操作が複雑になり、維持費が増加するため、安全性を重視した操作性、大型化やコンピュータによる機能性の向上および運用上の経済性が求められた。その目的のため種々の試みがなされたので報告する。

施設および装置の概要

施設として増設された手術部階下の地下1階部分270m²、地下2階部分81m²のスペースのうち、本装置および操作室、モニター室を含めた治療室は地下1階の約1/3を占め、隣接する54m²の広さの部屋と地下2階に機械室を設置した。第2種高気圧治療室と第1種高気圧酸素治療室との間に、患者更衣室、待ち合いコーナー、診察室を配置し、両機種による治療が同時に行われる状況を想定して便宜を計った(図1)。

本装置は、円筒形、二室構成とした。装置の大きさは、直径3.2m、全長7.7m(主室長さ5.5m、

副室長さ2.2m)、内容積は、57.8m³(主室40.2m³、副室17.6m³)であり、最高治療圧力は5.0kg/cm²とし、副室は高所耐性試験、陰陽圧治療等とその実験・研究に備えて使用圧力範囲を190Torr(地上高度10,000m相当)~5.0kg/cm²とした。最大収容人員は、主室10名、副室4名である(表1)。

設計の目的

本装置の設計にあたり、次の項目の実現を目的とした。

- 1) 操作性に対しては、操作員の作業負担を出来るだけ少なくし、安全性を高めること。
- 2) 機能性に対しては、患者の出入りを容易にし、室内空間を有効に利用でき、室内環境の制御が的確に行え、情報の収録と処理が可能であること。
- 3) 経済性については、省エネルギー、保守の省力化、維持費の削減を計ること。

表 1

| ■基本仕様 | | |
|---------|--|--|
| 収容人員 | 最大 | 14名(主室:10名 副室:4名) |
| 使用圧力範囲 | 主室 | 0~5kg/cm ² G |
| | 副室 | 190Torr (-570mmHg)~5kg/cm ² G |
| 制御方式 | コンピュータによる全自動制御 (必要に応じ半自動制御または手動操作可能) | |
| 加・減圧方式 | 除湿, 除塵, 除菌した圧縮空気の送入・排出による | |
| 酸素投与方式 | マスクまたは気管内挿管などによる | |
| ■装置本体仕様 | | |
| 形式 | 横置円筒形耐震式二室構造 | |
| 寸法 | 内径:3.2m 全長:7.7m 天井高さ:2.1m | |
| 内容積 | 主室 | 40.2m ³ 副室:17.6m ³ |
| 床面積 | 主室 | 約11m ² 副室:4m ² |
| 出・入口扉 | 自動スライド式(幅:1.05m 高さ:1.75m)2ヶ所 手動スイング式(幅:0.65m 高さ:1.65m)1ヶ所 | |
| 内装 | 床面:導電プラスチック・シート貼り 壁面:アルミ化粧パネル仕上 天井:鉄線入りガラスによる光り天井 | |
| サービスロック | クラッチドア式ワンタッチ均圧弁付 | 2ヶ所 |
| 観察窓 | 二層取付構造強化ガラス窓 0.25m ϕ | 6ヶ所 |
| 点検ステージ | 縞網板製手摺・梯子付 | 1式 |
| 手動操作盤 | 鋼板製閉鎖型 | 1面 |
| 付属品 | 圧力計, 安全弁, 予備貫通座 他 | 1式 |

方法と結果

1. 操作性

1) 高級パソコン, プロセスコントローラ, シーケンスの機能を強化して兼ね備えた FA 用コンピュータ(横河電機製, YEWMAC300Super)を使用し, 機器発停操作を始業・一時停止・再起動・終業にモード化し, 装置図画面に表示された手順にしたがって行うよう操作を単純化した(図2)。

2) 治療パターン8種と可変パターン2種を, ファンクションキーに割り付けてワンタッチ表示を行うとともに, 可変パターンの作成と各パターン画面での選択, 時間軸の早送りとスキップなどを行なえるようにした。また, 治療パターンを背景画とし, 圧力の実測値をリアルタイムで重畳表示をして比較監視に備えた。

3) 出入口扉の自動開閉とサービスロックの均圧をワンタッチ操作でできるようにした。

2. 機能性

1) 主室を前方に配置して副室を経由せず直接に患者を収容できるようにした(図3)。

2) 室内空間を有効に利用するため引戸式の扉を採用した。

3) 副室では, 0.25ATA~6ATAの陰陽圧環境を可能にした。

4) 治療データの収録と統計処理に備えて, データを2画面より入力するようにし, 入力操作を単純化するとともに, 入力ミスに備えデータ修正機能をもたせた。

5) 患者データ登録とオンラインでの運転データ入力による治療データベースの構築を計った。

6) 自己診断機能, 警報チェック機能およびシーケンス制御機能による自動監視と保安処理を可能とした。

7) 同一機種コンピュータ2台によるハードおよびソフトの二重化を行なった。

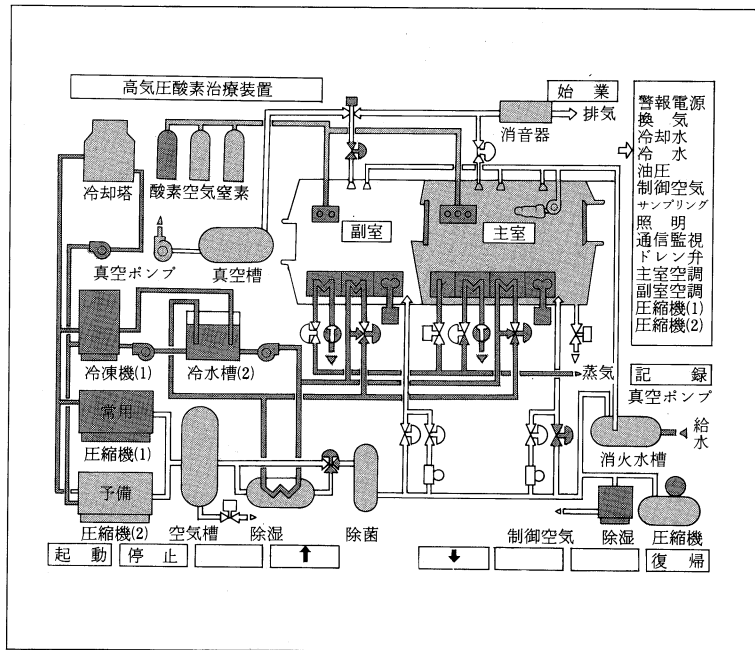


図2 グラフィック画面

3. 経済性

- 1) 二段圧縮による空気圧縮機の高効率化と自動発停による省エネルギーを計った。
- 2) 冷却水の節水のため、密閉式冷却塔の循環水を使用するようにした。
- 3) 耐久性の向上と保守の省力化のためステンレス鋼製の機器配管を採用した。
- 4) 現地サービス体制による維持費の削減に配慮した。

以上の結果、操作面では操作員の負担が非常に軽減された。すなわち、機器発停操作をモード化したことにより、操作の単純化、誤操作の防止が計れ、圧変化もグラフ上で明瞭に示されるため余分な労力を費すことがなく、患者に十分対応できるようになった。

基本となる治療パターンは、① 1.7ATA, 75分, ② 2.0ATA, 75分, ③ 2.5ATA, 90分, ④ 3.0ATA, 90分の4パターン、および日本高気圧環境医学会の勧告⁴⁾に準拠した再圧治療の4パターンとし、さらに、折点、勾配を任意に設定できる可変パターン2種を加えた。操作が単純化し、また治療パターンの途中変更も容易で、現在のところ、この

10パターンで治療の種々の状況に十分応ずることが可能である。

出入口扉の開閉は、ワンタッチレバーにより装置内外で操作可能である。

機能性では、主室を廊下に直接に面して配置したことにより、ストレッチャーでの出入が容易になっただけでなく、歩いて出入する患者にとっては収容されるという感じが殆どなく心理的圧迫感の軽減の面からもすぐれた方式だと考えられた。引戸式の扉も有効床面積を広くとれるという利点の他に、患者の心理面でも有効であった。

副室の陰圧環境設定については所期の機能が得られた。臨床上の応用については新しい分野での展開が期待できる。

患者データ登録は、症例番号毎の初回治療時に行うもので、症例番号の自動表示、カーソルの自動移動と入力待ちデータ部の反転表示、疾患名・診療科名に対するヘルプ機能などにより入力操作を単純化することができた。またデータ修正に関しても十分な対応が可能になった。

はじめての試みとして、環境制御用のコンピュータを利用して治療データの収録と統計処理をオ

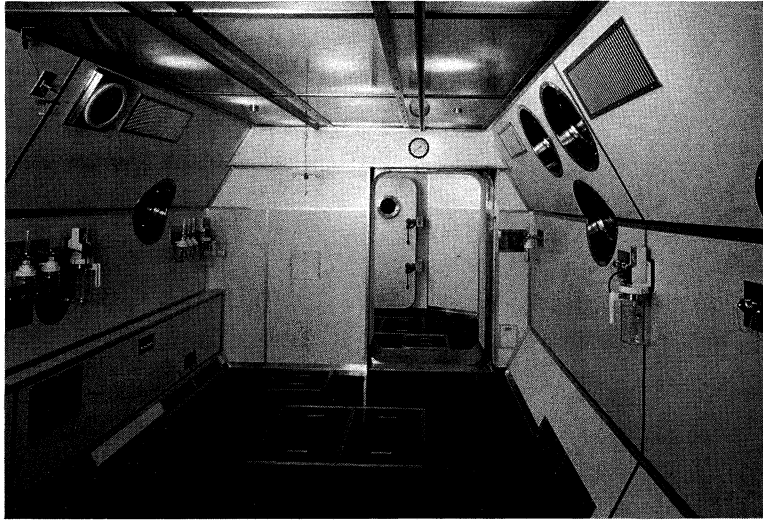


図3

ンラインで可能とした。患者データベースは700例を、運転データベースはのべ治療回数7,000回を1ベースとし、各5ベースで構成して5年間分の収録に備えた。

自動監視と保安処理に対しては、自己診断機能、プロセス診断機能および附属機器の異常信号による直接警報のほか、演算・シーケンス機能で通報を加工・判断し、送・排気系の緊急遮断による圧力急変防止、操作出力信号ホールドによるシステムの暴走防止、停電時のフェイル・セーフ処理などを行うようにした。また、オペレータズガイド、アラームメッセージ、運転操作などをプリントアウトし、トラブル発生時の状況解析と原因究明などに備えた。

同一機種コンピュータ2台を用い、ハード・ソフトウェアを二重化し、2画面による監視・操作と2名の操作員によるマルチ・オペレーションおよび故障時のバックアップが可能となった。

経済性については、空気圧縮機を大小2台の二段圧縮型、スクリュウ式汎用空気圧縮機とした。ランニングコストが低く、高効率で、騒音、振動が低く、消耗品の少ない利点がある。小型機(55kw)は、常用電源の停電時も自家発電で運転可能である。

冷却水は、密閉式冷却塔の循環水を用いること

により約5%の節水が可能となった。

維持費の面では、メンテナンスの大半が市内、県内のサービス体制で処理でき、経費の節減が計れた。

考 察

当院の大型高気圧治療装置の導入にあたり、当院では大型装置の使用経験のないことを考慮し、装置の安全性と操作性を第1に、次いで機能性、経済性を重視し、他施設と同規模の治療装置を参考にして基本仕様を検討した結果^{9)~7)}、川崎エンジニア(株)製 KHO-302型として実現した。安全面では、耐圧力、火災、地震、停電対策も十分考慮した設計がなされており、操作監視部、入・出力制御部、ループ制御部などの機能分散、主要構成機器の二重化とフェイル・セーフ、フル・プルーフ設計および自己診断機能、警報チェック機能による故障の早期発見と異常処理などシステムの信頼性が高い。

操作性に関しては、コンピュータによる治療パターンの管理(選択、実行、監視)および操作のモード化による簡素化と画面との会話方式による誤操作防止が安全確実な運用を可能にしている。

機能性に関しては、主室を前方に配置し、引戸式扉を採用したことは、患者管理上からも予想以

上の利点のあることが判った。天井の高さが2m10cmとやや低いかと感じられたが、治療に用いているベッドが高さ25cmと病室のベッドに比べてかなり低いため、患者にとっては天井の高さに対する違和感はないようである。オンラインによる治療データの収録と日報の作成等の統計処理機能は、はじめての試みであるが、症例の蓄積とともに有用性が高まると考えられる。

経済性に関しては、省エネルギー、節水、耐久性、経費節減など相応の処理ができた。

結 語

当院に第2種高気圧治療装置を導入するにあたり、基本仕様の検討段階より設計、製造担当者と十分に協議し、ほぼ満足すべき結果が得られたと考えられる。稼動後のトラブルに対しても、迅速、適確な処置がなされており、サービス体制も信頼できる状態である。今回の大型装置の導入により、従来の第1種治療装置のみによる高気圧酸素療法に比べ、格段に適応範囲が拡大し、本治療の有用性はさらに高まることが期待される。

〔参 考 文 献〕

- 1) 鈴木卓二, 樋口道雄, 古山信明, 大塚博明: 当科における OHP 療法約10年間の統計的観察, 日高圧医誌19: 33-35, 1984
- 2) 古山信明, 樋口道雄, 鈴木卓二, 大塚博明, 野口照義, 奥井勝二, 斎藤春雄, 太田幸吉, 三枝俊夫, 千見寺 勝, 松下徳良: 慢性動脈閉塞性疾患に対する高気圧療法の経験, 日高圧医誌16: 59-61, 1981
- 3) 古山信明, 樋口道雄, 鈴木卓二, 大塚博明: 術後イレウスに対する高気圧酸素療法, 日高圧医誌22: 141-145, 1987
- 4) 日本高気圧環境医学会安全対策委員会: 減圧症および減圧に伴う空気塞栓症に対する再圧治療に関する勧告, 昭和56年12月1日制定。
- 5) 大田英則, 日沼吉孝, 鈴木英一, 安井信之, 鈴木明文, 川村伸悟, 小村一雄: 秋田脳研に導入した大型高気圧酸素治療装置, 日高圧医誌19: 12-16, 1984
- 6) 森 幸夫, 湯佐祐子: 琉大病院に新設された高気圧酸素治療装置について, 日高圧医誌21: 131-137, 1986
- 7) 塩飽善友: 第二種装置の現況と将来, 日高圧医誌19: 293-298, 1984
- 8) 高橋英世, 小林繁夫, 早瀬弘之, 西山博司, 伊藤宏之, 末永庸子, 加藤千春, 土屋秀子, 榎原欣作: 名古屋大学医学部附属病院に新設された大型高気圧治療装置, 医器学57: 175-176, 1987