

秋田脳研に導入した大型高気圧酸素治療装置

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**

はじめに

高気圧酸素治療 (Hyperbaric Oxygenation, HBO) が脳浮腫や脳虚血, 脳卒中後遺症などに有効であり, 脳虚血に対する血行再建術の適応決定にも有力な判定手段であるとして, 近年再び注目を集めている^{1)~3)}。

秋田県立脳血管研究所では新病院の建設に伴い, 頭蓋内疾患の治療および病態把握を主目的とした大型高気圧酸素治療装置を導入した。本稿ではこの装置の概要を紹介するとともに, これまでの著者らの経験に基づいて脳卒中に対する高気圧酸素療法の有用性と問題点について述べる。

治療装置の概要

秋田脳研に導入した高気圧酸素治療装置は治療室 (主室) と副室を備えた直径4.5m, 全長8mの大型 (第2種) 多人数用チャンパー (川崎エンジニアリング社製 KHO-400S 型) である。最高治療圧力は5.5kg/cm²G (6.5ATA) であり, タンク内での小手術もできる様に設計してある。また制御はコンピュータによる自動制御であり, 手動でも行えるように考慮されている。秋田脳研高気圧治療室の配置ならびに鳥瞰図を図1に, 治療装置の仕様概要を表1に示す。

病態生理把握のためのモニタリングシステム

秋田脳研高気圧酸素治療室の大きな特徴は, 脳血管性障害を中心とした頭蓋内疾患の病態把握の

ために多くのモニタリングシステムを設けたことである。

その第一は高気圧治療室全体を RI 管理区域として¹³³Xe クリアランス法による脳循環測定を可能にしたことである。これを実現するにあたっては事前に厚生省との協議を行い, 測定装置の安全性の確認を十分に行った。コンピュータ部分は特殊貫通部 [Hermetic Through Bulkhead Receptacles(Double-Faced), MIL-C-5015, Amphe-nol] を設けてタンク外に置き, データ処理はタンク外のモニター室で行えるなどの対策をとっている。¹³³Xe トラップをも含めた排気システムについても工夫を行い, タンク内汚染のおこらない様に十分配慮した。

第二には体性感覚誘発電図 (Somatosensory evoked potentials: SEP) をも含めた脳波 (EEG) 分析装置を設置したことにある。脳波は貫通部を通してモニター室に送られ, 脳波計に記録すると同時にデータレコーダーに記録し, Topography System 500 (NEC-San-ei) にて処理している。

表1 秋田脳研高気圧酸素治療装置仕様

名称	高気圧酸素治療装置
型式	KHO-400S 型
本体寸法	内径4.5m 全長8.0m(主室5.5m, 副室2.5m)
内容積	主室70m ³ , 副室40m ³
設計圧力	6.0kg/cm ² G (7ATA)
最高治療圧力	5.5kg/cm ² G (6.5ATA)
耐圧試験圧力	10.8kg/cm ² G (空気加圧)
収容人員	15名
加圧方式	圧縮空気
制御方式	自動制御 (マニュアルも可)

*秋田県立脳血管研究所脳神経外科高気圧酸素治療室

**川崎エンジニアリング株式会社

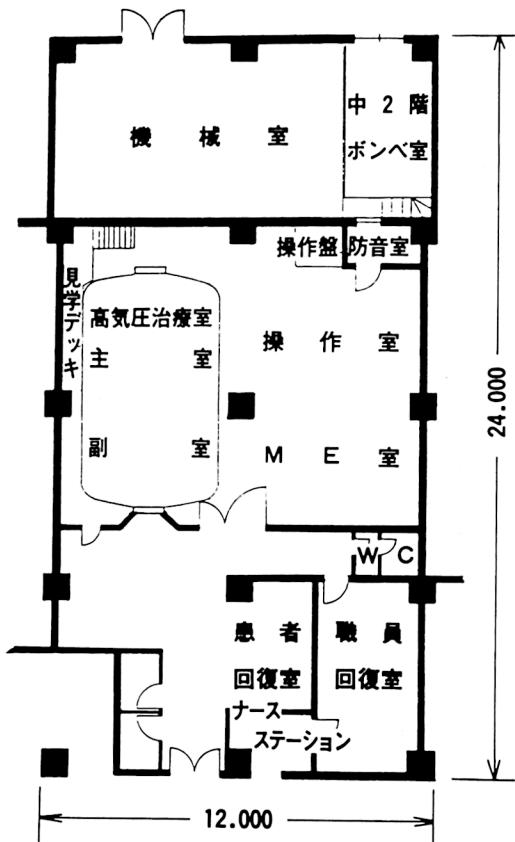


図1-a 秋田脳研高気圧酸素治療室見取図
MEモニターのためにME室のスペースを広く取ってあることと、患者回復室を含めてICUとほぼ同様の機能を持たせたことに特徴がある。

SEPの電気刺激装置はタンク外に置いて、これも貫通部を通してタンク内に導入し安全に刺激が行われる様にしてある。

第三には血圧、脳波(EEG)、心電図、呼吸などの諸生態現象モニターのためのポリグラフ(Polygraph Type 361, NEC-San-ei)を設置したことである。

また血中や呼気中のガス分圧の測定も必要不可欠と考えたために、タンク内測定に実績のある血液ガス分析器IL-813(IL社)と質量分析機(Medspect II, Chemetron)も使用できるようにしてある。

表2に秋田脳研高気圧酸素治療室に設置したモニターシステムの概要を示す。

表2 モニタリングシステム概要

(1)	脳循環測定装置 (Valmet rCBF Analyzer BI-1400, Valmet)
(2)	脳波測定装置 多用途脳波計 1A59, (NEC-San-ei) データレコーダ SR-70, (TEAC) パーソナルコンピュータ PC-8001, (NEC) トポグラフィシステム500, (NEC-San-ei)
(3)	生体現象監視装置 ポリグラフィシステム361, (NEC-San-ei)
(4)	血液ガス分析装置 IL-813, (IL) 質量分析器 (Medspect II, Chemetron)

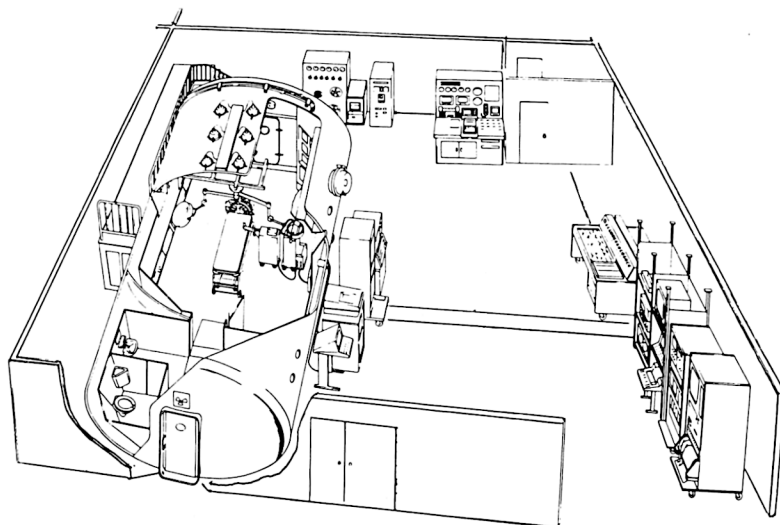


図1-b 秋田脳研高気圧酸素治療室鳥瞰図

脳循環測定装置、脳波検査装置などのレイアウトを示してある。データはすべて特殊貫通部を通してME室に送られ、ここで処理される。

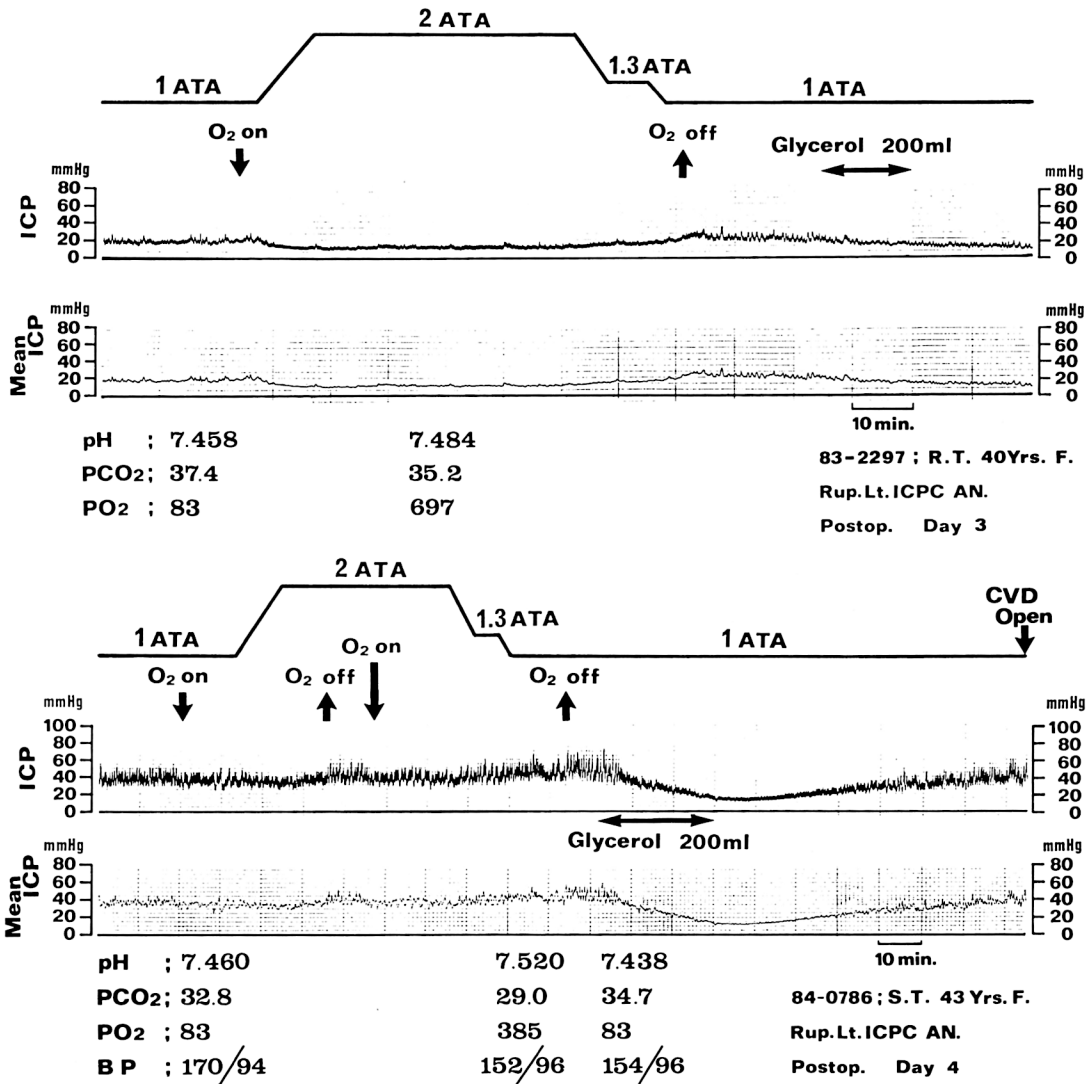


図2 高気圧酸素下における脳圧測定

a. 40歳, 女. 破裂内頸動脈瘤第3病日.

脳圧は脳室ドレーナージチューブを介して測定した。この症例では脳圧もあまり高くなく、2ATA-O₂下で約25%の減少を示している。減圧開始とともに脳圧は再上昇を始め、減圧後酸素吸入を中止するとHBO前よりもさらに高値(rebound)を示した。Pressure waveの出現も認められる。Glycerolの投与で脳圧は徐々に下降するがpressure waveは消失していない。

b. 43歳, 女. 破裂内頸動脈瘤第4病日の測定。脳圧はかなり高値を示し、mean ICPで40mmHg前後である。酸素吸入により35mmHg前後まで下降し2ATA-O₂初期では32.5mmHg前後まで下降している。しかしO₂吸入を中止し2ATA-Airとするとpressure waveがより著明となりmean ICPも45mmHg前後まで上昇している。

再びO₂吸入によりやや下降するが40mmHg位で経過し、やはり減圧とともにさらに上昇し減圧後O₂吸入を中止すると著明なreboundを認めた。Glycerolによる脳圧下降は非常にすみやかであり、最低12.5mmHgまで下降しているがやはりrebound現象を示している。

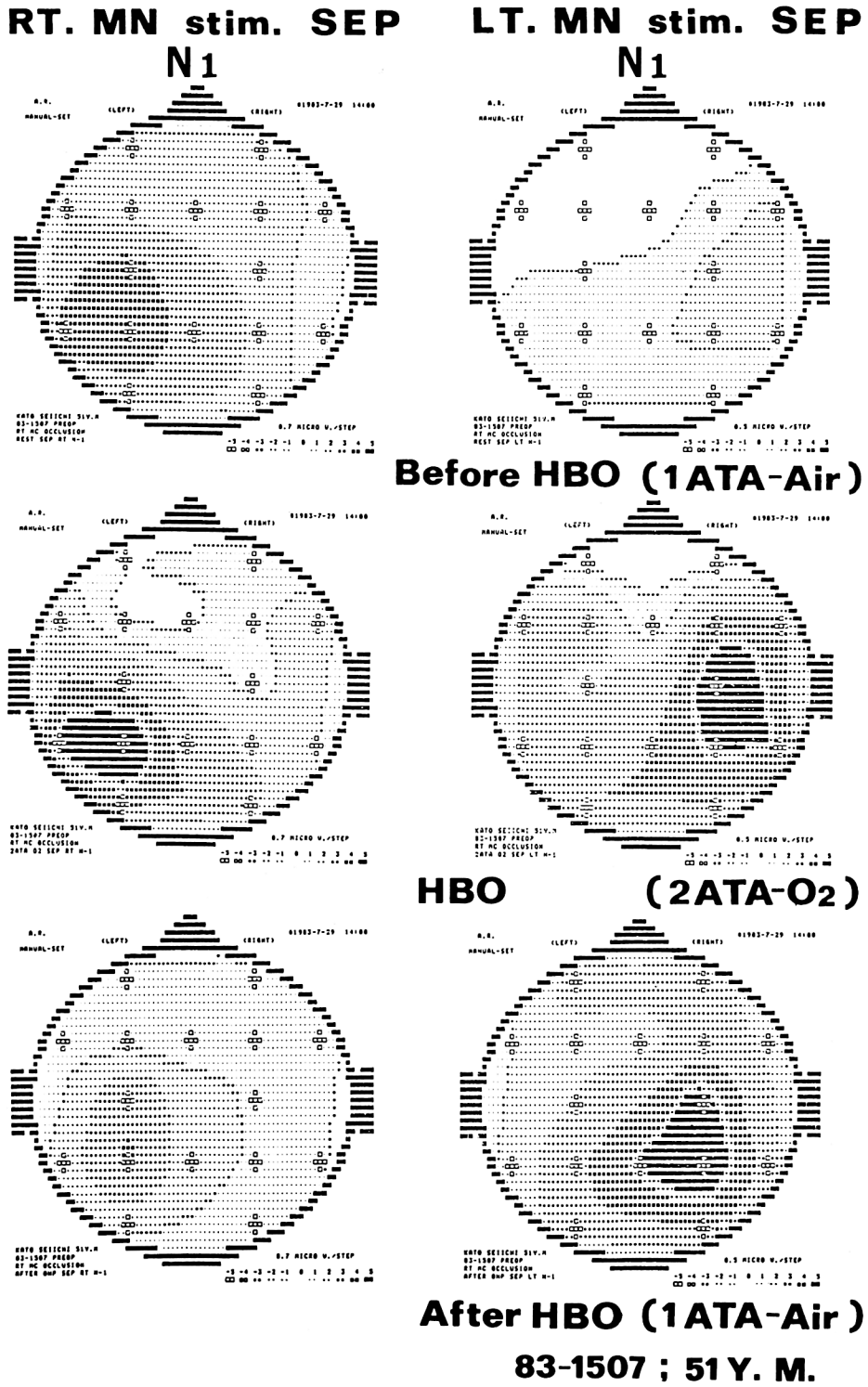


図3 HBOによる血行再建術の決定
 51歳, 男。右中大脳動脈閉塞症第45病日の体性感覚誘発電図(SEP)_{N1} amplitudeのtopographic displayである。右正中神経刺激250回加算によるSEPはほとんど変化しないが, 左正中神経刺激によるSEPは右のcentro-parietal regionを中心に2ATA-O₂下, after HBOで著明なN₁ amplitudeの改善を認めており, 浅側頭一中大脳動脈吻合術(STA-MCA bypass)の良い適応症例であると判定した。HBOによる脳代謝が改善されたためと考えられる。

研究テーマ

a) 高気圧環境下における脳循環動態

正常人および脳血管障害患者を中心として高気圧環境下をも含めた脳循環動態を測定し高気圧酸素治療中における病態生理の解明を行う。この成果の一端については第18回日本高気圧環境医学会総会において報告した⁴⁾。

b) 高気圧酸素治療と脳圧

高気圧酸素治療は脳浮腫に効果があるとされているが、頭蓋内圧を脳浮腫の一つの指標として検討している。脳圧は酸素吸入(1ATA-O₂)を行うことで下降し、高気圧酸素下でさらに低下するが、減圧開始とともに再び上昇を始め、減圧終了後に酸素吸入を中止すると治療前よりもさらに上昇する rebound 現象が確認されつつある。脳圧下降という目的のみの場合には Glycerol や Mannitol 投与の方が有効であり、高気圧酸素治療は減圧直後より rebound が起こるという欠点を有するようである。症例を図2に示す。

c) 高気圧酸素治療と脳波

高気圧酸素環境下における脳機能の指標として topographic display をも含めた EEG・SEP の検討を行いつつある。これによると脳浮腫やまだ可逆性のある脳虚血では EEG・SEP などの改善が認められている。症例を図3に示す。

d) その他

考 察

脳浮腫や脳虚血、脳卒中後遺症などの頭蓋内疾患に高気圧酸素治療が有効であるとして再び注目を集めている。しかし高気圧酸素環境下における病態生理の解明をふまえて客観的にその有用性を論じた報告は少ない。The Committee on Hyperbaric Oxygenation of the Undersea Medical Society による Committee Report⁵⁾によれば、分類II(適応が考えられるもの)に急性脳浮腫、分類III(将来適応拡大が考えられるもの)に急性脳血管障害、慢性脳卒中があげられているにすぎない。

脳血管障害に対する高気圧酸素療法を確立するには高気圧酸素下における病態生理の把握が必要不可欠である。よって著者らは病態生理把握のための可能なかぎりのモニターシステムを備えた治

療装置を導入した訳である。また急性期脳血管性障害を扱うとなれば、必然的に重症患者を高気圧環境下で管理する必要があり、タンク内で集中治療室と同じ程度の患者管理を行えるようにした点も特徴と言えよう。

現在は病態生理の面からの clinical research が中心であるが、将来は代謝の面からの検討も必要と考えている。というのは酸素は両刃の剣であり、過酸化脂質など酸素毒性が現在問題とされており⁶⁾、高気圧酸素療法という酸素供給過剰状態が脳代謝へ与える影響を知ることが必要であろう。

ま と め

秋田脳研高気圧酸素治療装置とモニターシステムの概要について報告した。また著者らが行いつつある研究テーマについても述べた。今後も病態生理把握のための努力を続けるとともに、脳代謝の面からも高気圧酸素が脳へ与える影響を追求してゆく予定である。

〔参 考 文 献〕

- Holbach, K.H., Wassmann, H., Hoheluchter, K.L. and Jain, K.K.: Differentiation between reversible and irreversible post-stroke changes in brain tissue: Its relevance for cerebrovascular surgery. *Surg. Neurol.*, 7: 325-331, 1977.
- 中川翼, 木野本均, 馬渕正二, 松浦享, 都留美都雄, 佐々木和郎, 河東寛, 下山三夫, 蔵前徹: 虚血性脳血管病変に対する高気圧酸素療法の意義。その有効性と限界, *脳神経外科*, 10: 1067-1074, 1982.
- Peirce, E.C.Jr. and Jacobson, J.H.J8.: Cerebral edema, in Davis, J.C. and Hunt, T.K. (eds): *Hyperbaric Oxygen Therapy*, Bethesda, Maryland, Undersea Medical Society, INC., 1977, pp 287-298.
- 大田英則, 安井信之, 日沼吉孝, 鈴木英一, 川村伸信, 根本正史, 菊池カヨ子: 高気圧環境下における脳循環測定—PaO₂の脳循環に与る影響, *Preliminary Report*—, *日本高圧医誌*: 掲載予定,
- The Committee on Hyperbaric Oxygenation.: *Hyperbaric Oxygen Therapy—A Committee Report*—. Bethesda, Maryland, Undersea Medical Society, INC., 1977.
- 小暮久也: 脳虚血と活性酸素。脳虚血と細胞障害—活性酸素とフリーラジカルの関与—, 浅野孝雄編, にゅーろん社, 東京, 1980, pp17-30.