麻酔・集中治療と テクノロジー 2013

●編集

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 先進治療科学専攻 生体機能制御学講座侵襲制御学分野 教授

上村裕一

京都府立医科大学附属病院 集中治療部 部長

橋本 悟

京都府立医科大学大学院名誉教授社会医療法人 草津総合病院 参与田中義文

simulation intranet software database network

麻酔・集中治療と テクノロジー 2013

●編集

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 先進治療科学専攻 生体機能制御学講座侵襲制御学分野 教授

上村裕一

京都府立医科大学附属病院 集中治療部 部長

橋本 悟

京都府立医科大学大学院 名誉教授社会医療法人 草津総合病院 参与田中義文

2012年12月7日(土)

この度、第30回日本麻酔・集中治療テクノロジー学会を鹿児島で開催する機会をいただき、大変光栄に思っております。会員の皆様に心から感謝申し上げます。本学会は1983年11月に麻酔・集中治療コンピュータ研究会として発足した歴史からこれまでコンピュータ関連の研究の発展に貢献してきましたが、今回は最近麻酔・集中治療の分野で関心が高まっているガスに注目し、テーマを「ガスと麻酔テクノロジー」としました。特別講演は九州大学総合理工学府の島ノ江憲剛先生に「ガスセンサ . 医療系ガスの高感度検知を目指して.」のタイトルで、日常生活でいるいるな場面で活躍しているガスセンサの医療における可能性についてお話ししていただく予定です。

鹿児島は本土最南端に位置し皆様も訪れる機会は少ないと思いますが、近年芋焼酎・黒豚と知名度が上がってまいりました。また、昨年九州新幹線も全面開通し交通の便も良くなっています。桜島も噴火活動が活発化し、降灰には悩まされていますが、鹿児島がさらに元気になっております。この機会に是非鹿児島にお越しいただき、学会だけでなく南国の美味をご堪能いただければ幸いです。

最後になりますが、12月7日(金)の評議員会と会員懇親会は会場隣のサンロイヤルホテルで行います。会員懇親会では黒豚などの薩摩料理と幻の焼酎などをお楽しみください。皆様のご参加を心からお待ちしております。

第 30 回日本麻酔・集中治療テクノロジー学会会長 上村 裕一 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科先進治療科学専攻 生体機能制御学講座侵襲制御学分野 教授

目 次

筆	30 回日本麻酔	•	集中治療テク	1	ジー	·学会論文集

特別寄稿:	1
二酸化炭素ボンベ誤用事故 何故まだ繰り返されるのか その経緯 (3) \dots 緑色のボンベを酸素と誤認した事故を O_2 ボンベを CO_2 ボンベと取り違えた事故と 見るのは誤りではないか?	1
佐藤 暢 (鳥取大学名誉教授 (医療法人 真誠会 名誉顧問))	
教育講演: 全身麻酔の安全性を向上させるテクノロジー 長田 理 (公益財団法人がん研究会有明病院・医療安全管理部)	9
ランチョンセミナー: 安全な周術期管理に向けての新しいモニタリング1 三好 宏(長崎大学病院 手術部)	13
一般講演: 非標準的圧縮性流体解析による心大血管系の数値流体力学1 横山博俊(金沢医療センター 麻酔科)	18
症例検討会での学習効果を高めるデザイン研究への聴衆反応システムの応用2 松本尚浩 (東京慈恵会医科大学麻酔科学講座) 他	27
超高速演算のための GPGPU 利用法について 萩平 哲 (大阪大学大学院医学系研究科 麻酔・集中治療医学) 他	31
パソコン書斎 20 年	35
持続陰圧ドレナージ装置によりドレーン先端に生じる陰圧の実測 — in vitro —	37
安価な PC カメラを用いた指導用ビデオ喉頭鏡の検討 井本眞帆 (洛和会丸太町病院 麻酔科)	39
汎用喉頭鏡をビデオ喉頭鏡に変身させる小型ビデオカメラ利用の変遷 4 中尾正和 (JA 広島総合病院麻酔科) 他	14
低流量麻酔下の酸素摂取量 (\dot{V}_{O_2}) 計算法 \dots 薊 隆文 $($ 名古屋市立大学看護学部 健康科学領域 病態学 $($ 麻酔学 $))$	5 1
頸動脈ドップラーを用いた動脈圧モニターの試み	55

平尾拓一 (川崎医療福祉大学医療技術学部臨床工学科) 他
紙を硬膜モデルとしてシミュレーションした針先ベベル面の向きによる穿刺孔への影響59 野上俊光 (成尾整形外科病院 麻酔科) 他
ゴム管を血管モデルとしてシミュレーションした針先ベベル面の向きによる穿刺の影響69 野上俊光 (成尾整形外科病院 麻酔科) 他
メーカーへの改造依頼により実現した麻酔科医専用点滴アラーム 東 兼充(くまもと麻酔科クリニック) 他
iPad [®] を用いた FileMaker [®] Go による回収血認証システムの開発
JSA PIMS と MS Excel 及び Filemaker Pro との ODBC 連携のポイント
麻酔情報管理システム (AIMS) による術前診療支援機能構築の試み99 村上 剛 (福井大学医学部附属病院麻酔科蘇生科) 他
paperChart 新規導入 3 例の報告 105 藤田憲明 (北海道大学病院麻酔科)
既存インターネット回線を用いたリアルタイム生体情報転送の確立:フリーソフト PaperChart®を用いて
paperChart による自動麻酔記録:実地運用開始後の課題とソリューション116 岩瀬良範 (埼玉医科大学病院麻酔科) 他
医中誌 API 制御による文献検索と My 医中誌機能
総説:心電図計測と概念の変遷
第 30 回日本麻酔・集中治療テクノロジー学会抄録抜粋142

特別寄稿:

二酸化炭素ボンベ誤用事故 何故まだ繰り返されるのか その経緯(3)

緑色のボンベを酸素と誤認した事故を O_2 ボンベを CO_2 ボンベと取り違えた事故と見るのは誤りではないか?

佐藤 暢

前回報告までの経過と新しい主張

著者が同題の第 2 編: (2) を投稿して本誌 2012 に掲載許可されたのは 2013 年 4 月 5 日であったが $^{1)}$, その冒頭部分において 2011 年 7 月に神戸市立医療センター中央市民病院で起きた二酸化炭素 (CO_2) ボンベ誤用事故について 2 つの注目すべき点を挙げた .

一つ目は,誤用された CO_2 ボンベはヨーク 形バルブ 2)により $Pin\ Index\ System\ を採用してガス別特定化した接続であったにもかかわらず誤用事故を防止できなかったこと,二つ目は,緑の識別色は麻酔器や呼吸器,医療ガス配管設備や連結ホースなどの上で酸素の色として広く医療現場に浸透しているので,緑色のボンベを見て違和感もなく酸素 <math>(O_2)$ ボンベと思い込んで使用したのに,実は緑色のボンベは大変危険な CO_2 ボンベであったのが,致命的事故となった第一の誘因だと見るのが常識ではないか,と書いている.

更に,本邦の特殊事情として, CO_2 ボンベの緑色が医療用酸素の識別色と同じ緑色である限り,このような誤用事故は何時また起こっても不思議ではないと感じ,同題の論文 $(初編)^3$ を本誌2011 に特別寄稿したこと,更にその理由について,当該事故に関する「事故調査委員会報告書 $(CO_2$ 誤換気事故)」(神戸市) には,ボ

ンべの色について何処にも具体的に触れていない上に,第1回委員会での討議項目に「 O_2 ボンベと CO_2 ボンベの見分け方についてのスタッフの認識度」が挙げてあるのに,その討議結果について全く記載がないのは,ボンベの塗色について触れることをタブー化する不自然さを感じて納得できなかったと記述している.

なお,本論文では医療用酸素ボンベと医療用二酸化炭素ボンベの関係を簡潔に表すために,前者を O_2 ボンベ,後者を CO_2 ボンベと記載するのを原則とするが,文献的引用面から原文通りに記載するところもある.

平成 23 年 9 月 30 日付で公開された神戸市立 医療センター中央市民病院の「事故調査委員会報告書 (\mathbf{CO}_2 誤換気事故)」は,2 年半余を経た今日,元の \mathbf{URL} が消えて風化中であるが,原文を調べ直してみると,(2) 事実検証① \mathbf{O}_2 ボンベをで調べ直してみると,(2) 事実検証① \mathbf{O}_2 ボンベと \mathbf{CO}_2 ボンベを取り違えた状況」で,麻酔科医 \mathbf{A} は \mathbf{O}_2 ボンベを準備するよう看護師に声をかけた.外回りの看護師 \mathbf{H} は視界の角にあったボンベを見て"ボンベはそこにあります"と答えた(一部短縮).麻酔科医 \mathbf{C} はそこにあったボンベ (\mathbf{CO}_2 ボンベ)を移動させ, \mathbf{O}_2 チューブとアンビューバッグにつなぎフローがあることを確認し,ベッドの頭側ボードに取り付けた.患者を病棟ベッドに移動させた後,麻酔科医 \mathbf{A}

と B が交替しながら用手で換気し始めた.手術室にいた関係者で,換気に使用されたボンベの色が違うことや流量計までの形態が O_2 ボンベと違うことに気付いた者はいなかった」と書いてあるだけで,ボンベの色が何で,どう違うのかについて具体的に触れていないし,取り違えるような O_2 ボンベが現場にあった形跡は一切ない.

実際には緑色の CO_2 ボンベを見た人が少なくとも数人は現場に居たに違いないと思われるのに,なぜ誰も違和感もなく見過ごしたのであろうか? 直接取り扱った麻酔科医 C が当の CO_2 ボンベに装着してあった減圧弁 (レギュレーター) と流量計の外観が見慣れた O_2 ボンベ用のものとは相当に違うのに変だと気がついていないことは注目に値する.勿論,当のボンベ上に記載されたガス名,ラベルの医薬品表示などの文字情報はすべて見過ごされてしまった.これは緑色のボンベを'安全な酸素'と思い込んでしまったからだと思われるが,現場になかった黒色の O_2 ボンベとそこに実在した緑色の CO_2 ボンベとを取り違えたのではないことだけは明白である.

現場で緑色の CO_2 ボンベを見た麻酔科医 Cは,"緑色は安全な酸素"との思い込みから 緑色の O_2 ボンベ の幻を無意識に見て, CO_2 ボンベの内容を酸素と勘違いした結果が事故になったものと推定される.その時無意識に取り扱ったものと推定される.その時無意識に取り扱っていた緑色の CO_2 ボンベは,思い込んだ 緑色の CO_2 ボンベ 'の幻影であり,緑色の CO_2 ボンベ 'の幻影であり,緑色の CO_2 ボンベ 'の幻影であり,は色の CO_2 ボンベ での幻影であり,と CO_2 ボンベの間の取り違えと錯覚してしまった風潮こそ当事故の原因に繋がっており,事故防止対策が根本のところで混乱している所以ではないかというのが,本編 (3) の主題である.

なお,この事故防止に関する著者の提案は, 第2編¹⁾の末尾に別紙2として紹介した特別寄稿「医療用二酸化炭素ボンベの誤認事故防止へ の緊急提案」 $^4)$ から一貫しているが,要は,緑 色は安全色,進行色,健康色として一般に親し まれている特別な色である上に,麻酔器,人工 呼吸器,酸素流量計,医療ガス配管や連結ホー スなどの医療機器の上で酸素の識別色として医 療界では広く使われているので, CO2 ボンベの 緑色が、緑色は安全な酸素 'に馴れた作業環境 でのうっかりミスの誘因となる、そのような医 療現場において,ボンベ(高圧ガス容器)の上 だけは,法令(高圧ガス保安法の容器保安規則) により酸素ボンベは黒色で液化二酸化炭素 (液 化炭酸ガス) ボンベは緑色と決められているか ら、緑色のボンベを見た時つい酸素と間違い易 く,本邦特有の緑色の落し穴を構成する.そこ で、緑色をした落とし穴になんとか気づいても らいたいとの思いから,医療用CO2ボンベの 上部約1/3の表面を橙色にする2色塗りに変え て、一見して医療用 CO₂ ボンベだと識別でき るようにすることが原因的事故防止対策の第一 歩であるというのが従来からの主張である.

更に言い足したいのは , 黒色の酸素ボンベは 事故現場に実在していなかったので,誤認の対 象になるはずがなく,事故は緑色の CO_2 ボンベ を見て幻の'緑色の O_2 ボンベ 'と誤認して使用 したものであるから, 黒色の O_2 ボンベと緑色 の CO₂ ボンベとの間に外観の類似性などを仮 想して誤認の原因を求め,事故防止対策にしよ うというのは的外れである.そこで, CO_2 ボン べの塗装が緑一色であることに焦点を絞って原 因的事故防止対策を具体化することが必要であ るのに, なぜか CO2 ボンベの緑塗色を表面全体 まで要求する日本産業・医療ガス協会(JIMGA) の内規『医療ガス容器表示基準』に固執して, 大きさや外見が酷似した O_2 と CO_2 の両種ボン べ間の取り違えと錯覚したまま,この本邦特有 なヒューマンエラーの防止対策を考えるから、 肝心の緑色の落とし穴はそのままになっている. 換言すれば,現場になかった黒100 ボンベは 緑色の CO_2 ボンベとの誤認とは直接関係がな

く, O_2 は黒, CO_2 は緑の両種小型ボンベの外観は容易に判別可能な現状ではあるものの,それでもお互いを取り違えるかもしれないというヒューマンエラーの可能性は 100 %否定できないにしても,それと,緑色の CO_2 ボンベを見て酸素と勘違いする本邦特有なこの種のヒューマンエラーとは原因が違うので,はっきりと区別して考えることが必要であるというのが,本編の新しい主張である.

前回報告後に出た3者名義の 平成25年5月吉日緊急提言

2013年5月20日付で,平成25年5月吉日付の日本医療ガス学会,日本産業・医療ガス協会,日本麻酔科学会の3団体名義で出された「【提言】搬送時に使用する小型酸素ボンベと二酸化炭素ボンベの誤認事故防止対策について」(以後5月吉日提言と略す)が上記3団体のホームページ上に公開され,また,全国の各会員や病院長などに送られた。

著者は,その本文の冒頭に「酸素ボンベ誤認 事故を受けて」とあるのを見て,患者搬送用〇2 ボンベが予期に反して現場に準備されてなかっ たから起きた事故なのに,黒い〇2ボンベを誤 認した事故というのは間違いではないかと気が ついた.本当は,現場にあった緑色の CO_2 ボ ンべを見て無意識下に'緑色の酸素ボンベ'と 誤認したもので「二酸化炭素ボンベ誤認事故を 受けて」の間違いに違いない.事故は, #緑色 は酸素 "の潜在意識から緑色の CO2 ボンベを ' 緑色の ○₂ ボンベ 'と錯覚したもので ; 緑色 の O_2 ボンベ 'は実在した物ではないのに , O_2 ボンベと CO2 ボンベの 2 物相互間を誤認した ように誤って記載している.したがって,前者 (A) と後者 (B) の相互間を混同して, A を B と取り違えても,BをAと取り違えても,同じ ことのように記載したものとも思われる.

典型的な取り違え例として, A, B2人の乳 児を取り違えると, AはBに, BはAに成り替

の付く目的の方に書いても結局は同じことにな るという感覚であろうか? 現に,当初日本医 療ガス学会から会員宛に送られた5月吉日提言 では「搬送時に使用する小型二酸化炭素ボンベ と酸素ボンベの誤認事故防止対策について」と 提言の標題のボンベが反対に記載してあった. これでは「患者搬送時に CO₂ ボンベを使用す る 」と誤った記載になるので、後で順序を逆 に変更したようであるが,本当の意味は, CO2 ボンベの内容を酸素と勘違いした事故",或は, " CO₂ ボンベを'緑色の酸素ボンベ 'と誤認し た事故"と記載するべきであったと思われる. また,前述の3者から同年5月20日付 で発出した 5 月吉日提言に添えた案内書 (www.anesth.or.jp/info/suggestion20130520.html) でも, 当事故を「酸素ボンベを二酸化炭素ボン べと取り違え」と記載しているが,黒色の O2 ボンベは現場になかったので, O_2 ボンベを手 に取って CO2 ボンベと取り違えるという手品 のようなことが現実にあるはずがなく, CO_2 ボ ンベの緑色を見てその意味を酸素と取り間違え た認識エラーだと解析すると, 当事故の誘因が ボンベの緑色であったことが判然となる.した がって, 当事故の防止対策も CO2 ボンベの緑 色に焦点を絞って解決するのが当然である.

わるので, どちらを先に, 或はどちらを

酸素ボンベと二酸化炭素ボンベの 取り違え事故と記載した公文書や 医療ガス容器表示基準

2008 年 8 月に八女市の公立病院で起きた二酸化炭素ボンベ誤用事故 (二人死亡)⁵⁾ の後で厚労省から出た 2009 年 3 月 3 日付通知 (医政指発第 0303001 号)「診療の用に供するガス設備の誤接続防止対策の徹底について」には「酸素ボンベと二酸化炭素ボンベの取り違えなど,医療ガス設備の誤接続に起因する事故」との記載がある.

それを受けての医薬品医療機器総合機構の医

療安全情報 PMDA No.13 (2009 年 10 月)「ガス ボンベの取り違え事故について」では「取り違 えの要因」として,表示の確認不足,保管場所 でのガスボンベの混在,工業用ボンベの使用な どを示した (ただし, ここでは JIS T 7201「麻 酔器」1976年の改正1)以来普及してきた医療 用酸素の識別色が CO₂ ボンベと同じ緑色であ ることによる誤認リスクにはなぜか触れていな い). そして, ボンベ誤接続の防止対策として小 型医療用 CO_2 ボンベにヨーク形バルブ $^{2)}$ を採 用してそれに対応する圧力調整器 (減圧弁) と の間を Pin Index System によりガス別特定接 続として機械的に誤接続できなくする工夫を挙 げている.したがって,ここで両種ボンベの間 の取り違えの場として想定しているのは,緑色 の「液化炭酸ガスボンベ」と黒色の「医療用酸 素ボンベ」の両者が同一の保管場所のなかで混 在している「取り違えの要因(その2)」の図の ような状態であることが判る.

日本産業・医療ガス協会 (JIMGA) の『医療 ガス容器表示基準』2009年10月6日改訂1版 は「目的:医療ガスの取り違えを未然に防ぐた め」に始まり,医療用 O_2 ボンベでは容器の肩 部を含んで表面の 1/2 以上を黒色, 医療用 CO2 ボンベでは表面全体を緑色,医療用亜酸化窒素 ボンベでは肩部は青色,他はねずみ色に塗るな どと「充てんできる高圧ガスの名称」毎に容器 外面の塗色を決めているが「取り違え事故防止 の基本」では「容器の色で,ガスの種類を識別 することは危険であり,取り違え事故を招く恐 れがある.その理由として,高圧ガス保安法で 規定される容器の色と, JIS 及び公共標準仕様 書において容器に接続する医療ガス配管の色が 異なることによって生じる取り違えのおそれが ある、特に酸素について注意が必要である。と 記載している.最後の1文は,危険性から見て "特に二酸化炭素について注意が必要である" の間違いではないかと思うが, 結論的には, 塗 色の不統一による事故の危険性を指摘しながら

も塗色の工夫による問題解決を諦めて「医療ガスは医薬品であるので、ガス名すなわち医薬品の名称は薬事法で規定される医薬品ラベルで確認する」のが取り違え事故防止の基本であるとしている.

ボンベを選ぶ際には,まずその色を見てから表示を読むのが自然の流れであり,予期に反して酸素ボンベが空と分かり,"焦りで気持ちがいっぱいになってしまった"(山陰中央新報,2008年8月28日)看護師が,別なところにあった緑色の CO2 ボンベを酸素と勘違いして使用してしまい,それでも気づかず2例続けての死亡事故(八女市)となった教訓が十分に活かされているとは言い難い.つまり,ボンベの緑色を見て一度安全な酸素と思い込んだら,ボンベ上のラベル表示や大きな白い字で書いたガス名さえままないことも起こりうるというヒューマンエラーの特質に対応する配慮である.

その後に上記基準による CO2 ボンベを誤認・誤用した前述の事故が 2011 年 7 月 14 日に神戸市で起きたので,同年 7 月 25 日には,厚労省医政局総務課長と医薬食品局安全対策課長の両者から医政総発 0725 第 3 号,薬食安発 0725 第 1 号「酸素ボンベと二酸化炭素ボンベの取り違えに起因する健康被害の防止対策の徹底について(医療機関への注意喚起及び周知徹底依頼)」が出され,そのなかで「酸素ボンベと二酸化炭素ボンベの取り違え(事故)等」と3回も繰り返し記載している.

その後も JIMGA では,2013 年 1 月 31 日に出した医療ガス関連事故集約表のなかで,当事故の現象を「酸素ボンベの取り違え」と記載しており,また同年 6 月制作の「炭酸ガス (二酸化炭素) の安全な取り扱い」と題した教育用資料のなかでは,1992 年 5 月に東京の私大病院で起きた同様の事故例を「病院での容器取り違え

患者吸入用の O_2 ボンベと CO_2 ボンベの取り 違えによる患者死亡事故」と記載している.そ して,前述の 5 月吉日提言を発出した 3 者協議 では,今なお懸案のこの問題を『二酸化炭素容器取り違え事故防止対策』と題して色々と作業中である.

その他,神戸市の事故についての関連学会 や業者の提案や資料でもほぼ一様に「O₂ ボ ンべと CO₂ ボンベの取り違え」の記載が見 られた. 日本麻酔科学会の安全委員会でも, 2011 年 9 月付で「酸素ボンベと二酸化炭素 ボンベの取り違え事故防止対策」を公表し (www.anesth.or.jp/news2011/pdf/20111011.pdf), 同学会の Newsletter 19 巻 4 号 (2011 年 12 月 20 日)7 頁にも「酸素ボンベと二酸化炭素ボンベ の取り違え事故防止対策について」を掲載して いる.かくいう私も,2013年8月2日付の緊 急提言 (www.jsta.net/pic/sato10.pdf) の冒頭 で「本邦では O_2 ボンベと CO_2 ボンベの取り 違えによる悲惨な事故が繰り返され 」と記し ている. 当時著者は,5月吉日提言を見たもの の,提言3項目にばかり気を取られて,標題や 前文をよく読んでいなかった一方で,この種の 事故を両種ボンベの取り違え事故と呼んで特に 違和感もなく記載したと記憶する.しかし,そ の後,5月吉日提言の冒頭に「酸素ボンベ誤認 事故を受けて 」とあるのを改めて確認したと きに,現場になかった酸素ボンベを誤認したと は間違いではないかと気づいてから「取り違え る」の意味を辞書で調べるなどして,事故原因 解析に結びつけたのは,前述した通りである.

O₂ボンベとCO₂ボンベの取り違えでなく ボンベの緑色を酸素と勘違いした事故

辞書 (辞林 21,三省堂) で『取り違える』を 引くと『①間違えて他の物を手にとる,②間 違えて理解する(意味を える)』とある.

厚労省の『取り違えることによるリスクの高 い医薬品に関する安全対策について』(医薬品・ 医療用具等安全情報 202号,2004年6月)には, 類似した名前の医薬品の組や,濃度の違う同名 の注射液で使用法の違う組が記載されている. また,「医薬品の販売名や外観が類似している ことに起因する医薬品の取り違えを防止する」の記載は,医政発第 0602012 号,医薬発第 0602007 号「医療機関における医療事故防止対策の強化・徹底について」(2004 年 6 月 2 日) にも見られ,さらに「医薬品の販売名の類似性に起因した取り違えを防ぐため」の記載は,医政発第 1204001 号,薬食発第 1204001 号「医薬品の販売名の類似性等による医療事故防止対策の強化・徹底について(注意喚起)」(2008 年 12 月 4 日) にも見られる.

よく似た名前の読み違えによるアンプル同士, バイアル同士,薬品箱同士間の取り違えは,実 在する医薬品の酷似した名前,容器や包装上の 表示を判別しやすく改善して取り違えを防止す る手段としているが,これらが①に当たるのは いうまでもない.医薬品容器上の表示では,規 定された識別色はないので,専ら文字による表示に頼ることになる.

一方で,ボンベ(高圧ガス容器)では経産省令 による識別色が医療用ボンベも含めて長年使わ れているのが本邦の特徴である.万一誤って吸 入すれば大変危険な CO_2 ボンベの色が, 一般に は安全を意味する緑色であることに違和感があ る上に,緑色は酸素の識別色として広く医療機 器の上で使われているのに慣れているので,緑 色の CO₂ ボンベを酸素と誤認しやすい誘因と なっている.この場合は,酷似した名前や包装 の医薬品を取り違える ① の場合のように黒色の O₂ ボンベと緑色の CO₂ ボンベとの間を取り違 えるのではなくて, CO2 ボンベの緑色の意味を 酸素と取り間違えた認知上のエラーなので ② に 当たると言うのが,著者の解析である.つまり, 同じく取り違えるにしても, ①と②とは取り 違えの対象が違い,①では類似した物と物の 間の取り違えであるが、②では一つことの意 味を取り間違えるので,俗にいう勘違いに当た ると考えると判りやすく, ①とは違う事故の実 態が判然としてくる.

例えば,5月吉日提言では「搬送時に使用す

る酸素ボンベと大きさが酷似している小型二酸 化炭素ボンベを無くすることを目的に」と謳っ て,取り違えの要件としてボンベの大きさや形 が酷似していることに重点をおいているが,実 際にはボンベの大きさは同じでも,黒色の O2 ボンベと緑色の CO2 ボンベの見分けには困ら ないようにはっきりした識別色を使っているの で,両者が混在しても取り違えることはないの はガス業者の日常である. むしろ 4 緑色は安 全な酸素 'と思い込んで,対比すべき別のボン べが無い場合には,ボンベの外見上の差に気づ きがたく,勘違いを高じてしまっても不思議で はない.しかも,麻酔科医や看護師は,平素自 ら, CO₂ ボンベを取り扱うことはまずないの である.神戸市の例でも装着してあった流量計 などの違いや文字による表示を見逃してしまっ た.つまり,色の視覚は先ず他の視覚情報より も優先して認識され,特に緑色には,安全,進 行,健康的,そして,酸素に相応しい特別な意 味 (黒や灰色などには無い主張)を感じるのが普 通だと思われる.著者が目をつむると,酸素ボ ンベは自然に緑色に見えて,緑色の CO_2 ボン べはどうしても馴染まない.この感じは,著者 が医師になりたての頃に,ボンベを含めて'酸 素は緑 'の米国で臨床研修を受けたから特別な のであろうか? いや,もっと自然に緑色の信号 を見たときの安心感が酸素に相応しい思いがす る.この点については,どうか読者諸賢の忌憚 なきご意見を承りたいところであるが,実験的 にどう証明すればよいのか,著者には見当もつ かない.なぜなら,平素の教育や訓練による成 果についてはアンケート調査などで或る程度判 るかもしれないが,予期せぬときに使用可能な 酸素ボンベがないという緊急事態が様々な臨床 現場で起きた場合に個別の医療従事者がどう対 応するか,認知上の反応や錯覚まで統計的に解 析するヒユーマンエラーの実験研究の立案など はとても考えられないからである.しかし,こ の種の本邦独特な緑の識別色によるボンベ事故

は、容器の外観の類似性による物品間の取り違えではないと気づけば、必然的に、緑色は安全な酸素、の潜在意識による酸素との勘違いだとボンベの緑塗色に焦点を絞ることになり、その対策を急ぐ必要があることを改めて強調する、この種の認知エラーは、原因をはっきりと解析して原因的に対処しない限り、取り分け繰り返されやすいからである。

なお,一部には,この種のボンベ取り違え事故 を「ガス取り違え事故」と言う向きもある 6,7). もし O₂ ボンベと CO₂ ボンベを取り違えて使 用したとすると,両種のガスを取り違えたこと になるが, 当事故で実際に取り扱ったのは CO2 だけであった.現場に使用できるように酸素が 準備されていなかったから起きた事故であるの で,両種ガス間の誤認や取り違え事故と見るの は誤りである.目に見えなく,手で掴みようも ない両種気体を直接認識し,取り違えることは 物理的に不可能であり, 具体的には容器(ボン べ) または管(ホース,チューブ)を取り違える 行為となるが, 当事故は, ガスを取り違えたの ではなくて, CO2 ボンベの緑色を見てその内容 を酸素と勘違いして誤用したのであるから「酸 素と二酸化炭素の両種ガス間の取り違え事故」 というのも間違いである.

おわりに

ヒューマンエラーは起こるべくして起こり, 根本的に原因を取り除くまではいくら注意していても,いつかまた繰り返されるものである. その原因を解析・除去して作業環境でのリスク解消を図る必要がある.

本邦で繰り返されてきた二酸化炭素ボンベ誤 用事故で新聞報道されたのは著者の知る限り4 回であるが、いずれも手術前、または手術後の 患者搬送時に酸素ボンベが現場ですぐに使える ように準備されてなく、近くにあった緑色の二 酸化炭素ボンベを酸素と勘違いしてうっかり誤 用したヒューマンエラーであった。 この種の事故を,従来から「酸素ボンベと二酸化炭素ボンベの取り違え」,または「酸素と炭酸ガスの取り違え」事故と記載し,現場になかった黒色の酸素ボンベと現場で見た緑色の二酸化炭素ボンベとを取り違えたかのように錯覚する風潮が未だに支配的であるので,"緑色は安全な酸素"の潜在意識から二酸化炭素ボンベの緑色を見てその内容を酸素と誤認するリスク解消は進んでいない.

もとより, 医療用ガスボンベの誤用というヒ ューマンエラーを全面的に解消するには,法令 によるボンベの塗色に加えて, 医療用ガスの識 別色をボンベトに活かす2色塗りによって、医 療用ボンベを産業用ボンベから一目で識別可能 にするだけでなく,塗色での医療用ガス別特定 化を進め,また,ガス名や薬品名のラベル表示 を確認しやすくする工夫,容器(ボンベ)や管 (ホース,チューブ)のガス別特定接続の拡充整 備など、できるだけの安全対策を重ねて、フー ルプルーフ・フェルセイフを目指すべきは言う までもないが,まずは法令の許す範囲内でボン べの2色塗りを活用して誤認を防止する工夫に 始まり,次には表示を読んでガス名,薬品名の 確認を励行する.ガス別特定接続は,間違えた ボンベを接続しようとする段階で初めて事故防 止に有効となる.

緑色の二酸化炭素ボンベを酸素と誤認・誤用する事故を防止する対策では、緑色の上に橙色を重ねる2色塗りで医療用二酸化炭素ボンベを一目で識別できるようにすることがまず肝要である.それには、緑色の二酸化炭素ボンベには、緑色の二酸化炭素がとの間の誤い、取り違えと見たのは錯覚であって、"緑色は安全な酸素"に慣れた医療現場で二酸化炭素ボンベの緑色を見て"酸素"と勘違いした認知エラーであると解析できるので、医療用二酸化炭素ボンベの緑色の塗色を工夫して事故の原因

的解消を図る.

医療の現場でも緑色の安全信号が多数あるなかで,ボンベだけは危険信号だと認識していても,つい無意識に行動してしまうリスクをどの様に解消するか?緑色の危険な落とし穴がボンベにあると事故原因を特定すれば,緑色だけの二酸化炭素ボンベが目立つように橙色を加えて,医療用二酸化炭素ボンベを2色塗りにするのが事故回避の第一歩ではないか.

(次頁 ボンベ 4 種の写真 参照).

引用文献

- 1. 佐藤 暢: 二酸化炭素ボンベ誤用事故 なぜ まだ繰り返されるのかーその経緯(2). 麻酔・集中治療とテクノロジー 2012. p1 11, 麻 酔・集中治療とテクノロジー学会 京都、2013.
- 2. JIS B 8246 2004 高圧ガス容器用弁 . P11-22 日本規格協会 東京 , 2008 .
- 3. 佐藤 暢: 二酸化炭素ボンベ誤用事故 なぜ まだ繰り返されるのかーその経緯. 麻酔・集 中治療とテクノロジー 2011. p26 37, 麻酔・集中治療とテクノロジー学会 京都, 2012.
- 4. 佐藤 暢: 医療用二酸化炭素ボンベの誤認事 故防止への緊急提案. ガスメディキーナ 17 巻 p14-15. ガスレビュー 大阪. 2012.
- 5. 佐藤 暢: またもボンベ誤用事故 失われた 16年間.日本医事新報 No.4413:75-78, 2008.
- 6. 畑中 卓司:医療施設整備管理論 (平成 25 年度 日本医師会医療安全推進者養正講座 第 6 講) p87 東京, 2013.
- 1. 出河 雅彦: 医療用ガス取り違え事故の背景に 高圧ガス識別色の不統一. Astand(WEB マ ガジン) Asahi Judiciary 朝日新聞社 2012 年 2月3日.

Key Words:

医療用二酸化炭素ボンベ,識別色,容器保安規則,日本産業・医療ガス協会,JIMGA, 医療ガス容器表示基準, ボンベ誤用事故,取り違え,勘違い,事故調査委員会報告書,酸素ボンベ,緑色,認知エラー,ヒューマンエラー,ガス別特定



4種の小型ボンベの外観の比較

 ${f A}:$ 上部約 1/3 を橙色に塗った 2 色の医療用二酸化炭素ボンベ ${f B}:$ 従来の緑一色の医療用二酸化炭素ボンベ ${f C}:$ 産業用液化炭酸ガスボンベ ${f D}:$ 医療用酸素ボンベ .

法令には色調の規定はないので, A では比較的明るい緑色と橙色の2色塗りにしている.

B と D は , 文献 7 で「神戸市立医療センター中央市民病院で事故当時使われていた二酸化炭素ボンベ と酸素ボンベ , 接続口の形状は異なっている . 2011 年 7 月 27 日撮影」と記載してあるボンベ 2 本の写真と相違ない外観である .

教育講演:全身麻酔の安全性を向上させるテクノロジー 長田 理

はじめに

麻酔科医が実施する全身麻酔は,専門の医師が担当すべき危険性の高い医療処置であることは周知の事実である.このため,従来より全身麻酔の安全性を向上させるため,麻酔科医は麻酔薬の改良,麻酔手技など技術の向上と共に安全管理の徹底に心血を注いできた.一方で,今日の医療安全が"To err is human."(人は間違いを犯す)を基本とすることは広く知られているが,「間違いを犯すことを前提とした対策を講じることが必要である」という概念の理解はいまだ十分とは言えない.そこで本講では,全身麻酔の安全性を向上させるために、臨床現場で全身麻酔の安全性を向上させるテクノロジーを紹介する.

医療安全の考え方

諸外国では患者安全 Patient Safety と呼ばれているように,医療安全は医療事故の予防,すなわちセイフティマネジメントを目的としている.医療行為そのものが危険であることが前提であり,個人個人の能力ではなく病院全体のシステムとして,医療事故が発生する前にティンという前向きな考え方である.一方,従来から言われているリスクマネジメントという意味での負担が大きく,現在の医療安全はリスクマネジメントからセイフティマネジメントへ移行している.

公益財団法人がん研究会有明病院・医療安全管理部

医療事故を巡る考え方もまた,現在は大きく 変化している「人は間違うべきではない」と いう考えが基本に存在すると,間違いを犯して 傷害を負わせたり死に至らしめた個人は責任を 負うべきであり、そのような個人を排除するこ とになる「間違うこと」自体があり得ないこと であるため,対応は事後的なものにならざるを 得ない、一方「人は間違うもの」という考えを 基本とすれば、事故が発生したのはシステムに 問題が存在したからと考えるべきであり,安全 工学を利用してシステムを事前に改善すること が求められるうえ,事故事例を教訓に更に安全 性を向上させることができる. 現在ではこのよ うな活動を通じて安全文化を醸成させることが 最終的な目標である、安全性を向上させること は容易ではないものの,活動方針は次のような ステップで構成される.まず,ステップ1では 改善の機会を見つけ,ステップ2では対策案を 作成する.そしてステップ3では対策案を評価 し,実行すべき案を選定する.そして対策案に ついて,計画 Plan 実行 Do 評価 Check 対応 Act という PDCA サイクルを繰り返すの である.

改善策を検討する際,精神論では有効な改善策を作成できないことを理解する必要がある.例えば,薬剤の取り違え事例において「注意不足」「確認不足」「多忙であった」などがしばしば誘因として指摘される.この対策として「投与前にしっかり注意する」「投与前にしっかり確認する」「落ち着いて投与する」などの改善策が提案されたとしても,そのようなことができなかったから事例が発生しているのであって改善効果は全く期待できない.ではどうするの

か,それが安全工学・信頼性工学の活用である.

有効な改善策を作成する

信頼性工学によると対策方法は、最も強力な「排除・単純化」から「機械化(代替化)」「制約・容易化(標準化)」「負担軽減」「異常検出」、そして最も微力な「影響緩和」として説明される(図1).医療現場で頻用されているダブルチェックやガイドライン教育はエラーの早期発見を目的として「影響緩和」に該当するが、信頼性工学の技法としては効果が弱いことを理解する必要がある.有効な改善策を作成するためには、不必要作業を排除し、作業を容易化し、作業負担を減少させるのが合理的である.

全身麻酔の安全管理を考える

全身麻酔の管理手順を医療安全の面から検討すると,麻酔カートを整備し(設備の改善),麻酔記録が電子的に作成され(作業量の減少),術前説明の手順・合併症に応じた管理手順が作成される(ガイドライン教育)など,様々な対策方法が導入されていることがわかる.しかしながら,最も強力な効果を持つ全身麻酔管理の「単純化」「手順の標準化」については、『全身麻酔管理は簡単なものであってはならない/あるはずがない』という専門家意識もあり,未だ導入が進んでいないように感じられる.

術前評価という作業の安全管理上の意義として,全身麻酔に不適な症例(状態)を除外するには有効であると考えられる.しかしながら,疾患に対して特異的な対応が必要な手技・薬物選択は決して多くないため,術前情報が麻酔実施中の安全性を向上させるかどうかについては検討の余地がある.有効な評価とは,信頼性の高い情報により再現性・正確性が評価できること,合理的なアルゴリズムにより得られた情報に基

信頼性工学の技法

効果	方法	行動様式			
	排除	過程の単純化/不必要な作業除去			
強力	制約·容易化	建築施設の変更・手順の標準化			
1	負担軽減	人員の増加・作業量の減少			
微力	異常検出	チェックリスト・声だし確認			
	影響緩和	二重チェック、ガイドライン教育			

飯田修平編:医療安全管理者必携[新版]医療安全管理テキスト, 2010より改変して引用 図 1 信頼性工学の技法

esTEC 信頼性について

単一症例の検討 (ver 1)



図 2 esTEC 信頼性について

づいて判断ができること,そして判断により行動(治療)が変化することである.判断の結果が行動に影響しないのであれば,判断することに意義はない.

全身麻酔管理に作業の単純化・手順の標準化を 導入するためには、1.麻酔薬の投与調節方法と 得られる効果の関係を用いて全身麻酔の調節ア ルゴリズムを明確化し、2.確実性の高い(安全 な)調節手順を明確化し、3.逸脱した場合の対 処手順を明確化することが必要である.このよ うな手順を実現するためには、経験と勘ではな く、合理的で客観的な判断基準(指標)が必要で ある.全身麻酔の鎮静効果については、様々な議 論を経て脳波に基づく Bispectral Index (BIS) を指標とする考え方が定着している.また、薬 物投与の調節については、体内濃度とくに効果 部位濃度を指標として適切な効果が得られる 濃度を維持する方法が定着しているが,我々が開発したesTEC (estimated target effect-site concentration,指定した鎮静レベルに必要と想定される効果部位濃度)を利用すると,刻々と変動する手術侵襲が鎮痛薬によって遮断される状況で安定した麻酔状態を維持することができる(図 2).また,客観的な指標を利用することで,個々の手術についても鎮痛薬と鎮静薬の相互作用を想定した麻酔管理を実現することが可能となる(図 3).

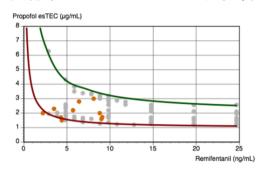
忘れてはならないリスクマネジメント

医療安全においてはセイフティマネジメントが重要であるとはいえ,有事の際にはリスクマネジメントが必要である.近年は大災害・大事故を経験したためリスクマネジメントという言葉は一般的になっているが,その内容が正確に理解されているとは言いがたい.リスクマネジメントは想定される事象の重大性(強度)と頻度によって,対応が異なることをまず理解する必要がある(図4).何が何でも「悪い事態を回避する」ことがリスクマネジメント,というわけではないのである.

リスクマネジメントの基本手順は,状況の把握,評価・分析,対応策の決定・実行,そして再評価であり,基本的には前述のセイフティ機である.しかしながら危機で理の際には目の前に存在する重大な問題へを問題へを防ぐことが吸してダメージの拡大を防ぐことが優先するため,今後の改善を目的とした作業は正確な記録にとどめ,平常に復帰してから改善を検討することがポイントである(図5).危機をな計することがポイントである(図5).危機発生直後に性急な改善策を求めるのは危機で理解していない素人の行動パターンであるはならない.

医療事故発生時の対応手順としては,まず第一に患者の安全を確保することであり,同時に 事態を報告し指示・支援を得ることである.そ

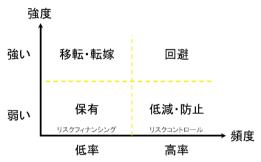
鎮痛薬がesTECに及ぼす影響



導入時のレミフェンタニル効果部位濃度とesTECの関係をプロットした。

図3 鎮痛薬が esTEC に及ぼす影響

リスクマネジーメント方法の選択



飯田修平編: 医療安全管理者必携[新版] 医療安全管理テキスト、2010より改変して引用図4リスクマネジメント方法の選択

危機管理の5段階



図 5 危機管理の 5 段階

の際,冷静かつ誠実に対応することが求められる.医療ドラマなどでは臨機応変に「行動」することが美徳とされているが,事前に作成・配布された事故対応マニュアルに従って行動すべきであり,同時に事態を正確に「記録」するこ

とが重要である.この記録は患者対応の資料となるだけでなく,事例を通じて組織として学習する際の重要な資料となることを理解する必要がある.

麻酔管理のリスクマネジメント

このようなリスクマネジメントの理論を全身 麻酔の管理にあてはめると,麻酔科医自身が頻 度と強度に応じて適切に対応していることが理 解できる、たとえば、全身麻酔中に高頻度で発 生する軽度の血圧低下に対しては,昇圧薬投与 によりリスクの低減・防止に努めている.また, 高頻度で大きな問題となる手術操作不能な体動 に対しては鎮痛薬・筋弛緩薬の投与によりリス クの回避を実現している.吸入麻酔薬しか利用 できない病院では、一旦発生すると死に至る危 険性がある悪性高熱患者を他院へ紹介 (移転・ 転嫁) する対応は合理的である、どうしても外 れない指輪・ミサンガなど問題発生の頻度が低 く強度が弱い事象に対しては、リスクを説明の うえ手術を実施する(リスクの保有)ことは現 実的であろう.

全身麻酔の維持・調節をリスクマネジメント としてとらえた場合,既に危険性が高いとされ

ている状況・方法を整理し,事前に対策を実施 する必要がある. 例えば, 挿管操作については 歯牙損傷から挿管不能時の非可逆的脳損傷まで 様々なリスクが知られている.このような操作 を漫然と初心者に実施させている病院は危機管 理が欠如していると言わざるを得ないが,合理 的な対策としては(挿管が必須でない症例では) 挿管を実施しない(LMAやi-gelを使用する)こ とが最も有効である. 挿管操作を実施しなけれ ば挿管困難を経験するリスクはゼロだからであ る.同様に,オピオイドを使用した十分な鎮痛 によって挿管時・執刀時の循環動態変動を回避 する恒重な麻酔管理は心予備能が低い患者など で利用されてきたが,このような手法を一般患 者にまで拡大して標準化することで併用する鎮 静薬必要量が減少するとともに鎮静の調節も容 易となる.トラブルを防ぐためには,事故対応 という面だけでなく適切な作業手順・合理的な 薬物投与手順などを含めて麻酔管理プロトコル を開発してマニュアル化することが重要である.

参考文献

1. 飯田修平編: 医療安全管理者必携[新版]医療安全管理テキスト,日本規格協会,東京,2010

ランチョンセミナー:

安全な周術期管理に向けての 新しいモニタリング

三好 宏

はじめに

近年,モニタリングの進歩は,めざましいものがあり,周術期において,安全性を高めるために様々なモニタが使用され,周術期合併症の減少に貢献したことは言うまでも無い.周術期の合併症は,様々なものがあげられるが,日本麻酔科学会の偶発合併症調査によると,術中心停止の原因として,術中大量出血や出血性ショックがあげられており,そのような危機的状況を避けるためには,至適な輸液・輸血管理が必要である.そのためには,バイタルサインのチェック,循環血液量の把握が必要であり,観血的動脈圧,中心静脈圧,心拍出量,ヘモグロビン値の測定などが一般的に行われる.

輸液・輸血の指標として脈派変動指標 (pleth variability index: PVI),トータルヘモグロビン濃度 (SpHb) が開発され,その有用性が評価されている.また,麻酔後の合併症として, 術中・術後に投与した麻薬・鎮静薬の影響により,呼吸抑制が生じる場合がある.呼吸のモニタとしては,視診法・インピーダンス法・カプノメータなどがあるが,それぞれ欠点を持ち,持続的な測定としては不正確になりやすい.近年,アコースティックモニタリング (RRa) が連続的な呼吸数モニタとして注目を集めている. MASIMO 社の NEW Radical-7 では,新たにアコースティック呼吸波形が表示されるようになり,臨床での有用性が期待される.

安全な周術期管理のために, SpHb, PVI,

100 to 11 to

図 1 New Radical-7 電気痙攣療法直後



図 2 New Radical-7 電気痙攣療法後

無呼吸になると呼吸音の自動調節により頚動脈の拍動音を検出した。

RRa を連続測定できる New Radical-7 を使用し,当院での使用例を提示しつつ有用性を考察する.

New Radical-7 について

Radical-7 と同様のパラメータに加え RRa が測定可能になり、パラメータとして、SpO2、 PR, PI, SpHb, SpOC, PVI, SpMet, SpCO, RRa と多くの項目が測定可能である.

以前の Radical-7 からの変更点は , ハンドへ ルドだけでもローテーションスクリーンが可能

長崎大学病院 手術部

になったこと,タッチスクリーン仕様への変更 に伴い,パラメータ表示の変更が視覚的に行え, 容易になったことがあげられる.

Pleth variability index(PVI):

PVIは,呼吸によって起こるプレスチモグラフ波形振幅の動力学的変化を,灌流指標 (Perfusion Index: PI) を用いて測定している.1 回あるいは数回の完全な呼吸サイクル間での PIの変化を測定し,算出される.その計算式は,以下の式で示される.

$$PVI(\%) = \frac{PI_{Max} - PI_{Min}}{PI_{Max}} \times 100$$

PVI は、パーセンテージで表示され、数値が大きいほど呼吸によるプレスチモグラフ波形の振幅変動が大きいことを示している.このことより、PVI は、輸液の反応性の指標として有用性がある可能性が示唆されている.

2008 年に, Canneson らは, 全身麻酔下, 機 械的人工換気中の患者 25 名を対象に,膠質液 の輸液負荷を行い各種の循環パラメータ(心係 数 (CI), PP, POP, PVI) を測定した 1). CI が 15 %以上増加した場合,輸液反応性があ ると定義した. 結果, PVIは, ROC 曲線下面 積 0.927, 感度 81%, 特異度 100%で, 輸液反 応性を予測可能であると結論づけられている. 2011 年になると,様々な状況下での PVI の輸 液反応性の検証が報告されている.Julianらは, 全身麻酔下で腸切除術を受ける患者25名を対象 に,指先と耳朶にセンサーを装着し,手術前と 手術中に 250~500ml の輸液を行い PVI の変化 を測定した²⁾.1回拍出量は,経食道エコーに て測定した.手術前の輸液は,500mlを急速に 輸液し,手術中の輸液は,1回拍出量が10%低 下した時に, 250ml の輸液を行った. 手術前の 急速輸液では,指先・耳朶ともに,1回拍出量 増加の予見が可能であり(指先: ROC 曲線下面 積 0.96, 耳朶: ROC 曲線下面積 0.98), 手術中 の輸液は,耳朶では十分な評価が得られなかっ たが,指先では,ROC 曲線下面積 0.71 であっ

た、彼らは、人工呼吸中の手術患者において、 指先での PVI 測定は,輸液反応性を予測可能 であると結論づけている.また, Broch らは, 予定心臓手術患者 41 名を対象に,麻酔導入後 に下肢挙上前後の SVV, PVV, PI, PVI を測 定し比較し PVI に関しては PI 値で分類し詳細 に評価した³⁾. その結果, PVIは, 全データの 評価では,他のパラメータに比し感度が低かっ たが, PI 値が 4%以上の場合, ROC 曲線下面 積 0.72 となった . PVI の輸液反応性を予測は , PI 値が高い方が、信頼性が高いことが示唆さ れた.また, Monnet らは, ノルエピネフリン を使用している敗血症性ショック患者を対象に, PVI, PPV, SVV を比較している 4). その結 果, PVIの ROC 曲線下面積は 0.68 で, PVV の 0.93, SVV の 0.89 に比べ低く, 輸液反応性 の指標としては信頼性に劣ると結論づけた.

以上のことより、PVIは、輸液の反応性の指標としては、有用であるが、PI値が低い場合は、その有用性は劣る可能性があり、また、血管収縮薬を使用するような特殊な状況では、輸液反応性の指標としては弱い可能性がある.PVIを利用する場合は、PI値を参考にしつつ利用することが望ましいと思われる.

トータルヘモグロビン濃度 (SpHb):

SpHb は,異常へモグロビンとへモグロビンの周波数による吸光度の違いを利用し,非侵襲的に,リアルタイムに,連続的に測定される.本邦においては,2008年より,利用可能になった.しかし,その正確性が問題としてあり,その後,様々な症例によりデータの蓄積がなされた.Causeyらは,手術室・ICUの患者 60名を対象に,SpHbとtHbを比較し検討している5).その結果,SpHbとtHbの相関性は,0.77(p<0.001)であり,一般検査室のデータと相関性が高く,今後の研究を指示するであろうと結論づけている.また,Lamhautらは,全身麻酔中・麻酔後の患者 44名を対象に,85ポイントで測定し,SpHbとHemoCue®とを比較し検討

している 6). その結果, SpHb と tHb の相関性 は,0.77であったが,HemoCue[®]とtHbの相 関性は, 0.85 であった. また, Bland and Altman 解析の結果 , SpHb は , HemoCue[®]に比較 し,低い測定値を表示したと結論づけている. また, Berkow らは, 脊椎手術患者 29 名, 186 ポイントの測定データを解析し,報告している 7) . その結果 . Bland and Altman 解析におい て, SpHb とtHb はよい相関性を示すことを示 した.また,急速輸液や輸血による tHb の変 化にも追随することも示した.また, Nguyen らは,集中治療室における心臓血管外科手術後 患者 41 名を対象に SpHb と tHb を比較検討し ている⁸⁾. その結果, SpHb と tHb の間に相関 性は認めなかったと結論づけ, さらに詳細な検 討を行い, SpHb と tHb の差と, PI の相関性 を比較検討した.その結果, PI 値が低い場合 (PI<2), SpHb とtHb の差が大きい傾向がみら れたと報告している.また, Vos らは, 肝切除 術患者 30 名を対象に,膠質液・晶質液の急速 輸液を行い,534 ポイントで SpHb と tHb を測 定し比較検討している⁹⁾. その結果, SpHb と tHbは,肝切除術患者においては,若干の過小 評価を認めるが,概ね相関しているが,Hb値 が低い場合においてその正確性は増加し,膠質 液輸液においてその正確性は減少すると結論づ けた, また, Isosu らは, 外科手術患者 20 名を 対象に 92 ポイントの測定データを比較検討し た ¹⁰⁾ . その結果 , SpHb と tHb は , よく相関 しているとのとの結論を得た.彼らは, PI値 を 1.4 以上と 1.4 未満で分け評価し, さらに, 「In vivo adjustment」という手法を用いて評価 検討した「In vivo adjustment」とは,初回測 定の SpHb 値と tHb 値の差を次回以降の SpHb 値から差し引いて計測する方法である.その結 果, PI 1.4 の場合, PI<1.4 に比較し相関性が 高く (R=0.7793 vs R=0.7581), また「In vivo adjustment」を行った測定値にて, PI PI<1.4 で比較すると相関性が更に高くなった

(R=0.9181 vs R=0.8986).

以上のことをふまえ,当院での肝移植症例 3 例を検討したところ,In vivo adjustment」を行うことにより,3 例ともかなりの正確性を示すことが示されたが,PI<1 の場合,「In vivo adjustment」を行っても,誤差が大きいことが示された.また,心拍出量の急激な増大を伴う場合,SpHb の誤差が大きく認められることも示された.以上のことより,SpHb は,Hb 値の絶対値により,正確性の評価が分かれ(Hb 値が高いと誤差が大きい),PI 値が低い(PI<1.4)と正確性が低い.また,In vivo adjustment」の手法を用いることにより,その正確性が増すことから,今後の研究が期待される.

アコースティックモニタリング (RRa):

手術後の呼吸数モニタリングの必要性については、The Anesthesia Patient Safety Foundation が以下のことを推奨している.

- 1) 酸素飽和度と呼吸数の連続的なモニタリング が必要な症例として,IVPCA,硬膜外麻酔等, 非経口的なオピオイドを使用している場合,
- 2) 重要なことは、モニタリングすることにより、医療従事者に患者の急変をタイムリーに知らせることである。

呼吸数のモニタリングとしては,目視・聴診・インピーダンスニューモグラフィー,カプノグラフィなどがあるが,それぞれに利点・欠点があり,持続的な測定としては不正確になりやすく,一般的に普及していない.呼吸監視が求められる領域としては,手術中であれば脊椎麻酔中の鎮静,monitored anesthetic care などが推奨され,手術中以外では,術後早期(回復室),病棟(鎮痛薬・鎮静薬使用時),内視鏡検査室(鎮静薬使用時)などがあげられる.

MASIMO 社が開発したアコースティック呼吸数モニタリング (RRa) は, 頚部に音センサー

を貼付し,得られた情報から呼吸周期を認識し, さらに雑音などを除去し呼吸音のみを抽出し, 呼吸数を連続的に測定する. RRaは, 頚部のセ ンサーから得られた情報からのみ呼吸数を測定 しているのでは無く,同時にパルスオキシメー タから得られた呼吸性変動を解析し,呼吸数を 判定している. RRa とカプノグラフィとの呼吸 数精度比較は, MASIMO 社が FDA へ申請した 健康成人 26 名のデータによると, RRa がカプ ノグラフィより標準偏差が小さく,より精度と しては優れていた. Mimoz らは,全身麻酔後, PACU で 52 名の患者に対し,カプノメータと RRa を装着し, その精度を評価した ¹¹. その 結果,カプノメータと RRa は,よく相関して いると結論づけている.その中で,呼吸数測定 に影響を与えた因子として,カプノメータは, 会話・体動・咳嗽により測定に影響が出ている が, RRa では, 会話・体動・咳嗽による測定誤 差は,わずかであった.

当院において,脊椎麻酔中と電気痙攣療法中に RRa を使用して評価を行った.脊椎麻酔中は,脊椎麻酔用の高い枕の影響で頭部が前屈位になり,RRa のセンサーが頚部に埋もれてしまったが,特にセンサーの違和感を訴えることは無かった.モニタリングは,良好に行え,手術中モニタリングが途切れること無く監視可能であった.

次に、電気痙攣療法中の RRa モニタリングであるが、麻酔導入前よりモニタリングを行い、良好な測定値を得ていた・通電のため、マスク換気を中止し、電気痙攣療法のため通電を行った・この時点では、図1に示すように、アコースティック波形は出現していないが、通電後しばらくして、図2のように、アコースティック波形が出現し、呼吸数として70回をカウントしてしまった・この現象は、アコースティック波形の描出に関係する・アコースティック波形の描出に関係する・アコースティック波形は、センサーから得られる音をすべて拾ってい

るが、その中で一番大きい音に感度が自動に設定されており、通常は呼吸音が大きいため、呼吸音に合わせて感度が設定されている。今回の症例のように、マスク換気中は、呼吸音に合わせて感度を調整しているが、換気を中止した場合、しばらく感度はそのままであるため、波形は描出されないが、内部的にはセンサーから得られる音を解析しており、図2で得られた波形は、頸動脈の拍動音を感知してその音量に合わせて感度が自動的に切り替わったため描出されるようになったものと思われる。

おわりに

周術期管理において様々なモニタが使用されており、周術期合併症の減少に貢献したことは言うまでもない、周術期合併症の多くは、呼吸器・循環器系の合併症であり、そのために多くのモニタが開発、進歩してきた、MASIMO社のNew Radical-7は、呼吸・循環器のパラメータ(PVI、SpHb、RRa)が1台で測定可能であり、その測定値の評価には、多少注意すべき点を認めるが、臨床使用に関しては、評価の良い臨床報告が多い、今後、臨床での使用が多くなるものと思われる。

引用文献

- Cannesson M, Desebbe O, Rosamel P, Delannoy B, Robin J, Bastien O, Lehot JJ. Pleth variability index to monitor the respiratory variations in the pulse oximeter plethysmographic waveform amplitude and predict fluid responsiveness in the operating theatre. Br J Anaesth 2008;101:200-6.
- 2. Hood JA, Wilson RJ. Pleth variability index to predict fluid responsiveness in colorectal surgery. Anesth Analg 2011;113:1058-63.
- Broch O, Bein B, Gruenewald M, H?cker J, Sch?ttler J, Meybohm P, Steinfath M, Renner J. Accuracy of the pleth variability index to predict fluid responsiveness depends on the perfusion index. Acta Anaesthesiol Scand 2011;55:686-93.

- Monnet X, Gu?rin L, Jozwiak M, Bataille A, Julien F, Richard C, Teboul JL. Pleth variability index is a weak predictor of fluid responsiveness in patients receiving norepinephrine. Br J Anaesth 2013;110:207-13.
- Causey MW, Miller S, Foster A, Beekley A, Zenger D, Martin M. Validation of noninvasive hemoglobin measurements using the Masimo Radical-7 SpHb Station. Am J Surg 2011;201:592-8.
- Lamhaut L, Apriotesei R, Combes X, Lejay M, Carli P, Vivien B. Comparison of the accuracy of noninvasive hemoglobin monitoring by spectrophotometry (SpHb) and HemoCue[®] with automated laboratory hemoglobin measurement. Anesthesiology 2011;115:548-54.
- Berkow L, Rotolo S, Mirski E. Continuous noninvasive hemoglobin monitoring during complex spine surgery. Anesth Analg 2011:113:1396-402.
- Nguyen BV, Vincent JL, Nowak E, Coat M, Paleiron N, Gouny P, Ould-Ahmed M, Guillouet M, Arvieux CC, Gueret G. The accuracy of noninvasive hemoglobin measurement by multiwavelength pulse oximetry after cardiac surgery. Anesth Analg 2011;113:1052-7.
- Vos JJ, Kalmar AF, Struys MM, Porte RJ, Wietasch JK, Scheeren TW, Hendriks HG. Accuracy of non-invasive measurement of haemoglobin concentration by pulse cooximetry during steady-state and dynamic conditions in liver surgery. Br J Anaesth 2012;109:522-8.
- Isosu T, Obara S, Hosono A, Ohashi S, Nakano Y, Imaizumi T, Mogami M, Murakawa M. Validation of continuous and noninvasive hemoglobin monitoring by pulse CO-oximetry in Japanese surgical patients. J Clin Monit Comput 2013;27:55-60.
- Mimoz O, Benard T, Gaucher A, Frasca D, Debaene B. Accuracy of respiratory rate monitoring using a non-invasive acoustic method after general anaesthesia. Br J Anaesth 2012;108:872-5.

ABSTRACT

New monitoring for safety management in perioperative period. Hiroshi Miyoshi

In late years, the progress of the monitor is remarkable, and in the perioperative period, various monitors are used for safety anesthetic management. It has been contributed to the decrease of perioperative complications. According to the accidental complications study of Japanese society of Anesthesiologists, there is a hemorrhagic shock and massive bleeding during surgery as the cause of intraoperative cardiac arrest. In order to avoid a critical situation, optimal infusion management and optimal transfusion management are required. For this management, it is necessary to check the vital signs and estimate the circulating blood volume. Measurement of invasive arterial pressure, central venous pressure, cardiac output, and the hemoglobin value is usually performed. In recent years, as an indicator of the infusion and transfusion, pleth variability index (PVI), total hemoglobin concentration (SpHb) has been developed and its usefulness has been evaluated. In addition, postoperative respiratory depression may occur in some cases due to the influence of narcotics and sedatives administered during anesthesia or after surgery. As a monitor of breathing, there are visual inspection method, impedance method, capnometer method. However, each method has the disadvantage and it is prone to be inaccurate if measured continuously. In recent years, acoustic monitoring (RRa) has attracted attention as a continuous respiratory rate monitor. As a new function, the new radical-7 (MASIMO corporation, Irvine, CA) has been able to displayed acoustic respiration waveform and its utility in clinical practice is expected. Using a new radical-7 which can measure PVI and SpHb and RRa continuously, we present our cases and consider its usefulness.

Key words: Perioperative management, PVI, SpHb, RRa

Department of Anesthesiology, Nagasaki University School of Medicine, Sakamoto 1-7-1, Nagasaki

非標準的圧縮性流体解析による心大血管系の数値流体力学 横山博俊

はじめに

液体の圧縮性は非常に小さい、このため、通 常の流体力学では液体は非圧縮性として扱われ る.つまり,液体の非常に小さな圧縮性は無視 されることが普通である. 工学的な流体力学で 圧縮性が考慮されるのは,高速運動する気体に 限定される.しかし,心大血管系では,血管内を 圧力波動が有限の速度で伝搬し,圧力分布が血 管内に存在する、この状態は、血管内の流体の 圧縮性の存在によって初めて正当化される.つ まり,心大血管系では血液の微小な圧縮性を理 論的前提にしなければ,血行動態を説明するこ とができない.通常の流体力学とは異なり,液 体の微小な圧縮性が理論的に必要となるため, 心大血管系の数値流体力学は非標準的圧縮性流 体解析と呼ばなければならない,動脈系におけ る流体粒子の移動の説明には,動脈壁の弾性が 非線形であること,流体粒子に非線形の圧縮性 が存在することが必要である.これらについて 検討したので,報告する.

方 法

1) 非線形波動の数値シミュレーション

血管壁には血管内の圧力に応じて,血管軸と 円周方向に引っ張り応力が加わる.血管壁の伸びと応力の間には,非線形の弾性関係が存在する.伸びと応力の関係には線形関係が存在しない.実際の血管壁は伸展する程度が増すと,応力はより大きくなる.非線形の弾性関係がある格子に波動運動の初期値を与えるとどのような波動が生じるのか,については以下のようにして数値解析の方法で計算する.大動脈壁を血管 軸方向の一本の鎖で模すことにより,大動脈壁を伝搬する圧波動をシミュレーションすることを目的とした. ① 式は血管壁をバネに見立てて,ポテンシャルエネルギーの式を仮定したものである.

$$\phi(\gamma) = \frac{1}{2}\beta \left(\gamma^2 + \frac{2}{3}\alpha\gamma^3\right) \cdots 1$$

ここで, γ は血管壁の伸展した長さであり, Φ は血管壁が伸展することによって血管壁内に生じるポテンシャルエネルギーである. ① 式を γ について微分すると

$$\phi'(\gamma) = \beta(\gamma + \alpha \gamma^2) \cdots 2$$

② 式は,非線形項の係数である α が 0 である場合は,非常によく知られたフックの法則が成立するバネの式となる.非線形バネがいくつも連なったものを 1 次元の非線形格子と呼び,この非線形格子に関する運動方程式を立てることができる.

$$m \frac{d^{2} \gamma_{n}}{d^{2}} = \phi' \left(\gamma_{n+1} \right) + \phi' \left(\gamma_{n-1} \right) - 2\phi' \left(\gamma_{n} \right) \cdots \cdots \Im$$

③ 式に②式の関係を代入する.この際,非線形格子には順番を振り,n番目の格子の血管壁の伸展を γ_n と置く.

$$m \frac{d^{2} \gamma_{n}}{d^{2} t^{2}} = \beta \left\{ \gamma_{n+1} + \gamma_{n-1} - 2\gamma_{n} + \alpha \left(\gamma_{n+1}^{2} + \gamma_{n-1}^{2} - 2\gamma_{n}^{2} \right) \right\}$$

上記の式は $\gamma_{(n+1)}$, $\gamma_{(n-1)}$ を γ_n の周りでテーラー展開する .

$$r_{n\pm 1} = r \pm \frac{\partial r}{\partial x} + \frac{1}{2!} \frac{\partial^2 r}{\partial x^2} \pm \frac{1}{3!} \frac{\partial^3 r}{\partial x^3} + \frac{1}{4!} \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} \pm \cdots$$

この関係を③式に代入すると,非線形偏微分方程式となる.この形のものを解析的に,いわゆる式の変形等によって解を求めることは困難である.このため,数値解析の手法を用いて計算した.プログラム作成にはマイクロソフト社の Visual C++2010 を使用した.

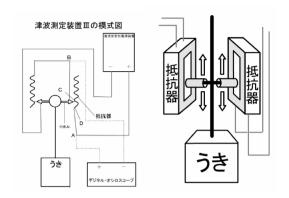
2) 水槽を用いた非線形波動の計測

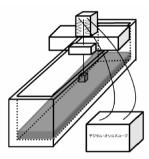
数学的に非線形波動を扱う場合,厳密に計算できるのは,1次元の非線形波動に限定される.しかし,物理現象は3次元だから,3次元の非線形波動について調べることが必要である.水槽に強力な圧縮性の力を加えることによって,圧縮性の波動を作り出し,この波動について,波高,波長,速度を測定した.水は微小な圧縮性を持っており,急速な力を加えると圧縮される.圧縮率は小さくても,水を圧縮することができれば,小さな水槽であっても,水の非線形性の圧縮率に基づく非線形波動を作り出すことが可能である.

水槽は木製で,内面に耐水性の塗料を塗った.水を入れ,波動の測定装置を設置した.波動の測定には,回路的には直列に置かれた2個の線形抵抗器を互い違いに向い合せ,浮きが上下しても,2個の抵抗器の全抵抗値は変化しない.片方の抵抗器の電圧を測定することによって浮きの上下運動を記録することができる.電圧の測定・記録には,デジタルオシロスコープ(DS-5102:岩通計測株式会社:福島県)使用した.(図1)

水槽に非線形波動を生じさせるため、発泡スチロールで作成した津波発生装置を水槽の片方の端から急速に水槽内に押し込んだ.これによって,圧縮性の非線形波動を発生させることができる.実際の非線形波動の例である津波では,海底の急速な上昇によって圧縮性の波動が発生するが,実験用の水槽は水深が浅く,水底からの圧縮では水を十分に圧縮させることができない.このため,実験では実際の津波の発生過程とは逆に,水面から水底に向かって圧力をかけることにより,非線形波動を発生させた.

実験では,水深を変更することによって,発生する波動の波高,波長,速度を測定した.水槽は木製で,幅17cm,長さ178cm,水槽の高さは水底から約25cmである.この水槽内に水を満たし,水深4cmから11cmに設定し,片端





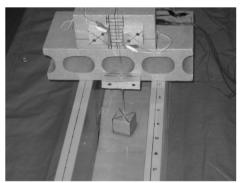


図1 水槽実験の器具

から発泡スチロールで作成した津波発生装置を 勢いよく水槽内に挿入して,津波を発生させる. また,発泡スチロールを2枚重ねて水槽に挿入 する実験も行った.

3) 大動脈壁変形の3次元数値シミュレーション

大動脈壁を非線形格子で置き換えた場合,1次元の非線形格子には存在しない物理的な注意点が発生する.1次元の非線形格子の運動を数学的に計算する場合,伸展・収縮の方向は1次元に限定される.1次元非線形格子では開始す

る格子の位置が座標的に固定されていると考え ると,波動をこの格子系に加えると,遠方の格 子を移動させなければならなくなる,このため, 運動の伝達速度が無限大になってしまう.この 問題を回避するため,波動が伝搬しても,遠方 の格子に運動が及ばないようにしなければなら ない、物理モデルにおいて非線形格子の運動を 計算する場合は,1次元状に配列された格子で あっても,軸を中心に3次元的に螺旋状に捻じ れて運動するなど,立体的な計算が必要である. 螺旋状に回旋させるために,どこから回旋させ るかという開始ポイントの問題が発生する.捻 じれ始める位置をどこにとるのか、という問題 は非常に難しい問題になるが,ここでは適当な ポイントを開始点とした.完全に3次元対称的 な変形は存在しない.

3次元空間で大動脈壁を運動させた場合,圧 力波動の入力される開始のポイントと終了する ポイントを結ぶ曲線を軸とする螺旋状回旋が波 動の入力された範囲内での軸方向と円周方向の 伸展を可能にする.前提条件として,圧力波動 は螺旋状に伝搬させた,大動脈の軸は伸展のた めに螺旋状にくびれるため,螺旋状にくびれた 軸の周りを圧波動が螺旋状に回旋していくと考 えなければならない. 大動脈壁に圧波動が螺旋 状に伝搬する場合,大動脈内の圧力値の等しい 点は波面を形成するが,波面はできるだけ平面 に近づいていることが望ましい.このため,大 動脈壁の中心軸は同一平面上にはなく,波面を 平面に近づけるために微妙に変形しなければな らない、この計算を大動脈壁の変形に取り込ん だ、プログラムはマイクロソフト社の Visual C++2010 を使用した.

結 果

1) 非線形波動の数値シミュレーション

1次元非線形波動の数値解析結果を示す .1次元非線形格子では孤立波が発生し,一方向に伝搬した .1 非線形弾性を表す α 値が一定である場

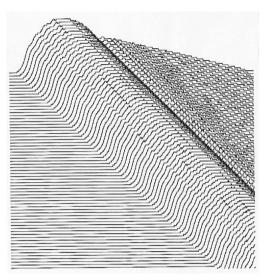


図21次元非線形格子を伝搬する波動

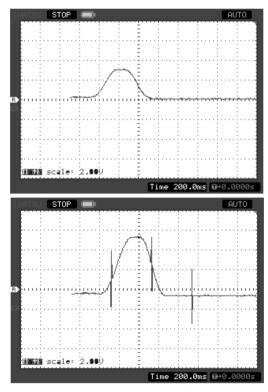


図3 観測された孤立波

合は,波動の伝搬に従って,波形の形は変わらずに末梢へ伝搬した(図2).

2) 水槽を用いた非線形波動の計測 水槽の実験では水深によって発生する波の高

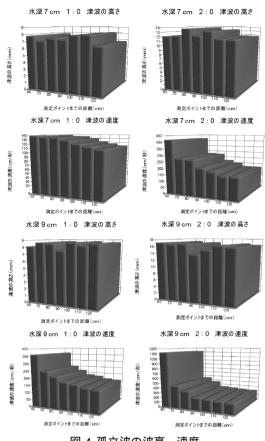


図 4 孤立波の波高,速度 1:0 は発泡スチロール1個 2:0 は発泡スチロール2個

さに違いが生じ、水深が浅いほど波高は小さく、水深が深いほど波高は高くなった.これらの波の高さは水槽内では伝搬に従って減衰することなく、ほぼ一定の波高を維持したまま伝搬した.波の速度も、発生ポイントから離れた部位では、ほぼ一定の速度で伝搬した.波の速度においても、水深が浅いほど速度は遅く、水深が深くなるほど速度は増していった.波を発生させる発泡スチロールのボードは非常に高速に強く水面から水底まで押し込んだ(図3、図4、図5).

3) 大動脈壁変形の3次元数値シミュレーション 3次元の大動脈壁モデルは波動の開始ポイン トと終了ポイントの動脈壁の座標を移動させず, その間で大動脈壁の軸を螺旋状に回旋させ,円 周方向に波動に応じて拡大・縮小を行った.大

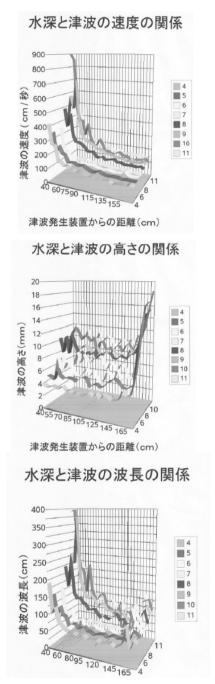


図 5 水深と孤立波の波高,速度,波長の関係

動脈壁を伝搬する波動は螺旋状に進行するため, 大動脈壁の非線形格子の同位相の部分の格子を 結ぶ面は,完全な平面にはならない.この波面 をできるだけ平面に近づけるため,大動脈は軸

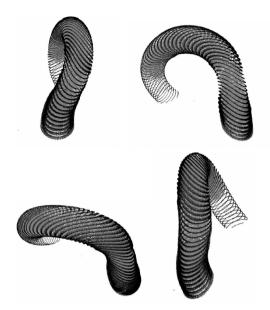


図 6 大動脈の変形の数値シミュレーション の螺旋状回旋にともなって捻じれた状態になった (図 6) .

考察

大動脈における血液の流れは複雑である.大動脈の血圧の測定は容易だが,大動脈の血流は拍動流であり,時間的に変化するため,3次元的な計測は難しい問題である.

1) 非線形波動の数値シミュレーション

大動脈内の血流の計算が簡単ではないのは, 大動脈系に非線形波動が加わることによると考える.非線形波動の計算で使いやすいものは1次元に限定される.1次元の非線形格子の運動を解析することによって,大動脈壁を切り出し,円周方向と血管軸方向にそれぞれ細く切片を取り出したならば,1次元の非線形格子の性質になっている.大動脈が拍動によって圧力を伝搬する際,大動脈は血管軸方向と円周方向に伸縮する.大動脈壁を血管軸方向と円周方向の2種類の非線形格子から構成されると考えれば,拍動によって血管軸方向と円周方向の非線形格子が伸縮する. 1 次元非線形格子に初期波形を入力すると, 非線形格子の非線形頃 α 値が一定ならば

$$\phi(\gamma) = \frac{1}{2}\beta\left(\gamma^2 + \frac{2}{3}\alpha\gamma^3\right)$$

波形の形は変化せずに伝搬する.この波形を孤立波と呼び,一方向に形を変えずに伝搬した.通常の波動の伝搬では,分散効果によって次第に振幅は小さくなっていく.非線形格子を伝搬する波動では,分散効果と非線形効果が釣り合って,波形の形が崩れない孤立波が伝搬することが可能になっている.この孤立波を一般に非線形波動と呼ぶ.非線形波動では,非線形格子の持つ運動量は波形と一体になって伝搬する.

血管内の流体の密度と圧力に関して,血管壁の伸展と応力の非線形関係に相当する関係が成立すると考えられる。

$$P(\gamma) = \frac{1}{2}B\left(\rho^2 + \frac{2}{3}A\rho^3\right)$$

は密度であり、P は圧力値である、大動脈で は,血管内の流体粒子に非線形の圧縮性がある ことにより,血管壁から加わる圧力と血管内の 流体の圧力値が完全に同期すると考えられる. 同期現象によって,大動脈壁と内部の血液が一 体化した, 非線形波動が出現すると考えられる. これには,血管内の流体粒子の圧縮性が血管壁 の非線形性よりも強く,かつ血管内を十分に満 たす流体粒子が存在することが必須条件である. このために血管壁の非線形弾性の性質に従う非 線形波動が発生すると考えられる,血管壁の非 線形弾性よりも弱い圧縮性をもつ気体粒子が血 管内に満たされている場合,または充分な血液 が血管内に満たされていない場合には,血管壁 と血管内の一体化した非線形波動は成立しない と考えられる、

2) 水槽を用いた非線形波動の計測

水だけでも非線形波動が存在し得ることを確認するため,この実験を行った.この実験は津波をモデルにしたものである.津波とは海底の急激な上昇によって海水が圧縮され,圧縮性波動が生じたものである.実験では,水槽内の水深は4~11cm 程度の浅いものであるため,水底

からの圧迫では水槽内に十分な圧縮性波動を発生させることができない.このため,水面の上から急速に発泡スチロールの板を突っ込むことによって実験的な津波を発生させている.水に強い圧迫を加えることによって一時的な圧縮性の変動を生じさせると,孤立した波動が一方向に進行するという現象を認めることができた.

海水が圧縮された非線形波動である津波は,海洋では海底に潜んで伝搬し,海岸でようやくその姿を海面上に表す.津波は海水を圧縮して引き込んでいるため,周りの海水を吸い込みながら伝搬する.ある程度以上の津波のならば,津波が到達する前に海岸の水が引いて海底が露わになる.海水が津波によって吸引されたためと考えられる.

小さな水槽であっても,小さな非線形波動を 作ることができた、水槽における非線形波動と は水底に張り付いた非常に薄い圧縮層であると 考えられる.水槽内の圧縮性の非線形波動がど のように局在しているのかという測定は充分で はないが,一定の波高,波長,速度を持つ孤立 波が発生したことより,水底に発生した波動に 相当する圧縮された非線形波動の存在が推定さ れる.水底における水の圧縮は非常に小さいが, 波高、波長と水槽の横幅に完全に一致した体積 がそのまま水底に張り付いていると推定される. 水槽に発生した波動は一定の波高と波長をもっ て伝搬した.一定の波高と波長からこの波動に よって移動する水の量を推定することができる. 一定の振幅が前方へ進行するということは,振 幅の分だけの質量が前方へ移動していることに なる.つまり,非線形波動は物質を移動させる. この水槽実験において,急激な圧力上昇によっ て発生した非線形波動は,波高,波長と水槽の 横幅を3辺とする水の四方体を移動させた.

非線形波動によって,流体粒子が移動したが, 流体粒子そのものに外から力が加わっているわけではない.力が加えられるのは最初だけである.非線形波動によって運動エネルギーは分散 せずに移動しているため,流体粒子は弾性的な 運動によって波動に集中し,その際に移動する. 最初に加えられたエネルギーだけで,途中で力 が加えられなくても,流体粒子は移動を継続す ると考えられる.通常,流体を運動させるため には,面積力,体積力が挙げられる,流体粒子に は体積力が加わっているように思われるが,特 に途中で力は加えられていないため、弾性的な 復元力で波動とともに緩やかに血管内で移動す ると考えられる.流体粒子の弾性的な復元力に よる移動は,外から力の必要としない移動であ る.振動するバネのように,エネルギーが摩擦 で散逸しなければ,いつまでも運動する性質を 持っている.流体粒子の摩擦によるエネルギー の散逸が微小ならば,運動を継続すると考えら れる.

3) 大動脈壁変形の3次元数値シミュレーション

大動脈壁は内部に血液を入れながら,心臓か ら駆出される血液によって,圧力波動を伝搬す る.大動脈内を血液が流れる状態は,屈曲した 弾性管内を拍動流が流れる状態である. 大動脈 壁は非線形弾性の格子で作られた立体的な管状 構造を持っており,その中に非線形の圧縮性を もつ流体粒子, つまり血液が存在する. 実際の 血液には非常にわずかではあるが, 非線形の圧 縮性が存在する.これを無視することができる のか、あるいは無視することができないのかが 問題になる.血管壁の運動と血管内の圧力変動 は,完全に同期している.左心室の心筋は2重 の螺旋構造になっており,大動脈弁から螺旋状 に駆出される血液によって,大動脈の拍動流が 開始されると考えられる,大動脈壁は非線形弾 性をもつ格子と考えることができる,内部の血 液も非線形の圧縮性をもつ.従って,大動脈壁 の運動は内部の流体粒子の非線形性の圧縮性に 支えられて,血管壁と血管内部の流体粒子が一 体化した非線形波動を構成すると考えられる.

実際の大動脈も圧力波動の伝搬に従って,円周が伸縮するのみならず,血管軸方向にも伸縮

する.この際,圧力波動が出発する大動脈弁の 位置は変化せず,圧力波動がまだ到達していな い大動脈壁は運動していない.圧力波動がまだ 伝搬していない部分の血管が運動することはな いので,圧力波動が伝搬している部分の血管壁 は軸を中心に螺旋状の伸縮を行うことで,血管 軸方向と円周方向の伸縮に対応していると考え られる.

波動の伝搬は螺旋状と考えられるため,大動脈壁に血管軸方向と円周方向に非線形格子を配した.ただし,血管軸方向の格子は最初から,計算の便宜のため,螺旋状に置いてある.円周方向の格子を結ぶ面が波面となるが,屈曲した大動脈弓を螺旋状に伝搬させるため,波面は特密な平面にはならない.ただし,できるだけ平面に近づいていることが望ましいために,大動脈弓は微妙に捻じれていなければならない.ないに近が必要である.実際の大動脈弓の血管軸も同一平面上には存在せず,捻じれている.大動脈の変形がどのような臨床的意味を持つのか,さらに検討が必要である.

4) 非線形波動による物質の移動

大動脈は圧力を伝搬するだけではなく,血液を末梢へ運ばなければならない.通常の流体粒子の運動の計算では,粒子の運動のエネルギーは分散的となる.すなわち,運動エネルギーは高いところへ分散されるよこれでは,大動脈の血液の流れを説明することはできない.なぜなら,大力の症状があまり形を変えずに,圧力波形があまり形を変えずに,圧力のたないで集中した状態を保ったをは圧力波形がある.大動脈内の血液の流れを説明するためには,非線形波動の存れ、エスルギーが分散せず,一塊となって伝搬していく、その際,物質も移動させる.非線形波動で波形の形が変わらないのは,分散性と非線形性の

均衡がとられることによる.流体粒子は,非線形波動によって周辺から,圧力の高い部分に集中するように移動すると考えられる.圧力の高い部分に流体粒子が集められる現象は,圧力の高い部分から低い部分へ物質が移動するという。 通常の認識では理解することができない.従って,流体粒子の移動には特別な機序による説明が必要になる.動脈圧波動では,圧力の高い部分を中心とするエネルギーの統合体が拡散してしまうことがなく,統合体のままで媒質を進行していく.この観点から,流体粒子の運動は乱流ではなく,層流であると推定される.

これまで,東京大学の越塚教授の開発した MPS 法,Monaghan らの考案した SPH 法を検討してきた.これらの方法では動脈系の流体粒子の運動を計算するには不十分であることが明らかとなった.MPS 法は非圧縮性の流体解析法であり,圧力分布はポアソン方程式を立て陰的に計算する.ところが実際の動脈系では圧力分布は圧力波動の伝搬に依存しており,位置と時刻によって圧力値は決定されると考えられる.このため,MPS 法の後半部分を計算に取り込むことはできなかった.SPH 法は圧縮性の流体解析法だが,圧力分布は粒子の運動の結果,算出されるため,圧力値をそのまま取り込むことができない.

非線形波動が媒質を伝搬する場合,媒質である流体粒子に弾性的復元力が加わると推定さる. 媒質を圧波動がエネルギーの塊となって伝搬するためには,運動エネルギーも圧力エネルギーも分散化せず,集積した状態で媒質を移動していかなければならない.この計算は従来の流体力学の教科書で見つけ出すことはできなかった. 弾性管内に流体が存在することによって生じる環境は,流体力学的には非常に特殊なものである.工学的流れとは異なり,動脈系は拍動流であり,流れは一時的に停止し,時に逆流する場合もある.この不思議な流れは,工学的な流体力学で説明することは困難である.大動脈壁の 拍動による伸縮が流体粒子に影響を及ぼしていると考えられたが,研究は不足していた.実際の流体粒子の運動の計算において,動脈壁の伸縮による粘性だけでは,流体粒子の運動を説明できないことが明らかとなった.

流体粒子にはどのような力が働くのか?面積 力 (surface force) としては周囲の流体粒子の運 動によって発生する粘性,圧力がある.体積力 (body force) としては,重力,遠心力,電磁力 が挙げられる.体積力は流体粒子の質量に対し, 均等に働き,常に物質の外から加わる力である ため,外力(external force)と呼ばれることも ある.しかし,非線形波動によって生じる運動 は、外から加えられる外力によるものではない、 流体粒子には,血管腔の圧力の高い部分から強 い吸引力が作用するように移動する,圧力の高 い部分に流体粒子が集合するわけだから、流体 粒子の運動の原動力は圧力ではない. 非線形波 動により伝搬する力は流体粒子を媒介し,上記 の粘性,圧力,外力で説明することは困難であ る.血管壁と流体粒子が一体化した非線形波動 であることに流体粒子の移動の原因を求めなけ ればならない. 摩擦のない振り子が運動し続け るように,血管壁と流体粒子は同期し一体化し た非線形波動になっているため, 弾性的な波動 の伝搬が流体粒子を運動させると考えることが できる.つまり,非線形波動による弾性的な復 元力によって,外から力を与え続けなくても流 体粒子が移動すると推定される,運動によるエ ネルギーの散逸がなければ,流体粒子は運動を 継続すると考えられる.

5) 流体粒子の運動の軌跡の計算

流体粒子は圧変動を伴いながら自分自身も動き、同時に媒質としても機能している.この計算では、全体のエネルギー量が保たれること、また全体の運動量が保たれるという条件が必要である.また、全体のエネルギー量、運動量の保存のためには散逸する量は非常に微小である、という条件が必要である.このため、乱流では

なく、層流を解にしなければならない.従って、 圧力波動に伴って、流体粒子の位置を移動させる場合、3つの条件、全エネルギー量は一定、運動量も一定、そして層流という条件を満たす必要がある.総エネルギー量の計算をする場合、 位置エネルギーの変動は微小であると考えて、 運動エネルギーと圧力エネルギーの合計を一定にしなければならない.圧力波動の伝搬の過程では、運動エネルギーと圧力エネルギーの間には相互に変動する必要がある.

ただし,現時点では個々の流体粒子の軌跡を 直接求めることはできない.流体粒子が波動の 伝搬に伴う弾性的な復元力ならば, できるだけ 摩擦によるエネルギーの散逸を避けなければな らない.このため,流体粒子の運動の軌跡は互 いに交叉しない,層流的なものと推定される. 線形波動では,物質の移動はない.振幅の小さ な線形波動では,波高の変化はあっても,媒質 は移動せず,波の位相だけが移動していく.非 線形波動では,大きな振幅を持つ波動がエネル ギーの塊となって進行していくため,物質が移 動する.実際の波動の伝搬に伴い,その都度波 動の近辺の媒質を運動させているので, 媒質の 移動速度は圧波動の伝搬速度よりも遅くなる、 非線形波動の計算で正確に求められるのは1次 元に限定されており,流体粒子の3次元の運動 の軌跡を求める方法は, さらなる研究が必要で

プログラムは Windows7(64bit) 上で , マイクロソフト社の Visual C++2010 にて行った . OpenGL を取り入れたことにより , 3D グラフィックスが容易になった .

結 語

圧力の高い部分に媒質である流体粒子が集まりながら,形を変えずに圧力波動が進行していく大動脈の血流の説明には,血管壁の非線形弾性に加えて,血管内の流体粒子の圧縮性が必要である.これにより,動脈系は血管壁と流体粒

子が完全に同期した非線形波動が可能になる.動脈系は壁と流体粒子がした一体化した非線形波動と見なすことができる.非線形波動によって媒質である流体粒子に弾性的復元力が加わると推定される.その結果,血管内の流体粒子が移動する.非線形波動の存在がなければ,圧力値の高い部分が拡散せずに集中したまま進行する動脈圧波動の説明は不可能である.ただし,非線形波動の計算は1次元の非線形格子でしか行っていないため,個々の流体粒子の運動の算出は現時点ではできない.流体粒子の運動の計算方法について,さらなる研究が必要である.

参考文献

- 1. 渡辺慎介:ソリトン物理入門 1985,東京, 培風館
- 2. 坂西明朗ほか:動脈脈波のソリトン模型,物性研究 42:437,1984
- 3. 越塚誠一: 粒子法 2005, 東京, 丸善
- 4. 中口 博,本間弘樹:流体力学(上)(下) 1987,東京,地人書館
- 5. ラム:流体力学1,2,3 1988,東京,東京図書
- 6. 巽友正:流体力学 1982,東京,培風館
- 7. 戸田盛和: 非線形波動とソリトン (新版)2000, 東京,日本評論社

ABSTRACT

Numerical fluid dynamics of the cardiovascular system by nonstandard compressible fluid analysis

Hirotoshi Yokovama

[Background]

I thought that the nonlinear elasticity of vessel walls and the compressibility of the fluid particle might be important in the cardiovascular system.

[Methods and Results]

I put up equation of the potential energy about the non-linear spring and I led an equation of motion of the nonlinear lattice and I converted it into a difference equation and demanded a solution from nonlinear partial differential equation by a technique of the numeric analysis. Solitary wave propagated in the one-dimensional nonlinear lattice.

I was able to produce a nonlinear wave in a water tank. I inserted the tidal wave generator which was made with Styrofoam from one end in a water tank like a brick and produced tidal wave. A difference produced it in wave height caused by water depth in the experiment of the water tank, and the wave height was small so that water depth was shallow, and the wave height became higher so that water depth was deep. The wave height propagated without damping according to propagation in the water tank with maintaining approximately constant wave height. The wave velocity propagated with approximately constant velocity in the remote site from the incidence point. By a nonlinear wave, a fluid moved.

[Conclusion]

By a theoretical guess, intravascular fluid particles synchronizes in the nonlinear wave of vessel walls, and it is thought that the nonlinear wave which wall and blood unified was formed. Power of elastic restitution is added to fluid particles by a nonlinear wave, and, as a result, fluid particles move.

Key word:

Compressible numerical fluid dynamics, Numerical simulation, Elastic restitution, Synchronization, Cardiovascular system.

Kanazawa Medical Center, Division of anesthesia, 1-1 Shimoishibiki, Kanazawa, Japan

症例検討会での学習効果を高めるデザイン研究への 聴衆反応システムの応用

松本尚浩,阿部まり子*,久米村正輝*,上園晶一

背景

プロフェッショナルの学びは振り返りつつ実践を繰り返すことであるとされており¹⁾,ここから医療プロフェッショナルにとっても振り返って学ぶことは非常に重要と思われる.医療現場での振り返りの一例に「症例検討会」があるが,一般的にその方法や様式は多様であり,どのような方法の症例検討会で学習効果が高まるかは明らかではない.一方的な講義形式よりもいわゆるクリッカーやアンサーパッドのような聴衆反応システム(Classroom Response System)を用いると教育効果が高くなるとされている²⁾.

学習効果は学習の定義によって異なるが,近年の構成主義的学習理論³⁾から,医療従事者の学習環境をデザインする試みが求められると筆者は考える.最近では,従来の実験室での統制群,実験群の比較による検証方法とは根本的に異なり,複雑な要因が絡み合って成立している教室での授業をデザインし,学習者の変化を検証し学習理論の精緻化や実践の改善につなげるデザイン研究(design-based research, design experiments)が注目されている.簡単には,良いデザインの教育は継続性があり(sustainability),他へと拡がっていく(scalability)ので,そのようなデザインを追求する科学手法である⁴⁾・

この研究でわれわれは,複数の方法の症例検討会を実施してどのような症例検討会に継続性が高いかを調査し,学習効果のある症例検討会のデザイン研究の端緒を開くことを目指した.

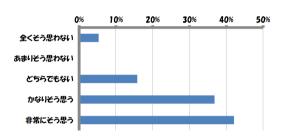


図1「ARS は他人の前で自分の考えを表明 するのに効果的か?」の問に対する Likert 5 段階での回答率

対象と方法

東京慈恵会医科大学の麻酔科では,2012年5月から朝7時15分から8時15分までのM&Mを1ヶ月間に3-4回程度開催している.5名の司会担当者がテーマと症例呈示者を定めるので,M&Mの方法は司会者によって異なり,一部のM&MではARSが用いられ,M&M聴衆からクイズ回答や意識調査回答を得ている.今回の研究では2012年8月に実施されたM&MでARSを用いたあるいは用いないM&M後に,聴衆を対象にアンケート調査を行った.アンケート回答はLikertの五段階評価(1:全く同意できない2:同意できない,3:どちらともいえない,4:同意できる,5:非常に同意できる,など)を用いた.ARSは3e-analyzer(木村情報技術社製)を使用した.

結 果

5ヶ月間 15 回の M&M を開催し,うち 4 回 は ARS を用いた. それぞれの M&M の参加者 数は 40 名程度,内訳は初期研修医 7 名,後期

東京慈恵会医科大学麻酔科学講座

^{*}東京慈恵会医科大学病院麻酔部

研修医 15 名,麻酔科専門医・非専門医 15 名,麻酔科指導医 5 名程度であった.8 月実施した M&M について 10 月にアンケート調査を実施した.図1 に「ARS は他人の前で自分の考えを表明するのに効果的か?」の問に対する Likert 5 段階での回答率を示した.

また「M&M の内容は日々の臨床に役立っているか」の問には ARS を用いなかった 3 回のM&M(図 2 左) そして,ARS を用いた 1 回の同回答率 (図 2 右) を示した.

考察

ARS を用いた M&M では用いないそれと比べて,自己の意見を表明でき,他者の意見と自分のそれを比較出来る有用性がある (図 1) ことと ARS を用いる M&M では,学習方法の違いが臨床での有用性 (図 2) に差を生じる可能性が示唆された.

我々は義務教育から高等教育まで学校の教室で教育を受けてきた.学校教室での教育様式としての講義は古くは創立 1088 年ボローニャ大学の講義の図⁵⁾ と同様で,その様式は現在にも引き継がれている.この様式は恐らく,古来の聖教者の説教や政治家の演説を模倣したものであり「権威者・知識人の価値ある情報を人は集団で聞いて学ぶ」という思い込みに基づいていると筆者は考える.

社会組織での人材教育はその組織の存続・発展にとって重要な鍵であるが社会組織での教育・訓練には多様な困難がある。社会組織での教育・訓練が上手くいかない理由を教授システム学で著名なロジャー・シャンクは "It's just like school. (学校みたいにやると上手くいかない) "としている 6). その理由として同じくシャンクは「そもそも人は他人から言われて学ぶ (teaching by telling) のではなくやりながら学ぶ (learning by doing) と,人の学習原理の視点から従来の講義形式が奏功しない理由を示している 7).

医療従事者はこのような学習科学の知見を踏

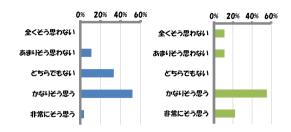


図 2 「 M & M の内容は日々の臨床に役立っているか」の問に対する結果.

左: ARS を用いなかった 3 回の M&M 右: ARS を用いた 1 回の同回答率

まえて,教室での講義のような学習方法の限界 を見極め,より効果的な症例検討会を実施する 必要性があると筆者は考える.

今回の研究は,講義様式が頻用される従来の症例検討会の効果への疑問から始められた.今回のデータは ARS を用いた学習様式を採用することで,講義では希な「自分の意見を表明する」そして「他者の意見と自分の意見を比較する」などの効果が生じる可能性を示した.

社会組織では人材の教育訓練成果は文字どおり組織の死活問題である。社会組織人の教育・訓練を実施した場合,社会組織はその成果を追跡するのが一般的である。この領域での第一人者とされるカーク・パトリックは社会組織での教育・訓練成果を4段階に分けて示している⁸⁾. つまり,

レベル1「研修満足度」:

研修直後の受講者にアンケート記述

レベル 2「学習到達」:

研修で習得した知識やスキルに関してテスト レベル 3「行動変容」:

研修後,職場での行動変化を本人や他者が評価 レベル4「成果達成」:

研修後の業績向上

今回の研究では ARS を用いた M&M では検討会直後の満足感 (図 1) を調査でき,検討会後しばらくした時期でのアンケート調査で「臨床での役立ち感」(図 2) に変化を生じる可能性を示した.これは,カーク・パトリックのレベル

1 とレベル 3 で ARS の効果が示唆されると意味づけられる.また M&M の開催中に ARS を用いてクイズを出題し,その回答を観察すればカーク・パトリックレベル 2 達成を示すのは容易であり,筆者はこの方法を頻用している.しかしながら,M&M が現場での医師の行動を変化させているかを今後は調査する必要がある.この方法としては会場でアンサーパッドを配布する ARS では不可能であるが,携帯端末でアクセスできる投票システム 9) やウエブアンケートを用いればレベル 3 を確認できる可能性がある.しかし今日のテクノロジーを用いれば,もっと多様な行動変容を捕らえられると予測する.そのようなテクノロジー応用の例が,デザイン研究と Big Data 処理である.

従来の実験室的研究では,介入群と対照群の 差を検討してきた.しかしながら,教育効果を 検証するような発展研究では, 倫理的に対照群 を置くことが不可能に近いほど困難である.教 育科学ではそのような限界に対処するために, ある集団にあるデザインを用いた場合の教育効 果を調査し,そのデザインの有効性を高める研 究手法が用いられ始めた.デザイン研究のデー タは集団に属する個人の学習達成度,行動・選択 の変化など膨大なデータであることが一般的で あり,最近の情報科学手法を駆使することが求 められる,今回取り組んだ M&M が効果的にな るためのデザイン研究は ARS を用いた場合の アンケートデータしか利用できなかったが,今 後はより多様なデータの収集・解析が必要とな る.その一つの例がBig Data 処理である.この 方法は既に消費者の店舗選択や購買理由・購買 後評価などの場面で用いられている.巨大デー タの集まりを分析することでビジネス傾向の特 定,病気の予防,犯罪の対策等に役立てられて いる.この手法を応用すれば M&M 参加者各個 人の思考内容・理解度や, M&M 参加後,参加 者の現場での行動・選択データを収集・解析で きると予測される. 例えば臨床現場での状況や

気分,例えば「が上手くいった」とか「

の論文が現場で役に立った」のような情報を 携帯端末に音声入力するよう, M&M 参加者に 義務づければ,これらのデータ収集・解析から M&M デザイン研究が可能になるのではないだ ろうか.

デザイン研究のキーワードである"sustainability (継続性)"や"scalability(他者への拡がり)"も今回の研究では追跡が始まったばかりである. 我々は 2012 年 5 月から M&M の方法を変えた. そしてその継続可能性について,アンケート調査でデータを集積中である(データ未公開). この M&M での ARS 応用が同じ大学内での他の部署,あるいは他の大学へ拡がっていくかどうかの追跡も"scalability"の観点から今後実施したい.

結 語

ARS を用いた症例検討会はそれを用いない場合に比べて,自己の意見表明が容易になり,それを他者の意見と比較することも出来る効果があり,従来の講義形式が多用される症例検討会と異なる効果を発揮するデザインとなる可能性が示唆された。

M&M: Morbidity and mortality conference 症例検討会.

ARS: Audience response System

聴衆反応システム.

著者の利益相反 (Conflict of Interest: COI) 開示: 本論文の研究内容に関して特に申告なし.

参考文献・資料

- Donald A. Schon, The Reflective Practitioner: How Professionals Think In Action, Basic Books, 1984
- Bruff D., Teaching with Classroom Response Systems: Creating Active Learning Environments, Jossev-Bass, 2009
- 3. 鈴木克明, 教育・学習モデルと ICT 利用の展望: 教授設計理論の視座から, 教育システム情報学会誌 2005;22(1);42-53.

- Collins A., Joseph D., Bielaczyc K. Design Research: Theoretical and Methodological Issues, The Journal of the Learning Sciences, 13:15-42, 2004
- 5. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fc/Laurentius_de_Voltolina_001.jpg/220px-Laurentius_de_Voltolina_001.jpg
- 6. Schank R, p7, Designing World-Class E-

- Learning, McGraw-Hill Professional, 2001
- Schank R., Teaching Minds: How Cognitive Science Can Save Our Schools, Teachers' College Press, 2011
- 8. Kirkpatrick DL and Kirkpatrick JD, Evaluating Training Programs, 3rd Ed., Berrett-Koehler, 2005
- 9. http://www.k-idea.jp/company/syuukeitai.html

超高速演算のための GPGPU 利用法について 萩平 哲 , 高階雅紀* , 内田 整 , 森田知孝 , 森 隆比古[†]

はじめに

CPU の高速化に伴い、リアルタイムの波形 処理などにもかなり複雑な演算が行えるように なってきた.しかしながらそれでも速度が不足 することもある、現状では1つの CPU や演算 ユニットの演算速度を劇的に向上させることが 困難になってきており, Intel の CPU の Core2 や Core i シリーズにみられるようなマルチコ ア化による高速化が図られている.一方で速 度向上のために GPU(graphic processing unit) を数値演算に活用する方策が取られている.近 年の GPU は CPU よりも遥かに多くの演算子 を並列に動作させることで CPU 以上の演算処 理能力を持つようになっている.このような汎 用化された GPU は GPGPU(general purpose graphic processing unit) と呼ばれており, 現在 ではスーパーコンピュータの GPU 利用率も増 加しつつある. 例えば世界 5 位の東京工業大 学 TSUBAME2.0(1.19PFLOPS) も GPU を利 用している . GPGPU(general purpose graphic processing unit) は一部のパーソナルコンピュー タにも搭載されており, GPU によっては演算 プログラムを開発するためのツールも公開さ れている. たとえば nVIDIA 社は同社の GPU である GeForce シリーズ用の開発環境として CUDA(Compute Unified Device Architecture) を無料で提供している 1).

ところで,波形解析などの数値解析では行列 演算やベクトル演算が多数用いられる.この ような線形演算に関してはFortranで開発され たBLAS(Basic Linear Algebra Subprograms) や LAPACK(Linear Algebra Package) などいくつかの数値演算ライブラリが公開されている.また,これらを C 言語から扱えるようにインターフェイスされたライブラリも開発されている.これらの演算は並列演算が可能であるためにマルチコアの GPGPU が利用できるならば演算速度を大きく向上させることが見込まれる.実際 CUDA 版の BLAS(CuBLAS) 2) やLAPACK(CULA; EM Photonics 社)) 3) などが作られている.

目 的

通常 CPU と GPU とは異なるメモリー空間 を使用するために GPU に演算させる場合には CPU と GPU のメモリー空間でのデータ転送 が必要となるが,このデータ転送は通常のメモ リー間の転送よるも遥かに遅いため高速化のた めにはここがボトルネックとなる.従って行列 演算などを高速化するためには一度 GPU 側の メモリーに送られたデータは可能な限りそこに 留めた方が効率的である. CuBLAS や CULA の一部には GPU のメモリー空間に転送された データに対して演算が可能である Device 関数 群があるが,そのような構成になっていない関 数もある.Device 関数が存在しないいくつかの 関数を CUDA に実装することを試みた.なお, GPU の構造は CPU とかなり異なるため GPU の特有の構造を理解した上でプログラムを組む 必要がある、GPU コードは cache メモリーの 使用法や thread の同期などコーディングによっ てかなりの実行速度に差が生じる)4).

大阪大学大学院医学系研究科 麻酔・集中治療医学

^{*}大阪大学医学部附属病院 手術部

[†]大阪府立急性期・総合医療センター 医療情報部

方 法

nVIDIA 社製 GPU である GeForce GT650M (CUDA architecture compatibility 3.0) の搭載された MacBook Pro Retina(CPU Core i7 2.7GHz) 上で CUDA Ver 5.0(Driver V5.036)を用いて BLAS, LAPACK の関数群のうち float および double の dot(内積), sum(成分和), iamax, iamin(絶 対値が最大 or 最小である要素の index を返す) 関数の Device 関数を作成し、CPU での演算と速度を比較した.要素サイズは100,1000,10000,20000,30000,50000,100000としてそれぞれ演算速度を1000回ループで各5回ずつ計測し1回の演算に要する時間を平均値 (µsec)として算出した.CPU 側のコードは

GNU-C コンパイラ V4.2.1 を使用して作成した. なお, GPU 上で double 精度の演算を行うにはGPU が CUDA architecture compatibility 1.3 以上であることが必要である 1).

結 果

結果は表 1-4 に示す . 値はすべて μ sec 単位である . CPU コードでは要素サイズの増大と共に演算時間も増加したが , GPU コードでは要素サイズ 100 から 100000 まで演算時間はほとんど変化しなかった .

また, CPU も GPU も共に float と double と の間で演算時間に差が無かった.

表 1

Size 100	CPU float	CPU double	GPU float	GPU double
dot	0.102	0.102	2.735	2.666
sum	0.066	0.066	2.898	2.881
iamax	0.090	0.090	2.847	2.877
iamin	0.090	0.101	2.846	2.887

表 2

Size 1000	CPU float	CPU double	GPU float	GPU double
dot	1.031	1.005	2.728	2.717
sum	0.915	0.914	2.815	2.738
iamax	0.672	0.467	2.726	2.783
iamin	0.638	0.609	2.782	2.801

_	$\overline{}$
=	_,
70	_
7.5	_

Size 10000	CPU float	CPU double	GPU float	GPU double
dot	8.868	8.797	2.709	2.766
sum	8.491	8.443	2.827	2.966
iamax	5.974	4.382	2.984	3.051
iamin	5.867	5.898	2.840	2.823

表 4

Size 100000	CPU float	CPU double	GPU float	GPU double
dot	83.781	83.944	2.793	2.668
sum	82.707	82.174	2.937	2.757
iamax	48.671	42.604	3.035	2.918
iamin	55.531	56.608	2.804	2.899

考察

CPU において float と double の間に演算速度の差が無かった理由は CPU が内部で 80 bit の floating 演算命令を内蔵しておりいずれの型も CPU 内部では同じ演算命令が用いられているためと推察された. GPU においては CUDA のマニュアルには double は float に比べかな演算速度は遅い 1) とされていたが今回の結果ではfloat と double でほとんど演算時間に差は生じなかった. 現時点ではその原因に関しては不明である.

今回の結果では GPU コードの場合要素サイズによる演算時間に差が認められなかったが、このことは GPU コードの場合 GPU による実質の演算時間よりも CPU-GPU の同期などにその大部分の時間が費やされていることが示唆している.

CPU 側の cache メモリーの効果も考慮する 必要があるが,今回の結果からするとこれらの 関数を GPGPU を用いて単独で高速化できる のは要素数が 3000 を超える程度のサイズであ ることが示された.

まとめ

CUDA を用いて BLAS, LAPACK の一部の 関数について GPU メモリ上に結果を残す Device 関数を作成し, CPU コードと速度比較を 行った.今回作成した4つの関数については要素数が 3000 程度以上では GPU コードの方が 高速になった.今後は目的の演算を全体として GPU メモリ上に結果を残して行うようにした 場合にどの程度の規模以上で GPU コードの方が高速になるのか検討する必要がある.

引用文献

- CUDA C programming guide V5.0. nVIDIA, included in the CUDA package, 2012.
- CUBLAS library user guide V5.0. nVIDIA, included in the CUDA package, 2012.
- 3. CULA Programmer's Guide Release R16 (CUDA 5.0). EM Photonics, Inc. 2012.
- 4. CUDA by Example 汎用 GPU プログラムング入門 . Sanders J, Kandrot E . クイープ(株) 訳 . インプレスジャパン . 2011.

ABSTRACT

Development of some parts of BLAS and LAPACK subroutines on GPGPU for high performance computing

¹Hagihira S, ²Takashina M, ¹Uchida O, ¹Morita T, ³Mori T.

Today, fairly number of super-computers use GPGPU (general purpose graphic processing unit) for high performance computing. Some kinds of personal computers also equip a GPGPU. Usually a GPGPU has much more number of processing units than a CPU has, and its calculating performance is greater than that of CPU. Now, nVIDIA INC. provides the developing tools "CUDA" for GPGPU computing. By the way, many linear-argebric functions are used in wave form analysis. Sev-

eral packages for linear-argebric calculation have been developed, for example BLAS (Basic Linear Algebra Subprograms) and LA-PACK (Linear Algebra Package). Here we developed some functions of BLAS and LA-PACK by CUDA, and tested their performance. We found that these functions on GPU showed better performance than those on CPU, when the dimension of the vector exceeded about 3000. We conclued that utilization of GPU can improve the performance of liniear-argebric calculation on a personal computer, although the performance of GPU computing depends on the scale of the data.

- ¹ Department of Anesthesiology, Osaka University Graduate School of Medicine
- ² Surgical Center, Osaka University Hospital
- ³ Department of Medical Informatics, Osaka Prefectural Osaka General Medical Center

パソコン書斎 20 年

諏訪邦夫

私がパソコンを書斎として使用してきた約20 年の歴史と特徴を記述します.

1990 年に初代の Dynabook でノートパソコ ンを本格的に使い始め、1995に著書『パソコン をどう使うか』で「パソコンは書斎だ」と宣言 しています.

この時点で中心的に使用していたのは,日本 電気 98 系のノートパソコン (HD 80) 350MB) が中心でした . 初代の Dynabook はハードディ スクがなくて弱体でしたが,その後のパソコン 使用に大きな影響を与えました.エディター使 用とそれに付属するタグジャンプの頻用です. それまでは,私はワープロソフト(新松)を使っ ていましたが, VZ エディターは Dynabook 用 と NEC98 用が一つにパッケージされ, さらに テキストファイルを使い,720KB のフロッピィ で両者間を苦労なく行き来できるようになりま した.タグジャンプとはインターネットのファ イルリンクを自分のパソコンの中につくる機能 で, A ファイルに別の B ファイル名を書いて おくと,一瞬でBファイルが開ける機能で,本 を書いたり雑誌を編集したりするのに,目次 個々のファイルを楽に往復できて,以来ずっと 使っています.

1996 年に東大を止めて市原へ通うようにな り, NEC は電池が弱い故もあって,変更が必要 になり, Let's Note AL-N1 (HD 1.2 GB) を入 手しました. 初代の Let's Note で, 当時はキー りました.

以来, ほぼ Let's Note に固定して計 5 台で, 現在は Let's Note CF-SX2 (HD 640G, メモリ 8G) です.現在の機種は電池が極端に強力で,

が優秀だった点と,軽量と強力な電池が気に入

小型で8時間,同時購入の大型電池では15時 間程度継続使用できます.

使い方:

ほぼ常に携帯して,主に文章執筆と講義案の 検討などに使用します.特徴的な使い方は以下 の通りです.

- ・文章は,基本的にすべてテキストファイル
- ・エディター使用 (WZ)
- ・徹底したファイルリンク
- ・日誌 (テキストファイル) を初期画面に使用 テキストファイル同士でなく,パワーポイント やエクセルファイルなどにもジャンプできます.

20年間の出力はいろいろですが、その間、著 書を約24冊 翻訳書を約11冊出版しています. 「約」というのは,一部に再版や改訂書があっ て数え方が統一されていない故です.

2011 年夏に江戸時代の書籍の現代語 訳を開始して,その目的でホームページ (http://book.geocities.jp/kunio_suwa/) を開 き、そこに『北越雪譜』『蘭学事始』『菅笠日 記』『西洋紀聞』の各現代語訳と,他に徳富蘆 花『思出の記』, さらに自分の文章の一部を掲 示しています.

パソコン書斎の 20 年前後の単純な比較

	1990	2013
機器	Dynabook 初代	Let's Note CF-SX2
容量	フロッピィ	ハードディスク
重量	2.5 kg	1.2kg
価格	20 万円?	21 万円
保存	フロッピィ	ハードディスク
大型機	併用	併用せず
携帯度	30 %	99 %
通信	モデム (2.4K)	光
	使用わずか	大幅に依存
文章執筆	VZ-editor	WZ-editor

~ 0 %

プログラム 5%

使用環境

	1990	2013
勤務先自室	20 %	20 %
勤務先手術室	60 %	0 %
自宅書斎	20 %	60 %
コーヒー店	0.1 %	15 %
乗り物の中	0.1 %	5 %

Let's Note の継続使用と新しい OS:

Let's Note は以前ほど大きな利点と感じず, その割に高価ですが,この年齢になると「慣れ て使いやすい」装置を使うほうが重要と感じて, 変更しないでいます.

長年使い慣れた OS の Windows-XP から Windows8 への変換で,少し苦労しています.

一部のソフトウェア (広辞苑他少数) の買い換えが必要でした.意外にも,ごく少数で済みました.

Windows 8 の画面の使用にまだ慣れていません.

横長画面 (1600 x 900) にも時に戸惑います. もう SSD の時代とは思いますが, ハードディスクの信頼性・価格・容量などから今回もハードディスクのモデルを選びました.

タブレットの使用:ケータイの使用はお粗末です.ソニーのタブレット(Reader)を寝床で使います.Kindle も保有していますが,私のモデルは大きくて重いので使用頻度は高くありません.

データに関して:

無料のデータにほぼ限定しています.雑誌

『呼吸』の連載(「インターネットでみる『呼吸器』」)と Ante for Anesth & Med(Anesthesia Antenna の改変)に使用すべく,論文の PDF データをよく探しますが,現在のパソコンの容量は文書データに関しては「無限大」ですから,巨大な図書館を所有している気持ちです.

無料公開なのに電子処理を許さないデータが,日本語のデータに少しあります.敬遠する場合も少なくありません.

有料データは,自分で処理がむずかしいのでほとんど購入しません.むしろ「自炊」で載せているものが少しあります.

まとめ:

『パソコン書斎 20 年』と題して,私のパソコンの使用法で特に論文を採取してそれをまとめる問題を中心に振り返ってみました.大きな役割を果たしているのは

- 1) パソコンのハードウェアの進歩,とくに小型軽量化省エネ化と電池の強力化,それに記憶容量(ハードディスク容量)の巨大化で,20年間に容量が約千倍になりました。
- 2) テキストファイルの採用とタグジャンプ (自分のパソコン内でのファイルリンク) が,私の仕事の性質に合致しています.
- 3) インターネットに大量のデータが提供され、 ハードディスクは『書斎』どころか「巨大図書館」に成長しました。

データ提供に参与して下さる向きに感謝いた します.

持続陰圧ドレナージ装置によりドレーン先端に生じる陰圧の実測 - in vitro -

惣谷 昌夫,吉川 武樹,土手 健太郎1,萬家 俊博,長櫓 巧

はじめに

開胸手術後などに行われる胸腔ドレナージでは通常,持続的に陰圧をかける装置(以下持続吸引装置)を用いる.その圧は通常10数cm水柱程度であるので,持続吸引装置とドレーンを接続する管に液体(血液や胸水など)が貯まると静水圧によりドレーン先端の圧は変動すると考えられる.

今回,我々はドレーン接続部での圧を実測し, 液体のたまり方により圧が変動するかを調べた。

方 法

持続吸引装置 (メラサキューム: 泉工医科工業株式会社製) に接続チューブを接続した、閉塞した先端を圧トランスデューサに接続して内圧を測定した、また、側管から接続チューブ内に液体を注入して貯留させた時の、先端圧の変化を計測・記録した、

結 果

持続吸引装置が接続部より低い位置にあり,接続チューブの勾配が,全て下りとなるように配置されている場合は,接続チューブに入った液体は直ちに吸引装置まで流れ落ちるので,接続チューブの中に液体は貯溜せず,問題にならない.ところが,接続部から吸引装置までのチューブに低いところがある場合(図 1),液体が流れ込み,ドレーン側と持続吸引装置の側に偏って貯溜した.(図 2)

愛媛大学医学部付属病院 麻酔科蘇生科,集中治療部



図 1 持続胸腔ドレナージ接続法



図2 陰圧ドレナージ装置側に廃液が溜まる.

この時の内圧は液体の貯まった高さに比例して 生じる静水圧のために持続吸引装置が発生する 陰圧が打ち消され,接続チューブ内の水柱が持 続吸引装置の設定圧と同じになったところでゼ 口となった.さらに液体が貯溜すると陽圧が計 測された.(図3)

考 察

持続吸引装置は装置の出口での吸引圧を設定する.ゆえに今回のように接続チューブ内の液体による静水圧がドレーン接続部での圧を変化させた結果は物理学的に妥当である.しかし,胸腔ドレーンの管理をする上でこのような変化が

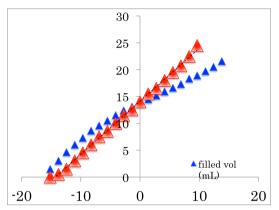


図3 廃液貯留量とドレーン圧との関係

あることに気づいている外科医は筆者の周囲には存在しない.集中治療部などで同じように胸腔ドレーンの管理を行っている医師や,看護師においても恐らく同様であろう.ドレーン先端が陽圧になることによって止血や,胸水の漏出に寄与する可能性もあるが,それを承知して管

理しているとは思われない. なぜなら彼らは接続チューブ内の液体を自分たちが目にした時に貯まっていれば全て持続吸引装置へ向かって徒手的に流しているからである. 通常, 開胸手術に限らず手術後, 術野はきちんと止血されているはずなのでこのような変化は問題にならないのかもしれない. しかし, 我々麻酔・集中治療に携わる医療関係者はこうした点にも注意を払う必要があると考える.

まとめ

接続チューブの配置とチューブ内の液体の貯溜によりカテーテル先端の圧は大きく変動し,状況によっては陽圧になることもあった.術後の管理において接続チューブの配置や液体の貯留には注意が必要であると考えられた.

はじめに

気管挿管は,医療の基本的な技術であり,す べての医師・歯科医師が身に付けるべしとの風 潮がある.そのため,その技術の習得を目指し て多くの初期研修医が麻酔科にローテートして くる.また,一定の病院実習を終了した救急救 命士にも気管挿管が認められるため、その実習 も受け入れる必要がある.前任地である洛和会 音羽病院において、多くの医科・歯科の初期研 修医やレジデント, 救急救命士に対し気管挿管 の指導をしてきた. ローテートまでの経験や医 学的な知識のレベル,シミュレーターを使った 事前のトレーニングの有無など, 職種・個人に より状況が大きく異なる.様々な条件の彼らを 患者さんに関わらせるのであるから,患者さん の安全を確保しつつトレーニングさせることが 重要であるが,彼らと操作の視野を共有できな いことに常々もどかしさを感じていた,最近安 価に入手できるようになった小型軽量の PC カ メラで,初心者の指導に適したビデオ喉頭鏡が 実現できないか検討した.

教材用ビデオの撮影

以前は,ローテーターに挿管の指導を始めるときには,テキストのシェーマを見せて,あるいは言葉で「喉頭蓋を持ち上げると,八の字に開いた声帯が見える」というように説明していた.しかし自分の研修医時代を思い出すと,教科書のシェーマと,実際の口腔内の見え方が違うことに戸惑った覚えがある.喉頭展開と言うのは一連の動きの中にあり,展開できた声門の図や絵だけを見せても理解しにくいのではないかと考えた.10年ほど前にトレーニング開始



図1 大型ビデオカメラ



図 2,3 挿管操作の収録

前に見せるための教材として,自分の挿管手技 のビデオ撮影を試みた.

最初 8mm ビデオカメラを手持ちで撮影しようとしたが,手振れがひどく見るに耐えなかったことと,右手にカメラを持ったままでは挿管できないため断念した.ヘッドセットによる撮影では,撮影しながら画面が確認できないため失敗した.最終的には,心臓外科手術等で術野の撮影に使用していた大型のカメラ (図 1)を手術台の患者の頭上にマウントして,自分で角度を調節しながら撮影した.画質は良いが角度合わせが難しく,20 例以上試みてようやく 1 例のみ成功した.

苦労の甲斐あって動画を見せながらの説明は好評であった(図2,3).しかし,その場ではよく分かりましたといってくれるが,実際に挿管させてみるとやはり見極めは難しいようである.むしろ,少し見慣れたためか「声門見えていま

すか?」「ハイ!よく見えています」と,自信満々 に食道挿管してくれる場合もある.

ビデオ喉頭鏡の意義

新しいビデオ喉頭鏡が出るたびに期待するが,初心者の指導に適したものは見当たらない.エアウェイスコープやグライドスコープ,マックグラスマックなどのビデオ喉頭鏡では,ビデオの映像として声門部が確認でき,従来なら挿管困難と思われるような症例でも容易に挿管できる.我々麻酔科医にとって,挿管困難な症例にも対応できるビデオ喉頭鏡の開発は麻酔の安全性向上のため必要であり,ありがたいことであるしかし,ビデオ喉頭鏡は十分に普及しているとは言いがたく,研修医は従来のマッキントッシュ型喉頭鏡でのトレーニングはやめられない.

図 4,5 は録画機能のある KARL STORZ の C-MAC ビデオ喉頭鏡を用い,悪い例として撮 影した . 図 4 は C-MAC のビデオ視野の録画で 気管入口部が観察できている様子である.図5 は,今回指導用ビデオ喉頭鏡として試作した物 で, ハンドルに取り付けた PC カメラにより操 作者の視点で撮影した映像である.図4と5は 同時に撮影したもので, 舌が開口部を塞いでお リチューブの挿入が困難であるが,この状態で もビデオ視野では挿管できそうに見えることを 示した、この映像では、ビデオ喉頭鏡を使用す る際にもビデオの画像のみにとらわれず,手元 にも十分注意する必要があることを指導してい る.未熟な手技では,口唇や口腔内軟部組織の 損傷,歯牙の損傷などの合併症を起こしやすい と考えられるが,実際ビデオ喉頭鏡を使わせる とビデオ画面に気を取られ,口唇をブレードと 前歯の間に巻き込んで傷つけてしまう事故がお きやすいように感じる.

また,初心者の挿管では,喉頭展開操作だけ





図 4,5 声門は見えているが, 舌を避けていない

でなく,気管チューブの扱いも問題である.声門が見えているのか見えていないのかも分からない研修医が,スタイレットの入ったチューブで喉頭(咽頭)を乱暴に突き続けるのは,指導医にとっては大変なストレスであり,声門周囲の浮腫,縦隔挿管などの合併症の可能性もある.ビデオ喉頭鏡を使用した場合は何を突いているか分からないという事態は避けられるが,コントロール不能のチューブが声門周囲を攻撃する様子をビデオ画面で見せられることは更なるストレスである.

指導用・トレーニング用の喉頭鏡に求められる要件とは何か考えると,ブレードを何処から口腔内に進めるのか,どうやって舌を避けて展開して行くか,その過程を操作者の視点の画像で表示し,指導者が一緒に見られることが望ましい.また,軟部組織の損傷を防止するためや,チューブの操作を確認するためには,声門のクローズアップではなく,口元から声門部までの道筋が見えていることが望ましい.もちろん,操作者は直視下に挿管を行うのであるから,操作者の視界を妨げたり,操作の邪魔になってはならない.

小型軽量の PC カメラを用いたビデオ 喉頭鏡システムの試作

最近はデジタルカメラが小型軽量になり、動画の撮影もできるので針金で喉頭鏡のハンドルに取り付けてみたが、操作者の視野を妨げてしまい、かといって画面を見ながら挿管操作をするには画面が小さすぎて見にくいことで断念した、代わりに使えるものを探したところ、USB



図 6,7 ELECOM USB マイクロスコープ (左) と ELECOM ガラスレンズ搭載 Web カメラ (右)

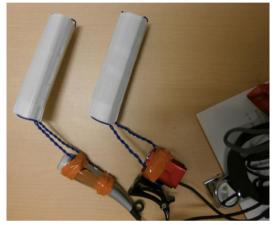


図 8 カメラの喉頭鏡マウント法 (1)

接続の PC カメラ , WEB カメラが安価で売られていた . 図 6 は , ELECOM USB マイクロスコープ 130 万画素 PC シルバー UCAM-MS130SV , 価格は¥2,663 通常配送無料 , amazon で購入した . 光学ズーム 20 倍 , デジタルズーム 8 倍 , トータル 160 倍のズーム撮影が可能である . デジカメで撮影した際に画面が小さく , 声門部が十分に確認できなかったためズーム機能の付いたものを選択したが , 実際にパソコンの画面で見ると拡大の必要は無かった . フォーカス距離が $5 \sim 100 \text{mm}$ までのためピントが合わせにくく , 縦長の形状のため口腔内を覗き込もうとする操作者の顔に当たりそうになった .

図 7 は, ELECOM ガラスレンズ搭載 Web カメラ 130 万画素 マイク内蔵 LED ライト搭載レッド UCAM-DLK130TRD, 価格: ¥891 通常配送無料, amazonで購入. くっきりとキレイな画像を映し出すガラスレンズを搭載したこと

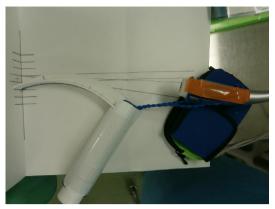


図 9 カメラの喉頭鏡マウント法 (2)



図 10 自作ビデオ喉頭鏡の操作

が売りの web カメラである.図 8 のようにダンボールのような構造のプラスチックボードを喉頭鏡のハンドルに合わせてカットし,ビニールテープで巻いて筒状に加工した.ハンドルの上下にあたる部分のプラ板に針金を通し補強し,上下の針金の端をねじり合わせることで補強し,大まかにブレード先端から 1cm ほど下が画面の中央になるようにカメラの方向を調節した. 味頭鏡のハンドルを筒に通すようにし,ブレード部分に切れ込みを入れることでカメラの位置が変わることを防いでいる.図 10 は実際に使用しているところであるが,操作者の視野は何とか確保できている.

実際の指導

図 11 は挿管の指導をしている様子である.指



図 11 研修指導風景



図 12 ビデオカメラの調整

導医は PC の画面と研修医の手元の両方に注意を払う必要があり、かえって負担が増えている面もあるが、喉頭鏡の動きやチューブの行方を画面上で確認でき、また PC に録画することで事後の検討が可能になる.患者ごとに開口量も違い、喉頭の位置関係も異なるので図 12 のようにカメラ位置の調節も必要になる.

実際の指導に用いることで初心者の陥りがちな問題点が明らかになってきた.本人にフィードバックすることの指導効果はもちろんであるが,今後初心者の指導を行う上で注意すべき点も明らかになったと考える.

図 13: 喉頭鏡は右口角から入れるように指導 しているが, 喉頭鏡を左手に持ち右手の手指で 開口しているため,右手が邪魔になり, 喉頭鏡 が舌の左に入ってしまうことが多い.事前に開

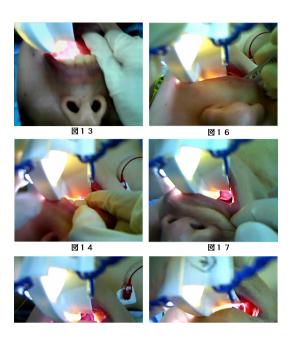


図 13 より図 18 まで,本文参照

口の仕方や指を退けるタイミングをよく指導する必要がある.

図 14: ブレードの先端にばかり意識が集中してしまうため,ブレードと前歯の間に口唇を巻き込んでしまう. ビデオ喉頭鏡を使用する場合にも,画面に気を取られると同様なことが起こりやすく口唇を傷つける. 十分に開口させていないので,展開するときに歯牙をいためる可能性もあり,是正が必要.

図 15: 喉頭鏡は左手で操作するため,慣れないうちは力が入るとハンドルが左により,プレード先端が右に偏移する傾向が認められる. 喉頭蓋が見えているが,プレードの先端が喉頭蓋谷からそれているのでこのままでは上手く展開出来ない.

図 16: 挿管操作を始めたが, 右手に意識が移ったため左手が緩んでしまい, 喉頭展開の状態のみならず開口状態も維持出来なくて, 視野を失っている.

図17: 喉頭鏡は正中から入っているがブレー



図 19,20 C-MAC との組み合わせ画像

ド先端が喉頭蓋谷まで届いていないために喉頭蓋が翻展していない.展開しようとあせって喉頭鏡をこじり始めている.

図 18: ブレード先端は中央に入っているが喉頭鏡本体が左口角によっているため喉頭蓋が十分に持ち上がっていない.無理に持ち上げようとして,上顎を支点にして梃子にしてしまったため開口が小さくなり,視野が悪くなっている.

図 19,20:実際の撮影においては, 喉頭展開をしながらカメラ位置を頻繁に調整しているが, 声門部まで撮影できることは少ない, それでも喉

頭鏡の使い方をチェックすることは可能であり, 初心者の指導上のメリットは大きいと考える.また,前述の C-MAC と組み合わせた使用では,本システムの弱点である声門部の確認をブレード先端の視野でカバーできるのでより有用であると思われる.

今後について

今回指導したのは、半年程度の麻酔科専攻の後、出産・育児で1年以上ブランクのある後期研修医であったが、数回の指導でカメラの必要性は感じなくなった。また、上手く行った映像だけでなく、失敗の状況も多く記録できた。初心者の犯しやすい問題点もいくつか明らかになった。今後の初期研修医や救急救命士に対しては、これらの動画を使って事前にレクチャーすることで、より効果の高い指導が出来ると考えている。

汎用喉頭鏡をビデオ喉頭鏡に変身させる 小型ビデオカメラ利用の変遷

中尾正和,片岡宏子,梅田絢子,新澤正秀,西藤幸子, 本多亮子,松本千香子,櫻谷正明,吉田研一

はじめに

気管挿管教育におけるビデオ喉頭鏡の有用性は広く認知されている.しかし大学病院のような教育病院と異なり,教育用の予算が少ない一般病院でも研修医教育や救急救命士の気管挿管病院実習が行われるようになった.修練者1人ずつが毎日常用できるにはマッキントッシュ型喉頭鏡に類似している以外に,安価でコンパクトなものが望まれる.本稿ではこれまで当院での経験・試作をふり返り紹介する.

方 法

ビデオ喉頭鏡の原型

ビデオ喉頭鏡は関節鏡や腹腔鏡,膀胱鏡などの内視鏡手術システムを元としていた.内視鏡とビデオカメラ,コントローラーアンプ,ビデオ光源,ブラウン管ディスプレーから成り,大型カートに載せたプロトタイプが海外で開発されていたが輸入されなかった.

2003年 Riisch 社 X-Lite

X-Lite は日本で最初に本格的に輸入されたビデオ喉頭鏡である.2001年に欧州で発表され¹⁾, 2003年ころから日本でデモされ始めた(図 1). ブレードに組み込まれたイメージガイドとハンドルに光学系カメラ,光源・アンプ,液晶ディスプレーが一体になり前述のプロトタイプと比べてコンパクトになっていた.しかし汎用内視鏡を基本パーツとしており,ファイバーライトガイドが重くて取り回しは不良であった.400万円



図 1 Rüsch 社 X-Lite



図 2 Karl Storz 社 VMS Berci

と高価であり、ビデオ形式が欧州標準の PAL 方式であったため NTSC 方式への変換が必要で録画には難点があった.

2004年 Karl Storz 社 VMS Berci

Karl Storz 社 VMS Berci は X-Lite と類似コ





図 3 Penlon 社の視角変更用プリズム





図4ファイバースコープをブレードにクリップ固 定したパイプに挿入するビデオ喉頭鏡

ンセプトで,2004年に発売された 1). 一体型の本体は X-Lite より大きいディスプレーがつき (図 2),450万円と高価であった. 構造はブレードに溶接固定したパイプへハンドルと一体になった専用ファイバースコープを挿入し,通常のマッキントッシュ型喉頭鏡に類似していた. 取り回しは X-Lite と同様の理由で不良であった. ビデオ視野は直視視野からずれており両者には重複が少なく,ビデオ視野をみる指導者には直視での挿管困難の判断ができず,教育用としてはふさわしくないと筆者は感じた.

2004 年秋 ファイバースコープとパイプを 利用した自作ビデオ喉頭鏡

Penlon 社の視角変更用プリズムをベテラン麻酔科医なら御存知かもしれない.同プリズムは汎用喉頭鏡ブレードにクリップ着脱できる構造で,必要に応じて装着して挿管困難症例で声門を確認した(図3).このアイデアに,Karl Storz社 VMS Berciを模倣して,汎用喉頭鏡ブレードに5mmパイプをクリップ固定し,喉頭ファイバースコープ(外径3.1mm Olympus LF-DP)を挿入して固定する"パイプ型ビデオ喉頭鏡"を2004年秋に試作した(図4)^{2,3)}.内視鏡用カメラでビデオ録画し救急救命士の気管挿管病院実習に利用しはじめた.既存の機器を利用したため初期投資はほとんど不要で,録画は挿管技術の



図5 ファイバースコープ トローリー





図 6 ビデオファイバー TM (注: 点滴台固定用クランプは自作である)

フィードバックに十分使えた.このときの経験から,パイプを通したビデオ視野は挿管担当者の視野を含み,指導がやりやすいように広い視野となるようにした²⁾.当時の内視鏡カメラでは高輝度内視鏡光源とファイバーライトガイドが必須であり(図5),上記のX-LiteやVMS Berciと同様に取り回しが悪く,しかもファイバースコープは分離肺換気確認用を流用していたため,使用時には時間調整が必要であった.

2004年冬 6mm 汎用ファイバービデオカメラ

ファイバー内視鏡 ビデオファイバー TM (コデン社) 秋葉原ミマツ音響より 8 万円で入手 . AC アダプター 12V 仕様 LED 光源で , ビデオ出力を液晶 7 インチモニター (パチンコ台に組み込まれたディスプレーの再利用品) で観察した . ファイバーなので 7400 画素と荒い画像だったがビデオカートを使った汎用内視鏡システム (図 5) と比べてとかなりコンパクトにできた (図 6) . ファイバー内視鏡自体が外径 6mm もあり直視視野



図 7 Handy mini 7.5mm CCD



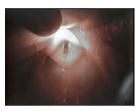


図 8 5.5mm CCD Nano をクリップ型で ブレードに装着, その画像

をやや妨げ,しかもシャフトに腰があり,取り回しはあまり改善されず,挿管マネキンでの練習利用に留まった.

2005 年春 Handy mini CCN3412Y

安価で比較的細N 7.5mm CCD カメラ Handy mini CCN3412Y (4万円) を試した. 画質はファイバースコープより優れた 34万画素 CCD カメラで非常に好評であったが,外径 7.5mm では,直視視野を妨げ,練習時使用に留まった(図 7). 2005 年夏 5.5mmCCD カメラ Nano(アールエフ)

5.5mm CCD カメラ Nano を私信で知り,13万円で通販購入し,汎用喉頭鏡にクリップ型で装着した.防水仕様で5.5mm と比較的細く直視視野もあまり邪魔せず,しかも視野角が広く,気管チューブを進めてくる過程が確認でき実用的であった.しかし内蔵 LED 光源単独で喉頭を直視するには暗く外部の喉頭鏡ハンドルの光源をつけると,画像にハレーションがでる欠点が





図 9 LaryngoView(町田製作所) と ビデオディスプレースタンド



図 10 Zeo と小型ビデオレコーダー

あった.練習用には現在も利用している (図 8). 2005 年春 LaryngoView(町田製作所)

ファイバースコープを組み込んだブレードで 汎用内視鏡カメラを装着でき,納入価 16 万円 . 光学系が重く基本はファイバーなので画質は荒いが,消毒が容易で臨床使用認可をうけた機器のため,患者に対して特殊な同意等は不要な点がメリットであった.初期に利用した汎用医用内視鏡カメラは暗くモニターでの確認がやっとであったが,高感度な町田製作所カメラシステムに変更し,光源を LED ハンドルにしたところ画像の明るさが改善し,録画して再利用できるレベルになった.キャスター付きモニター 用スタンド (中古) に 13 インチ液晶ディスプレー をまとめた (図 9). 録画は DV テープから DVD ディスク,SD メモリカード小型レコーダーへと変遷したが 4) ,現在も主に救急救命士気管挿管病院



図 11 LS-7



図 12a LS-7 初期版クランプ部の 強度不足による破損

実習に利用している.

2007年 CCD カメラ Zeo(アールエフ)

Nano が製造中止でその後継機種を同等機能と思い導入したが,形状を保つ自立型のケーブルシャフトのため,取り回しは不良であった(図 10).

2008年 LS-7(アールエフ)

LS-7 は喉頭鏡への装着を想定した市販品でCCD カメラは先端径 5.5mm・納入価 21 万円(図 10)・ブレードに挟んでネジ固定する仕様で2mm 厚までに限定されたが、ウェルチ-アリン社、ペンロン社のブレードに装着できた・カメラシャフトは Zeo と類似し、ケーブルを自由に曲げて保持でき、長さも本体に取込んで調節できるため、異なるブレードサイズへ1つで対応可能である・汎用ブレードに装着できて単体でも指導者がビデオモニター(図 11)で確認できる





図 12b LS-7 改良された固定力強化モデル

コンパクトなシステムであり,当時としては画期的であった.喉頭のみを観察するには至適な視野だが,気管チューブを声門に進める際に喉頭周囲(手前側)が見えるほどの広いビデオ視野ではない.

初期モデルはクランプ部分の強度・固定力が不足しており破損した (図 12a) . 2012 年現在はクランプ部の固定力強化版となり,さらにカメラ先端部に両面テープを追加して視野角のずれを防止した (図 12b) 5) . 基本の無線仕様では画像が乱れるので,有線仕様に特注変更し,電源はエコな充電型エネループ単 4 を利用している.当院では初期研修医に本機と小型レコーダーをセットで貸与し,機器の充電,メモリカードの維持管理をしてもらっている 4) . 同社としては営業戦略を誤ったのか,後継商品や録画機能付きの開発は行われていない模様である.

2010年 3.5mm CCD ファイバー

パイプ観察用で静止画と動画を SD カードに記録できた . 外径 3.5mm で喉頭鏡に装着しても直視視野の妨げは少なかった . CCD だが画質が期待に反し不鮮明で , しかも自立型シャフトは腰があり取り回しが不良で , 研修者にはマネキンでの練習用でも不評であった .



図 13 5.6mm CMOS カメラ SNK-42 を 両面テープ (右) で固定したとき

2012 年 5.6mm CMOS カメラ SNK-42(防 犯カメラのアストップケイヨー)

3万円と安価で防水仕様ではないが外径が5.6mmと許容でき直視視野の制限も少なく,画像は鮮明で,カメラ部以降は単なる電線であり取り回しも容易であった.最初は前述のNanoのように喉頭鏡ブレードへ自作のクリップ型で装着する方法で試作した.その後,強力な両面テープでの単純固定でも意外と実用的なことが判明した(図13).両面テープ固定だとステンレス板の加工なども不要であり,カメラが安価なことも相まって一般の麻酔科医でも容易に使用できると考えられる.

考 察

麻酔科医が限られた人数の後輩麻酔科医を育てた時代には、マンツーマンで技術を弟子へ伝承することが可能であった.しかし現在は救急救命士,初期研修医など幅広い多数の修練者も効率的に育てる必要がある.本稿ではこれまで当院で教育用に試作経験してきたものをふり返り紹介した.

我々は教育用のツールとしては通常のマッキントッシュ型喉頭鏡に類似した操作性で,至適ビデオ視野は直視視野(修練者の評価した直視難易度を指導者が共有できるため)を含む広めが望ましいと考えた²⁾. さらに,実際に指導を受ける研修医の評価が好意的であったことも報告したた^{6,7)}. また具体的な気管挿管技術に関しては,研修医や救急救命士による気管挿管時に接触す

る部位と頻度 8,9) を報告してきた.

実は喉頭鏡に直接固定するアイデアは 1996 年にすでに報告があった.Miller 喉頭鏡の先端から 12mm の位置で固定し,挿管困難が改善したとあり 10),ほかに文献検索にはヒットするような論文はないものの,類似の利用はあったと思われる.近年の民生機器の進歩で安価な市販小型ビデオカメラが容易に入手でき,軽いものは専用アタッチメントの自作ではなくて,汎用の両面テープによる固定でも実用的なことがわかった.

修練者1人ずつが毎日常用できる教育用には, 視野角や画質,マッキントッシュ型喉頭鏡に似た操作性のほかに,安価でコンパクトで維持管理が容易なものが望まれる.今後も一般病院でも活用可能な機器へむけて更なる改良が期待される.

番外編

McGRATH MAC (Aircraft Medical, 英国) が 2012 年 10 月に日本でも市販開始された.マッキントッシュ型ブレードで,コンパクトでデザインも美しく防水型であり,ブレードはディスポーザブルで維持管理が容易.販売する Covidien 社の戦略的な本体価格 (20 万円) とランニングコストで一般病院でも導入しやすく期待される.カメラ画面のビデオ視野は直視視野を含み,直視困難例でもモニター画面で確認できるように意図的に視野をずらして広げているところが実用的である (図 14).指導者はビデオモニターで確認するため,教育用として利用する際にはこの視野の違いに留意する必要がある.

本機には録画機能もなくビデオ出力もないため研修者へのフィードバックが行いにくいが,今後,録画機能つきモデルや無線での動画送信機能,モニター画面の画質改善を期待したい.当面の対策としては,挿管風景全体を高解像度でビデオ録画することを推奨したい(図15).Hi-Vision撮影すればモニター画面も十分に確認でき,し



図 14 McGRATH MAC の直視視野と 間接ビデオ視野の違い (カタログをもとに作成)



図 15 McGRATH MAC 挿管風景 患者 (筆者の元同僚) に公表の同意を得て撮影



図 16 デジカメを簡易三脚で点滴ポールへ固定.

かも全景撮影だと挿管姿勢などもチェックが可能である.

ビデオカメラで三脚使用となると大掛かりと なるが,コンパクトデジカメを点滴ポールに簡 易固定して撮影するなどの工夫をすれば一般病院でも利用しやすい(図 16).

本論文の主旨は日本麻酔集中治療テクノロジー 学会学術集会 2012 鹿児島市にて発表した

参考文献

- Hagberg C. Benumof and Hagberg's Airway Management (3 rd Edition). W B Saunders Co: 2012.
- 2. 中尾正和, 松原由紀, 白石成二, et al. 気管挿管の教育目的でのビデオ喉頭鏡の視野は如何にあるべきか?. 第 52 回日本麻酔科学会学術集会: 1995: 神戸, 1995.
- 3. 中尾正和. 喉頭鏡にクリップオン型パイプア ダプタを装着し汎用気管支ファイバースコー プを挿入して利用する簡便などデオ喉頭鏡シ ステムの試作. 麻酔・集中治療とテクノロジー 2005: 克誠堂出版; 2005. p. 23-6.
- 4. 中尾正和, 松本千香子, 高田菜々子, et al. 小型ポータブルビデオレコーダによる気管挿管ビデオ画像記録装置の変遷. 稲垣喜三, 橋本悟, 田中義文, editors. 京都: 北斗出版: 2011.
- 5. 中尾正和, 圭司 撰, 松本千香子, et al. 市販汎 用喉頭鏡に装着するワイヤレス多目的カメラ LS-7を利用した安価でコンパクトなビデオ喉 頭鏡システムの使用経験. 日本麻酔科学会 第 56 回学術集会: 2009: 神戸. 2009.
- 6. 山崎京子, 中尾正和, 松本千香子, et al. 研修 医の立場からのビデオ喉頭鏡による気管挿管 研修の評価. 日本麻酔科学会第54回学術集会; 2007: 札幌. 2007.
- 7. 高田菜々子, 中尾正和, 松本千香子, et al. ビデオ喉頭鏡 (全例録画モニター) を用いた気管挿管研修 初期研修医の評価.2011.
- 8. 早瀬一馬, 新澤正秀, 小林雅子, et al. ビデオ 喉頭鏡による救急救命士の挿管操作, 接触部 位の検討. 日本麻酔科学会第 57 回学術集会; 2010; 福岡. 2010.
- 9. 早瀬一馬, 中尾正和, 松本千香子, editors. ビデオ喉頭鏡による初期研修医の挿管操作,接触部位の検討. 日本臨床麻酔学会誌: 2009.
- Haas JE, Tsueda K. Direct Laryngoscopy with the Aid of a Fiberoptic Bronchoscope for Tracheal Intubation Anesth Analg. 82:438,1996.

ABSTRACT

The developmental changes of the small-bore video cameras for inexpensive video-laryngoscopes.

Masakazu Nakao, Hiroko Kataoka, Ayako Umeda, Masahide Shinzawa, Sachiko Saito, Ryoko Honda, Chikako Matsumoto, Masaaki Sakuraya, Kenichi Yoshida.

Video laryngoscopes are getting popular to learn/teach skills for tracheal intubation. Since the commercial video-laryngoscopes have been very expensive, it was difficult to afford them in ordinary hospitals.

We have worked out to produce home made video-laryngoscopes in combination with the small-bore cameras for the last 10 years. Based on VMS Berci of Karl Storz, our first device was the pipe (OD 5mm) clipped on laryngoscope blade. The medical fiberscope was inserted through this pipe. The fiber optic view was monitored with the commercial endoscopic video system. This was a best compromise in those days.

The direct laryngoscopic view was a permissible range when a small bore camera (up to OD 6 mm) was used. Recent CMOS cameras are so small (5.5mm), lightweight and getting inexpensive (less than 30000 Yen, @\$300) and, cameras could be set easily to laryngoscope blade with double-side bonding tape. The inexpensive devices enable trainees to use them individually and routinely, which facilitate the trainee 's skill up.

Recent introduction of McGRATH MAC (Aircraft Medical, UK) boosts market share in video-laryngoscopes, since stylish design and reasonable costs. While neither video recording function nor video outputs are available, the video recording in a bird's-eye view can be alternatives for educational use.

Key words: small bore camera, videolaryngoscopy, education, tracheal tube intubation.

Division of Anesthesia and Pain Control Hiroshima General Hospital 1-3-3 Jigozen, Hatsukaichi City, Hiroshima, 738-8503, Japan masa.nakao@nifty.ne.jp

低流量麻酔下の酸素摂取量 (\dot{V}_{O_2}) 計算法 薊 降文

はじめに

麻酔中に酸素摂取量 (oxygen uptake: \dot{V}_{O_2})を計算するためには通常,代謝モニターなどの特殊な機器を必要とし,また煩雑でもあることから日常では行われていない.しかし \dot{V}_{O_2} が分かれば,代謝の変化を把握し必要酸素流量を知ることで低流量麻酔を安全に行うことができ,また閉鎖式麻酔への移行も可能である.そこでわれわれは,低流量麻酔時における \dot{V}_{O_2} を現在通常使用されている機器のみを利用して,しかも簡潔に計算する方法を考案した.

目 的

流量計からの新鮮ガスの酸素濃度 (fraction of fresh gas oxygen: F_{FO_2}) , 呼気終末の酸素濃度 (fraction of end-tidal oxygen: F_{ETO_2}) , そして流量計からの新鮮ガスの流量 (fresh gas flow: FGF) だけを用いて,以下に説明する原理③ に基づいた簡易計算式

$$\dot{V}_{\rm O_2} = (F_{\rm FO_2} - F_{\rm ETO_2}) FGF$$

によって,全身麻酔中の \dot{V}_{O_2} を計算し,その信 ぴょう性を間接熱量計から得られた値と比較し 検討した.

 \dot{V}_{O_2} は通常はダグラスバッグを用いて計測される.被験者は一方向弁がついたマウスピースを通して空気呼吸する.すべての呼気はダグラスバッグに集められる.1 分間に集められた呼気の酸素の濃度と体積を計測し,以下の式にて計算する.

$$\dot{V}_{O_2} = (F_{IO_2} - F_{EO_2})\dot{V}_E$$
 (1)

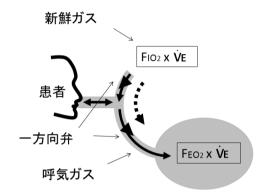


図1原理①

酸素摂取量 \dot{V}_{O_2} は,計算式 $(F_{IO_2}-F_{EO_2})\dot{V}_E$ によって計算されるが,この方法は煩雑であり,麻酔中の計測に適さない.

ここで, \dot{V}_E は minute ventilation: 分時換気量 $(1\, \gamma)$ のダグラスバッグ内の体積), F_{IO_2} は fraction of inspiratory oxygen: 吸気の酸素濃度 (この場合空気の濃度), F_{EO_2} は fraction of expiratory oxygen: 呼気の平均酸素濃度 (ダグラスバッグ内の酸素濃度) である「fraction」は正しくは「分画」であるが便宜上「濃度」と呼ぶことにする.この方法は,煩雑であり,手術室での計測に適さない (原理 ① 図 1).

マウスピースにガスモニターを装着して吸気 と呼気の酸素濃度が分かれば,以下の式から計 算できる.

$$\dot{V}_{O_2} = (F_{IO_2} - F_{AO_2})\dot{V}_A$$
 (2)

ここで , F_{AO_2} は fraction of alveolar oxygen: 肺胞酸素濃度であり , \dot{V}_A は minute alveolar ventilation: 肺胞換気量である . F_{AO_2} F_{ETO_2} と考えてよいので ,

$$\dot{V}_{O_2} = (F_{IO_2} - F_{ETO_2})\dot{V}_A$$

= $F_{IO_2}\dot{V}_A - F_{ETO_2}\dot{V}_A$ (3)

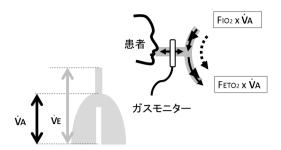


図 2 原理 ②

酸素摂取量 $\dot{V}_{\rm O_2}$ は , 計算式 $(F_{\rm IO_2}-F_{\rm AO_2})\dot{V}_{\rm A}$ $=(F_{\rm IO_2}-F_{\rm ETO_2})\dot{V}_{\rm A}$ によって計算されるが , 肺胞換気量 $\dot{V}_{\rm A}$ は直接測定できない . $F_{\rm AO_2}$ $F_{\rm ETO_2}$

となる.しかし,ここでも, $\mathrm{F_{ETO_2}}$ は得られるが, $\dot{\mathrm{V}}_\mathrm{A}$ を算出するには解剖学的死腔の値が必要である (原理 2 図 2) .

通常の全身麻酔時には,半閉鎖回路を用いて低流量麻酔が行われる.半閉鎖循環回路の特性として,流量計からの新鮮ガスがまず吸気され,そのあとに再呼吸ガスが吸気される.再呼吸ガスの酸素濃度は,ほぼ肺胞のガスの濃度(FAO2

 $F_{\mathrm{ETO}_2})$ に等しい、したがって,肺胞に到達する吸気の酸素は,

$$F_{IO_2} \cdot \dot{V}_A = F_{FO_2} \cdot FGF + F_{ETO_2} (\dot{V}_A - FGF)$$
(4)

と計算される.ここで, F_{FO_2} :新鮮ガスの酸素濃度,FGF:新鮮ガスの流量 である. F_{FO_2} ・FGF の部分が流量計からの新鮮ガスを吸気した部分であり, F_{ETO_2} ・ $(\dot{V}_A\text{-}FGF)$ の部分が流量計からのガスだけでは足りない部分を再呼吸ガスで吸気した部分である (4) を (3) に代入すると, \dot{V}_{O_2} は,結局,以下のように計算される

$$\begin{split} \dot{V}_{O_2} &= F_{FO_2} \cdot FGF + F_{ETO_2} \cdot (\dot{V}_A - FGF) \\ &\cdot F_{ETO_2} \cdot \dot{V}_A = (F_{FO_2} - F_{ETO_2}) \cdot FGF \end{split} \tag{5}$$

となり, 結局, Ÿ_{O2}は,

$$\dot{\mathbf{V}}_{\mathbf{O}_2} = (\mathbf{F}_{\mathbf{FO}_2} - \mathbf{F}_{\mathbf{ETO}_2}) \cdot \mathbf{FGF} \tag{6}$$

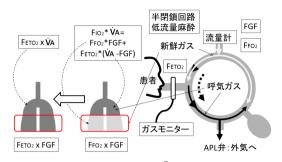


図 3 原理 ③

酸素摂取量 \dot{V}_{O_2} は , 計算式 $(F_{FO_2} - F_{ETO_2})FGF$ によって計算される . F_{FO_2} , F_{ETO_2} , FGF は直接計測される . F_{AO_2} F_{ETO_2}

表 1 低流量麻酔を行った 8 症例

年齢(歳)・性別	身長 (cm)	体重 (kg)	疾患
44 F	132	69	脊椎後側弯症
75 F	149	52	腰部脊柱管狭窄症
72 F	155	72	卵巣腫瘍
32 M	173	68	男性不妊症
40 M	170	71	慢性副鼻腔炎
39 F	168	55	左乳がん
64 M	165	63	唾石症
29 M	171	73	顎骨のう胞

の形で計算されることになる.この式で,酸素 摂取量 \dot{V}_{O_2} を計算するための新鮮ガスの酸素濃 度 F_{FO_2} ,呼気終末の酸素濃度 F_{ETO_2} ,そして新 鮮ガスの流量 FGF はすべて通常の麻酔器,モニ ターから得ることができる (原理 ③ 図 3).

方 法

対 象

全身麻酔を施行した ASAI-II の定期手術患者 8 例を対象とした.詳細は表1に示す.

方 法

麻酔導入・人工呼吸設定後,呼気の酸素濃度が安定する 10-15 分後から,約 10 分間,図 4 のような設定で計測を行った

間接熱量計 (indirect calorimetry: IC) による $\dot{V}_{O_2}(IC-\dot{V}_{O_2})$ は,あらかじめ較正しておいた間接熱量計 (ミナト医科学エアロモニタ $AE310S^{(B)}$) のプローブを患者の口元に挿入し自動計算した.簡易計算式による $\dot{V}_{O_2}(simple-\dot{V}_{O_2})$ は,流量計

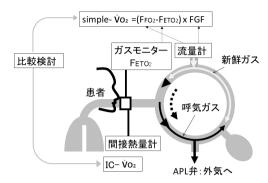


図 4 方 法 モニターの値と流量計の設定から \dot{V}_{O_2} を計算し,間接熱量計で計測した \dot{V}_{O_2} と比較検討

の設定流量と酸素濃度と,口元に装着したサイドフロータイプの麻酔ガスモニターとの計測値を,間接熱量計による計測時間と対応させた約10分間の1分毎の記録から計算した.そして, $IC-\dot{V}_{O_2}$ と $simple-\dot{V}_{O_2}$ の約10分間の症例ごとの平均を Bland-Altman plot で比較した.

結 果

流量計の流量は 3.0-4.0L/min , 吸気酸素濃度は 41-47 % , $I\text{C}-\dot{\text{V}}_{\text{O}_2}$ は 0.15-0.26L/min , $simple-\dot{\text{V}}_{\text{O}_2}$ は 0.16-0.34L/min であった . $I\text{C}-\dot{\text{V}}_{\text{O}_2}$ と $simple-\dot{\text{V}}_{\text{O}_2}$ の差は 0.04 ± 0.07L/min (mean ± SD) であった (表 2) . Bland-Altman plot を図 5 に示す .

考 察

これまでにも麻酔中の酸素消費量の計算方法に関する報告は散見されるが , 特殊なガスを必要としたり $^{1)}$, 特殊な装置を必要としたり $^{2,3)}$, あるいは体重だけから計算されるため代謝を反映していない $^{4)}$ などの理由で一般的に行われるまでにはいたっていない . 以前 , われわれは CO_2 吸着装置の影響を考慮した $\mathrm{V}_{\mathrm{O}_2}$ 計算方法を考案した . $0.05\mathrm{L}/\mathrm{min}$ まで正確な微量流量計を用いた測定で , 設定した $\mathrm{V}_{\mathrm{O}_2}$ が 0.36- $0.49\mathrm{Lmin}$ のときの計算値との差は $0.01\pm0.02\mathrm{L}/\mathrm{min}$ であった . しかしこの方法は , ガス交換比や解剖学的

表 2 新鮮ガス流量とその酸素濃度 , 間接 熱量計による $\dot{V}_{\rm O_2}$ と計算式による $\dot{V}_{\rm O_2}$

症例	1	2	3	4	5	6	7	8
FGF (L/min)	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0
FFO ₂	0.47	0.47	0.47	0.41	0.47	0.47	0.47	0.47
Simple-VO ₂	0.22	0.16	0.34	0.23	0.16	0.25	0.22	0.34
IC-VO2 (L/min)	0.22	0.15	0.17	0.23	0.23	0.17	0.18	0.26

酸素流量と空気の流量の和が新鮮ガス流量 (FGF) となる . 酸素と空気の流量の割合から新鮮ガスの酸素濃度 $((F_{FO_2})$ が計算される . $IC-V_{O_2}$ は間接熱量計で計測される . $Simple-V_{O_2}$ は FGF , F_{FO_2} と呼気の酸素濃度 F_{ETO_2} から以下の式で計算される .

$$\dot{V}_{O_2} = ((F_{FO_2} - F_{ETO_2})FGF$$

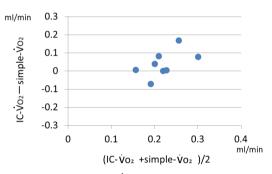


図 5 計算式による $\dot{V}_{\rm O_2}$ と間接熱量計による $\dot{V}_{\rm O_2}$ の ${f Bland ext{-}Altman\ Plot}$ 差の平均は $0.04\pm0.07 {
m L/min\ (mean\ \pm\ SD)}$

死腔量の仮定を必要とした5).今回の方法は,特 殊なガス・特殊な装置を必要としないため簡便 で,ガス交換比や解剖学的死腔量の仮定も必要 ないため生理学的に妥当であり、さらにリアル タイムのデータから計算されるため、その時の 代謝を反映すると考えられる.症例によっては2 つの方法で大きな差が認められた.精度を上げ るためには,流量計の精度の向上が必要である. 今回は麻酔科医による目視での 0.1L/min までの 記載データを利用したための誤差が大きいと考 える.計算式を簡略化したため CO_2 吸着装置の 影響を考慮していない.このため,実際には再 呼吸するガスの酸素濃度は呼気の酸素濃度より も若干高い. したがって,計算式は \dot{V}_{O_0} を過大 評価している可能性がある. 結果でも, 簡易計 算式による $\dot{V}_{O_2}(\mathrm{simple}-\dot{V}_{O_2})$ が間接熱量計に

よる $\dot{V}_{O_2}(IC-\dot{V}_{O_2})$ より大きくなった.回路のリークの問題・ガスモニターによる吸入の影響:吸気・呼気の酸素濃度に影響する可能性がある.たとえば,設定した流量計からの新鮮ガス流量 (FGF) のすべてが吸気されない可能性がある.それらを考慮しても,間接熱量計の \dot{V}_{O_2} 0.15-0.26 L/\min に対して,その差は $0.04\pm0.07L/\min$ であり,この誤差は計算式の簡便さと,流量計の精度の限界を考えれば許容範囲内であろう.

結 語

特別な機器,あるいはガスを必要とすることなく簡潔に計算できる低流量麻酔時の酸素消費量を簡便に計算する方法の原理を示し,間接熱量計による計測値と比較検討した.この方法は特別な装置複雑な計算を必要とすることなく低流量麻酔下の酸素摂取量 (\dot{V}_{O_2}) を推計できる可能性がある.精度を高めるためには,より正確な流量計, CO_2 吸着器を通過した後の O_2 濃度の補正などの必要はあろう.

本研究の要旨は,第29回日本麻酔・集中テク ノロジー学会学術集会(2012.12,鹿児島)におい て発表した. Key Words 酸素摂取量,低流量麻酔

引用文献

- Conway CM. Alveolar gas relationships during the use of semiclosed rebreathing anaesthetic systems. Br J Anaesth 1976; 48:865-869.
- 2. Ramanathan S, Chalon J, Satyanarayana T, Arismendy J, Turndorf H. Continuous and simultaneous on-line measurements of $\dot{V}_{\rm C_2}$ and $\dot{V}_{\rm CO_2}$ during endotracheal anesthesia. Anesth Analg 1982; 61: 362-365.
- Brody S. Bioenergetics and Growth. New York: Reinhold, 21945.
- Bengtson JP, Bengtsson A, Stenqvist O. Predictable nitrous oxide uptake enables simple oxygen uptake monitoring during low flow anaesthesia. Anaesthesia 1994; 49: 29-31.
- Takafumi Azami, David Preiss, Steve Iscoe, Andre M. De Wolf, Joseph A. Fisher, et al. Calculation of O₂ consumption during lowflow anesthesia from tidal gas consentrations, flowmeter, and minute ventilation. Journal of Clinical Monitoring and Computing 2004;18: 325-332

頸動脈ドップラーを用いた動脈圧モニターの試み 平尾拓一,辻 真莉奈,藤田喜久*

要旨

本研究は,血管内圧がその脈波伝搬時間 (PTT) の二乗に逆比例することの原理を用いて心電図信号と頸動脈血流ドップラーからの頸動脈信号を処理して PTT を連続的に測定することで,無侵襲連続動脈圧モニターの装置を開発することを目的としている.これが実用化できれば,麻酔あるいは集中治療中の患者の無侵襲動脈圧モニターとして広く普及することが予測される.

対象は,川崎医科大学附属病院の ICU に入室している患者 23 名とした.超音波ドップラー血流装置を前頸部に装着し,総頸動脈血流波形を描出した.この波形信号を心電図波形,橈骨動脈圧波形信号と共にデータレコーダに記録し,A/D コンバータを介して PC にとりこみ,独自に開発した PC プログラムを用いて PTT を連続測定し,橈骨動脈より得られた収縮期動脈圧 (P_{sus}) との関係を検討した.

その結果 , データが正確に測定できた患者 8 人の関係式の平均から P_{sys} = $7.02 \times 10^5/PTT^2 + 49.6$ という回帰式が得られた .

このことから,ある一点での P_{sys} と PTT の値で校正することにより PTT の値から P_{sys} を計測できるという可能性が考えられる.

はじめに

麻酔中あるいは集中治療室では患者の循環動態の監視のために,動脈圧を橈骨動脈へのカテーテル留置による直接的動脈圧測定が広く用いられている.しかしこの方法は侵襲的であるため,感染や血栓形成などのリスクがある.

そこでわれわれは,脈波伝搬時間 (PTT: Pulse Transit Time) に注目した非侵襲的動脈圧モニターを考案した.PTT を応用した血圧測定は,すでに腕時計型やマンシェットを用いて心電図R 波を基準として指先脈波あるいは橈骨動脈のPTT を測定し,間欠的校正法を用いる連続血圧計として実用化されている.われわれも平成18,19年度川崎医療短期大学臨床工学科の卒業研究でもすでに,パルスオキシメータ波形のPTTから,動脈圧を無侵襲連続モニターする方法を研究した1,2).

しかし、この方法では血圧と PTT の相関が不良で臨床で用いる非侵襲血圧測定装置とすることができないことがわかった.これは、パルスオキシメータ波形は指先で検出されることから、細動脈レベルでの伝搬時間を含むことになり、動脈壁弾性のみならず、交感神経緊張など

の多くの因子が PTT に影響を与えることによる と考えた .

一方,総頸動脈での脈波伝搬速度(PWV: Pulse Wave Velocity)は比較的純粋に動脈壁弾性とその時点での血圧の2つの関数であり,血圧変動を正確に反映すること、また超音波ドップラー血流装置を用いることで,総頸動脈血流が簡便に測定できることに着目して,心電図R波 総頸動脈脈波伝搬時間から,精度の高く計測法が簡便である無侵襲的連続的血圧モニターの開発を目指して,PTTと動脈圧との関係を検討した.その際,同時に測定した橈骨動脈圧をゴールドスタンダードとした.

方法

1. 対象

川崎医科大学附属病院 6FICU・CCU において治療中で以下の2つの条件を満たす患者23名を対象とした(表1参照).また,以下の2つの条件を満たした患者を研究対象とした.

- 1) 直接動脈圧モニター下で治療を受けている 20 歳以上の患者.
- 2) 本人または代諾者より文書での研究参加の同

^{*}川崎医科大学麻酔・集中治療医学

表 1 対象患者の平均値

年齢 (歳)	69.4 ± 12.8
性別 (男:女)	17:6
身長 (cm)	160.8 ± 10.2
体重 (kg)	55.4 ± 9.9
測定時間 (min)	57.0 ± 21.3

対象患者の年齢,性別,身長,体重, 測定時間を表す(平均±標準偏差).

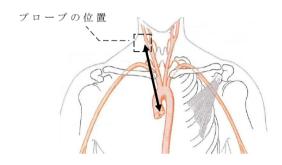


図1 超音波ドップラープローブの装着位置 超音波ドップラー血流装置のプローブを図の 場所に置き測定を行う.PWVを計算するために 大動脈弁から測定部位までの距離を測る.

意が得られた患者.

なお,本研究はあらかじめ川崎医科大学倫理 委員会の承認を得た(#1166).

2. 測定方法

患者 (研究対象者) の前頸部に超音波ドップラー血流装置 (DVM-4300 , Hadeco) のプローブ (8MHz) を装着し (図 1 参照) , 総頸動脈血流波形を連続モニターした $^{3)}$. そして , すでにモニターされている患者の心電図信号 , 橈骨動脈圧信号を生体情報モニターから , 総頸動脈血流波形とともにデータレコーダ (PC204Ax , ソニー) に約 1 時間連続記録し , 独自に開発した以下に示す信号解析装置により 16 ビット A/D コンバータを介して 1kHz にて PC に取り込み , PTT を自動計測した (図 2 参照) .

3.信号解析装置の説明

信号解析装置は PC , A/D コンバータ (PEX-321316 , インターフェイス社 , 広島) およびプログラム (R_synch_PTT. Version 1.0) により構成される.この装置はわれわれが独自に開発したものである.プログラムは C 言語 (Microsoft

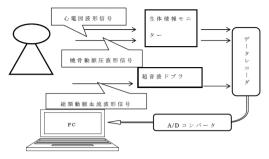


図 2 計測の模式図

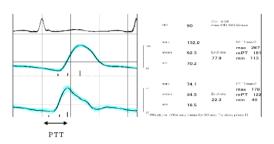


図 3 計測画面

10 秒ごとに平均値を計算し,グラフから表示する.上段より心電図波形,橈骨動脈圧波形,総頸動脈血流波形を示す.R 波を基準とし脈波立ち上がり点までの時間を計測し,その時間をPTT(ms)とする.

Visual Studio 2010 Professional) を用いて記述 した ^{4,5)}.

本プログラムのアルゴリズムは10秒間隔で心 電図信号, 橈骨動脈圧信号, 総頸動脈血流ドップ ラー信号を PC に取り込みついで, 心電図信号よ り R 波を同定し、それを基準として、心電図 R 波から脈波立ち上がり点までの到達時間 (msec) を PTT として記録した (図 3 参照). 各心サイ クル内の橈骨動脈圧信号と総頸動脈血流ドップ ラー信号を同一時間軸で表示した.RR 間隔が不 整な場合,R波が正しく同定されない場合,10 秒間の総頸動脈血流ドップラー信号の最大変化 率 100 %の時点 (脈波立ち上がり点) が 40msec 以上の差がある場合は計測から除外するために、 PTT が 0 と表示されるようにプログラムした. ただし,急激な血圧上昇あるいは低下に対応す るために , 40msec 以上の差があっても 10 秒間 で脈波立ち上がり点が徐々に短縮あるいは延長

した場合には, PTT が表示されるようにした. 4. **PWV** および **PTT** の計算と検討処理

PWV は血液密度,血管弾性係数,血管壁の厚さと半径に関係し Moens-Korteweg の式で表わされる.

$$PWV = \sqrt{\frac{Eh}{2r}}$$
 (7)

ここで : 血液密度 , E: 血管壁弾性係数 , h: 血管壁厚 , r: 血管半径である .

しかし,同一の患者についてみてみると,血液密度は一定であり血管壁厚と血管半径もほぼ一定である.一方,E は患者の動脈壁の硬化度とともに一拍ごとの動脈圧 (P_A) に関係する.よって,定数を k とおくと,

$$PWV = k\sqrt{P_A}$$
 (8)

となる.

また,速度と時間は反比例することから, $(P_A$ と PTT の関係は,

$$P_A = \frac{a}{PTT^2} + b \tag{9}$$

となる.ここで,a,b は定数で,それぞれ傾きと y 切片を表す.データは平均 \pm 標準偏差で表示 した.

結 果

23 名中 8 名で経時的な計測が施行できた.評価ができなかった 15 名の内訳はドップラー信号による血流抽出不良 13 名,計測中での断念 2 名であった.代表的な患者での動脈圧,PTT の時間的変化を図に示した(図 4 参照).この図より,収縮期動脈圧が上昇すると PTT が短縮し,血圧が低下すると PTT は延長することがわかる.

各患者の血圧 (収縮期圧) と PTT の二乗の逆数との一次式の a,b との相関係数を示した (表2 参照) . a,b はそれぞれ $7.02\times 105\pm 3.20\times 105$, 49.6 ± 40.3 であり相関係数 (R^2) の平均値は 0.46 であった .

表 2 各患者の予測式の係数と相関関係

	a	b	R^2
患者 A	5.46×10^5	119	0.69
患者 B	8.13×10^5	45.0	0.56
患者 C	6.18×10^5	51.8	0.61
患者 D	1.0×10^6	51.0	0.81
患者 E	3.58×10^5	86.4	0.25
患者 F	1.0×10^6	-9.53	0.34
患者 G	9.49×10^5	41.4	0.21
患者 H	3.30×10^5	77.4	0.23
平均	7.026×10^5	49.6 ±	0.46
	± 3.20	40.3	

 $y=ax+b(y:P_A,x:1/PTT^2)$ の定数 a,b を示す a の平均値は 7.02×10^5 となり標準偏差は $\pm 3.20\times 10^5$ となる .

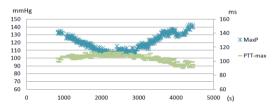


図 4 代表的な患者の収縮期動脈圧 (P_{sys}) と PTT の時間的推移

代表的な患者の P_{sys} と PTT の経時的な変化を表したものである. P_{sys} が上昇すると PTT が短縮し, P_{sys} が低下すると PTT は延長することが分かる.

予測式は

$$P_A = \frac{7.02 \times 10^5}{\text{PTT}^2} + 49.6$$

となる.

考 察

結果より,我々の予測通り総頸動脈ドップラーを用いて,動脈圧の無侵襲連続モニターが可能であることが示された.

本研究では,超音波ドップラー血流装置を用いて計測を行っているため非侵襲的に行うことができる.しかしながら,本法では頸動脈血流信号が取得できない症例が23例中15例あった.まず問題点として総頸動脈血流ドップラーのプローブの問題があげられる.今後,確実に安定して血流波形を取得するために,プローブの小

型化,ダンプリングボリュームの拡大などが考えられる。

第2の問題点として、心電図信号を基準として計測を行ない、PTTの計測にはR波を用いていることが挙げられる.R波からS波までは等容収縮期であるため、真のPTTである大動脈弁開放から脈波が到達するまでの誤差が生じる.これは心電図信号を基準とするのではなく2つの超音波ドップラー血流装置を用いて2点間のPTTを計測することで解決することができる.

また,回帰式の傾きは比較的一定であったが, Y 切片の定数 (b) は患者個人によって定数の値が大きく異なってくるため校正が必要となり動脈圧の値を測定しなければならない.これについてはマンシェットなどによる一回校正法によって解決することができる.

そしてまた PTT を利用して非侵襲的に心拍出量を連続して計測できる装置の開発などが最近発表されている 3). 今後,PTT を応用して,侵襲的であった生体計測を非侵襲的にモニターできる可能性がある.

結 語

本研究により,超音波ドップラーによる,頸 動脈血流波形信号と心電図波形を用いて無侵襲 連続的に血圧がもにたーできることが示された.

本装置が実用化されれば麻酔,集中治療領域における非侵襲的動脈圧モニターとして広く用いられ医療安全に貢献する可能性がある.また,総頸動脈は主に脳への支配血管であり,その血流情報自体もモニターとして将来発展の可能性が大いにある.

参考文献

- 1. 宇津井利奈,小川昌之:パルスオキシメータ による動脈圧の推定 脈波伝播時間からの予 測式 .川崎医療短期大学臨床工学科卒業論文 集:15-18.2007.
- 2. 金山顕雄 , 濱田香菜子:脈波伝播時間の臨床 的応用. 川崎医療短期大学臨床工学科卒業論文 集;23-26.2008.
- 3. 酒井恒:ひとのからだ. 文光堂, 149.1991
- Fujita Y, Hayashi D, Wada S, Yoshioka N, Yasukawa T, Pestel G. Central venous pulse pressure analysis using an R-synchronized pressure measurement system. J Clin Monit Comput. 20(6):385-389,2006
- 5. 自動脈波変動計測装置. 特願 2002-311892. 平成 14 年 9 月 19 日. 発明考案者: 藤田喜久,山本徳則

キーワード:

無侵襲動脈圧モニター,脈波伝搬時間

紙を硬膜モデルとしてシミュレーションした 針先ベベル面の向きによる穿刺孔への影響

野上俊光,東 兼充*

はじめに

硬膜穿刺後の頭痛 (Post Dural Puncture Headache: PDPH, あるいは近年では Post Spinal Puncture Headache: PSPH と呼ばれる) は穿刺後の孔が小さいほど頻度が少なくなると 考えられる.そこで伸展性のない「紙を硬膜モ デル」として採用し、ランセット針を使い、ベ ベル面や穿刺角度を変え,穿刺孔がどのような 影響を受けるのかシミュレーションした、

方 法

紙はコピー用紙によく用いられている A4 の PPC 用紙を使用した.紙の両面を黒色(コピー機 のトナーを使用)で印刷し光の反射や透過を防い だ.この黒い紙を,18Gのランセット針(ニプロ 社 Short Bevel 1.2 × 38mm) にて穿刺した.方 向はベベル面を下にし,紙面との角度を30度に 穿刺したもの (a 群), ベベル面下で 60 度 (b 群), ベベル面下向きのまま垂直に穿刺したもの (c 下 群), そのままベベル面を 180 度回転し上向きで 垂直に穿刺したもの (c 上群), ベベル面上で 60 度 (d 群), ベベル面上で 30 度 (e 群) で,各 20 回ずつの穿刺を行った.ただし垂直穿刺の「c下 群」と「c上群」は各10回合計20回とし,同じ c 群として合算した . 穿刺は勢いをつけずに , 比 較的ゆっくりと行った.群ごとに新しい針を使 用した. 針先により削りとられた紙部分には穴 があく.この穴の大きさを定量化するため,穴か らの光の漏れを計測した、穿刺した後の紙を透 過原稿ユニットを装着したスキャナー (Hewlett Packard 社の ScanJet 4c/T) に置き,光の漏れ

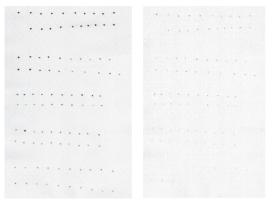


図1 紙に針を穿刺後, 孔を透過原稿として スキャナに取り込み反転表示したもの 左は穿刺したまま、右は紙のめくれを平坦化 した.下から上へ20個づつ,ベベル面下30度 (a群),下60度(b群),垂直(c群),上60度(d 群),上30度(e群)での穿刺.

具合をコンピュータ (Apple 社マッキントッシュ) に取り込んだ.紙は穿刺したままで紙が一部め くれた状態と, 孔のめくれた部分を平坦に戻し た状態とに分けて計測した.マッキントッシュ用 フリーソフトの NIH image を使用した $^{1,2)}$. 画 像は必要に応じ自黒を反転表示し解析した、穴 から漏れてくる光の面積を NIH image の Automatic Outlining tool でピクセル数として定量化 し,これに各穴の mean density で計測した照度 を掛け合わせた数値を「漏れた光量」とした.統 計にはスチューデントの t 検定を用い p < 0.05 を有意とした.

結 果

黒く塗った紙に針を穿刺後, 孔を透過原稿ユ ニットを使いスキャナに取り込み,反転表示した

成尾整形外科病院 麻酔科

^{*}くまもと麻酔科クリニック

表 1 洩れた光量: 穿刺して抜刺したまま

群	ベベル面	度数 (n)	漏れた光量 平均値	SD	SE	漏れた 光量% 補整値	有意差
а	下30度	20	1940	470	105	65	c,d,e
b	下60度	20	2416	10090	1009	81	d,e
С	90度	20	2971	1071	239	100	a,e
d	上60度	20	3443	1031	230	115	a,b,e
е	上30度	20	5769	710	158	195	a,b,c,d

補整値は 90 度時を 100 %とした SD:標準偏差 , SE:標準誤差 , 有意差欄: a 群は <math>c,d,e 群と比較して有意差; b 群は d,e 群と比較して有意差; c 群は a,e 群と比較して有意差; d 群は a,b,e 群と比較して有意差; e 群は a,b,c,d 群と比較して有意差

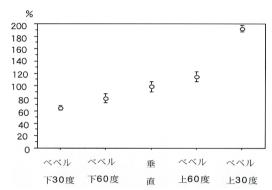


図 2 穿刺した直後の針穴 (垂直時を 100 %で補整) 平均値 ± 標準誤差 . a 群は c,d,e 群と,b 群は d,e 群と,c 群は a,e 群と,d 群は a,b,e 群と,e 群は a,b,c,d 群 と有意差を示した (p < 0.05).

ものを図 1 に示す.図 1 左は穿刺したまま,図 1 右は紙のめくれを平坦化したもの.下から上へ 20 個づつ,ベベル面下 30 度,同下 60 度,垂直,上 60 度,上 30 度で穿刺したもの.下部に示される穿刺孔より上部の穿刺孔のほうが大きくなっていくのが分かる.

NIH image で定量化した結果を表 1 に示す. 針で紙を穿刺した直後の状態で計測すると,漏れた光量の平均値±標準偏差は,ベベル面が下30 度の時に 1940 ± 470,下60 度では 2416 ± 10090,垂直では 2971 ± 1071,上60 度では 3443 ± 1031,上30 度では 5769 ± 710 となった.

針が垂直・90 度のときの光の漏れを 100 %として相対表示すると,平均値では下 30 度の時に 65 %,下 60 度では 81 %,垂直では 100 %,上 60 度では 115 %,上 30 度では 195 %となった(図 2). 群間の有意差が見られたのは, a 群は

表 2 洩れた光量: 穿刺し紙のめくれを平坦化した後

群	ベベル面	度数 (n)	漏れた光量 平均値	SD	SE	漏れた 光量% 補整値	有意差
а	下30度	20	163	220	49	17	b,c,d,e
b	下60度	20	592	226	50	62	a,c,d,e
С	90度	20	948	557	124	100	a,b,d,e
d	上60度	20	1434	546	122	151	a,b,c
е	上30度	20	1607	571	127	170	a.b.c

補整値は 90 度時を 100 %とした SD:標準偏差,SE:標準誤差有意差欄 : a 群は b,c,d,e 群と比較して有意差; b 群は a,c,d,e 群と比較して有意差; c 群は a,b,d,e 群と比較して有意差; d 群は a,b,c 群と比較して有意差; e 群は a,b,c 群と比較して有意差

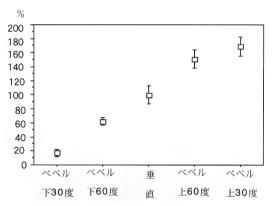


図3 穿刺後に平坦化した針穴 (垂直時を100%で補整)

平均値 \pm 標準誤差 . a 群は b,c,d,e 群と , b 群は a,c,d,e 群と , c 群は a,b,d,e 群と , d 群は a,b,c 群と , e 群とは a,b,c, 群と有意差を示した (p < 0.05) .

c,d,e 群と,b 群はd,e 群と,c 群はa,e 群と,d 群はa,b,e 群と,e 群はa,b,c,d 群とであった.

抜針し紙のめくれを平坦化した後の計測では,漏れた光量の平均値±標準偏差は,ベベル面が下 30 度の時に 163 ± 220,下 60 度では 592 ± 226,垂直では 948 ± 557,上 60 度では 1434 ± 546,上 30 度では 1607 ± 571 となった (表 2).針が垂直・90 度のときの光の漏れを 100 %として平均値を相対表示すると,下 30 度の時に 17 %,下 60 度では 62 %,垂直では 100 %,上 60 度では 151 %,上 30 度では 170 %となった (図 3).群間の有意差が見られたのは,a 群とは b,c,d,e 群と,b 群とは a,c,d,e 群と,c 群とは a,b,d,e 群と,d 群とは a,b,c 群との間であった.

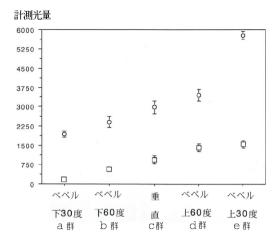


図 4 穿刺直後の針穴と平坦化した針穴の比較 針穴から漏れた光量を計測値のまま表示した. 平均値±標準誤差. 印は穿刺した直後の針穴 からの計測値. 印は穿刺後に平坦化した針穴 からの計測値.平坦化すると光量は 1/3 前後に 激減している.

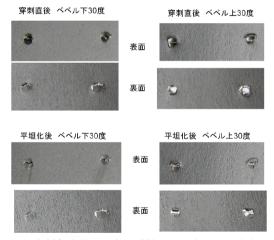


図 5 穿刺角度約 30 度で手前下から向こう上方向に 穿刺した針穴を上から撮影

左半分はベベル面下,右半分はベベル面上での穿刺.表と裏の写真.上半分は穿刺直後の状態,下半分は孔を平坦化後の写真.「ベベル面下」より「ベベル面上」のほうが紙のめくれや欠損が多い.針穴内部の「あご」部で削り取られていると考えられる

図2と図3の縦軸,漏れた光量を%ではなく,補整前の実計測値にして両者を重ねて描くと図4のようになる.針で紙を穿刺した直後の状態と,紙のめくれを平坦化した後の計測値を比較する

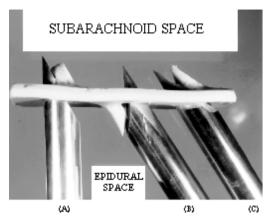


図 6 ベベル面の違いによる穿刺フラップの違い (Hatfalvi 博士の文献 4 より引用)

ベベル面を (A) のように垂直にして穿刺すると、ドアのような穿刺孔ができ、圧の勾配によって脳脊髄液が硬膜から外にでて頭痛を起こす・ベベル面を (B) のように上にして 刺すると穿刺片が上 (外側) に向くため液が硬膜の外に漏れるため頭痛がおきる・ベベル面を (C) のように下にして穿刺すると穿刺片フラップが孔を塞ぐようになるため、針を抜いた後、塞がりやすく脳脊髄液が硬膜の外に漏れるのを最少にでき、頭痛がおきにくい、という・

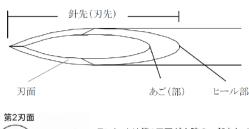
と,平坦化した後のほうが光の漏れが 1/3 以下 程度に激減している.

穿刺した後の針孔の拡大写真を図5に示す.穿刺角度30度で手前から遠方に穿刺した針穴を上から撮影したものを2本ずつ示している.左半分はベベル面下,右半分はベベル面上での穿刺例「ベベル面下」より「ベベル面上」のほうが紙のめくれや欠損の白い部分が多い.この差は,ベベル面を上にして穿刺すると,針穴内部のあご部に紙が入り削り取られているためと観察された.

考察

シミュレーションの動機と結果

今回のシミュレーションをしようと思い立ったのは, American Society of Anesthesiologists (ASA) のホームページに PDPH を減らすための方法として, 針先ベベル面を下にして穿刺する方法が紹介されているのを見てからであった 3,4).



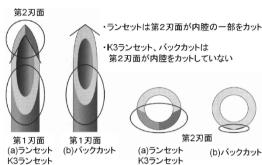


図7針・刃先の名称

上部は:日本医療器材工業会における 規格・基準関連用語のあり方 用語統一のためのガイドライン から引用(文献5)

下部は: 侵襲的手技に対する正しい器材の知識 低侵襲的中心静脈穿刺針を中心に 鈴木利保:麻 酔 59(増刊), 5181-5195, 2010. (文献 6) から 許可を得て引用

この方法を推奨した Hatfalvi 博士のホームペー ジには掲載論文の全文が紹介されている. 硬膜 内の圧は脳脊髄液の産生で高く,硬膜外は陰圧 なので圧の差があり、この圧差は穿刺孔の閉鎖・ 治癒には重要な因子であるという.彼のホーム ページでは,針先ベベル面を上にして穿刺する と削られたフラップが上に向き、ベベル面が下 だとフラップは下に向いている(図6).硬膜内の ほうが脳脊髄液の圧が高いので, ベベル面を下 にして穿刺したほうが,削られたフラップが元 の位置に戻りやすいという、今回の紙モデルで は Hatfalvi が示しているような「ベベル面が上 だとフラップが上に向く」という観察はできな かったが「ベベル面が上だとフラップが針内筒 のアゴ部で削り取られ,大きな欠損部を生じや すい」結果がでた.いいかえれば穿刺後の孔は ベベル面を下にしたほうが小さかった. Hatfalvi の示した写真では紙よりも厚手の材料を使用し ているので,フラップの向きは硬膜に模した材 料の性状によって変化するのであろう. PPC 紙





図8 針の大きさとベベル面による偏位のちがい (Hatfalvi 博士の文献4より引用)

左の2本は20GのQuincke針でポテトとバナナを刺したとき,右の2本は26GのQuincke針でポテトとバナナを刺したとき,ベベル面は全て左を向いている.細い針ほどベベル面の抵抗による背面(右側)へ偏位する影響を受けやすい.

ではなく感熱紙を使うと Hatfalvi の示した写真 のような状態が再現できたので今後検討してい きたい、針・刃先の名称を図 7 に示す ^{5,6)}.

彼の論文全文を載せたホームページには,軟部組織と仮定したジャガイモやバナナに針を刺し,ベベル面の向きによって針先が曲がる様子が記載されている(図 8). 太い針のほうが曲がりにくいので目的部位への穿刺の成功率は高まるが,穿刺孔は大きくなる欠点がある.逆に細い針では穿刺孔は小さくなるが,軟部組織を通過する過程でベベル面の反対側に曲がりやすく,針先のコントロールに熟練を要することがわかる.診断目的でのくも膜下穿刺では脳脊髄液を抜き取る必要もあり大きめの針を使う場面が増え,穿刺孔が大きくなりがちで頭痛が生じやすい.残念なことに Hatfalvi 博士は 2008 年に 95歳で逝去された.

硬膜モデルとしての紙について

硬膜はその名のとおり硬い膜で脊柱管の方向に弾性繊維が走っているとされ、PDPHを減らすためこの繊維に並行に穿刺する手技が推奨されている.紙にも繊維方向がわずかながらあるものの、ほぼランダムと考え今回は繊維方向を考慮しなかった.ただし同じ紙を使用し、繊維方向は一定の状況で穿刺した.

最近の硬膜の電子顕微鏡や光学顕微鏡の研究 では、硬膜に特定の繊維方向があることに異論 が唱えられ,旧来の長軸方向に繊維が並んでいるという説との合意は得られていない^{7,8)}.しかしながら PDPH に関するガイドラインの元となった論文では硬膜の長軸方向に並行に穿刺したほうが PDPH が少ない点では合意が得られている^{9,10)} 長軸方向に並行な穿刺方法による PDPH減少には,硬膜だけでなく硬膜下のくも膜や硬膜外の脂肪組織など周囲の組織の関与,あるいは脊椎の動きは前後屈のほうが側屈より大きく長軸方向に牽引力がかかりやすいことなどの因子が関与しているのかもしれない.

ランセット針について

硬膜穿刺後の頭痛を減らすため,麻酔科領域では近年 25G や 27G などの細い針が用いられるようになっている.さらにランセット針であるクインケ針よりも,先端に穴のないペンシルポイント針などが穿刺後の頭痛が少ないと言われ広く使用されている (図 9)8). しかし脳外科領域,脊髄造影,脳炎や頭蓋内出血の診断目的などでは 22G かそれ以上の大きなランセット針が用いられることが多い 11,12). 太い針のほうが細い針より針先のコントロールがしやすいので,穿刺困難な場面では太目のランセット針が使われることもある.ランセット針による硬膜の穿刺は現在でも施行が多いので今回のシミュレーションは意義がある.

ランセット針は長いあいだ使われてきており,そのベベルの長さにより,Regular Bevel(RB),Short Bevel(SB) の 2 種類が日本ではよく使われている.RB は刃面の角度が 12 度 (メーカーや国によっては 14 度) 前後でベベル長が長いが穿刺痛が少ないため,皮下注射,筋肉注射などに使われている.SB は刃面の角度が約 18 度で血管壁を貫通しにくいようにベベル長を短くしたもので,血管穿刺などに用いられている 13).さらに,神経ブロック用のブロック針は鈍針と呼ばれ,刃面の角度が 30 度から 45 度程度と大きく,神経を穿刺しにくいようにデザインされている.鈍針は抵抗感覚がわかりやすいので,神

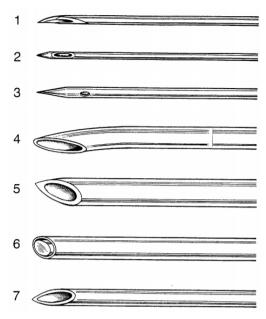


図 9 脊椎麻酔および硬膜外針 (4) の 針先図 (文献 8 から引用)

1,26G 組織傷害の少ないダブルベベルデザインの Atraucan(商品名) 針,2,26G 円錐状の針先と大きな側口の Sprotte(商品名) ペンシルポイント針,3,22G ダイアモンド状の針先と小さな側口の Whitacre(商品名) ペンシルポイント針,4,硬膜外用 16G Tuohy 針,5,17G Barkers Spinal Needle 脊椎麻酔針,6,ラージゲージ脊椎麻酔針,7,18G Crawford 針.(5,6,7は Sheffield Anaesthetic Museum からのもので過去に使われていた)

経膜を破りにくい利点がある一方,いったん神経膜を破った場合には,むしろ傷害が大きくなり欠点とも指摘されている $^{14,15,16,17,18)}$.今回のシミュレーションでは $^{14,15,16,17,18)}$. 今回の出やすいよう 18G の大きなものとした.

ランセット針では針内筒のあご部 (図 7) がコアリングにかかわっているため,内筒針 (スタイレット) をそなえた脊椎麻酔用の針のほうがPDPH 予防には良い.スタイレットは穿刺時のみでなく,抜針時にも挿入しておくとPDPHが減る9,10).抜去時に内筒針を入れれば,針孔に紛れ込んでいる可能性があるくも膜を追い出すことになり,硬膜の孔にくも膜が引っかかる頻度が減り,PDPHが減少すると考えられているようだ.

硬膜のみでなく、くも膜も考慮?

最近の研究では PDPH は硬膜のみでなく, さ らに内部にあるくも膜の破綻により生じる可能 性が示されてきている 19). 略語も PSPH (Post Spinal Puncture Headache) とする表記が増えて いる,自験例でもミエログラフィーの失敗例で, 硬膜下・くも膜上に注入された造影剤は長時間硬 膜下に留まることが多く、くも膜下に移行する 様子がみられないことを経験している.また脊 柱管内腫瘍の手術時に硬膜切開し、手術用顕微 鏡下にくも膜をみる機会があったが、くも膜は 薄く透明ながらもしっかりとした膜との印象を 受けた,今回の紙モデルでは単純化のためくも 膜を想定していないが、PDPH減少には有用な 因子であろう. Hatfalvi や Ready らは屍体から の硬膜を使用して穿刺実験を行っている 4,7).く も膜を含めた人体の硬膜を使用したシミュレー ションと詳細な解析ができれば理想的と考えら れる、今回の紙モデルではくも膜を想定してい ないし、スタイレットの有無での測定をしてい ないが, 臨床での硬膜穿刺時には注意を払った がよい.

円柱状の脊柱管と平面の紙

円柱状の硬膜と平面状の紙とでは形状が異なっ ているものの,今回の紙モデルでの穿刺シミュ レーションから円柱状の硬膜の穿刺状態を類推 すると興味深い(図10). 脊柱管の矢状面にベベ ル面を並行に穿刺した状態で,ベベル面の上下 について検討してみよう.図10(a)のように正中 アプローチをする場合,穿刺点の皮膚面から脊 柱管を想定した円の中心 R まで線を延ばす.こ の線より上で円周部を穿刺すると皮膚面のベベ ル面が下なら硬膜でのベベル面も下になり,同 じ向きの位置関係になる.Rより下で穿刺する と皮膚面のベベル面が下なら硬膜でのベベル面 は相対的に上向きになり反対向きの位置関係に なる.針は円弧まで延ばした2つの接線の範囲 内で穿刺できる.図10(b)のように正中より下 からの傍正中アプローチでも, 円の中心 R まで

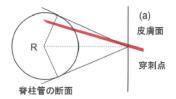
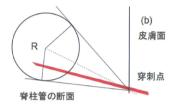
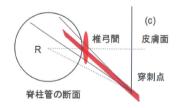


図 10 腰椎穿刺の模式図

(a):正中アプローチ:円の中心Rより上で円周部を穿刺すると皮膚面のベベル面が下なら硬膜でのベベル面も下になり同じ向きの位置関係になる.Rより下で穿刺すると皮膚面のベベル面が下なら硬膜でのベベル面は相対的に上になり反対向きの位置関係になる.針は円弧まで延ばした2つの接線の範囲内で穿刺可能.



(b):正中より下からの傍正中アプローチ:円の中心Rまでの線より上で円周部を穿刺すると皮膚面のベベル面が下なら硬膜でのベベル面も下になり同じ向きの位置関係になる.Rより下で穿刺すると皮膚面のベベル面が下なら硬膜でのベベル面は相対的に上になり反対向きの位置関係になる.図(a)と似ている.



(c): 脊柱管を穿刺するには腰椎の椎弓間からしかアプローチできないため , 上図の (a,b) のような自由なアプローチはできない . 正中アプローチでは針先ベベル面の向きの影響は (a) と同様であろう . この (c) のように傍正中アプローチでは椎弓間を通る穿刺しかできないので , 円の中心 R までの線より上部で穿刺する頻度が多くなる . したがって皮膚面でのベベル面の向きのまま硬膜を穿刺する確率が高くなる .

の線より上で円周部を穿刺すると皮膚面のベベル面と硬膜でのベベル面は同じ向きの位置関係になる.Rまでの線より下で穿刺すると皮膚面でのベベル面と硬膜でのベベル面の位置関係は

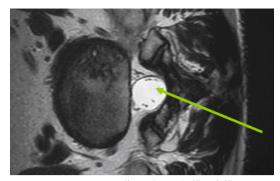


図 11 MRI 画像に重ねた腰椎 (脊椎) 穿刺のイメージ

側臥位にして傍正中法で皮膚面から脊柱管を 穿刺したイメージ図・椎弓間の狭い範囲を通過 できないと穿刺できないので、脊柱管の円の中 心までの線より上部で穿刺する頻度が多くなる ため、皮膚面でのベベル面の向きのまま硬膜を 穿刺する確率が高くなる.

逆になり,図(a)と似た状況と考えられる.

これに脊椎骨の情報を加えると,図 10(c)に示すように,脊柱管を穿刺するには腰椎と腰椎間の狭い椎弓間からしかアプローチできないため,上図の(a,b)のような自由なアプローチはできない.椎弓間を通れる範囲での傍正中アプローチに制限すると,円の中心 R までの線より上部で穿刺する頻度が多くなるので,皮膚面でのベベルの向きのまま硬膜を穿刺する確率が高くなる.

針先ベベル面の向きは,硬膜穿刺時に下向きのほうが穿刺後の孔は小さくなると予想できるので,正中法より傍正中法でベベル面下のほうが利点が多いと考えられる.側臥位で穿刺したイメージ画像を MRI で図 11 に示す.

紙にあいた孔の評価について

硬膜の針孔は,硬膜の弾性繊維や産生される 脳脊髄液の流れや圧によって平坦化され修復を 促進すると考えられている ⁴⁾ . そこで穿刺後の 孔の評価には,穿刺したままの状態と用手的に 平坦化したあとの状態の両者を採用した.

使用ソフトについて

今回解析に使用したのはマッキントッシュ用フ リーソフトの NIH image である. 現在では後継

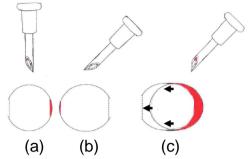


図 12 ベベルの向きによるコアリングの違い(a):紙に垂直に刺すと針先端から切断力を受け円形の穿刺孔ができる.最初に切断された部分が針のあご部でコアリングを受ける(着色部).最後の針先ヒール部分では切断されにくく破線で示すように切られずに残る.(b):ベベル面を下にして穿刺すると楕円形()型の穿刺孔が残る.針側面の切断力は弱い.あご部でわずかにコアリングを受ける.(c):ベベル面を上にして穿刺すると針側面のベベル面で切断を受けやすく,矢印のように進行方向に進み横長に伸びた楕円形()型になる.あご部に多くの切断片が入りコアリングを受けやすい.

ソフト public domain の ImageJ があり, Macintosh, Linux, Windows で利用できる 1). 穿刺後の針孔から漏れる流量は,断面積と流速の積になるので,流速の代用として漏れた光の平均値mean density を使用し計算した. 断面積の大小のみで比較しても大小関係は変わらないので,孔の面積だけを比較して検討してもよいであろう. ベベルの向きによるコアリングの違いについて

紙に垂直に刺すと針先端から切断力を受け円形の穿刺孔ができる (図 12(a)).最初に切断された部分が針のあご部でコアリングを受ける.最後の針先ヒール部分では切断されにくく破線で示すように切られずに残る.針を右から左へ進め,紙を斜めに刺すと,その針跡は,針のベベルが下向きであれば(),針のベベルが上向きであれば()と対称形になりそうだが,少し違っていた.この差がコアリングを解析する上で重要な点である.

コアリング発生には4つの因子を考えた.一つは針を進める方向に向かう水平のベクトル,二つめは針が切断する垂直のベクトル.三つめは

水平向きのベクトルによる針の側面の切断力,4 つめは針内筒あご部によるコアリングリスクの 4因子である.針を右から左に刺すとすると,針 を進める力は紙への垂直な下向きと進行方向へ 水平の2つのベクトルに分解できる.

(**水**)=()+()

針の方向が紙に垂直・直角であれば,下向きのみのベクトルとなり,針の通ったあとは,理論的には正円となる(図 12(a)). 角度をつけて穿刺すると,針の通ったあとは,角度に応じた楕円形となる.

ベベルを上向きに刺すと (図 12(c)),針の側面の剪断力が働きやすくなるため,針跡は理論的な楕円形に加えて,上下の切断線を左に伸ばした横長楕円の形になる.

このため、針の側面で切断されて針が進行方向へ進むほど、針穴に紙(硬膜や組織)が引っかかりやすく、コアリングを生じやすくなる、針の加工や側面のカッティングが針の製造会社によって異なるため、コアリングの頻度にいくばくかの差が出る可能性は考えられる。

べべルを下向きに刺すと,針の側面の剪断力は作用しにくくなるから針穴も大きくならないし,進行方向のベクトルで針が横に進んでも,それに応じて針内筒あご部に紙(硬膜や組織)が引っかかる頻度も減少するので,針跡は理論上の楕円形に近いままで,針穴で切断されるコアリング現象は少なくなる(図 12(b)).

シミュレーションから推奨される穿刺方法

穿刺した穴からの,光の漏れが少なくなる穿刺方法は,穿刺時のコアリングを少なくする方法につながる.コアリングには穿刺される材質,針の性状,穿刺スピードなども関与する.従来の研究でのコアリングと針先のベベルの向きや角度についての検討は,硬膜の長軸方向に並行か垂直かの検討がなされているのみであった.本



図 13 針先ベベル面を一定にして,30 度,60 度, 90 度,120 度,150 度と角度を変えて穿刺した イメージ図

針孔が見えるように , やや斜めにデフォルメ表示している .

研究のように長軸に並行に穿刺しながらも,ベベル面の上下や角度を系統的に変化させて検討した報告は他に見当たらない.本研究は針先ベベル面を一定にたもち,0度から180度の範囲で変化させて穿刺の影響を検討したものとなっている(図13).

我々の結果から導かれる提案は,コアリングを減らすため,毎日使用し習慣となっている「ベベル面を上にして刺す方法」から「針先ベベル面を下にして穿刺する方法」なので,穿刺の習慣を 180 度転換することになる.理解や追試,導入を検討していただきたい.

まとめ

ランセット針で紙状のものを穿刺するとき,コアリングを減らすには,ベベル面を下にして斜めに浅く穿刺するのがよい.

本論文の一部は 1999 年第 19 回日本臨床麻酔 学会全国大会 (東京) にて発表した.

引用文献

- 1. http://rsb.info.nih.gov/nih-image/about.html
- 2. 沼原利彦 , 小島清嗣. 医学・生物学のための 画像解析ハンドブック 実践 NIHImage 講座. 東京:羊土社;1995
- 3. http://www.go-aps.com/spinal/index.htm http://www.go-aps.com/spinal/full_article.htm
- 4. Hatfalvi BI. Postulated Mechanisms for Post Dural Puncture Headache: Clinical Experience and Review of Laboratory Models. Reg Anesth. 20(4):329-336. 1995

- 5. http://www.jmed.jp/jp/images/info /20100402.pdf 日本医療器材工業会における 規格・基準関連用 語のあり方 用語統一のためのガイドライン
- 侵襲的手技に対する正しい器材の 6. 鈴木利保. 知識.-低侵襲的中心静脈穿刺を中心に-. 59(増刊): S181-S195, 2010
- 7. Ready LB, Cuplin S, Haschke RH, Nessly Spinal needle determinants of rate of transdural fluid leak. Anesth Analg. Oct:69(4):457-460, 1989 (http://www.anesthesia-analgesia.org/content 18. http://www.cookcountyregional.com /69/4/457.long
- 8. Turnbull DK, Shepherd DB. Post-dural puncture headache: pathogenesis, preven-Br J Anaesth. tion and treatment. Nov;91(5):718-729. 2003 (http://bja.oxfordjournals.org/content/91/5 /718.full.pdf+html)
- 9. Armon C, Evans RW. Addendum to assessment: Prevention of post-lumbar puncture headaches: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. Neurology. Aug 23;65(4):510-512. 2005
- 10. Evans RW, Armon C, Frohman EM, Goodin DS. Assessment: prevention of post-lumbar puncture headaches: report of the therapeutics and technology assessment subcommittee of the American academy of neurology. Neurology. Oct 10;55(7):909-914. 2000
- 11. Arendt K, Demaerschalk BM, Wingerchuk DM. Camann W. Atraumatic lumbar puncture needles: after all these years, are we still missing the point? Neurologist. Jan;15(1):17-20. 2009
- 12. Frank RL. Lumbar puncture and post-dural puncture headaches: implications for the emergency physician. J Emerg Med. 35(2) 149-157. 2008
- 13. http://www.terumo.co.jp/medical/products /02_chusya/chusya_04.html
- 14. Selander D, Dhuner KG, Lundborg G: Peripheral nerve injury due to injection needles used for regional anesthesia. An experimental study of the acute effects of needle point trauma. Acta Anaesthesiol Scand 21: 182-188, 1977

- 15. 鈴木利保. 麻酔科医がもっておくべき針 の知識:日臨麻会誌 26(1): 92-107,2006 (https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsca/26 $/1/26_1_92/_pdf$
- 16. Brendan T. Finucane Springer, Jan google ebook Complications Regional Anesthesia - Page 74-86. 2007. neurologic mechanism of complication nerve with peripheral blocks books. google.co.jp/books?isbn=0387689044
- 17. http://cadenceinc.com/technology-designcenter/faq/needles-faq/#Bevel
- /Chapter5.pdf
- 19. Bernards CM. Sophistry in medicine: lessons from the epidural space. Reg Anesth Pain Med. Jan-Feb;30(1):56-66. 2005

ABSTRACT

Effects on hole size after needle puncture by changing bevel orientation and stick angle on a paper dura model simulation.

Toshimitsu Nogami, Kanemitsu Higashi*

Post Dural Puncture Headache(PDPH), or alternatively, Post Spinal Puncture Headache(PSPH) in recent years is a medical concern. Frequency of PDPH is reduced as the size of the hole after puncture becomes smaller. We measured needle pore size after puncturing paper using a 18G Lancet needle and changing the angle of bevel and bevel surface direction. Paper printed black is punctured by a 18G Lancet needle. The needle bevel direction is either bevel side down or up. Puncture angle variations were 30 degrees, 60 degrees and perpendicular to the paper. Transmitted light from the needle hole was least when the puncture was applied at 30 degrees with bevel direction down. Results progressively worsened in the following order, 60 degrees bevel down, 90 degrees, 60 degrees bevel up and 30 degrees bevel up which created the maximal hole size. In a paper model of measuring coring, a needle tip bevel down at a low angle of insertion created the best result. Since the conventional approach for needle puncture is bevel up, it is recommended to adapt the needle puncture with bevel down at a shallow angle to reduce coring.

Key words: Post Dural Puncture Headache (PDPH), Post Spinal Puncture Headache (PSPH), needle bevel direction, coring, headache prevention

Division of Anesthesia, Naruo Orthopedic

Hospital, 12-24 Okada-machi, Chuo-ku, Kumamoto, 862-0958

*Kumamoto Masuika Clinic, 1st F Sanse-ru Kengunhigashi 1-3-1 Nuyamazu, Higashi-ku, Kumamoto, 861-2102

ゴム管を血管モデルとしてシミュレーションした針先ベベル面の向き による穿刺の影響

野上俊光,東 兼充*

はじめに

注射針のベベル面を変えることによる穿刺の影響を論じた報告は少ない.我々はランセット針を用いベベル面や穿刺角度を変えて弾力性のない紙を穿刺した場合の影響をシミュレーションし,コアリングを減らすにはベベル面を下にして浅い角度で穿刺するのが良いとの結果を得た1)本論文では紙ではなく厚みと弾力性のあるゴム管を用い,穿刺した場合にベベル面や角度によって穿刺後の孔や液漏れがどのような影響を受けるのかシミュレーションした.紙とゴムとでどのような違いがでるのか,同じなのかにも注目した.

方 法

針孔からもれた量を定量的に測定できるよう 500ml のラクトリンゲル溶液に 1ml のブルーパー カーインクを注入し均等に混合し着色した.こ れに混注用ゴム管の付いた輸血セット (ニプロ社 全長 140cm) を接続した.ゴム管部分の8方向か ら各 5回,合計 40回,23Gのランセット針(二 プロ社 Regular Bevel) を用いてほぼ均等に穿刺 した. 針先ベベル面を下にして穿刺角度を30度 (a群),同45度(b群),同60度(c群),同90度 (d群),次に針先ベベル面を上にして穿刺角度を 90度(e群),同60度(f群),同45度(g群),同 30 度 (h 群) の 8 モデルを作成した. 各群 15 回 の実験を行った、ボトル液面からゴム管までは 落差1 mにし,ゴム管のまわりにろ紙を付け,1分間放置した.1分経過後に,ろ紙をはずし,乾 燥後イメージスキャナー (Hewlett Packard 社の

表 1 ベベル面と穿刺角度を変えて穿刺した 針孔からの液漏れ

群	刺し方	度数	平均值	標準偏差	標準誤差	有意差
а	下30度	15	9	11	3	b,c,d,e,f,g,h
b	下45度	15	163	100	26	a,c,d,e,f,g,h
С	下60度	15	4998	6742	1740	a,b,h
d	下90度	15	6024	5173	1336	a,b,h
е	上90度	15	10016	8068	2083	a,b,h
f	上60度	15	5380	4780	1234	a,b,h
g	上45度	15	3938	4691	1211	a,b,h
h	上30度	15	2273	2283	589	a,b,c,d,e,f,g

有意差欄 : a 群は b,c,d,e,f,g,h 群と比較して有意差; b 群は a,c,d,e,f,g,h 群と比較して有意差; c 群、d 群、e 群、f 群、g 群は共に a,b,h 群と比較して有意差; h 群は a,b,c,d,e ,f,g 群と比較して有意差

ScanJet 4c/T)で取り込み,インクの残った面積をピクセル数として測定した.漏れた液の面積をコアリングによる液漏れの指標とした.測定にはマッキントッシュコンピュータ用のソフト NIH image を用い Automatic Outlining tool でピクセル数として定量化した.統計処理は F 検定を用い,p<0.05 を有意とした.

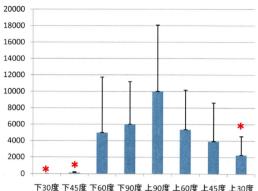
結 果

NIH image で定量化した結果を表 1 および図 1 に示す . 各々のグループの漏れた面積を平均値 ± 標準偏差で表すと , ベベル面下 30 度 (a 群)9 ± 11 , 同下 45 度 (b 群)163 ± 100 , 下 60 度 (c 群)4998 ± 6742 , 下 90 度 (d 群)6024 ± 5173 , 上 90 度 (e 群)10016 ± 8068 , 上 60 度 (f 群)5380 ± 4780 , 上 45 度 (g 群)3938 ± 4691 , 上 30 度 (h 群)2273 ± 2283 であった .

漏れた面積が一番少なかったのはベベル面下 30 度群で,次に少なかったのは下 45 度群,3番目に少なかったのは上30 度群で,他のすべての群と有意差を示した.漏れた面積が4番目に少

成尾整形外科病院 麻酔科

^{*}くまもと麻酔科クリニック



下30度下45度下60度下90度上90度上60度上45度上30度 (a群)(b群)(c群)(d群)(e群)(f群)(g群)(h群)

図1 ベベル面と穿刺角度を変えて穿刺した針孔からの液漏れ

縦軸はピクセル数で平均値 \pm 標準偏差を示す. *は他のすべての群との有意差を示す.漏れた面積が一番少なかったのはベベル面下 30 度群で,次に少なかったのは下 45 度群,3 番目に少なかったのは上 30 度群で,他のすべての群と有意差を示した.漏れた面積が 4 番目に少なかったのはべべル面上 45 度群,5 番目は下 60 度群,6 番目は上 60 度群,7 番目は下 90 度群,8 番目は上 90 度群であった.4 番目以降 8 番目までの群は,どの群を取ってもそれらの群間での有意差は無かった.

なかったのはベベル面上 45 度群,5 番目は下 60 度群,6 番目は上 60 度群,7 番目は下 90 度群, 8 番目は上 90 度群であった.4 番目以降 8 番目 までの群は,どの群を取ってもそれらの群間で の有意差は無かった.

検 討

注射針によるコアリングは,組織傷害の面からは減らしたいものであるが,穿刺吸引生検(Fine needle aspiration biopsy)目的の立場からは増やしたい項目になっている.手軽さの面で生検専用の針よりも通常のランセット針が,甲状腺や乳腺の細胞診に利用されているという現実がある 2,3,4).

逆にコアリングを極力避けたい分野があり,抗がん剤を持続的に投与する皮下埋没ポート用には「ヒューバー針もしくはフーバー針: Huber針」が開発され,針先がベベル面に bent してい

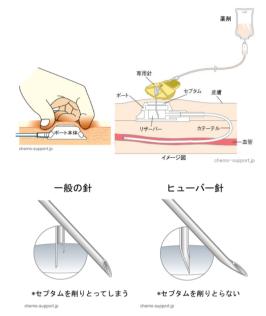


図 2 Huber 針

Huber 針 (ヒューバー針 / フーバー針)は、CV ポート (中心静脈カテーテルの一種で、皮下埋め込み型ポートといわれるもの)をより長く使用できる様に、針の先端が側面にくるように少し折れ曲がった構造をしている・http://chemo-support.jp/medical-apparatus/huber-needle.html から引用 5)

る (曲がっている) 特徴がある (図 2)⁵⁾.

繰り返し注射を受けざるを得ない状況として糖尿病患者のインスリン注射,整形外科での関節内注入,ペインクリニックでの神経ブロックや血液透析などがある.インスリン注射針針は注入量が少なく針を細くする方向で研究開発が進んだ.一方,血液透析患者は脱血・送血の大きな針(16~17G前後)を毎週3回ほど穿刺するめ、金り針を小さくすることはできない.透析関連雑誌をみても針先ベベル面は上にして穿刺しているのが一般的である.今回のシミュレーションでは血管壁モデルのゴム管で,針の面にして穿刺するほうがよいものの,斜めに下り、からでは、1つには、100円のである。100円ののは、100円ののがよいものの,斜めに下りでは、100円のでは、100円のでは、100円ののがよいもであるには、100円ののがよいもであるという結果になった。

麻酔科領域では西暦 2000 年前後にディプリバ



図 3 プレフィルドシリンジ、バイアルトップ用のルアーコネクタの曲がった針先 1 %ディプリバン注はプレフィルドシリンジだがバイアルトップと同様のゴム栓が使用してあるため、コアリングを軽減する針先形状のルアーコネクタがキットに組み込まれている.

ンのバイアルトップのコアリングが話題にのぼり議論された ^{6,7,8)}. コアリングされた破片は注射器や針の内部で閉塞や注入操作の妨げとなったり, 生体内にまで入ると肺組織に塞栓しラテックスアレルギーの原因となる懸念などが報告されている. この経過を経て現在市販のディプリバンはプレフィルドシリンジとなっており,シリンジトップへ刺すルアコネクタは Huber 針に似た構造になっている. 針先にベント加工がなされており, ベベル面に曲がっていて,いわゆる noncoring needle に似た形状となっている(図3).アストラゼネカ社(日本)の学術にこの変更について問い合わせたが,特に針先についてのデータや針先形状の特許はないという報告であった.

血管を穿刺するのに non coring needle は穿刺抵抗・穿刺痛が大きくなるため適切ではない. 脊椎麻酔用のスタイレット入りやペンシルポイント針も同様の理由で不便である 9,10,11). 市販の血管穿刺針のベベル面は上向きに使用することを前提にしてあり,そのことは翼状針の固定用翼をみれば一目瞭然である. 市販のランセット針

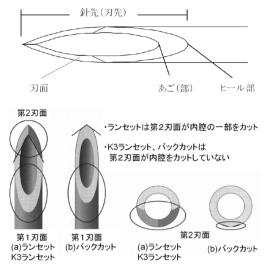


図 4 針・刃先の名称

上部:日本医療器材工業会における 規格・基準 関連用語のあり方 用語統一のためのガイドラ

イン (文献 10) から引用

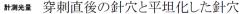
下部:侵襲的手技に対する正しい器材の知識 低 侵襲的中心静脈穿刺針を中心に 鈴木利保ほか (文献 11) から許可を得て引用

は切れ味を良くする為,側面に2次ベベル加工がなされているものがほとんどである.商品によっては2次ベベルをランセット表面でなく裏面にバックカットしているものもある(図4)10,11).

今回のゴム管モデルでは、穿刺角度を小さくしてゴムの通過距離を長くした群では漏れが少なく、ベベル面の上下による影響を打ち消す傾向がみられた・紙モデルではベベル面を下にしたどの群よりもこアリングが少なかったので(図5)、ゴム管モデルの結果とは若干の違いを示した・ベベル面の上下方向での結果は、同じ角度の穿刺なら下向きの方が漏れが少ない傾向を示しており、紙を穿刺したシミュレーションと同様の結果が得られた・

なぜ同じ角度でもベベル面の上下で差がでる のか?穿刺するときの斜めのベクトルを分解する と,図6のように下方に向かうベクトル(角度に

ないか?



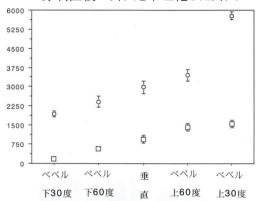


図 5 コピー用 PPC 紙を 18G 針で 穿刺したときの針孔

穿刺直後の針穴と平坦化した針穴の比較 (文献 1 から引用).針穴から漏れた光量を計測値のまま表示.平均値±標準誤差. 印は穿刺した直後の針穴からの計測値. 印は穿刺後に平坦化した針穴からの計測値.平坦化すると光量は 1/3 前後に激減している.

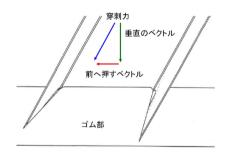


図 6 ベベル面の向きを変えて斜めに 穿刺したときの違い

ベベル面が下なら,前方に向かうチカラは針先の広い曲面で受け止められ側面の剪断力は弱く,針穴にゴム(組織)が入りにくい.逆にベベル面が上なら,側面の剪断力が強く作用し,針穴にゴム(組織)が入りやすく,あご部でコアリングが生じやすい.

よる差と無関係)と前方に向かうベクトルに分けられる.下方に垂直に向かうベクトルはベベル面とは無関係と考えてよいだろうから,違いは前方に向かうベクトル力とベベル面の側面に加わる剪断力が異なるためと考えてよいであろう.

ベベル面が下なら,前方に向かうチカラは針の広い曲面で受け止められ側面の剪断力は弱く,針穴にゴム(組織)が入りにくい.逆にベベル面

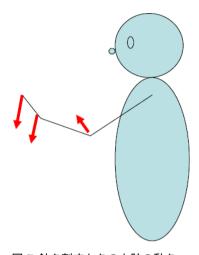


図 7 針を刺すときの上肢の動き 垂直に刺していても人体は関節の支点からの 円弧運動になる、上方から下方へ穿刺するので 針先には前方へ伸びる力が加わりやすいのでは

が上なら,側面の剪断力が強く作用し,針穴に ゴム (組織) が入りやすく針穴あご部でコアリン グが生じやすくなる.

今回の研究結果では,90度で穿刺してもべべ ル面によって差が出るような傾向が見られた.穿 刺を人間の手によって行ったため,垂直に穿刺 したつもりでも,上腕や前腕は前方に進む傾向 になりやすく,施行者からみてベベル面が下の ほうが漏れが少なくなる傾向になっていた可能 性がある(図7).この点に関しては,人間工学的 な視点からの考察が必要になるかもしれない.

ランセット針は長いあいだ使われてきており、そのベベルの長さにより、Regular Bevel(RB)、Short Bevel(SB)の2種類が日本ではよく使われている.RB は刃面の角度が12度前後でベベル長が長いが穿刺痛が少ないため、皮下注射、筋肉注射などに使われている.SB は刃面の角度が約18度で血管壁を貫通しにくいようにベベル長を短くしたもので、血管穿刺に用いられている12).当院で採用されていた23Gの注射針がRBだったのでRBでシミュレーションした.

注射針のベベル面を下にして穿刺する方法

を検索すると、医学辞典 thefreedictionary の venipuncture(静脈穿刺) の項目に記載されてお り「針先は通常はベベル面を上にして静脈に挿入される. ただし, 太い針を小さな静脈に入れる必要がある場合,針のベベル側を下にして挿入するほうが、静脈の後壁を穿通しにくくなるので好ましい」と書かれている(図8)13).

ベベル面を下にして穿刺する手技を実行して いる医療者は少ないものの存在する,著者自身 が日赤で献血したときに 17G の大きな採血針で 前腕正中皮静脈に穿刺を受けたら, それまでの 献血ではベベル面が上だったのに、その時だけ はベベル面を下にして穿刺され驚いた. ちょう どこの実験を行っていたころでもあり,ベベル面 を下にしての採血は初めての経験で印象に残っ た、麻酔メーリングリストの M 先生の経験では, カットダウンして細い動脈に留置針を入れると きに「ベベル面を下」にして血管穿刺するよう 指導を受けた話題がでた、その後、自分自身で もベベル面を下にして静脈穿刺をして成功率が 高い印象を受けた.著者の友人 T 先生にベベル 面を下にして穿刺する話題を提供したとき、彼 がユニークな方法を話してくれた,リウマチ専 門医の彼は、患者の細くてもろい血管に静脈穿 刺する必要性にせまられ、失敗しにくい方法と して「ベベル面は通常の上方向だが,針先を一度 血管の側面から下に進めて,上方向に血管を穿 刺し、内腔に引っかかりがないか軽く回しなが ら針を進める方法を独自に編み出した」という のだ.トポロジー学的には位相を動かすと「ベベ ル面を下にして血管の上から穿刺する」方法と 同じである.彼の穿刺方法では血管を固定して 動かしにくい利点も加わっている可能性もある.

今回のシミュレーションからは,ベベル面を下にすると血管の後壁貫通を減らせるだけでなく「針孔からの液漏れ(コアリング)が有意に減少する」結果が示されたので,臨床応用での評価が期待される.コアリングが問題となる医療

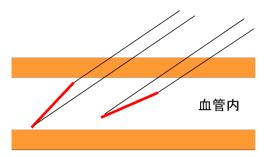


図8 ベベル面の上下方向で, 血管内に占める刃先の幅 刃先ベベル面が上だと血管内腔の大きな部分を占めるので血管後壁を穿刺しやすい.刃先ベベル面が下だと,血管後壁を穿刺しにくい.刃先

分野は広いので,ベベル面を下にして穿刺する 方法を見直し,追試・啓蒙・知識の普及が重要 と考える.

まとめ

ゴム管を弾力のある血管モデルとして,針先ベベル面の上下方向と穿刺角度を変えコアリングの影響をシミュレーションした.紙でのシミュレーションと同じく,ベベル面を下にして斜めに穿刺したほうがベベル面を上にして穿刺するより液漏れ(コアリングの指標)は少なくなった.ゴム管モデルでは,穿刺角度を小さくしてゴム内の通過距離を長くした群では漏れが少なく,ベベル面の上下による違いを打ち消す傾向が現れた.同じ穿刺角度ではベベル面下のほうが漏れが少なかった.ゴム管穿刺後の針穴からの漏れを減らすには,ゴム表面と針の角度は水平に近いほどよく,針先ベベル面は下方向のほうが良い.

引用文献

- 1. 野上俊光,東 兼充:紙を硬膜モデルとしてシ ミュレーションした針先ベベル面の向きによ る穿刺孔への影響.麻酔・集中治療とテクノ ロジー 2013, 59-68, 2014.
- 2. http://www.papsociety.org/guidelines/companion16h3.pdf
- 3. http://www.virtualmedicalcentre.com/health-investigation/core-biopsy/46

- 4. Puneet Titoria,: An assessment of fine-needle sampling techniques Ann R Coll Surg Engl. 2010 July; 92(5): 429-431.
- 5. http://chemo-support.jp/medical-apparatus/huber-needle.html
- 6. 坂井哲博,洪 浩彰,松木明知:1%ディプリ バン注 50m1 バイアルで発生したコアリング について.麻酔45:1533 - 1535,1996
- 7. 窪田仁志, 片平勇人, 住岡敏和ほか: 注射用バイアル穿刺時のコアリングによるゴム栓破片 混入. ICU と CCU 21:743 - 745, 1997
- 8. 足立裕史,瀧上淳子,渡辺和彦,佐藤哲雄:1 %ディプリバン注 50ml バイアルで発生したコアリング. 麻酔 50: 635-636, 2001
- 9. Birnbach DJ et al: Use of Atraumatic Spinal Needles Among Neurologists in the United States.Headache 41:385-90, 2001
- 10. http://www.jmed.jp/jp/images/info/20100402.pdf

日本医療器材工業会における 規格・基準関連 用語のあり方

用語統一のためのガイドライン

- 11. 鈴木利保. 侵襲的手技に対する正しい器材の 知識.-低侵襲的中心静脈穿刺を中心に-. 麻酔 59(増刊): S181-S195, 2010.
- 12. http://www.terumo.co.jp/medical/products/02_chusya/chusya_04.html
- 13. http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/venipuncture

ABSTRACT

Effects of leakage after needle puncture by changing bevel orientation and stick angle on a rubber tube blood vessel model simulation

Toshimitsu Nogami, Kanemitsu Higashi*

Leakage from a needle stick hole is a medical concern. We previously reported benefits of needle insertion with bevel down at a shallow angle to reduce coring using a paper stick

model. In this report we used infusion line rubber tube to approximate the elasticity of a blood vessel, and measured fluid leakage from needle puncture sites changing the angle and needle tip surface bevel direction.

Coring was least when a needle tip bevel side was down and puncture was at a shallow angle. When needle tip bevel directions were down, leakage increased with the steepness of stick angle. Simulation results of punctured holes to rubber tube were similar to cases of punctured holes on paper when needle tip direction was down. However some differences were found between rubber and paper when punctured with a needle tip bevel side up.

Leakage decreased as puncture angle decreased. Leakage may be directly related to the thickness of elastic rubber wall through which the needle must pass. In short, thicker wall pass equals less leakage. Elastic wall thickness tended to cancel out the differences of needle tip bevel orientation. However, when comparing the same stick angle in both bevel orientations, bevel side down showed smaller leakage than bevel side up.

To reduce leakage from stick holes after needle puncture on a rubber tube, puncture should be at a shallow angle, increasing the thick pass of elastic rubber wall material, with needle tip bevel side down.

Key Words:

needle stick, needle tip, needle bevel direction, coring, leakage

Division of Anesthesia, Naruo Orthopedic Hospital, 12-24 Okada-machi, Chuo-ku, Kumamoto. 862-0958

*Kumamoto Masuika Clinic, 1st F Sanse-ru Kengunhigashi 1-3-1 Nuyamazu, Higashi-ku, Kumamoto, 861-2102

メーカーへの改造依頼により実現した麻酔科医専用点滴アラーム 東 兼充 , 野上俊光*

はじめに

輸液ポンプやシリンジポンプには,投与終了 や閉塞アラームがあり,薬剤投与切れを未然に 防いでいる.しかし,レミフェンタニールやプ ロポフォールによる全静脈麻酔が近年急速に普 及したが、これらの薬剤投与中にメインルート となる輸液の終了や閉塞を知らせるアラームは、 いまだ普及していない.メインルートの中断によ り,麻酔中に静脈麻酔薬が患者に届かずに,麻酔 が浅くなりヒヤリとした経験がある麻酔科医は 少なくないと考えられる,今回,たまたま,ネッ ト上で見つけた市販の点滴用アラームを全静脈 麻酔中に使用してみた.しかし,実用には程遠 く様々な問題があった.問題点をメーカーに伝 えると、メーカー側が問題点を検討して、麻酔 科医用の点滴アラームを作成してくれることに なった.試作機を使用しながら検討を加え,あ る程度実用に耐える麻酔科医用点滴アラームが 作成されることになった.

市販の点滴アラーム 「看護婦さーん」の問題点:

麻酔中の点滴アラームの必要性を感じ,希望に沿ったものが購入できるかどうかネットで検索した.大手メーカーが製造していると考えていたが,見つけることができなかった.いろいろ検索して,大昭電機株式会社 (東京:外神田 (秋葉原)) の点滴用アラーム「看護婦さーん」をみつけた.値段は 12000 円と医療機器としては安く,早速注文し入手した.この点滴アラームを麻酔中に使用してみた.形状は図 1 のようなものである.点滴筒に装着することによりスイッ



図 1 改造依頼前の点滴アラーム本体は36gと小さい.点滴筒に装着すると,電源スイッチがはいる.ピピピと音がするので,電源が入ったことがわかる.電池切れのチェックにもなる.滴下を検知するとピッ,ピッと音が10回鳴る以後は静かになる滴下を10秒間感知しないと,アラームが鳴る.しかしアラーム音が小さい.使用途中での電池切れがわからない.電源スイッチが不安定で途中できれることがある.電池容量が小さく使用できる時間が短い.

チが入るようになっている.重さも 36g と小型で軽量だった.滴下が中断されるとアラームが鳴り,輸液の終了や閉塞を感知するのに確かに便利だった.しかし,何度か使用してみると問題点が見えてきた.

- 1,電源スイッチが不安定で,点滴筒から少しで も離れるとスイッチが切れた.そのため麻酔中 に,途中で電源が切れることがあった.
- 2,電池容量が小さく,数十時間で電池が消耗し, 交換が必要であった.
- 3,電池切れアラームがなく,いつの間にか,電池切れとなる.
- 4,滴下を直接目視できる監視すきま窓が狭い.
- 5,輸液セットの点滴筒がメーカーや型番によっては,センサーとサイズが合わないことがあり, 取り付けることさえできない.

くまもと麻酔科クリニック

^{*}成尾整形外科病院

- 6,センサーが点滴筒部分からずり落ちて落下し, 破損の可能性がある.
- 7,アラーム音が小さく,アラームが鳴っても気 つかないことがある.

以上のような問題点があり,麻酔中の点滴アラームとしては,使用に注意が必要であり,実用には問題があった.そこで,上記の問題点を,メーカーに伝えたところ,要望に沿って点滴アラームを新たに作成してくれることになった.

試作1号機とその問題点:

問題点の指摘をうけ,新しい点滴アラームが 作成された.既存の部品を生かしたセンサー部 と,新たに作成された操作本体とに分かれた図 2のような形となっていた.トグルスイッチが本 体の上部にとりつけられて,電源スイッチの不 安定性が解消されていた.電源ON および電池 消耗表示 LED, 滴下確認点滅 LED, 滴下終了表 示 LED が新たに取り付けられ,アラームの音量 も本体中央部のボリュームつまみを回すことに より,調整できるようになっていた.本体は点 滴スタンドに紐でぶら下げるような形を提案し て,そのままこの案が採用された,これにより 固定金具を使用するより製品価格ややすく抑え ることができた.実際に使用してみると,大き い本体部分が加わったものの,以前のものより, 使いやすく, 点滴の終了や閉塞を的確に知らせ ることができるようになっていた.滴下の状態 も LED ランプで確認できる.電池寿命もボタン 電池から単三電池3本と大きくしたため,連続 使用 1000 時間以上と大幅に長くなり, 実用性は 飛躍的に向上した.実際に使用しても,的確に 滴下終了や閉塞のアラームを鳴らすことができ るようになり,麻酔中の安全性向上に貢献でき るようになった.しかし更に,試用を進めると 新たな問題点が見えてきた.

1,麻酔導入時に点滴の滴下を速くし,滴下が水柱に近くなると滴下を検知できず,点滴終了でも,閉塞でもないのにアラームが鳴ってしまう.



図2試作1号機

センサー部と新たに本体が追加作成された.ひ もで点滴スタンドに吊るすようになっている.電 源スイッチが本体上部に,トグルスイッチとして 取り付けられている.アラーム音も調整できるよ うにボリュームが取り付けられた.電源,滴下, 終了表示 LED が新たに取り付けられた.

- 2,滴下目視すきま窓が狭く,本体の滴下確認 LED だけでは,滴下の確認が難しい.
- 3,輸液ボトルを交換する時,電源を一旦切る必要がある。
- 4. 点滴筒とセンサー部が合わないことがあり, 使用できない場合がある.

これらの問題点をふまえ以下のように提案 した.

- 1,麻酔中は,導入時だけでなく,麻酔維持中も薬剤の側管注入時等に,点滴を早くすることがあり,点滴が水柱状になる.この場合でも点滴中と認識できるような仕組みへの改造.
- 2,滴下目視確認用のすきま窓も,既存の部品を 利用しているため以前同様狭く,滴下がみえに くい.可能ならもう少し広く.
- 3,センサー固定も,メーカーや型番が異なるとうまくいかないことがあり,もっと柔軟に対応できる仕組みの開発.
- 4,輸液ボトル交換時に,いちいち電源を切らなくてもよいように,リセットボタンの増設.
- 5,滴下の目視が難しいので,本体だけでなく, センサー部にも,滴下確認用の LED ランプを 増設.

その他いろいろ試用しながら思いついたこと

を,メーカー側に報告した.

試作2号機

試作1号機の上記改良テーマをもとに,試作2 号機(図3)が作成された.見た目はあまり変わ らないが, さまざまな変更がなされた, 電源ス イッチが本体上部のトグルスイッチから本体前 面に移され,なた,押しボタン式に変更された. リセットボタンも新たに作成され、点滴ボトル 交換時に電源を切らなくてすむようになった.滴 下表示 LED ランプも本体だけでなく, センサー 部にも要望通り増設され、より滴下が視認しや すくなった.センサーの点滴確認用のすきま窓 も少し幅が広くなり,直視下での滴下の確認も しやすくなった.しかし,大きく異なるのは,滴 下感知システムの改良であった.麻酔導入時や, 側管からの薬剤投与時に,点滴速度を一過性に 早くすると,滴下が水柱状になり,アラームが 鳴ってしまった、しかし試作2号機では、この 作動を防止することができるようになっていた. 今までの回路を生かし,あまりコストをかけず に改良が行われた.その結果,この滴下検知シ ステムは,新たな特許(特許5009427号)を取得 することができた.

試作1号機と2号機の滴下検知 システム(特許)の違い:

図4は,試作1号機の滴下感知センサーのシステムを表したものである.1つの発光素子と2つの受光素子からなっている.発光素子から,出された光が2個の受光素子で受光される.受光素子が2個あるのは,下の受光素子で,滴下した水滴の跳ね返りによる信号を除去するためのものである.受光信号が,水滴通過時に,一過性に減弱(減弱信号)され,滴下後は,光の遮断が解除されもとの信号(基準信号)に戻ると滴下とみなされて,滴下が順調におこなわれていると認識される.一定時間,減弱信号と基準信



図3 試作2号機

センサー部にも,新たに滴下確認 LED が追加された.電源スイッチが本体上部のトグルスイッチから本体前面のボタンスイッチに変更された.リセットスイッチが増設された.センサーの滴下検知機能が改善され,滴下を速めて,水柱状態となっても検知できるようになった.

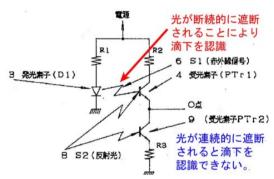


図 4 従来機および試作 1 号機の滴下検出回路 (参考文献 1 より引用)

発光ダイオードからの光が断続的遮断されることにより滴下を検知.滴下が早く,水柱状になり,連続的に光が遮断されると滴下を認識できずアラームがなる.

号のペアがなければ、閉塞ないし点滴終了とみなされてアラームが鳴る仕組みである。このシステムでは、滴下と滴下の間に信号が遮断されない部分(基準信号)があり、減弱信号と基準信号をペアで感知して、滴下確認 LED ランプが点滅する。つまり光が断続的に遮断されると滴下として認識される。しかし、点滴速度を速くて、滴下が水柱状態になると、この遮断されない部分(基準信号)がなくなり、減弱信号だけしか認識されなくなってアラームが作動してしまう。連

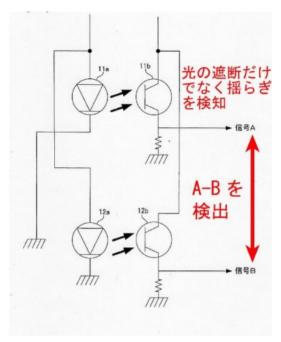


図 5 試作 2 号機の滴下検出回路 (参考文献 2 より引用)

発光ダイオードを 2 個に増やし,滴下による 光の遮断だけでなく,光の揺らぎを検出できるようになった.このため水柱状態の滴下でも,滴下 と認識できるようになった.この検知方法は特許 として認められた.

続的に光が遮断されると滴下があると認識され ないのである、そこで、図5のような新たな滴下 検出システムに変更された. 開発費を節約するた めの電子回路そのものは,ほぼ元の回路を用い, 発光素子を1個から2個に増やしてある、各々の 発光素子から出された光は,対向する各々の受 光素子で受光され電気信号に変換される.光の 軸の交叉部は,滴下部になるように設計された. この2つの受光電気信号の差を演算させ,差分 の変化から滴下を検知するシステムになってい る,滴下も何もない状態,つまり点滴筒内が空 気だけの場合,各々の受光電気信号の差は一定 である(信号に揺らぎがない状態).しかし,滴 下や,揺らぎのある水柱が間に入ると,受光電 気信号の差に変動がみられるようになる.この 差の大きさ(揺らぎ)を検知し,滴下の有無を判 断している、実際のセンサーの配置は、図6の

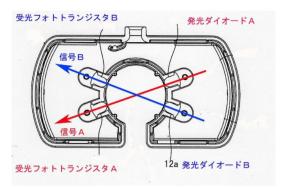


図 6 センサー部の発光ダイオードとフォトトラン ジスターの配置 (参考文献 2 より引用)

センサー部の上下像.水滴通過点で光の経路が交叉するように,発光部と受光部が配置されている.光の遮断だけでなく,滴下が早くなって水柱状態になっても,信号 A と B の差の有無から揺らぎを捕らえ,滴下を認識できるようになっている.

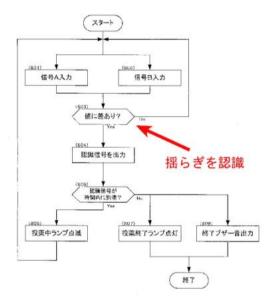


図 7 滴下検知のフローチャート (参考文献 2 より引用)

信号 A と信号 B の差から滴下を認識する. 点滴の滴下が早くなって水柱状になっても, 滴下を検知できる.

ようになる.滴下を認識する新しいシステムである.フローチャートで説明すると,図7のようになる.このシステムを用いることにより,麻酔中,滴下を速くして,滴下が水柱状となっても,その水柱の揺らぎを感知して,滴下継続中



図 8 , 市販品 点滴筒の大きさがちがっても対応できるように交換可能なアダプターがセンサーに付属 している .

と認識できるようになった.これは従来の輸液ポンプ等に付属している点滴アラームとはまったく異なるシステムである.そのため,今回,特許(特許5009427号)を取得することができた.

実際に市販されることになった点滴ア ラーム「てんんてきくん」と今後の課題

その後,輸液セットメーカーが違っても対応できるよう,点滴筒にあわせてセンサー部分にアダプターをつけるように設計され,このアダプターを交換することにより,メーカーや型番が違っても対応できるようになった.「てんてきくん」という名称で市販されている.価格はオープンで 24000 円程度となり,従来の改造依頼前の 12000 円と比べると倍近い値段となった.しかし医療機器としては,けっして高くない価格である.実際に試用してみて,十分に実用に耐えることが確認できた.市販機は,図 8 のようなものとなった.

今後の課題としては、やはり滴下監視すきま窓がせまく、直接目視しやすい構造への変更が期待される・操作本体も大きく、もうすこしることがのでしていては、とりつけ位置によっては、センサーがうまく作動しないことがある・点滴で表でして、で動く麻酔科医の意見をさらに聞いてもらい、現場で働く麻酔科医の意見をさらに聞いてもらい、臨床麻酔の安全性の向上に役立つ日本の製品とは、氏の忌憚のない意見をメーカーに言っていただきたい・

まとめ

今回,麻酔科医用の点滴アラームをメーカーの協力により,開発することができた.従来の点滴アラームでは,滴下を急速におこなった場合に滴下が水柱となりアラームが作動していた.今回あらたなシステムでは,水柱となっていても,その揺らぎを感知して滴下中ということを認識できるようになった.まだ筐体も大きく,滴下の視認性等,今後の課題があるが,麻酔科医用の点滴アラームとしては,十分実用に耐えるものができたと考えられる.今後の発展に期待したい.

重要なことは,麻酔科医(現場)の要望を聞いて,メーカーが動いて,ものを作ってくれたことである.必要なものがなければ,作っていこうという発想が大切であると考える.

引用文献

- 内海 那保 簡易型点滴用アラーム装置 実用新 案登録 3055280 号 1998-10-21
- 2. 大昭電気株式会社 関 忠 内海 那保 薬液検出 装置 特許 5009427 号 2012-06-08
- 3. 大昭電気株式会社 関 忠 薬液検出装置 特許 5009426 号 2012-06-08

$iPad^{\mathbb{R}}$ を用いた $FileMaker^{\mathbb{R}}$ Go による回収血認証システムの開発 吉川武樹、惣谷昌夫,萬家俊博 * ,土手健太郎 † ,長櫓巧 ‡

はじめに

近年,輸血施行時の輸血製剤取り違え防止のためバーコード認証による照合システムが広く使われている 1). 当院でも輸血部主導のもと,輸血実施の際には電子カルテと連動した PDA を用いてバーコードを読み取り,患者と輸血製剤の認証を行っている.しかし,この認証が行われているのは,日赤血の輸血製剤及び貯血式の自己血だけであり,回収式の自己血及び人工心肺の回収血では認証作業が行われていなかった.特に人工心肺の回収血においては,術後 ICU において取り違えが起こる可能性が非常に高いため対応策が求められていた.そこで今回,iPad®を用いた FileMaker® Go による回収血認証システムを着想した.

方 法

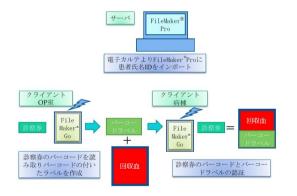


図1 本システムの構成図

PC 上に FileMaker[®]サーバを立ち上げ, 当院 の電子カルテネットワークから患者の情報をイン

- 愛媛大学医学部附属病院 麻酔科蘇生科
- *愛媛大学医学部附属病院 手術部
- †愛媛大学医学部附属病院 集中治療部
- ‡愛媛大学大学院 医学系研究科 生体機能管理学分野



図 2 iPad[®]内蔵カメラによるスキャン



図 3 当院の診察券

ポートを行い,クライアントとして $iPad^{\&}$ に File-Maker $^{\&}$ Go を導入する (図 1) $.iPad^{\&}$ にバーコードリーダアプリ CNS Barcode $^{\&}$ を導入し,カメラでバーコードを扱える様にする (図 2) . 当院では患者の種々の認証に診察券に印字された患者 ID のバーコードを用いた運営を行っており,本システムにおいても診察券 (図 3) を用いる $.iPad^{\&}$ 上で FileMaker $^{\&}$ Go を実行し,診察券読み込み」を実行すると (図 4), $iPad^{\&}$ 内蔵のカメ



図 4 診察券読み込み



図 5 バーコード作成

ラが起動,診察券に印字された患者 ID のバー コードを読み取り、CNS Barcode®の機能によ リバーコードを ${
m FileMaker}^{
m @}$ 上にオブジェクトと して作成し $^{2,3)}$ (図 5), 出来上がったバーコード をはがき大のラベルに印刷し,輸血バッグに貼 付する,輸血を施行する際には,診察券及び輸血 バッグのバーコードを読み取り,一致することで 本人の回収血であることを認証する(図 6).も し別の患者の血液であればエラー表示を出す(図 7).これらの認証を行った後,輸血を実施する.

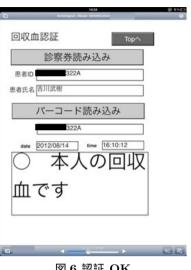


図6 認証 OK

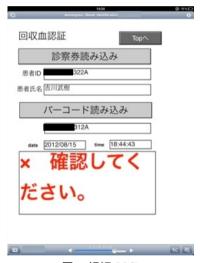


図7認証NG

結 果

当院でこれまで当院で行われていなかった人 工心肺回収血の認証作業を行えた.また,認証 のログが残ることで輸血の実施の補助的な記録 を残すことができた、また、システム自体は非 常に安価で作成できた.

考 察

本システム構築中一番の苦労点は iPad2®の内 蔵カメラの解像度の問題である、iPad2®のカメ ラの解像度は 92 万画素と精度が低く, またオートフォーカスに対応していないため, 診察券の読み取りが困難であった. そこで本システムでは 2 点とも改善された iPad3[®]を用いることにした. iPad3[®]の内蔵カメラの解像度は 500 万画素であり, またオートフォーカス対応である. バーコードの読み取り・スキャンはスムーズに行えないと業務に支障をきたすため, この問題を重視した.

また本システムの導入により,本来の手術時の業務の負担にならないよう,操作性・インターフェイスに工夫する必要があり,直感的に操作できるよう心がけた.iPad[®]をはじめとしたタブレット型PCは近年かなりのスピードで普及しており,そのことからも実際の操作者の負担を減らすことができると考える.

システムのログをとることで,医療者が行った医療行為の実施の記録をとる一助になると考える.確実な医療行為の実施の記録は求められているが,その記録すること自体が本来の医療行為の妨げになってはならない.医療者に負担をかけることなく,実施の記録が半自動的にとれているようなシステムを構築することが望まれていると考える.

参考文献

- 1. Jensen NJ, Crosson JT. An automated system for bedside verification of the match between patient identification and blood unit identification. Transfusion 1996;36:216-221.
- 2. 野沢直樹: FileMaker Pro11 スーパーリファレンス for Windows & Macintosh, 2010, ソーテック社
- 3. 野沢直樹 ,村上 弘子: iPad 2 Perfect Manual, 2011 ,ソーテック社

ABSTRACT

Development of FileMaker[®] Go Verification System for Postoperative Autologous Blood Retransfusion by using iPad[®] Takeki Yosihkawa¹⁾, Masao Soutani¹⁾, Toshihiro Yorozuya²⁾, Kentaro Dote³⁾, Takumi Nagaro⁴⁾

It is recommended that a medical staff verify the match between patient and blood product by a bar-code authentication system to prevent medical accidents. However, our hospital only verifies the blood products of the Japanese Red Cross Society and the preserved autologous blood, not the autologous blood salvaged during the operation or from the oxygenator. So, it is needed that an authentication system to identify such a salvaged blood. In this study, we developed the bar-code medication administration system and mobile device for verification. The mobile device we have chosen is iPad[®] and we developed the FileMaker® database. This system will prevent blood transfusion errors in the ward setting.

key word:

iPad, FileMaker, autotransfusion, operative blood salvage, safety management, barcoded medication administration

- 1) Department of Anesthesiology & Resuscitology Ehime University Hospital Shitsukawa, Toon, Ehime ,791-0295, Japan
- 2) Department of Surgical Center Ehime University Hospital Shitsukawa, Toon, Ehime, 791-0295, Japan
- 3) Department of Intensive Care Unit Ehime University Hospital Shitsukawa, Toon, Ehime ,791-0295, Japan
- 4) Department of Anesthesia and Perioperative Medicine Ehime University School of Medicine Shitsukawa, Toon, Ehime, 791-0295, Japan

JSA PIMS とMS Excel 及び Filemaker Pro との ODBC 連携の ポイント

佐和貞治 , 橋本悟*

はじめに

日本麻酔科学会が支援する麻酔台帳システム (JSA PIMS) は,オープンソースのオブジェクト 関係データベース管理システム (ORDBMS) である PostgreSQL を利用している.院内 LAN で作動する JSA PIMS に蓄えられた麻酔・手術情報を簡便に最大限活用するという観点から,2006年に年間 6,200 件を上回る手術・麻酔症例の管理に対して,市販アプリケーション MS Excel と Filemaker Pro を JSA PIMS の PostgreSQL に ODBC(Open Database Connectivity) 連携させて,必要なデータを JSA PIMS よりアプリケーション側に取得して安価でかつ現場のニーズに応じた可塑性の高い業務支援システムを作成し,今日までの約 6 年間に臨床の現場で活用してきた(図 1).

とくに麻酔準備指示票や麻酔説明同意書などの帳票類のバッチ処理作成・印刷,麻酔統計分析,診療報酬自動計算,手術スケジューリングなどに簡便に利用している.このように JSA PIMS に蓄えられた情報が,使い慣れた MS Excel や Filemaker Pro に簡便に取り込めれば便利なのであるが,実際には「ODBC データ連携のコツ」を押さえないとシステム構築には苦労を要する.MS Excel や Filemaker Pro と PostgreSQL との ODBC 連携や SQL 命令文を通じたデータの送受診方法などについては,市販のアプリケーション解説書にはあまり詳しく記載されておらず,また記載されていても実際には実用的でない方法も多く現場でのデータ連携構築を難しくしていると考える.今回,これらのデータ連携がより多



図 1 JSA 麻酔台帳と市販アプリケーション ソフトとの ODBC 連携



図 2 Open Database Connectivity (ODBC)

くの施設で簡便に利用できるように , JSA-PIMS の PostgreSQL と MS Excel や Filemaker Pro の データ連携について我々の経験と方法を整理してまとめる . 参考までに ODBC(Open Database Connectivity) とは , Microsoft 社によって 1992年に提唱されたデータベースにアクセスするためのソフトウェアの標準仕様である (図 2) .

各データベースの違いは ODBC ドライバによって吸収されるため,ユーザは ODBC に定められた手順に従ってプログラムを書けば,接続先のデータベースがどのようなデータベース管理システムに管理されているか意識することなくアクセスできるようになる.ただし,ODBC連携を実際に構築するためには,必要なプロセス(プリセットプロトコール)を組み立てておく必要があり,少しコツを要する(図3).

京都府立医科大学麻酔科学教室

^{*}京都府立医科大学附属病院集中治療部

Server

Side:

ODBC Driver インストール PostgreSQL DataBase

2 (Option) SQL View設定

OS Layer

Client 3
Side:

3 ODBC Driver Data Source設定

- Application (FileMakerPro, MS-Excel) SQL命令(View呼込) 記述
- 5 Data Source Name (DSN) 指定
- 6 自動化マクロ(スクリプト)記述

図 3 ODBC 連携のコツ

関連ファイルや,プログラムコードなどについてのより詳細は,著者のブログサイト

http://anesth-kpum.org/aow/Anesthesia_One_Way/Welcome.html を参照ください。

I. JSA2Excel(JSA 麻酔台帳と MS-Excel との ODBC 連携) の作成

JSA 麻酔台帳の入力データを取り込むマクロを Excel に組み込んでみるところから開始して,全体のデータを Excel ワークシートに転送する方法,麻酔予約情報を整理して取り込む方法,そして最後に麻酔お台帳情報のワークシートを完成させる.JSA 麻酔台帳の入力データを取り込むための MS-Excel のマクロを組み込んでみるところから開始するが,その前に,以下の4つの下作業が必要となる.

1) 準備作業

① PostgreSQL の環境設定変更

ネットワークから PostgreSQL にアクセスできるように, PostgreSQL の環境設定を変更する.デフォルトでは, PostgreSQL には, local-host(JSA 麻酔台帳をインストールしたパソコン) からしか直接繋がらない. JSA 麻酔台帳では, Web サーバも postgreSQL も同じホスト上で動作しているので,クライアント (ブラウザ)のホストは LAN 内でもインターネット上でもどこからであっても,直接アクセスするのは同一ホストの Web サーバなので問題はないが,例えば, Web サーバ, PostgreSQL が 192.168.0.2, Excel をつかうパソコンが 192.168.0.3 のよう

に異なるホストのときは、設定変更が必要となる.つまり Excel を使うパソコンが、JSA 麻酔台帳をインストールしたパソコンなら問題ないが、Excel からネットワークを通じて接続するためには、PostgreSQL の環境設定ファイル (postgresql.conf と pg_hba.conf) を変更する必要がある.環境設定ファイルは、"Program Files\PostgreSQL\8.0\data "の中にある.postgresql.conf はテキストファイルなので、テキストエディタを使って、

#listen_addresses = 'localhost' # what IP interface(s) to listen on; \checkmark

#defaults to localhost, '*' = any ✓

の部分を書き換える.この listen_addresses パラメータは,TCP/IP による接続,つまり IP ネットワーク経由の接続をどのインタフェースで有効にするかを設定するものだ.デフォルト値の「localhost」では,自ホスト内からの接続だけが有効になっている.外部ホストからの接続も受け付ける場合は,以下のようにインタフェースのアドレスをカンマ区切りで列挙する.

listen_addresses = 'localhost,192.168.0.10' # what IP interface(s) to listen on;

全てのインタフェースで接続を受け付けるなら,
「*」を指定しておけばよい.

listen_addresses = '*' # what IP interface(s) to listen on;

✓

もうひとつの設定ファイルである pg_hba.conf に関しては、デフォルトでは UNIX ドメインソケットと、ローカルな TCP/IP ソケット (127.0.0.1/32) のみが許可されている。つまり PostgreSQL サーバ自身の内側からの接続だけが許可されているわけだ。例えば LAN 内 (192.168.0.*) からのアクセスを無条件で許可したければ、以下の設定を追加しておけばよい。

host all all 192.168.0.0/24 trust **↓**

でも,これらの変更はJSA麻酔台帳にも供給されている postgreSQL tools である pgAdmin III か

¹ **┩**記号はここまで 1 行を示す

らできる .pgAdmin III を立ち上げて「ファイル」 メニューをプルダウンすると「postgresql.conf を開く」と「pg_hba.conf を開く」が見つかる . なお , postgresql.conf や pg_hba.conf を変更し た場合は , 忘れずにサーバプロセスに設定を再 読込させる . 変更した後「ツール」メニューか ら「サービスを停止」「サービスを開始」すれば よい .

② ODBC ドライバのインストール

Excel のマクロで PostgreSQL を操作する ためには, ODBC(Open Database Connectivity) ドライバーソフトをパソコンにイン ストールしておく必要がある. Excel を使う パソコンが, JSA 麻酔台帳をインストール したパソコンであるなら, すでに「Program Files\PostgreSQL\8.0\odbc\psqlodbc.dll」が 見つかる、それ以外のパソコンなら、簡単には 麻酔学会から供給された JSA 麻酔台帳の CD の 中にある postgreSQL だけをインストールして おけばよい.あとは, Window の「ODBC デー タソース」の「システム DSN」か「ユーザー DSN , へこのドライバを登録しておけば , Excel の外部データ取り込み機能が使えるようになる. Windows XP では、「コントロールパネル」の 「パーフォーマンスとメインテナンス」の「管理 ツール」の「データソース (ODBC) ショートカッ ト」で登録する. ただし, ADO(ActiveX Data Objects, このあと説明) を利用すれば, ADO が ODBC の上位のドライバとして存在するために ここでの DSN への登録は不要であろう.

③ ADO(ActiveX Data Objects) の利用

Excel から外部データを編集するために「、ADO オブジェクト」という機能を利用する.Excel を立ち上げ,メニューバーから「ツール」 \rightarrow 「マクロ」 \rightarrow 「Visual Basic Editor」を立ち上げ,そのメニューバーから「ツール」 \rightarrow 「参照設定」を開く.参照可能なライブラリーがいっぱい出てくるので「Microsoft ActiveX Data Objects *.* Library」の最新版 (2.8) にチェックマークを入

れる.

④ Windows Firewall の設定

ここまできても,ちゃんと動かないことがある.たいていは,自動設定されている MS Windows の Firewall で,port 5432 へのアクセスが制限されたりしていることが原因だ.Windowsのコントロールパネルから,セキュリティーセンターを選択して,Firewall の設定を解除するか,正しく port ヘアクセスできるようにする必要がある.ファイアウォールの設定画面が表示されたら,[有効] が選択されていることを確認し,まず一時的に [無効] にして,接続動作が正しくできるかどうか確認してみる.その後,[有効] に戻して,[例外] タブを選んで,適切にポート 5432 へのアクセスを追加する.

2) JSA2Excel Excel と JSA を接続

 pgAdmin III で JSA 麻酔台帳のデータベー ス構造を調べる。

pgAdmin IIIで JSA 麻酔台帳の PostgreSQL データベースのテーブル構造を覗いてみよう.「テーブル」をクリックすると,100 個以上のテーブルの名前が表示される.アルファベット順の一番最初に「ane_method」というのがあるのがわかる.クリックすると,このテーブル「ane_method」は7つの列 (field) で構成されていることがわかる.名前から想像するに,麻酔法についてのテーブルであろう.他にも「dept」(科名)「hosp(病院名)「patient」(患者名) などのテーブルが存在することが容易に想像できる.ここでは,とにかく Excel と JSA 麻酔台帳の本体である PostgreSQL のデータベース「jsa」をExcel のマクロで ADO を操作して繋げてみる.

② Excel のマクロで JSA 麻酔台帳に接続して \mathcal{A} る $^{1)}$.

アルファベット順の一番最初のテーブル「ane_method」は7つの列 (field) で構成されている. おそらく名前から想像するに,麻酔法についてのテーブルであろう. このテーブルの情報を, Excel のワークシートに転送するマクロを組

んでみた.このワークシートは,ローカル環境, すなわち JSA の麻酔台帳がインストールされた パソコンで作動する.PostgreSQL の ODBC ド ライバのインストールと,ADO のアクチベー ションを忘れずに行う.

Excel のマクロのコードは、標準モジュール内の「module1」に記載された関数 function とSheet(menu)内のコードに記載されているサブルーチン(Sub)で構成されている. ワークシート(menu)内に、3つのボタン(接続、切断、取り込み)をコントロールツールボックスのボタンを用いて作成した.それぞれのボタンは、後ほど説明するSheet1のコード内のサブルーチン CommandButton1_Click()らと対応している.これらのサブルーチンは、ボタンがクリックされると実行され、サブルーチンの中から、moduleに記述された5つの関数が呼び出されることで、Excel が ADO を通じて、jsa に接続される. コードは、PostgreSQL 用に書き直して作成した.

<module1 $\mathcal{O} \mathcal{I} - \mathcal{F} >$ Option Explicit Option Compare Text

Public Cn As New ADODB.Connection ' データベースへの接続

Public Rs As ADODB.Recordset

[,] レコードセット

Public Case_Count As Long

['] データの最終の行番号

Public Const SheetEnd As Long = 65535

[,]ワークシートの最終行

Function P_CnString() As String

' PostgreSQL データベースへの接続文字列を返す P_CnString = "DRIVER=PostgreSQL;" _

& "SERVER=localhost;" _

& " DATABASE=jsa;" _

& "UID=postgres;" _

& "PWD=jsa2006"

End Function

Function P_OpenDatabase() As Integer

On Error GoTo Err_proc Cn.ConnectionString = P_CnString() Cn.Open Err_proc:

If (Err.Number <> 0) Then

Call MsgBox(Err.Description)

Call MsgBox("データベースに接続できません。")

Set Cn = Nothing

End If

 $P_{-}OpenDatabase = Err.Number$

End Function

Function P_CloseDatabase() As Integer

Cn.Close

Set Cn = Nothing

 $P_{-}CloseDatabase = Err.Number$

End Function

Function P_CheckDatabase() As Boolean

If Cn.State = adStateClosed Then

P-CheckDatabase = False

Else

 $P_{-}CheckDatabase = True$

End If

End Function

Function P_LoadTable(TableName As String, _ CellAddress As String) As Long

⁷ テーブルの全レコード/全カラムのデータをワーク

´テーノルの全レコード/全カラムのテータをリー シートに読み込む

['] TableName?:テーブル名

['] CellAddress:読み込み先のセル番地

On Error GoTo Err_proc

Dim Sql As String

[']SQL ステートメント文字列

[,] RecordSet オブジェクトの初期化

Set Rs = New ADODB.Recordset

[,] レコードセットのオープン

 $\mathrm{Sql} = \mathrm{"SELECT} * \mathrm{FROM} \; \mathrm{"} \; \& \; \mathrm{TableName}$

[']SQL ステートメント生成

Rs. Open Sql, Cn

¹ レコードがあるときだけワークシートに転送

If Rs.EOF = False Then

Rs.MoveFirst

Range(CellAddress).CopyFromRecordset Rs

,ワークシートに転送

, レコード数を取得

PLoadTable = Range(CellAddress).

End(xlDown).Row - 1

If $P_LoadTable = SheetEnd Then$

⁷ レコードが 1 件のみのとき補正する

 $P_{LoadTable} = 1$

End If

Else

[,] レコードがない

P_LoadTable = 0

End If

[,] レコードセットのクローズ

Rs.Close

Err_proc:

If (Err. Number <> 0) Then

Call MsgBox(Err.Description)

Call MsgBox("レコードの読み込みでエラーが

発生しました")

End If

Set Rs = Nothing

End Function

とくに PostgreSQL の jsa データベースへ接続 するためのドライバを指定する関数内の記述に ついて,以下のように記述する.

Function P_CnString() As String

['] PostgreSQL データベースへの接続文字列を返す P_CnString = "DRIVER=PostgreSQL;" -

& "SERVER=localhost;" _

& "DATABASE=jsa;" _

& "UID=postgres;" _

& "PWD=jsa2006"

End Function

ここではユーザ ID(UID) "UID=postgres;" やパスワード "PWD=jsa2006" をデフォルトから変更されている場合は,記述を変更通りに修正する必要がある.それから,もしネットワーク環境で使用したければ,当然, "SERVER=localhost;"をインターネットの IPアドレスかドメインネームに変更する必要がある.

このマクロ内では,P.LoadTable() 関数が,ADO を介した接続およびデータ取り込みを行っている.PostgreSQL のターゲットとなるテーブルは,この関数の引数として,次のSQL 文に引き渡される.

Sql = "SELECT * FROM " & TableName

J

この一行がこのマクロの心臓部分である.この段階ではまだ,簡単な SQL 命令 SELECT だけだが,このプロジェクトが進むとこの一行は

もっと複雑になる.

<Sheet1 $\mathcal{O} \exists \vdash \vdash >$

Option Explicit

Option Compare Text

[,]データベース接続

Dim Status As Integer

[,]データベース接続結果

If P_CheckDatabase() Then

⁷データベースへの接続を確認

Beep

Else

 $Status = P_OpenDatabase$

[,]データベース接続

If Status = 0 Then

Range("C2").Font.Color = RGB(255, 0, 0)

,赤色文字列表示

Range("C2").Value = "データベース接続中"

Else

Range("C2").Font.Color = RGB(255, 0, 0)

,赤色文字列表示

Range("C2").Value = "データベース接続エ

ラー"

End If

End If

End Sub

Private Sub CommandButton2_Click()

[,]データベース切断

Dim Status As Integer

"データベース切断結果

If P_CheckDatabase() Then

[,]データベースへの接続を確認

 $Status = P_CloseDatabase$

, データベース接続解除

If Status = 0 Then

Range("C2").Font.Color = RGB(0, 0, 255)

,青色文字列表示

Range("C2").Value = "データベース未接続" End If

Else

Beep

End If

End Sub

Private Sub CommandButton3_Click()

, データの取り込み

Dim Status As Integer

[,]データベース接続結果

If P_CheckDatabase() = False Then

⁷データベースへの接続を確認

 $Status = P_OpenDatabase$

[,]データベース接続

If Status = 0 Then

Range("C2").Font.Color = RGB(255, 0, 0)

,赤色で文字列表示

Range("C2").Value = "データベース接続中"Else

Range("C2").Font.Color = RGB(255, 0, 0)

,赤色で文字列表示

Range("C2").Value = "データベース接続エラー"

Exit Sub

End If

End If

' テーブル (ane_method) のデータをシートに読み込 む

Worksheets("menu").Activate

,シートを選択

 $Worksheets ("menu"). Range ("A7:Z32"). Select \\ Selection. Clear Contents$

Case_Count = P_LoadTable("ane_method", "A7")

 $Worksheets ("menu"). Range ("A7"). Select \\ End Sub$

この中で,とくに重要なのは「取り込み」ボタンで実行されるサブルーチン CommandButton3_Click() の中の関数呼び出し P_LoadTable である.

Case_Count = P_LoadTable("ane_method",
"A7")

✓

この P_Load Table 関数の引き渡し値で , jsa の データベース内のテーブル名「ane_method」を 指定し , 内容をワークシートの「A7」に転送するようにしている .

- 3) JSA2Excel JSA の全テーブル内容を Excel へ転送
- ① JSA 麻酔台帳の PostgreSQL データベース jsa の全テーブル内情報を Excel のワークシート へ読み込む。

一気に全テーブルのデータを全部 Excel のワークシートに転送するマクロを組んでみる. JSA2Excel Test1 で使用した module 1 の関数はそのまま利用して,ワークシートのボタンと連携したサブルーチンだけを拡張すればよい.一つのテーブル情報を,同一名のワークシート一枚に取り込ませるようにする.つまり,この Excelのファイル (エクセルではブック Book と言う)は,各テーブル読み込み用のワークシートと最初の menu ワークシートで構成される.

マクロプログラムコードで変更を加えたのは,「menu」シートのサブルーチン「 $CommonButton3_Click()$ 」のみである.

Private Sub CommandButton3_Click()

Dim Row_Name As String ' シートの行番号 Dim Status As Integer ' データベース接続の結果

[,]データベースへの接続を確認

If $P_{-}CheckDatabase() = False Then$

[']データベースに接続していない?

 $Status = P_OpenDatabase$

[,]データベースへ接続

If Status = 0 Then

Range("D10").Font.Color = RGB(255, 0, 0)

,赤色で文字列表示

Range("D10").Value = "データベース接続中"

Else

Range("D10"). Font.Color = RGB(255, 0, 0) ' 赤色で文字列表示

Range("D10"). Value = "データベース接続エラー"

Exit Sub

End If

End If

'テーブルのデータをシートに読み込む

Worksheets("ane_method").Activate

,シートを選択

 $\label{eq:case_Count} \begin{array}{ll} & \text{Case_Count} & = & \text{P_LoadTable("ane_method"}, \\ & \text{"A2")} \end{array}$

Worksheets("befope_note").Activate

[']シートを選択

Case_Count = P_LoadTable("befope_note", "A2")

.....

Worksheets("ward").Activate
'シートを選択

Case_Count = P_LoadTable("ward", "A2")

End Sub

End Sur

つまり,

Worksheets("テーブル名").Activate 'シートを選択

Case_Count = P_LoadTable("テーブル名", "取り込みセル位置")

をテーブル数だけ繰り返す.PostgreSQL の jsa の各テーブルに保存されたフィールド内容が,Excel の同名のワークシートへ,取り込みセル位置を基準として転送される.P.LoadTable 関数は,データ数を戻り値として返すため,マクロの変数 Case_Count に取りあえず収納しているがここでは意味はない.

② Excel のワークシートへ読み込まれたテーブ ル情報を解析して , JSA 麻酔台帳の PostgreSQL データベース jsa の各テーブルを理解する .

「medis_dismst」テーブルの内容は、MEDIS の病名コードの情報を保存したテーブルである ことが一目瞭然である.同様に「medis_opemst」 は,手術名コードであることもわかる,さら にテーブル内容をチェックしていくことで 「ope_*****」というようなテーブルは,麻酔台 帳情報を保存し「opersrv_*****」というような テーブルは,麻酔予約情報を保存したリレーショ ナルテーブル群であることがわかる.患者情報 は「patient」, スタッフ情報は「staff」, 科名は 「dept」テーブルに保存されているようだ. 麻酔 予約情報やお台帳情報は,リレーショナルなテー ブル群に患者番号フィールド「patient_no」や手 術番号フィールド「ope_no」にテーブル間で関 連づけられて複数のテーブルに分散されて保存 されているのが理解できる.

このように「P_LoadTable 関数の SQL 命令」, つまり,

Sql = "SELECT * FROM " & TableName ↓ だけを書き換えれば,都合のよい情報だけを引き出せることがわかる.

4) JSA2Excel 麻酔予約情報

これまでに作成してきた方法をそのまま応用して,もう少し意味のあるものに拡張してみる.JSAの麻酔台帳には,ご存じの通り「麻酔予約機能」と「お台帳機能」がある.2つの機能は,その間に位置する「振り分け機能」で関連付けられている.簡単には,予約された手術に対して,手術室や麻酔医を割り振ることで,お台帳にデータが転送される.このお台帳に予約の機能がウェブインターフェース付きで実装されていることは,先進的だといえる.でも,この「割り振り機能」にまったく柔軟性・機動性がない.そのために,お台帳機能のみを利用せざるを得ないのが実情である.もちろんこの麻酔予約機能にもたいへんな機能不足がある.たとえば,

- 1) 予約される手術に対して,予定手術とか臨時手術とかの分類・識別ができない,
- 2) 各科に割り振られた手術枠に無関係に予約入

力が可能,

- 3) 予約締め切り設定ができない.
- 4) 中止や延期に対応していない,

などの問題点がある.これらの機能こそ,日々,無節操に申し込みされることに対する制御機能として,麻酔科医が求めていることではないだろうか.状況に応じて,予約された手術は,いろいろな段階で中止・延期される.主治医の判断で中止になることもあれば,麻酔科医の判断で中止になることもある.要するに,術前の管理を行う前に中止にされることもあれば,術前の管理を行う前に中止になることもある.このあたりの大事な制御機能が,このJSAのデータベースにはまったくといって無い.予約された手術に対して,予約リストを作成し,術前管理を行うとかいうような小回りがきかない.このあたりの機能をここで作成するJSA2Excelに期待する.

① JSA 麻酔台帳の麻酔予約情報 (月別) を Excel へ転送する.

まず JSA データベースに予約された情報 を月別,もしくは日ごとに Excel に転送する JSA2Excel を作成する.ここでは,うちの病院 に合わせて,ひと月の予約症例は500までとし たが、簡単に拡張可能である. Excel のワーク シートには,今まで通り,データベース接続用 の3つのボタンと「year」「month」を格納する セル D2, E2 を確保した. あとは, 取り込みた いフィールド情報とその情報をもつテーブル名, フィールド名を見出しとして表示している.従 来の方法から,変更した点は,従来はコントロー ルボタンと連携したサブルーチンは,各ワーク シートに属するコードとして記載されていたが, 今回のように同じコードを各ワークシートが持 つようでは効率が悪いので,コントロールボタ ンのかわりに,フォーム機能のボタンを利用し て,ボタンに連携するサブルーチンプログラム は module「データ取り込み」に移した、他は、 module「接続関数」内の P_Load Table 関数内の SQL 文以外,変わったところはほとんどない.

さて,この JSA2Excel の前半部分の山が, Excel と PostgreSQL の接続にあり,そこはもう乗り越えたが,中盤の山はここ. いままでの SQL 文は,

 $^{\circ}$ Sql = "SELECT * FROM " & Table-Name?

, SQL ステートメント生成

というような簡単な一文であったが,今回はいきなり以下の通り.これは,見かけ上,何行にも渡っているが実はこれも一行の SQL 文である.ただし,あまりに長いので,行末を「 "」と行頭を「& " 」で区切って,複数行表示とした.

 $\label{eq:sql} \begin{aligned} & \text{Sql} = \text{"SELECT DISTINCT ON (ope_no)} \\ & (\text{extract(month from o_e_dt)} - \text{"-"} \\ & (\text{lpad(extract(day from o_e_dt)}, 2, '0')), \text{ patient_no,} \\ & \text{"} \end{aligned}$

& "ope_no, ane_dept_kbn,
dept_nm, ward_nm, main_doc, ope_doc,
(extract(hour from o_e_dt) —— ':' ——
lpad(extract(minute from o_e_dt), 2, '0')), " _

& "operoom_stay_tm, plan_ope_req_tm/60, (extract(hour from o_l_dt) —— ':' —— lpad(extract(minute from o_l_dt), 2, '0')), pat_nm, age, sex, dismst_no, " _

& "CASE WHEN f1 IS NULL THEN dis_nm WHEN dis_nm IS NULL

THEN f1 ELSE dis_nm —— ', ' —— f1 END, opmst_no, " _

& "CASE WHEN f2 IS NULL THEN ope_side
_____, ' ' _____ op_mst_nm WHEN op_mst_nm IS
NULL THEN ope_side _____, ' ' _____ f2 ELSE
ope_side _____, ' ' _____ op_mst_nm _____, ' ' _____
f2 END " _

& "FROM (SELECT DISTINCT ON (o.ope_no) o.patient_no, o.ope_no, o.ane_dept_kbn, dept.dept_nm, ward.ward_nm, b.staff_nm AS main_doc, c.staff_nm AS ope_doc, " _

& "o.operoom_ent_dt AS o_e_dt, o.operoom_stay_tm, o.plan_ope_req_tm, o.operoom_lev_dt AS o_l_dt, " $_$

& "o.pat_nm, o.age, patient.sex, o1.dismst_no, o1.free_dis_nm AS f1, " $_$

& "CASE WHEN substr(o1.dismst_no,1,1) = 'A' THEN hosp_dismst.dis_nm ELSE medis_dismst.dis_nm END, o2.opmst_no, o2.free_ope_nm AS f2, " $_$

& "CASE WHEN o2.ope_side = '1' THEN 'R)' WHEN o2.ope_side = '2' THEN 'L)' WHEN o2.ope_side = '3' THEN ' 両)' ELSE " END AS ope_side, " _

& "CASE WHEN substr(o2.opmst_no,1,1) = 'A' THEN hosp_opemst.op_mst_nm ELSE medis_opemst.op_mst_nm END " _

& "FROM opersrv AS o LEFT OUTER JOIN ope_main_doc AS d1 ON (o.ope_no = d1.ope_no AND o.patient_no = d1.patient_no) LEFT OUTER JOIN staff AS b ON (d1.main_doc_cd = b.staff_cd) "

& "LEFT OUTER JOIN opersrv_ope_doc AS d2 ON (o.ope_no = d2.ope_no AND o.patient_no = d2.patient_no) LEFT OUTER JOIN staff AS c ON (d2.ope_doc_cd = c.staff_cd) " _

& "LEFT OUTER JOIN opersrv_dept ON (o.ope_no = opersrv_dept.ope_no AND o.patient_no = opersrv_dept.patient_no) LEFT OUTER JOIN dept ON (opersrv_dept.dept_cd = dept.dept_cd) " _

& "LEFT OUTER JOIN ward ON (o.ward_cd = ward.ward_cd) LEFT OUTER JOIN patient ON (o.patient_no = patient.patient_no) " _

& "LEFT OUTER JOIN opersrv_dis_nm AS of ON (o.ope_no = o1.ope_no AND o.patient_no = o1.patient_no) LEFT OUTER JOIN hosp_dismst ON (o1.dismst_no = hosp_dismst.dismst_no) " _

& "LEFT OUTER JOIN medis_dismst ON (o1.dismst_no = medis_dismst.dismst_no) " _

& "LEFT OUTER JOIN opersrv_ope_nm AS o2 ON (o.ope_no = o2.ope_no AND o.patient_no = o2.patient_no) LEFT OUTER JOIN medis_opemst ON (o2.opmst_no = medis_opemst_opmst_no) " _

& "LEFT OUTER JOIN hosp_opemst ON (o2.opmst_no = hosp_opemst.opmst_no)

なんとも長い SQL 文だけれども,このプログラム文一発が, JSA 麻酔台帳から必要な手術予約情報を Excel に引っ張ってくる.この長い SQL 文は「SELECT*** FROM****」が入れ子構造になっている.つまり,

SELECT **** FROM (SELECT ****
FROM ******) WHERE *****

という二重構造になっている. つまり, 内側の SELECT 文で取り出したデータを, 外側の SELECT 文へ送って処理している. まず, 内側の SELECT 文からその中身を覗いてみる.

```
SELECT
  DISTINCT ON (o.ope_no)
                          (手術番号でユニー
クなデーターつを選択)
   o.patient_no,
                        (患者 ID)
   o.ope_no.
                       (手術番号)
    o.ane_dept_kbn,
                       (麻酔管理 麻酔科:0
 各科:1)
   dept.dept_nm,
                       (科名)
    ward.ward_nm,
                        (病棟名)
    b.staff_nm AS main_doc,
                           (主治医名)
    c.staff_nm AS ope_doc,
                         (執刀医名)
    o.operoom_ent_dt AS o_e_dt,
                              (入室時刻)
    o.operoom_stay_tm,
                               (滞在時間)
    o.plan_ope_req_tm,
                           (予想手術時間)
    o.operoom_lev_dt AS o_l_dt,
                             (退室時刻)
    o.pat_nm,
                           (患者名)
    o.age,
                           (年龄)
    patient.sex,
                          (性別)
    o1.dismst_no.
                          (疾患名コード)
    o1.free_dis_nm AS f1,
                        (自由記載疾患名)
    CASE
    WHEN
       substr(o1.dismst\_no,1,1) = 'A'
                                   (疾患名
コードが A で開始する場合,
     THEN
       hosp_dismst.dis_nm
                         病院独自疾患名コー
ド
     ELSE
                             それ以外では
         medis_dismst.dis_nm
MEDIS 疾患名コード)
    END,
    o2.opmst_no,
                          (手術名コード)
    o2.free_ope_nm AS f2,
                        (自由記載手術名)
    CASE
      WHEN
                            (手術側)
       o2.ope\_side = '1'
     THEN
       'R)'
                         (右側)
     WHEN
       o2.ope\_side = '2'
     THEN
       'L)'
                         (左側)
     WHEN
       o2.ope\_side = '3'
     THEN
       , 両),
                         (両側)
     ELSE
                         (それ以外)
    END AS ope_side,
    CASE
```

WHEN

opersrv_dis_nm AS o1

```
(手術名
       substr(o2.opmst\_no,1,1) = 'A'
コードが A で開始する場合,
     THEN
       hosp_opemst.op_mst_nm
                             病院独自手術
名コード
     ELSE
       medis_opemst.op_mst_nm それ以外では
MEDIS 手術名コード)
   END
FROM
                (手術予約情報テーブル)
   opersry AS o
   LEFT OUTER JOIN
     ope_main_doc AS d1
                       (主治医テーブルを結
合)
       (o.ope_no = d1.ope_no AND o.patient_no
= d1.patient_no)
   LEFT OUTER JOIN
    staff AS b
              (主治医名を得るために職員テー
ブルを結合)
     ON
   (d1.main\_doc\_cd = b.staff\_cd)
   LEFT OUTER JOIN
                         (執刀医テーブルを
    opersrv_ope_doc AS d2
結合)
     (o.ope_no = d2.ope_no AND o.patient_no =
d2.patient_no)
   LEFT OUTER JOIN
     staff AS c (執刀医名を得るために職員テー
ブルを結合)
     ON
       (d2.ope\_doc\_cd = c.staff\_cd)
   LEFT OUTER JOIN
       opersrv_dept
                    (手術予約した科テーブル
を結合)
     ON
        (o.ope_no = opersrv_dept.ope_no AND
o.patient_no = opersrv_dept.patient_no)
   LEFT OUTER JOIN
             (科名テーブルを結合)
     dept
     ON
         (opersrv\_dept\_dept\_cd = dept.dept\_cd)
   LEFT OUTER JOIN
             (執刀医テーブルを結合)
       ward
     ON
        (o.ward\_cd = ward.ward\_cd)
   LEFT OUTER JOIN
     patient
               (患者テーブルを結合)
     ON
        (o.patient\_no = patient.patient\_no)
   LEFT OUTER JOIN
```

```
テーブルを結合)
     ON
            (o.ope_no =
                          o1.ope_no
                                    AND
o.patient_no = o1.patient_no)
   LEFT OUTER JOIN
     hosp_dismst
                   (病院独自疾患名テーブルを
結合)
     ON
          (o1.dismst_no = hosp_dismst.dismst_no)
    LEFT OUTER JOIN
       medis\_dismst
                      (MEDIS 疾患名テーブ
ルを結合)
     ON
          (o1.dismst\_no = medis\_dismst.dismst\_no)
    LEFT OUTER JOIN
     opersrv_ope_nm AS o2
                           (手術予約手術名
テーブルを結合)
     ON
             (o.ope_no = o2.ope_no AND)
o.patient_no = o2.patient_no)
    LEFT OUTER JOIN
                   (MEDIS 手術名テーブルを
     medis_opemst
結合)
     ON
            (o2.opmst_no = medis_opemst.opmst_no)
    LEFT OUTER JOIN
                  (病院独自手術名テーブルを
     hosp_opemst
結合)
         ON
          (o2.opmst\_no = hosp\_opemst.opmst\_no)
```

(手術予約疾患名

時折,長いテーブル名やフィールド名には「AS***」で,短縮した別名を与えている.SELECT「21 項目」FROM「opersry テーブル+外結合された14 テーブル」が構文の骨格.テーブルの結合には,内結合(INNER JOIN)や外結合(OUTER JOIN)がある.ここでは「ON」以下の条件式を満たす条件で,必要な各テーブルを左外結合させている「opersry テーブル+外結合された14 テーブル」から抽出された「21 項目」は,外側の「SELECT***FROM***」の「FROM」の部分に送られる.

SELECT

DISTINCT ON (ope_no) (手術番号でユニークなデーターつを選択)

```
(extract(month from o_e_dt) - '-'
lpad(extract(day from o_e_dt), 2, '0')), (手術日)
  patient_no.
              (患者 ID)
           (手術番号)
  ope_no,
  ane_dept_kbn.
               (麻酔管理 麻酔科:0
1)
            (科名)
  dept_nm.
  ward_nm,
             (病棟名)
  main_doc,
             (主治医名)
  ope_doc,
            (執刀医名)
   (extract(hour from o_e_dt) —— ':' —
lpad(extract(minute from o_e_dt),
                               2, '0')),(入室
時刻)
                   (滞在時間)
  operoom_stay_tm,
  plan_ope_req_tm/60,
                     (予想手術時間)
   (extract(hour from o_l_dt) -
lpad(extract(minute from o_l_dt),
                              2, '0')),
                                       (退
室時刻)
  pat_nm,
           (患者名)
        (年齢)
  age,
        (性別)
  sex.
  dismst_no,
             (疾患名コード)
  CASE
         (編集後疾患名)
    WHEN
     f1 IS NULL
   THEN
     dis_nm
    WHEN
     dis_nm IS NULL
   THEN
     f1
    ELSE
     dis_nm ---- ', '--
  END,
  opmst_no,
             (手術名コード)
  CASE
          (編集後手術名コード)
    WHEN
     f2 IS NULL
   THEN
     ope_side ---- ' ' ----- op_mst_nm
    WHEN
     op_mst_nm IS NULL
    THEN
     ope_side ---- ' ' ----- f2
    ELSE
     ope_side ---- ' ' ----- op_mst_nm ---
END
FROM
    [24 fields AS a]
WHERE
    (EXTRACT(YEAR FROM a.o.e_dt) =? &
```

```
Range("D2").Value (年 = Excel D2 の値)

&

AND EXTRACT(MONTH FROM a.o.e.dt)

= & Range("E2").Value (月 = Excel E2 の値)

& )
```

上記の抽出では,データは,DISTINCT ON (o.ope_no)で,手術番号順に並ぶ.手術日順に並べるのには, DISTINCT ON (o.ope_no)を消去して,そのかわりに

ORDER BY o_e_dt

を最後に追加する.

② JSA 麻酔台帳の麻酔予約情報を日ごとに Excel へ転送する.

日ごとの予約情報を転送するためには,ワークシートに日を格納するセルF2を確保して,SQL文の最後の「WHERE」以下の条件式を以下のようにすればよい.

```
WHERE
```

```
(EXTRACT(YEAR FROM a.o.e.dt) = "
& Range("D2").Value & (年 = Excel D2 の値)
"AND EXTRACT(MONTH FROM a.o.e.dt) =
& Range("E2") Value & (日 = Excel E2 の値)
```

& Range("E2").Value & (月 = Excel E2 の値) "AND EXTRACT(DAY FROM a.o.e.dt) = " & Range("F2").Value (日 = Excel F2 の値)

次は麻酔台帳の情報を同様の方法で JSA から Excel に取り込んでみる.

5) JSA2Excel 麻酔お台帳情報

JSA 麻酔台帳を導入したら、本来は手書きの症例リスト等は無くしたい、ところが、なんとなくこの JSA お台帳は日ごとや、月ごとの全容がわかりにくい、前回作成した手術予約情報取り込みを少し変更して、お台帳情報を転送してみる、ここでのポイントは、前回の手術予約情報はテーブル「opersry」に保存されていたが、お台帳情報は、テーブル「ope」に保存されている点である、基本的には、前回の SQL 文で「op-

ope_side ---- ' ' ----- op_mst_nm

ersrv」の部分を「ope」に変更すればよい.それから,JSA 麻酔台帳 ver2.0 からは,症例番号「case_no」が導入されたので, DISTINCT ON (case_no) として,症例番号で整理してみる.

① JSA 麻酔台帳の麻酔お台帳情報 (月別) を Excel へ転送する.

これまでに作成してきたワークシートとマクロのSQL文に修正を加えて,月ごとのお台帳情報をExcelに取り込んでみる.

```
Sql =
"SELECT
    DISTINCT ON (case_no)
    case_no,
    e_dt, patient_no,
    ope_no,
    ane_dept_kbn,
    dept_nm,
    ward_nm,
    main_doc,
    ope_doc,
    ane_doc,
    ane_teach,
     (extract(hour from e_dt) —— ':'
lpad(extract(minute from e_dt), 2, '0')),
    prog_stay_tm/60,
     (extract(hour from l_dt) —— ':'
lpad(extract(minute from l_dt), 2, '0')),
    pat_nm,
    age,
    sex.
    asa_ps_cd,
    dismst_no.
    CASE
      WHEN
          f1 IS NULL
      THEN
          dis_nm
      WHEN
          dis_nm IS NULL
      THEN
          f1
      ELSE
          dis_nm ----- ', ' -----f1
    END.
    opmst_no,
    CASE
      WHEN
          f2 IS NULL
      THEN
```

```
WHEN
           op_mst_nm IS NULL
      THEN
           ope_side ---- , , ----- f2
      ELSE
           ope_side ---- ' ' ----- op_mst_nm ----
       - f2
    END.
    mst_b_n
FROM
  (SELECT
    o.cre_tm,
    o.case_no.
    o.patient_no,
    o.ope_no,
    o.ane_dept_kbn,
    dept.dept_nm,
    o6.ward_nm,
    b.staff_nm AS main_doc,
    c.staff_nm AS ope_doc,
    d.staff_nm AS ane_doc.
    e.staff_nm AS ane_teach,
    o.prog_ent_dt AS e_dt,
    o.prog_stay_tm,
    o.prog_lev_dt AS l_dt,
    o.operoom_ent_dt AS oe_dt,
    o.pat_nm,
    o.age,
    patient.sex,
    o.asa_ps_cd,
    o8.dismst_no,
    o8.free_dis_nm AS f1,
    CASE
      WHEN
           substr(o9.dismst\_no,1,1) = 'A'
           o9.dis\_nm
      ELSE
           o10.dis_nm
    END.
    o11.opmst_no,
    oll.free_ope_nm AS f2,
    CASE
      WHEN
           o11.ope\_side = '1'
      THEN
           'R)'
      WHEN
           o11.ope\_side = '2'
      THEN
           'L)
```

WHEN	$(o4.ane_teach_cd = e.staff_cd)$		
$o11.ope_side = '3'$	LEFT OUTER JOIN		
THEN	$ope_dept AS o5$		
' 両)'	ON		
ELSE	$(o.ope_no = o5.ope_no AND)$		
EBSE "	o.patient_no = o5.patient_no)		
DND ACC			
END AS ope_side,	LEFT OUTER JOIN		
CASE	dept		
WHEN	ON		
$substr(o11.opmst_no,1,1) = 'A'$	$(o5.dept_cd = dept.dept_cd)$		
THEN	LEFT OUTER JOIN		
	ward AS o6		
o13.op_mst_nm			
ELSE	ON		
$o12.op_mst_nm$	$(o.ward_cd = o6.ward_cd)$		
END,	LEFT OUTER JOIN		
$o7.mst_b_nm$	patient		
FROM	ON		
ope AS o	(o.patient_no = patient.patient_no)		
LEFT OUTER JOIN	LEFT OUTER JOIN		
ope_main_doc AS o1	mst_b_cd AS o7		
ON	ON		
$(o.ope_no = o1.ope_no AND$	$(o.ane_method_cd = o7.mst_b_cd AND$		
$o.patient_no = o1.patient_no)$	$mst_grp_cd = '8'$)		
LEFT OUTER JOIN	LEFT OUTER JOIN		
staff AS b	ope_plan_dis_nm AS o8		
ON	ON		
$(o1.main_doc_cd = b.staff_cd)$	$(o.ope_no = o8.ope_no AND)$		
LEFT OUTER JOIN	o.patient_no = o8.patient_no)		
ope_ope_doc AS o2	LEFT OUTER JOIN		
ON	hosp_dismst AS o9		
$(o.ope_no = o2.ope_no AND$	ON		
$o.patient_no = o2.patient_no)$	$(o8.dismst_no = o9.dismst_no)$		
LEFT OUTER JOIN	LEFT OUTER JOIN		
staff AS c	medis_dismst AS o10		
ON	ON		
$(o2.ope_doc_cd = c.staff_cd)$	$(o8.dismst_no = o10.dismst_no)$		
• =	LEFT OUTER JOIN		
LEFT OUTER JOIN			
ope_ane_doc AS o3	ope_plan_ope_nm AS o11		
ON	ON		
$(o.ope_no = o3.ope_no AND$	$(o.ope_no = o11.ope_no AND)$		
o.patient_no = o3.patient_no)	$o.patient_no = o11.patient_no)$		
LEFT OUTER JOIN	LEFT OUTER JOIN		
staff AS d	medis_opemst AS o12		
ON	ON		
$(o3.ane_doc_cd = d.staff_cd)$	(o11.opmst_no = o12.opmst_no)		
LEFT OUTER JOIN	LEFT OUTER JOIN		
ope_ane_teach AS o4	hosp_opemst AS o13		
ON	ON		
$(o.ope_no = o4.ope_no AND$	$(o11.opmst_no = o13.opmst_no)$		
o.patient_no = o4.patient_no)	WHERE		
LEFT OUTER JOIN	del_stts IS NULL)		
staff AS e	AS a		
ON	WHERE		
U11	* * * * * * * * * * * * * * * * * * *		

(EXTRACT(YEAR FROM a.oe_dt) = " & Range("D2").Value & "AND EXTRACT(MONTH FROM a.oe_dt) = " & Range("E2").Value & ")"

同様の方法で,指定した麻酔担当医別かつ月別にデータを転送してみるには,ポイントは,セル「H2」に JSA 台帳のユーザー ID を入れ,それを SQL 文に取り込み, ane_doc_cd と比較させる.

d.staff_cd AS ane_doc_cd,

۲

& "AND a.ane_doc_cd = " & Range("H2"). Value & "" _ ↓ ■

② JSA 麻酔台帳の麻酔予約情報を日ごとに Excel へ転送する.

日ごとのお台帳情報を転送するためには,ワークシートに日を格納するセル F2 を確保して,SQL 文の最後の「WHERE」以下の条件式を以下のようにすればよい.

WHERE

(EXTRACT(YEAR FROM a.e_dt=" & Range("D2").Value & (年 = Excel D2 の値) "AND EXTRACT(MONTH FROM a.e_dt) = " & Range("E2").Value & (月 = Excel E2 の値) "AND EXTRACT(DAY FROM a.e_dt) = " & Range("F2").Value (日 = Excel F2 の値)

II. JSA2FM (JSA 麻酔台帳と Filemaker Pro との ODBC 連携) について

麻酔業務には,患者に渡す麻酔問診票や麻酔説明書,麻酔同意書などの用意が必要である.また手術当日には麻酔準備オーダーを手術室ナースに渡したり,麻酔業務の終わりには麻酔診療報酬請求書を準備したりと,JSA麻酔台帳でカバーされていないことが求められる.JSA麻酔台帳にに入力されているデータを存分に利用することを念頭に,市販のファイルメーカープロなどの便利なデータベースに必要なJSAに蓄え

られたデータを転送して,強力な業務支援を得る試みである.

1) Filemaker Pro での ODBC 連携

ファイルメーカーのスクリプト定義で JSA 麻酔台帳からのデータ取り込み自動マクロを設定する. 具体的には "jsa インポート" というスクリプトで取り込む.

フィールドデータのインポートというデフォルト関数機能を使用すればよい.ここでは,データベースを定義することができる.データ取り込みは,SQL命令文での指定順となるため,インポートするファイルメーカー側のフィールドをあてがう.

「データベースを定義」をクリックすれば,ODBC連携のためのODBCデータソース選択画面が登場する.ここでは,JSA麻酔台帳を動かしている postgreSQL のサーバー (IP アドレス) や,ユーザー ID,パスワードを入力して,ODBC連携を完成させる.

まとめれば,あらかじめ MS-Windows のコントロールパネルから管理ツール →ODBC 設定を選んで,DSN を作成しておく.加えて PostgreSQL の pgAdmin で,View を設定して必要な情報を単一のテーブルにまとめておく.次にファイルメーカーでフィールド定義に SQL 命令(Select* from jsa2fm where*)文を記述し,スクリプトの "レコードのインポート"命令より,ODBC 連携,その中で DSN を指定する.

2) PostgreSQL pg-Admin からビューviewの設定・登録

PostgreSQLのビューViewをとは、仮想的なテーブルである.これを使用すると、繰り返して複雑なSQL文を使用する必要が無くなり、その後のSQL文の記述がたいへんシンプルになる.元の複数のテーブルから構成される複雑なデータの中から、自分たちが必要としているデータセットだけで構成される仮想の一つのテーブルを生成してくれるので、いわゆる疾患データベースなどをあとの作業では

切り離せる. View では, Rule に従い INSERT, UPDATE, DELETE を行なえる. この View はもちろんこのファイルメーカーへの ODBC 連携だけでなく, ADO を利用した Excel への SQL 命令によるデータの取り込みでも使用出来る. 要するに複雑な命令文は,まず View: "jsa2fm"として作成し, それを pgAdmin を通じてデータベースに登録しておけば, Filemaker Pro や Excel からの SQL 命令文は, "Select* from jsa2fm"というように view により作成されるテーブルからデータを引き出すように単純化できる.

Jsa 麻酔台帳のお台帳データベースの手術情報 を保存している基本テーブルは,予約データの" opersry "と確定処理されたら登録される手術台 帳 "ope "の2つである.つまり,申し込みされ た手術は一旦, "opersrv"に登録され, その後に 確定処理を経て,付加データと共に "opersrv" にデータがコピーされる. あとの山とあるテー ブル群はリレーショナルな関係から必要なデー タを保持しているテーブルである、従って,予 約情報が欲しければ,基本的なSQL命令は," Select * from opersry "となり,確定されたお台 帳情報が欲しければ, "Select * from ope "とな る. それぞれのリレーショナルなテーブル情報を 単純化するために, "Select * from opersry "から 抽出した情報を jsa2fm_rsrv に , "Select * from ope "から抽出した情報を jsa2fm にという風に, 別々に2つの view を作成して登録しておく.

 $\operatorname{pgAdmin}$ を立ちあげて,サーバにログインし,「 jsa 」というデータベースを開くと,階層構造の中にビューがある.ビューの作成にはテキストエディタを用いて, SQL 命令文を作成すればよい(成書を参照のこと).登録には Create view $\operatorname{jsa2fm}$ as 命令で,ビューとして登録される.

では実際のビューを以下に示しておく.

CREATE OR REPLACE VIEW jsa2fm AS SELECT id.case_no, id.e_dt, id.patient_no, id.ope_no,

CASE

 $\label{eq:when} WHEN \quad id.ane_dept_kbn \quad = \quad 0::numeric \\ THEN 'ane'::text$

ELSE 'local'::text

END AS ane_dept_kbn, id.dept_cd,

CASE

 $\label{eq:when} \mbox{WHEN id.ope_loc_kbn} = 0{::}\mbox{numeric THEN}$ 'in OR'::text

ELSE 'out of OR'::text

END AS ope_loc_kbn,

CASE

 $\label{eq:when} \mbox{WHEN id.hosp_out_kbn::text} \ = \ \mbox{`0'::text}$ $\mbox{THEN "::text}$

WHEN id.hosp_out_kbn::text = '1'::text

THEN 'ward'::text

WHEN $id.hosp_out_kbn::text = '2'::text$

THEN 'home'::text

WHEN $id.hosp_out_kbn::text = '3'::text$

THEN 'ICU'::text

 $\label{eq:when} WHEN \ id.hosp_out_kbn::text = `9'::text \\ THEN \ 'else'::text$

ELSE "::text

END AS hosp_out_kbn, id.ward_nm, (date_part('hour'::text, id.oe_dt)::text —— lpad(date_part('minute'::text, id.oe_dt)::text, 2, '0'::text) AS oe_dt, id.os_tm, FROM

.....途中省略

(参考:http://anesth-kpum.org/aow/JSA2FM/1st.html).......

WHERE o.del_stts IS NULL) x ORDER BY x.case_no) id;

ALTER TABLE jsa2fm OWNER TO postgres;

<jsa2fm_rsrv>

View: "jsa2fm_rsrv"

- DROP VIEW jsa2fm_rsrv;

CREATE OR REPLACE VIEW jsa2fm_rsrv AS SELECT id.e_dt, id.patient_no, id.ope_no,

CASE

 $\label{eq:when} WHEN \quad id.ane_dept_kbn \quad = \quad 0::numeric \\ THEN \ 'ane'::text$

ELSE 'local'::text

END AS ane_dept_kbn, id.dept_cd, ${\it CASE}$

<jsa2fm>

⁻ View: "jsa2fm"

⁻ DROP VIEW jsa2fm;

 $\label{eq:when} \mbox{WHEN id.ope_loc_kbn} = 0{::}\mbox{numeric THEN}$ 'in OR'::text

ELSE 'out of OR'::text

END AS ope_loc_kbn,

CASE

 $\label{eq:when} WHEN \ \, id.hosp_out_kbn::text = \ \, '0'::text \\ THEN \,\, "::text$

 $\label{eq:when} WHEN \ id.hosp_out_kbn::text = '1'::text \\ THEN \ 'ward'::text$

WHEN id.hosp_out_kbn::text = '2'::text

THEN 'home'::text WHEN id.hosp_out_kbn::text = '3'::text

THEN 'ICU'::text

 $\label{eq:when} WHEN \ id.hosp_out_kbn::text = \ '9'::text \\ THEN \ 'else'::text$

ELSE "::text

END AS hosp_out_kbn, id.ward_nm, (date_part('hour'::text, id.oe_dt)::text ——
':'::text) —— lpad(date_part('minute'::text, id.oe_dt)::text, 2, '0'::text) AS oe_dt, id.os_tm,

FROM

途中省略

(参考:http://anesth-kpum.org/aow/JSA2FM/1st.html)

ORDER BY x.ope_no) id;

ALTER TABLE jsa2fm_rsrv OWNER TO postgres;

まとめ

日本麻酔科学会が取り組む JSA 麻酔台帳のデータベース PostgreSQL への ODBC 連携による FileMaker Pro や MS-Excel での麻酔業務支援システムを作成して運用してきた.ODBC 連携の構築には, OS(MS-Windows) 側の設定, PostgreSQL, Application(FileMaker Pro, MS-Excel) 側での設定が必要であり,少し専門的な設定知識が要求される.一度,接続プロトコルを整理して把握しておけば,広く汎用的に利用でき,JSA 麻酔台帳の有用性や意義が一層増すものと考えられた.

引用文献

1. 谷尻かおり. Excel+Access [2000/2002/2003 対応] データベース完全活用ガイド ISBN4-7741-1995-4.. 技術評論社, 東京, 2004.

ABSTRACT

How to create the open database connectivity between JSA PIMS and MS Excel/FileMake Pro.

Teiji Sawa¹⁾, Satoru Hashimoto²⁾

JSA PIMS is an anesthesia database system supported by Japanese Society of Anesthesiologists (JSA). PostgreSQL, one of the open-source object-relational database management systems, is incorporated as a core SQL database in JSA PIMS. We created a management support system by using open database connectivity (ODBC) between the software application, such as MS-Excel and Filemaker Pro and PostgreSQL of JSA PIMS. In the system, required data is acquired from JSA PIMS to the application side, and utilized daily anesthesia management, such as an anesthesia preparation directions, an anesthesia explanation consent document, an anesthesia statistical analvsis, medical treatment fee automatic calculation, operation scheduling, etc.

1) Department of Anesthesiology, Kyoto Prefectural University of Medicine

2))Division of Critical Care Medicine, Kyoto Prefectural University of Medicine

連絡先 (郵便番号,住所,電話番号,FAX番号, メールアドレス)

佐和貞治(さわていじ)

602-8566 京都市上京区河原町通広小路上る梶井 町 465

電話: 075-251-5633 FAX: 075-251-5843

E-mail: anesth@koto.kpu-m.ac.jp

麻酔情報管理システム (AIMS) による術前診療支援機能構築の試み 村上 剛,次田佳代,小畑友里江,神澤聖一,三田建一郎, 松木悠佳,内田 整*,重見研司

はじめに

福井大学医学部附属病院は福井県永平寺町に位置し、国立大学の附属病院としてだけではなく、地域医療を支える基幹病院の役割をも兼ね備える施設である。ベッド数600床、手術室は10室であり、原則として麻酔科管理症例は7列

同時進行で実施している.2011 年度の年間手術件数は4946件,うち麻酔科管理症例数は2495件であった.常勤麻酔科医11名(2011年4月時点),初期臨床研修医7~8名/月の人員数で対応しているが,手術件数が年々増加しているにもかかわらず麻酔科スタッフが少ないため,初期臨床研修医に実働が求められるという実情がある.

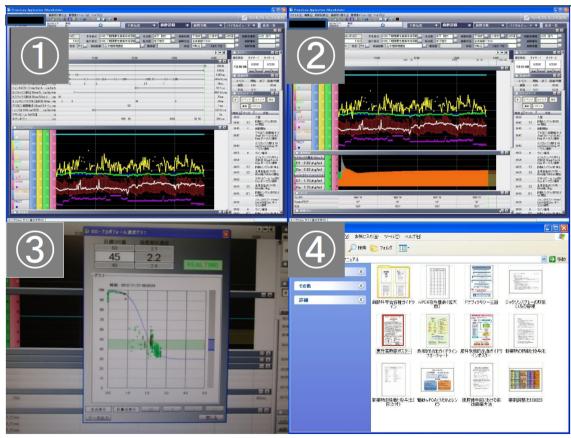


図1 AIMS の麻酔科用実画面.

①自動入力機能.②薬物動態シミュレーション.③esTEC.④各種マニュアル.

福井大学医学部附属病院麻酔科蘇生科

^{*}大阪大学大学院医学系研究科麻酔・集中治療医学講座

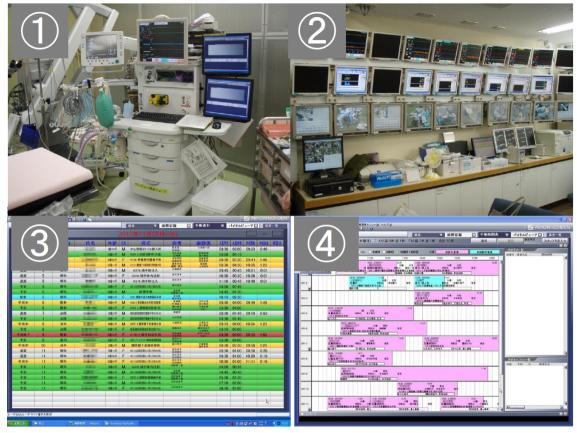


図2 AIMS による管理体制.

①セッティング. ②モニタールーム. ③手術進行表. ④手術スケジュール表示.

初期臨床研修医は短期間で他の診療科へ異動するうえ,広範囲な知識と技術の習得が義務化されているために常時多忙である.しかも麻酔科入局予定者とは限らないため,最初から麻酔への興味や働く意欲を持ち合わせているとは限らない.その結果,業務過多による初期研修医の疲弊,教育効率の低さによるスタッフの疲弊,さらには麻酔の質と安全性の確保が困難になりかねないという問題点を慢性的に抱えていると言える.

AIMS 活用の現状

当院では,2009年3月に麻酔情報管理システム (Anesthesia Information Management System: AIMS) が導入され,それに伴い,病院情報管理

システム (Hospital Information System: HIS) との連携も構築された.手術・麻酔依頼を含む患者関連連絡の電子化に加えて,その内容を自動的に麻酔記録に反映することが可能となり,また,手術部以外の部署からも麻酔記録の閲覧が可能となった. AIMS に関しては日本臨床麻酔学会第29回大会においてシンポジウム「麻酔記録装置の現状と近未来」が開催されており,三条ら 1)が AIMS 発展の経緯について,讃岐 2)、片山 3)、内田 4)らが活用の方向性などについて論じているが,われわれも AIMS を活用することで前述の諸問題を解決すべく,様々な取り組みを実施してきた. 当院での麻酔業務における活用状況を示す(図 1).

まずフルデジタル化による自動入力が省力化

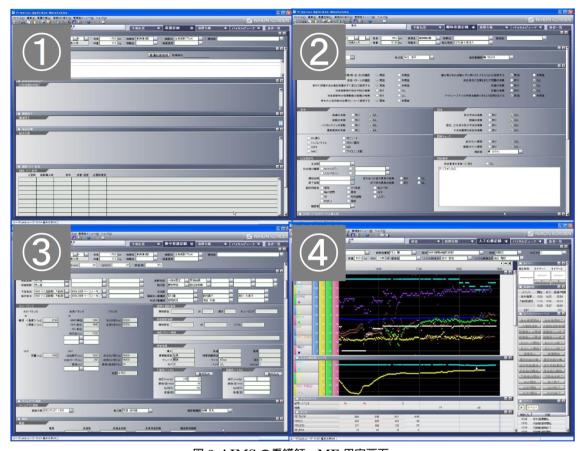


図 3 AIMS の看護師・ME 用実画面. ①看護計画機能.②眼科看護記録.③術中看護記録.④人工心肺記録.

と誤記載の回避を実現した.次いで,薬物動態シミュレーションソフトの搭載や各種マニュアルの表示機能により指示の簡便化と麻酔の質の均一化が達成された.また,現状では将来の活用については全く未知数であるが,プロポフォールについては,BIS 値による目標効果部位濃度の推定ソフト(Estimated Target Effect-site Concentration with BIS value:esTEC)も搭載しており,初期研修医の教育や麻酔の質の向上に役立てられないか評価中である.更には,全室のバイタルサイン,麻酔記録,手術室内の映像などと共に手術の進行状況やスケジュールに至るまでを常時モニタールーム内に表示することで(図2),少ないスタッフ数でも十分な安全性の確

保と効率の良い麻酔運用が実現した.AIMSは,麻酔科医に限らず看護師やMEも看護記録・人工心肺記録などに活用しており(図3),近日中に医事課とも連携が完成する.

術前業務における AIMS の 活用を目指して

このように AIMS 活用で診療効率と安全性は 飛躍的に向上したが、今回われわれは、更なる 麻酔科業務の効率化を目指し、術前の診療に特 化した業務支援機能の構築を試みた、本機能は 「術前診察機能」と「麻酔計画機能」の2つから 構成される予定である、これによって得られる メリットであるが、まず術前情報取得の代行、麻

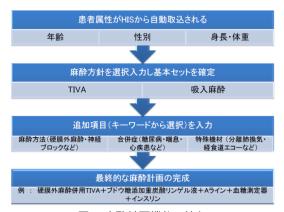


図 4 麻酔計画機能の流れ



図 5 麻酔計画機能の初期画面

酔計画立案の補助,指示出しの代行による省力 化が期待できる.次に,カルテ情報の効率良い 取得方法や具体的な対処方法の学習,情報の重 要性の認識能力向上といった教育効果も期待で きる.さらには,時間的なゆとりができること によって,勤労意欲の向上,麻酔への理解の深 まりや興味の喚起,さらには最新機器による知 的好奇心の刺激といった効果も得られるかもし れない.

麻酔計画機能

先に麻酔計画機能の概略を述べる(図 4).この機能は,患者属性(年齢,性別,身長,体重)に合わせて基本的な麻酔セット(使用する薬剤,輸液製剤,機材など)を吸入麻酔用,TIVA用の

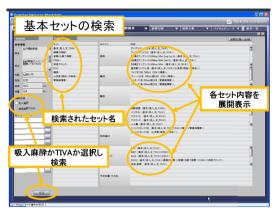


図 6 初版での基本セット検索画面



図 7 麻酔計画修正作業画面

2種登録しておき,担当医が何れかの麻酔方法 を選定して検索指示することで表示させる.予 め追加する麻酔方法 (硬膜外麻酔,神経ブロック など) や様々なリスクに対する対応, 特殊機材の 準備などをセット化した上でキーワードとして 登録しておき,指導医の指示のもと,該当する キーワードを入力することで基本セットに薬剤 や物品を追加できるというものである.麻酔業 務の安全性と確実性を向上させることを目指し て,関連する文献や使用機材の説明書なども同 様にキーワードとして登録しセットに追加可能 である.こうしてできた麻酔計画書は全て自動 的に麻酔記録に反映すると共に,看護師への準 備指示書としても表示される.将来的には病名, 術式,手術体位なども判断材料に組み込む予定 である.

キーワード登録されたセットを選択して基本 セットに追加する段階で技術的な問題が生じた. 登録セット群から必要なセットを検索する手段で あるが、最初は患者属性とキーワードとを AND で結び検索する方法を試みた、この場合、マス タから完全一致するコンテンツを探し出すこと になるが,患者属性,麻酔方法,追加項目に含ま れるすべての項目について、あらゆる組み合わ せを作成登録する必要があり,作成は現実的に は不可能であった.次に,患者属性と麻酔方法は AND で検索し、該当した基本セットと追加項目 は OR で結び検索する手段を検討した.この場 合,単一のマスタから検索するので,まず患者属 性と麻酔方法の完全一致コンテンツを作成登録 する必要があるが,これは必要数が少ないため 可能であった.現時点では成人男性,成人女性, 小児のそれぞれに吸入麻酔用セットと TIVA 用 セットを用意すればよく,6種の基本セットで事 足りる . それとキーワード登録とを OR で結び 検索するわけであるが,同一プログラムで検索 するため,キーワード登録のみではプログラム が登録セットを認識できず検索できない.キー ワードに加えて患者属性と麻酔方針を登録する 必要があるのだが、そうすると今度は基本セッ ト検索時にキーワード登録した追加セットをも 提示してしまう事態となった(図5,6).この状 態では,修正作業が煩雑となり(図7)実用に耐 えない. そこで追加セットにも患者属性と麻酔 方法を入力する項目を設けるが, そこを空欄と する手法をとった.空欄の場合は,検索プログラ ムはその項目をスキップして次の項目を読み込 みにいくようにしたのである.これにより,必 要なセットのみを追加することが可能となった (図 8, 9).

術前診察機能

術前診察機能は,現病歴,既往歴,服薬内容, 身体所見,検査結果などの患者情報を HIS から

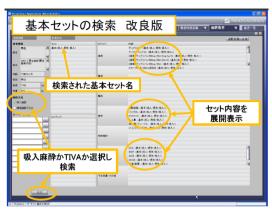


図8 改良版における基本セット検索画面



図 9 キーワード入力によるセット追加画面

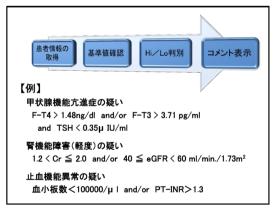


図 10 術前診察機能のイメージ

取り込んで問題点を自動的に把握し,担当医に 提示することを目的とする.しかしながら,現状 ではデジタル化された検査データ以外は AIMS が取り込むことができないため、かなり限定された機能しか作成できない.現在作成中の機能の概略を示す (図 10).まず患者情報 (現状では血液検査結果のみ)を取得する.その数値を予め登録してある基準値と比較し,Hi/Low の判別を行ってコメントを表示するというものである.今後,呼吸機能検査については数値取り込みが実現する可能性があるが、心電図・超音波検査・X線検査の所見などについては見通しが立っていない.所見のコード化と入力する側のマンパワーが要求されるものと考えられる.

術前診療支援機能の未来

こうして構築したシステムの未来像であるが, 業務フローに沿ったデータ蓄積を検討している. 具体的には," 術前診察機能 "と" 麻酔計画機能 " の組み合わせを解析し,患者情報をもとに指導 医が追加した項目を頻度別に分類する.その上 で,高頻度の項目は自動的にセットに追加され る機能を AIMS に搭載できれば,自己学習する AIMS が誕生する.あらゆる患者情報の取り込 みを可能にし,キーワード登録を随時拡充して いくというメンテナンスを怠らなければ,AIMS は,少なくとも知識や経験則に依存する領域に おいては,それを使用する若手医師たちの教育 係りにまで成長させることが可能ではないかと 期待している.

結 語

AIMS による術前診療支援機能(術前診察機能・麻酔計画機能)の構築を試みた.術前診察機能については現状ではデジタル化された検をデータのみ使用可能であり,限定された機能しか構築できなかった.一方で,麻酔計画機能が作成できたが,作成段階では退果用的な機能が作成できたが,作成段階で表した。今後,試作プログラムを稼働させまとした。今後,試作プログラムを稼働させ課題は、現場投入に繋げたい。本機能は、現場投入に繋げたい。本機能は、経験の浅い麻酔科医にも短期間で安定したレベルの麻酔を可能とする教育用ツールとしての活用が期待される。

引用文献

- 1. 三条芳光,上田朋範,森田耕司ほか:自動麻 酔記録装置から麻酔情報システムへ.日臨麻 会誌 31:210-220.2011.
- 讃岐美智義:自動麻酔記録システムの得意・不得意分野.日臨麻会誌31:221-225,2011.
- 3. 片山勝之: メタビジョンシステム?を中心とした急性期部門記録・診療援助システム構築.日臨麻会誌 31:226-234,2011.
- 4. 内田整:自動麻酔記録システムの未来に向かって. 日臨麻会誌 31:235-241,2011.

キーワード:麻酔情報管理システム,病院情報システム,術前診療支援機能

ABSTRACT

Preoperative Supporting System for Anesthesiologists based on AIMS Tsuyoshi MURAKAMI, Kayo TSUGITA, Yurie OBATA, Seiichi KAMISAWA, Ken-ichiro MITA, Yuka MATSUKI, Osamu UCHIDA*, Kenji SHIGEMI

Anesthesia Information Management System (AIMS) enabled us achieve safer management of operating theater and ensure high quality of anesthesia. To secure further benefits of AIMS, we constructed preoperative supporting system. This system consists of two parts, such as "risk-evaluating system" and "anesthesiaplanning system ". Former one is limited to estimate laboratoly data because Hospital Information System (HIS) can deliver only digital value informations to AIMS. Latter one offer us basic plan of anesthetic preparation based on patients characteristics and we can add drugs or instruments if necessary. We consider this system can facilitate efficient anesthetic management and education of junior residents and young anesthesiologists in near future.

Key words: AIMS, HIS, preoperative supporting system

Department of Anesthesiology and Reanimatology, University of Fukui Hospital
*Department of Anesthesiology and Intensive
Care, Osaka University Graduate School of
Medicine

paperChart 新規導入3例の報告 藤田憲明

はじめに

およそ1年半の間に、3施設(表1)でpaper-Chartの新規導入を行った.本稼働は3施設とも越川先生の逝去後であり,拡張に必要な情報も少なく,マニュアルには記載されていない仕様やバグ等の解析を行った上で,各施設の運用形態にカスタマイズするため,独自の拡張プログラム追加などで対応した.本発表ではこれらの導入事例を紹介し,本発表では今後のpaperChart運用において少しでも参考になるよう,各施設の導入形態や運用,導入時に判明した問題点と対策などについて紹介する.

天使病院への導入

天使病院は札幌市中心部に位置し周産期センターを中心とする中規模総合病院であり,後述の日鋼記念病院と並び設立 100 年を超える北海道で最も歴史のある病院の一つである.帝切や小児鼠径ヘルニア,鼓膜チュービングなど比較的短時間の非挿管全麻症例が約半数を占めている.

天使病院における paperChart 導入要件としては、

- (1) 短時間手術に対応する入力や操作性の向上: paperChart 標準機能によるインターフェイス カスタマイズおよび各種連携による手入力項目 数の軽減.
- (2) 同時稼働となった HIS との相互連携:

予約や進捗, 術前術後評価を含めた手術室総合管理システムへの拡張, ならびに麻酔コスト, 麻薬施用伝票の電子化並びに医事システム,薬剤管理システムへの電子送信機能の実装. が挙げられる.

システム構成を図1に示す.

北海道大学病院麻酔科



図1 天使病院のシステム構成

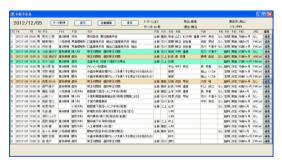


図 2 Schedule Table オペスケジュール管理画面

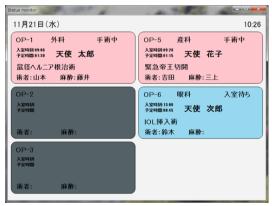


図 3 Schedule Table ステータスモニター画面 これらの要求を満たすため ,

1) 手術予定管理ソフト"Schedule Table "

- 2) データ抽出ソフト"PC extractor"
- 3) HIS 連携ソフト"HIS transfer"
- の3つの周辺アプリケーションを開発した.

1) Schedule Table

手術スケジュール管理 (図 2) を中心とし,各 室のステータスモニター機能(図 3) を実装.

2) PC extractor

データサーバー上の症例フォルダをリアルタイムで監視し、症例ファイルから麻酔時間・手術時間・側臥位時間などの時間イベント系情報と、薬剤使用量等のコスト系情報を抽出(図4)し、Schedule table や後述の HIS transfer と相互通信を行う.ファイルサーバー上で運用.また、麻薬伝票(図5)や医事用コスト票(図6)も自動生成する.

3) HIS transfer

paperChart と HIS 連携を実現するソフトウェア・ゲートウェイサーバー上で動作.

図1のシステム構成に示したように,HIS,paperChartを含む部門系の連携により,ほぼ要件を満たす運用形態となっているが,薬剤管理システムとの連携は,薬剤部のシステム側の都合もあり,HIS transfer上に実装済みであるが,現時点では運用していない.



図 4 PC extractor デバッグ画面

麻薬注射箋

(交付・返却・実施記録)

						_	
患者氏名	患者ID: 氏名:			麻茱維用者氏名 (印)			分許証番号
所属:	所属: 手術日:			相主本区	天使病		平1日
				幌市東区			
施用日	(オーダー指示日)	: 2012/ 1		23 美	施日時:	2012/ 1/	
	麻薬名		請求数· 交付数	施用量	返納分	施用 残液量①	施用 残液量②
フェンタ	にル注 0.1mg/	2ml	11A	22ml		0ml	
		処	方卢	平容			
2012	/ 1/11 11:23 実	施者:		フェンタニル	注 0.1mg	/2ml [1.1	lmg]
施月	目残液① 廃棄〕	立会人氏名	,	施用	残液②原	聚立会人	氏名
	麻薬受領者	麻薬返納	h者 j	医納受領	者 麻	医管理者	
							1
					- 1		1

発行日:2012/1/11

図 5 麻薬施用伝票



図 6 医事用麻酔伝票印刷イメージ

日鋼記念病院への導入

室蘭市にある JSW の企業立病院として開設された,大規模総合病院の一つ.現在は社会医療法人母恋として天使病院と同系列で運営される.このため,天使病院での導入後,同様のシステムの導入が決定した.

ベースとなるシステムは天使病院のものが使われたが,病院規模や診療科の相違もあり,クリニカルインディケーターなど,情報の二次利用機能の追加や,paperChart 導入以前に採用されていた,"手入力電子麻酔記録"(図7)に似せた画面構成とすることが導入要件として挙げられた.

また,麻酔器周辺への端末設置の制限から,現 状で麻酔器にマウントされていた HIS 端末に paperChart をインストールして使用することが必 要であった.この HIS 端末への paperChart 相 乗りは, 当初 NEC が MegaOak 端末へのインス トールは管理上禁止しているとの回答であった が,交渉の末,本番系へのテストインストールが 実現し, MegaOak に影響を与えないことを検証 した後、手術部や外科系病棟などヘインストー ル.現在は conf ファイル等の端末展開も起動時 に HIS サーバーから自動配信.データ転送や予 約情報は HIS transfer 相当の機能を HIS のイン ターフェイスサーバーに移植することで天使病 院の事例と異なり手術部門系サーバーを持たな いものの, それと同様の連携運用が可能となっ ている.

日鋼記念病院のシステム構成を図8に,相乗りの状況を図9a.bに示す.

なお,日鋼記念病院ではpaperChart 開発時には未発売の日本光電製 BSM-6000 を導入.クロスケーブル+ジェンダーチェンジャーを用いた接続でマニュアル記載の BSS-9800 シリーズと同等の方法で使用可能であった.

道立北見病院への導入

道北の心臓外科手術を担う道立病院であり,以前は複数科を持つ中規模病院であったが,現在は心血管外科に特化して運用されている.HISはないため手術室内部門システムのみのスタンドアローン環境でpaperChartを運用.今後HIS導入時に連携を予定している.paperChart自体は心臓手術に特化し,カスタマイズを行った.

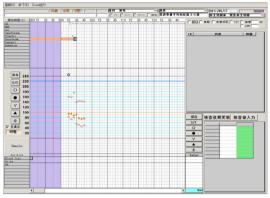


図 7 日綱記念病院 手入力電子麻酔記録画面

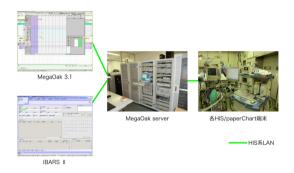


図8日鋼記念病院のシステム構成

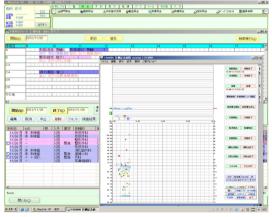


図 9a HIS/paperChart 相乗り環境: 相乗り端末

導入当初は旧 HP viridia 系のモニターを使用していたが,新たに paperChart のサポートが不明である Philips 社製 MX800 への更新が行われたため, paperChart との接続性の評価を行った.通信プロトコールは同社 MP シリーズと基本的

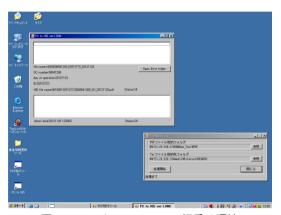


図 9b HIS/paperChart 相乗り環境 HIS サーバー上で動く His transfer .

表 1 導入 3 施設の概要 (2012年)	- 12 月現在
------------------------	----------

	天使病院	日銅記念病院	道立北見病院
痢床数	260床	479床	130床 (現稼働38床)
手術室数	5 室	6 室	2 室
総手術件数	1584件	2785件	2 1 5 件
全麻手術件数	1389件	1657件	
麻酔科医数	4人 (常勤3・非常勤1)	4人(常勤4)	2人(常勤1、非常勤1)
生体情報モニター	Philips MP-50	日本光電 BMS-5100/6701 オムロンコーリン BP-608E	Philips MX800
HIS	NEC MegaOak 5.0	NEC MegaOak 4.1	PACS および検査情報端末のみ
paperChart 運用形態	手術部門システム独立、ゲー トウェイサーバーにより HIS と連携。	HIS 端末上で相乗り、連携機 能は HIS 側 Windows server 2003 上に直接実装。	手術部門システム独立。 HIS 導入時に連携予定。
paperChart 端末 OS	Windows 7 32bit/64bit 混在	Window XP	Windows XP
端末数	17台	41台	2台
サーバー数	(内訳:ゲートウェイ1台、 ファイルサーバー1台:バッ クアップサーバー1台)	2台 (内訳:ファイルサーバ ー1台、ゲートウェイ機能は HIS 側インターフェイスサー バー上に実装)	1 台 (内訳: ファイルサーバー 1 台)
その他 paperChart 接 続機器	Vigileo TM Dröger(Apollo/Cato edition/Cato)	Vigileo TM / Vigilance TM Dröger(Fabius) Radiometer ABL835	Vigilance TM Radiometer ABL725 BISIM XP
	Radiometer ABL80Flex	BISTM XP	INVOSTM

表1 導入3施設の概要

に同一であったが、モニター項目の拡張に伴い、一部外部モジュールのパラメータは intellivue.txt conf の変更によるラベル定義が必要であった.デモ環境では波形記録が周期的に断片化(約1秒ごとに波形が記録されない)する現象が見られたが、本環境ではPCのスペックアップや MX800のソフトウェアバージョンアップ(Ver.H 以降)

で問題なく波形の記録が可能となった.基本的には MX シリーズも MP シリーズ同様に使用可能である.

考察

表 1 に示したな規模や環境の異なる病院への paperChart 導入を通し, paperChart に加え,各 種周辺アプリケーションの開発や,サーバーの 構築により,市販の AIMS と遜色の無い部門シ ステムの構築は可能である.

一方で拡張機能の実装には HIS ベンダーの協力が必要であり,実装にはデータベースソケットの解放やデータ構造の公開などに加え,HIS 側と同等のセキュリティや冗長性など部門システム構築にも専門的な知識が要求される.当院のように HIS の稼働と同時運用となった場合には HIS ベンダーの SE も常駐しているため作業は比較的スムーズに行えたが,既存の HIS が運用されているようなケースでは,HIS の改修コストやプログラム開発等まで考慮すると,市販AIMS の導入が有利となるケースもあると考えられる.

結 語

paperChart はカスタマイズ自由度の高さから, HIS 連携を含めた実用手術部門システムとして の運用が可能である.

サポートが明言されていない日本光電 BSM-6000 シリーズおよび Philips MX シリーズでもわずかな改修で基本的に問題なく使用可能であった.

既存インターネット回線を用いたリアルタイム生体情報転送の確立: フリーソフト $PaperChart^{@}$ を用いて

森 信一郎,指宿 昌一郎,恒吉 勇男

はじめに

麻酔科医の業務はその性格上, 一施設に一人 の麻酔科医が孤立した状態で行われることが多 い.地方での麻酔業務では特に,常勤麻酔科医 の居ない病院に非常勤で麻酔業務にあたること が多く,この場合,麻酔科医は完全に孤立して しまう. そのような状況で不測の事態に陥った 場合には,他の麻酔科医に応援要請をする余裕 はほとんどないのが現状である.実際,2011年 に宮崎大学医局が関わった非常勤麻酔業務にお いて,2件の周術期大量出血がおこったが,その 際に携わった麻酔科医は,その手術時間が10時 間を超えているのにもかかわらず,連絡する時 間的余裕は全くなかったとのことであった.こ の経験から我々は, 出先医療機関での麻酔進捗 状況をリアルタイムに把握するシステム構築が 必要と考えた.

急速に普及してきたインターネットのおかげで,コンピュータの遠距離通信は敷居の低いものになった.古来,コンピュータのソフトは「無償,自己責任」が原則であることから,ハードウェアの接続さえ確立すれば,費用は一切かからない.筆者は前任地で,故越川先生が作成,公開された PaperChart[®]を用いて麻酔記録システムを構築した (現在も稼働中.参考http://www.cure.or.jp/html/examination/autoanesthsystem.html).

我々は,宮崎大学内と宮崎県内出先医療機関の手術室をインターネット回線で結び,このソフトを用いることで,麻酔進捗状況の情報のリアルタイム共有を目指した.

Paperchart[®]による情報共有: CIFS over SSH

PaperChart[®]による情報共有,つまり生体モ ニタにシリアル接続された PC 上で作成中の麻 酔記録を他の PC で閲覧する場合には, Paper-Chart[®]のデータを Windows 共有したフォルダ 内にセーブするよう指定しなくてはならない、こ のセーブデータに 2 台以上の PC から閲覧する 際などは,専用のファイルサーバ(簡易的には NAS: network attached storage でもいい を構 築し, そこにデータセーブすることが望ましい. Windows ファイル共有システムは,一般的には SMB(server message block)/CIFS(common internet file system) と呼ばれている.このシステ ムを利用すると容易にファイル共有機能を確立 することが出来るが,情報が全く暗号化されな い上に、インターネット上に SMB/CIFS に用い るポート (139 or 445) を開放するのは禁忌と言っ ていいことであるために,施設間の情報共有に そのまま用いることは出来ない.このため,施設 間情報共有をその施設のファイアーウォール越 しに行うためには工夫が必要である.これを可 能にする現在最も容易と考えられる方法は CIFS over SSH を導入することであろう.

SSH とは Secure Shell の略で , 暗号や認証の技術を利用して ,安全にリモートコンピュータと通信するための古典的なプロトコルである . インターネットが広く用いられるようになる前は ,サーバ (もしくはリモートホスト) とクライアントの間での通信は telnet や ftp が用いられていた . これらのプロトコルにおいてもパスワードによる認証が必要なのであるが , このパスワー

ドも通信内容も「平文」で送信されてしまうために盗聴される可能性が高い.SSHの暗号通信は「公開鍵暗号」を用いて認証し「共通鍵暗号」の共通鍵を鍵交換してその鍵を用いて暗号化通信を行うことから,すべての通信を暗号化することが可能である.もっとも広く普及しているSSHサーバはオープンソースで開発されているOpenSSHで,主なLinuxディストリビューションに現在標準で実装されている.

CIFS over SSH とは「SSH(secure shell)を介した CIFS」という意味で、SSH の提供するportforwarding(またはtunnelingと呼ばれる)機能を用いて CIFS サービスを施設間で確立する方法である.Port forwardingとは、単純に言うと、「SSH 回線の中で SSH 以外の通信を行う機能」と言える.具体的には SSH の通り道であ

る 22 番ポート内に CIFS の通り道である 445 番 ポートを確立するいうことになる、ここで一つ 問題になるのは、Microsoft Windows の Windows 共有機能を司る SMB ドライバの干渉であ る.SMB ドライバは Windows 起動と同時にス タートし, それと同時に445番ポートを抱え込ん でしまう. こうなると 445 番ポートの port forwarding 設定はブロックされてしまうため,こ れを回避するための特殊な設定が必要になる. 具体的には仮想のネットワークカードを設定し、 Windows 起動時に SMB ドライバ開始に先立 って仮想ネットワークカードに対し細工を施す (port445 を任意の port にポートリレーする) こ とで port forwarding の際に用いるポートを作る ことになる . (参考 http://www.nikhef.nl/ janjust/CifsOverSSH/VistaLoopback.html)

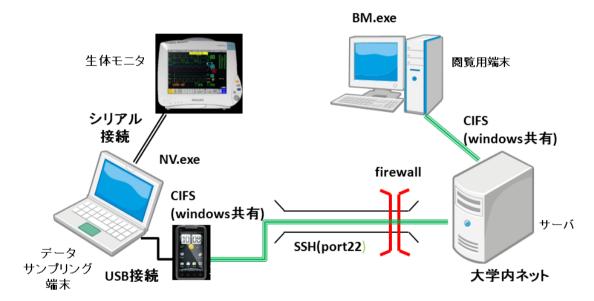


図 1 遠隔病院 ←→ 大学 通信システム

環境設定

本システムのために , 三台の PC を用意した . それぞれを ① サーバ , ② データサンプリング端末 , ③ 閲覧用端末と呼称して説明する . (図 1) ① サーバ

OS は Debian GNU/Linux 6.0 をインストール

し,実装されている SAMBA ならびに OpenSSH サーバを起動させた.これによりこのサーバ が PaperChart[®]の save directory(共有データの セーブ先) となり,かつ SSH のリモートホスト となる.ファイアーウォール越しにサーバを外 部に公開するために,固定 global IP を割り振ら れたサーバを用意し,SSH 通信に必要な 22 番ポートを,大学ネット管理者にリクエストして開けてもらった.なお,サーバに用いたPCには転送速度実験のために2枚のネットワークカード(ともに Gigabit Ethernet)を挿入した.

② データサンプリング端末

シリアル接続を有するノート PC (Windows 7)に PaperChart[®]をインストールし、生体モニタからのデータ収集用とした.また、CIFS over SSH のために、SSH 接続用ソフト PuTTY、Microsoft Loopback Adapter をインストールした.また、インターネットを通じて大学内サーバに接続するために、スマートフォン(HTC? EvoWimax ISW11HT)を USB テザリングして、3G 回線接続することでインターネット回線を得た.

③ 閲覧用端末

宮崎大学医局内のデスクトップ PC(Windows 7)に PaperChart[®]をインストールし,サーバに送信された生体情報の閲覧用とした.サーバ 閲覧用端末間は通常の Windows 共有で通信した.

運用前試験:回線速度遅延実験

サーバの OS である Debian/Linux は traffic control (tc) コマンドを実装されている.システム運用の前に,必要となるネットワーク帯域(通信速度)をこの "tc"を用いて確認した. tcコマンド:linuxに導入されている netem(ネットワークエミュレーション機能をもつパッケージ)をコントロールするコマンド.パケットの遅延,パケットロスなどを任意に設定することで,ネットワークの検証試験をすることができる.

例 # >tcqdisk add dev eth0 root netem delay 100 ms

(eth0 の NIC を通るパケットに 100ms の遅延を 引き起こす)

また同時に,ネットワーク帯域ベンチマーク ツールである "Iperf"を用いて,各PC間の実 効ネットワーク帯域を測定して通信速度遅延の 指標とした.

Iperf: ネットワークのスループットを測定するためのフリーソフト. 端末側,サーバ側の双方の PC にインストールして,端末 PC のメモリーからサーバ側 PC メモリーヘデータ転送を実施し,その結果をレポートする.ハードディスクの読み書きがボトルネックになることがないため,本当のネットワークスループットが測定できる.

例 サーバ側 \\>iperf -s

端末側 \>iperf -c < サーバip address> 100Mbps の LAN 内での通信では以下のように結果が表示される.

Client connecting to $(\forall \neg \mathcal{N} \text{ IP } \mathcal{P} \vdash \mathcal{V} \mathcal{A})$, TCP port xxxx

TCP window size: 8.00 KByte (default)

[156] local (クライアント IP アドレス) port yyyyy connected with (サーバ IP アドレス) port xxxx

[ID] Interval Transfer Bandwidth

[156] 0.0-10.0 sec 112 MBytes 94.3 Mbits/sec xxxx:iperf のサーバ側のポート番号 . デフォルトは 5001 番 .

yyyy: iperf のクライアント側のポート番号. 49152~65535 番が割振られる.

転送速度を示す実行ネットワーク帯域は Bandwidth の項.

具体的には,以下の通り.

① 接続形態

イーサーネット内での実験と 3G 回線接続での実験の二つを行い,それぞれ $PaperChart^{\otimes}$ によるデータ転送に必要な転送速度を探ることにした.

PaperChart[®]そのものが要求する通信速度を 調べるために,サーバに2つのネットワークカー ドを搭載し,それぞれにデータサンプリング端末 と閲覧用端末を接続した.データサンプリング

A: イーサーネット内での回線速度遅延実験 诨征 学 133.a.b.d BM.exe NV.exe 192.168.0.2 内 ネ eth1 ッ 192.168.0.1 eth0 ۲ 133.a.b.c gw 133.x.y.1

B: 3G回線接続での回線速度遅延実験

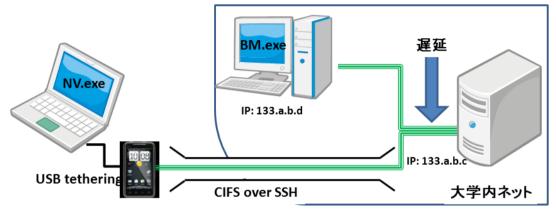


図2通信実験 A,B

端末と閲覧用端末を接続した.データサンプリング端末とサーバの間はクロスケーブルで接続 (Peer to Peer 接続) することでハブ等のボトルネックが全くない状態を確保した.データサンプリング端末が接続するネットワークカードに速度遅延を加えて PaperChart[®]の挙動を観察した.(図 2A)

また , データ転送のボトルネックは 3G 回線と予想されるので , 3G 回線を確立した状態でサーバのネットワークカードに速度遅延を加えて $Paper Chart^{@}$ の挙動を観察した . (図 2B) ② 通信速度測定

データサンプリング端末,閲覧用端末の両方で PaperChart[®]を起動し,データサンプリング端末側では麻酔記録画面 (NV.exe) と波形表示画面 (Wv.exe),閲覧用端末ではデータ閲覧用ウィ

ンドウ (BM.exe) と波形表示画面 (Wv.exe) を開き,挙動を観察,同時に Iperf により実効ネットワーク帯域 (サーバとデータサンプリング端末間の通信速度) を測定した.測定に使用するデータはサイズの異なる 2 種類のデータを用いた.一つは PaperChart[®]が作り出す擬似データ (数値データ 4 項目,波形データ 2 項目)で,もう一つは生体モニタ Philips? MP50 がデモモードで出力するデータをデータサンプリング端末上のPaperChart[®]で記録したデモデータ (数値データ 16 項目,波形データ 8 項目)であった.

運用試験

宮崎県内の2箇所の施設で,麻酔記録情報の転送を試行した.1つは宮崎市内 $(大学から直線距離で<math>13.9~{
m km})$,もう一つは都城市内(大学から

表1:イーサーネット内での回線速度遅延実験

遅延時間	擬似データ		デモデータ			
连延时间 (sec)	帯域幅	サンプリング端末	閲覧用端末の状態	帯域幅	サンプリング端末の	閲覧用端末の状態
	(bits/sec)	の状態		(bits/sec)	状態	
0	238M	問題なし	問題なし	240M	問題なし	問題なし
1.0	101K	問題なし	問題なし	95.1K	問題なし	問題なし
2.0	38.2K	問題なし	データ更新約 20 秒間隔	37.4K	問題なし	データ更新遅延し始める
3.0	17.5K	問題なし	データ更新約 30 秒間隔	17.5K	問題なし	データ更新遅延し始める
4.0	9.83K	DIZ 8885451	データ更新約 40 秒間隔	9.83K	問題なし	データ更新遅延
4.0	9.83K	問題なし	プーク 史材形 40 杉间南	9.83K	问題なし	波形表示が途切れがちに
5.0	7.86K	問題なし	データ更新約1.3分間隔	7.86K	問題なし	データ更新は数分おき
5.0	1.00K	问題なし	プーグ更利約 1.3 分间隔	1.00K	问題なし	波形表示不可に
6.0	6.0 6.55K 問題な		データ更新約 1.5 分間隔	6.55K	動作が緩慢に	データ表示遅延し
0.0	0.55K	問題なし	テーク 更利和 1.5 方向層	V.00K	男/丁ド/パネ友 受(こ	波形表示不可
7.0	5.61K	問題なし	データ更新約 10 分間隔、波形	5.61K	"サーバと通信途絶"	表示"黄"となり停止
7.0	5.01K	问題なし	更新停止	0.01K	に	衣小 寅 となり停止
8.0	4.91K	フリーズする	表示"黄"となり停止		_	
0.0	(可逆性) 表示 寅 となり停止 -				_	
9.0	-	-	-	-	-	-
10.0	測定不可	フリーズする	フリーブナス	2010-7-7	フリーズする	フリーズする
10.0	側足个月	可 (不可逆性) フリーズする		測定不可	(不可逆性)	ノリーへする

表 2:3G 回線接続での回線速度遅延実験

遅延時間	擬似データ		· <i>A</i>		デモデータ		
(msec)	帯域幅 (bits/sec)	サンプリング端末の 状態	閲覧端末の 状態	帯域幅 (bits/sec)	サンプリング端末の 状態	閲覧端末の 状態	
0	417K	問題なし	問題なし	487K	問題なし	問題なし	
25	366K	問題なし	問題なし	535K	問題なし	問題なし	
50	372K	問題なし	問題なし	454K	問題なし	問題なし	
75	303K	問題なし	データ更新遅延始まる	448K	問題なし	データ更新遅延し始める	
100	304K	問題なし	データ更新遅延し 断続的に(応答なし)に	351K	問題なし	(応答なし) となり 表示"黄"へ	
125	250K	問題なし	データ更新遅延し 断続的に(応答なし)に	289K	「転送できません」と メッセージが出て、 SSH 接続がダウン。	(応答なし) となり 表示"黄"へ	
150	201K	「転送できません」と メッセージが出て、 SSH 接続がダウン。	(応答なし) となり 表示"黄"へ	-	-	-	

直線距離で 31.3 km) の施設で,それぞれの生体 モニタは Draeger Infinity(数値データ 13 項目, 波形データなし),コーリン BP608E(数値データ 4 項目,波形データなし)であった.

結果と考察

イーサーネット内での回線速度遅延実験では,転送速度に 1 秒ずつ速度遅延を加えていき, $Pa-perChart^{®}$ 挙動を観察した (表 1).

Peer to peer で接続した PC 間でのコントロールの通信速度はほぼ 240Mbps であった .1 秒の遅延を加えた時点で 100kbps 付近まで帯域幅が狭

くなったが PaperChart®の挙動に変化はなかっ た.しかし,それ以上の遅延を加えると挙動が不 安定となり、7秒以上の遅延を加えると Paper- $Chart^{\mathbb{R}}$ はフリーズしてしまい, 10 秒以上だとそ のフリーズは,遅延を解除しても回復できず,再 起動が必要となった.このことは, PaperChart® でのデータ転送に, ISDN は速度不十分で, 3G 回線でも場合によっては速度低下によるアプリ ケーションエラーになる可能性があることを示 唆している.しかし、PaperChart[®]自身はサー バとデータサンプリング PC 間でのデータ転送 が途絶すると「サーバと通信途絶」と表示する とともに,自動的にデータ転送をギブアップし てスタンドアローンで記録を続行するようデザ インされている.事実,故意にケーブルを抜い ても PaperChart[®]はフリーズしなかった. 現時 点で 100kbps 以下の速度のネット環境を用意す ることはあまり考えられないことから、ネット ワーク速度自身が PaperChart®を機能不全にす ることはないと考えてよいだろう.

3G 回線接続での回線速度遅延実験の結果は イーサーネット内遅延実験の結論を裏付けるも のであろう.徐々にサーバの通信速度を制限す ると帯域幅が300kbps 以下になった時点で「転 送不可」のメッセージが出たが,データサンプ リング端末も閲覧用端末もフリーズすることは なかった . PaperChart®の中身が不明な現在で は推測でしかないが、おそらく物理的な回線途 絶に対しては PaperChart®は対応しているので あろう. なぜなら, 3G 回線で300kbps 以下まで 通信速度が低下すると,3G回線そのものが(お そらく通信会社のプロトコルに基づいて) 切断さ れるらしく, そのために SSH 接続が切断される ことで PaperChart[®]が「転送不可」になる.通 信速度遅延を解除し,SSH接続を復帰させると 速やかに PaperChart®のデータ転送は復帰する ことが確認でき、アプリケーションエラーは生 じなかった.

実際の運用試験では宮崎県内で2箇所の施設

からデータ転送を行ったが,どちらも問題もなくデータ転送できた.宮崎市内(大学から直線距離で13.9 km)の施設と大学間での実行ネットワーク帯域は平均315.1kbps,都城市内(大学から直線距離で31.3 km)の施設と大学間では平均604.6kbpsであった.データ転送の確認は電話連絡で行った.モニタリングに用いた生体モニタは波形データを出力しないタイプであったため,正確にどのくらいの速度遅延が生じていたかは不明であるが実用上問題となる程度ではないと思われる.

今回のシステム構築に必要だった経費はサーバの購入費約5万円と,各メーカーの生体モニタに対応したシリアルケーブル作成費約3万円,ノートPC用シリアル増設カード2.5万円で総額約10万円であった.維持費は3G回線などの使用料金など月額1万円に満たないと思われる.生体モニタのメーカーが提供する自動麻酔記録システムと比較しても非常に安価であるといえる.

今回行っていないデータ転送試験としては 複数個所の施設,または複数のデータサンプリ ング端末からの接続, 無線 LAN を介したデー タ転送, 電気メスノイズや落雷などのノイズに よるデータサンプリング端末ダウンの際のサー バの安定性, 移動するモニタ(緊急車両など) からのデータ転送などである.今後の課題とし たい.

ABSTRACT

Establishment of real-time transfer system of bio-information with Paperchart[®] hrough existing Internet

Most medical monitors used in operation room have serial output in order to tra nsfer the bio-information to other machine. Some of them can output not only numerical data but also continuous waveform, such as e lectrocardiography, invasive arterial pressure, and pulse oximetry.

We tried to transfer the bio-information output from medical monitor to remote location si-

multaneously through existing Internet. Paper-chart[®] was utilize d to receive data from a medical monitor, to transfer the bio-information and t o observe transferred data on remote PC.

CIFS over SSH was established between data storage server and data-sampling PC with 3G telecommunication networks served by android-phone. Before construction of the system, we assessed minimum bandwidth for stable dat a transfer with network emulation application "Iperf". In in Ethernet configuration, dysfunction of transfer has occurred when

the bandwidth was limited wit hin 5 kbps. In CIFS-SSH through 3G, data transfer refused when the bandwidth was limited within about 300 kbps.

Practical data transfer was tested in two hospitals. One-line distances from da ta storage server to the hospital were 13.9 and 31.3 km, and bandwidth in 3G ne tworks were 315.1 kbps and 604.6 kbps, respectively. We confirmed that existing internet with 3G networks served enough to establish the connection to transfer the bio-information.

paperChart による自動麻酔記録: 実地運用開始後の課題とソリューション

岩瀬良範 , 今村敏克* , 樺澤寬二 , † , 前山昭彦 , 松本延幸

本院中央手術部は2フロア11室で年間約4000件の麻酔科管理症例がある.モニター機器の交換に際して,2012年2月よりpaperChartによる自動麻酔記録の実地運用を開始した.これまでに浮上した課題とそのソリューションを報告する.

機器とネットワーク

モニターはフクダ電子 DS-8500 シリーズ,麻酔記録用 PC は Lenovo: Thinkcentre M90z(タッチパネル,無線キーボード・マウス仕様,RS232C標準装備)で,サーバー機群とは無線および有線LANで,モニター系とは基本的に独立したネットワークを構成したが,後述の時刻設定とモニター側データサーバーとの通信のために,セントラルモニタが麻酔記録用ネットワークにブリッジ接続している.JSA 麻酔台帳も麻酔記録用ネットワークに接続した.なお,DS-8500専用のpaperChart 用デバイスハンドラ "DS.exe"は,2011年6月に越川先生がご急逝なさる直前に書き上げて下さったものである.

運用開始後の主な課題とソリューション

0. 基本方針:

自動麻酔記録の導入にあたっては「診療の安全確保が最優先」という基本ポリシーのもとに, a) 自動麻酔記録の使用は義務でないこと,b) 手書きも可だが,記録に関する診療責任はどちらにも存在すること,c) 自動記録を使用しなくてもモニター結果は自動的に保存されていること

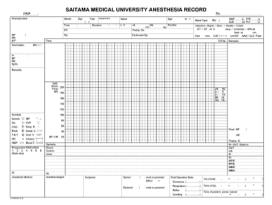


図 1a 最初の麻酔記録様式 薬品,輸液,排泄が二段落になっており,麻酔記 録作成時に無駄が出やすい.

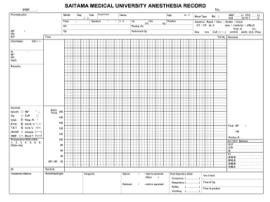


図 1b paperChart に最適化した 院内認可済み麻酔記録様式

を周知徹底した.非常勤勤務も多い当施設の場合,手書きに慣れた医師は,自動記録そのものがストレスになっている例も散見されたためである.しかし,導入後に慣熟が進むにつれて,ほぼ全症例で自発的に自動記録が使用されるようになった.

______ 埼玉医科大学病院麻酔科

^{*}明海大学歯学部付属明海大学病院麻酔科

[†]埼玉医科大学病 ME サービス部

1. 事前入力:

JSA 麻酔台帳の予約システムを用いて,医療秘書が麻酔予定表を作成し, "schedule.csv"としてアップロードし,麻酔記録中に「一般情報」ボタンで呼び出せるようにした.

2. 帳票としての麻酔記録:

システム付属の印刷用書式の正式運用も考えたが,現行書式をスキャナで取りこんで使用し,院内帳票認可を不要とした.しかし,運用開始当時の書式は,薬剤投与欄と輸液輸血出血尿量等の記入欄が別々であったため,十分な見やすさを確保できなかった.このため,運用開始半年後に,現行書式からpaperChartに適合した書式の審査と認可を受けた(図 1a,b).

3. ネットワーク運用:

診療情報を有するネットワークのため、インターネット回線とは接続しないこと、ウィルス対策を頻繁に行うように指導され、これらを遵守している。埼玉医大はSymantec Endpoint Protectionをサイトで購入しているため、イントラネット用に最新版のウィルス定義ファイルも常時提供されている。毎週、定義ファイルをダウンロードして記録サーバーにコピーし、各記録PC はジョブスケジューラーで、深夜に定義ファイルを自動的にダウンロードして実行するようにした。これまでにウィルス関連のトラブルは経験していない。

4. 時刻同時性:

モニターとパソコンの示す時刻が異なることが指摘されたが,先の指導によりインターネットntp サーバーは使用不可のため, GPS 時計サーバー(桜時計)を立ち上げて,モニターと麻酔記録 PC 双方の調整を常時自動的に行っている(図2).

5. OS:

windows7による「最小化」や「透明化」で, 自動記録が消失したと思い込んでしまうことに よる二重立ち上げは,誰もが経験するトラブル のようだ.



図2 桜時計 GPS タイムサーバー画面

6. ノイズ対策:

実証実験中より電気メスによる USB のハングアップが問題となり, RS-232C 搭載機種を選択したが, 完全には阻止できない. 2.4GHz 帯の無線キーボードやマウスも同様なことも判明した. 7. 各手術室の進行状況のリアルタイム表示を開発中.(図3)

考 察

現在まで,自動麻酔記録の運用は比較的順調に行われている.最も配慮したことは「診療の安全確保が最優先」で,自動記録が各医師の診療のプレッシャーにならないことである.新しいシステムを使いこなせず,比較的些細なトラブルが解決できずに患者の麻酔管理がおろそかになる可能性があり,これについては,ASA newletter等でも問題にしている¹⁾.

自動麻酔記録とはいえ,スケジュールの事前入力やシステムの保守等は人手が必要である.paperChart は患者識別システムは連携していないため,常に誤った患者への麻酔記録記入の可能性がある.このことを "COWPIE"(Charting On Wrong Patient In Electric medical record) という問題として認識されている 2).

PaperChart をはじめとする自動麻酔記録の多くは,モニター機器からのデータ転送はRS-232C

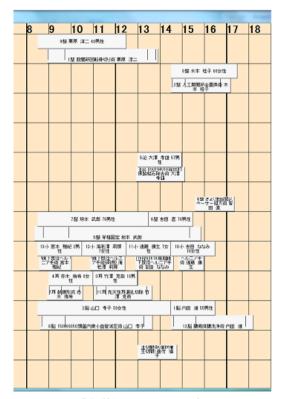


図 3 進行状況リアルタイム表示画面

等のシリアルインターフェースを経由している.近年の PC は,USB や bluetooth 等の普及により,RS-232C インターフェースを実装した機種が激減した.なぜなら,USB-RS232C 変換器で比較的簡単に通信が可能となるためである.しかし,USB そのものが医療機器等によるノイズには耐性が低いとされ,我々の実証試験でもノイズ対策の必要性と RS-232C インターフェースの優位性が認められたため,RS-232C とタッチパネルを実装した機種にこだわって選択した³).

時刻同時性の確保は,各モニターおよび PC の表示時刻がバラバラなことが問題視されたことから始まった.その原因は,時刻同期が未設定のためであったが,指導のためインターネットの ntp サーバーは使えない.また,GPS と電波時計によるイントラネット用サーバーは存在するが意外に高価(20万円~)で,システム導入後の予算確保は困難と思われた.一方,GPS の

みが示す時刻も十分に正確で, GPS レシーバーと時計サーバー(桜時計)でイントラネット内の時刻サーバーを実装できた.この費用は GPS レシーバーのみで 5 千円程度で,正確に作動を続けている.

その他にも問題はあるが,多くは「パソコンや IT に不慣れ」が原因で,麻酔科および ME サービス部のサポート要員の対処で解決しており,今後も地道なサポートが必要であろう.一方,我々が対処した課題は自動記録の導入早期の一般的な問題と思われ,情報を共有したい.

引用文献

- Anesthesia Quality Institute Case report: Case 2012-11: For want of a light bulb, an airplane was lost. ASA Newsletter 76(11):18-19, 2012
- 2. Anesthesia Quality Institute Case report: Case 2012-9: Garbage in..... ASA Newsletter 76(9):42-43, 2012
- 3. 岩瀬良範, 菊地博達, 越川正嗣: 実証試験に基づく PaperChart の導入 経過報告 . 麻酔・集中治療とテクノロジー 2011:83-87, 2012

ABSTRACT

paperChart, a free automated anesthesia recording system

A practical experience of system installation and solution.

Yoshinori Iwase, Toshikatsu Imamura, Kanji Kabasawa, Akihiko Maeyama and Nobuyuki Matsumoto

The "paperChart" automated anesthesia recording system was developed and distributed by Dr.Masatsugu Echikawa (passed away in June, 2012) with free of charge. Since February 2012, anesthesia recording by paper-Chart system was started with DS-8500 patient monitoring system (Fukuda Denshi, Japan) and Thinkcentre M90z (Lenovo, China) touch screen and RS232C serial interface facilitated personal computer due to the results from previous study3). We operated current system under following basic policies; 1. charting on paperChart was not mandatory. 2. the manual

charting was acceptable, 3.signature by anesthesiologist on official hard copy was mandatory in any case, 4.computer network was completely isolated from the other networks to prevent intrusion. We added several improvements to the system including 1.automatic viral definition update in isolated network, 2.establishment of simultaneity using GPS, 3.realtime progress displaying system. Especially, GPS time server (Sakura clock) was quite efficient in cheapness and effectiveness. Minor problems caused by novice experience in PC

were supported by our expertise staff. Such supports were slow but steady measure to acclimatize users. Our current interests are focused issue to avoid loss of concentration toward anesthetic managements1) and COW-PIE(Charting On Wrong Patient In Electric medical record)2). Further efforts are continuing.

Department of Anesthesiology, Saitama University Hospital, Moroyama 350-0495, Saitama, Japan

医中誌 API 制御による文献検索と My 医中誌機能 讃岐美智義 ,黒沢俊典*,松田真美*

はじめに

医学中央雑誌 (以下,医中誌) は,広島医学校出身の尼子四郎が個人の事業として医学中央雑誌社 (現,医学中央雑誌刊行会) を創始し,1903 年 (明治 36 年) に抄録誌" 医学中央雑誌"発刊により始まった.第二次世界大戦時も継続して刊行され,冊子体は 2002 年 12 月に終了した.1992 年 (平成 4 年) から 2006 年 (平成 18 年) には電子メディア媒体として CD-ROM 版としての配給もあったが,2000 年 (平成 12 年) からは,インターネット上で検索できる W eb のサービス (以下,医中誌 WEB) に移行した.医中誌 WEB は,日本語医学文献データベースの代名詞ともいわれるまでに成長し,施設内からだけでなく自宅からも幅広く利用されている.医中誌 WEB は,バージョンを重ねるたびにユーザーインターフェースをブラッシュアップし,使いやすいものになってきた.本稿では,医中誌 WEB の概略と 2012 年 11 月にリリースされた医中誌 WEB(Ver.5) の医中誌 API 制御による文献検索を紹介する.

医中誌 WEB の収録文献

医中誌 WEB には 1983 年以降,約 5,000 誌から収録された約 886 万件 (2014 年 10 月現在)の書誌情報が収録されている.1 日と16 日の月に2回更新が行われ,毎月3万件ずつ書誌登録数の増加が見込まれる.収録対象分野は,医学,歯学,薬学,看護学,獣医学などの関連分野で,わが国で発行される学協会誌・研究会誌,業界誌,商業誌,大学・研究所・病院・学術団体などの紀要,研究報告(対象分野で入手できる定期刊行物はすべて)が対象資料として採択されている.

医中誌 WEB の特徴

1) 医中誌 WEB と医中誌パーソナル WEB

大学・病院・企業等,法人ユーザーを対象とするサービスで,施設単位の契約により利用できる「医中誌 WEB」と,個人の契約で利用できる「医中誌パーソナル WEB」がある.いずれも,インターネット上から,ID およびパスワード入力により利用可能である.

2) 専門員によるキーワード付与インデクシング

収録文献には、専門の索引者により「医学用語シソーラス」に基づいて主題に沿ったキーワードが付与 (インデクシング) される・インデクシングとは、論文の内容を、キーワード (シソーラス用語およびフリーキーワード) と副標目およびチェックタグにより表現することである・同じような事項が著者によって異なる言葉で表現されていても、シソーラスに基づいて統一されたキーワードを付与することにより、漏れなく検索が可能になる・キーワードに副標目を付与することでキーワードがその文献においてどのような観点で用いられているかを特定できるため、チェックタグによって検索対象の絞り込みが可能になる・人手よる論文内容を把握したインデクシングにより、通常の全文検索では不可能であった高精度の検索を可能にする・

広島大学病院麻酔科

^{*}NPO 医学中央雑誌刊行会

3) オンラインジャーナルへのリンク

検索結果には,各種オンラインジャーナルや PubMed などへのリンクアイコンが表示される.オ ンラインジャーナルへのリンクをクリックすることで、オリジナル文献にアクセスが可能である(無 料, 有料はリンク先のサービスに依存する).

表 1 オンラインジャーナルへのリンク (2014年 10 月現在)

PubMed

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?db=pubmed

CrossRef

http://www.crossref.org/

CiNii

http://ci.nii.ac.jp/

• J-STAGE

科学技術振興機構が運営する電子ジャーナル https://www.jstage.jst.go.jp/browse/-char/ja

メディカルオンライン (株)メテオの国内医学文献の全文 PDF 配信サービス

http://www.medicalonline.jp/

• MedicalFinder

(株) 医学書院が提供する電子ジャーナルサービス http://medicalfinder.jp/

• PierOnline

(株) サンメディアがホスティングするオンラインジャーナル http://www.pieronline.jp/

• Digital e-hon

(株)トーハンが提供する電子ジャーナルサービス http://www.de-hon.ne.jp/digital/Default.asp?

• Annual Review Online

中外医学社が提供する「Annual Review」の電子ジャーナルサービス https://www.chugaiigaku.jp/ar_pdf/

• 関東連合産科婦人科学会誌

関東連合産科婦人科学会が提供する電子ジャーナル

http://jsog-k.jp/journal/

● 最新看護索引 Web

日本看護協会が提供する電子ジャーナル「最新看護索引 Web」 http://www.nurse.or.jp/nursing/education/library/sakuin.html

Japanese Acupuncture and Moxibustion

全日本鍼灸学会が提供する電子ジャーナル

http://jsam.jp/contents/050200/

南江堂オンライン Journal 南江堂が提供する電子ジャーナル

http://www.nankodo.co.jp/wasyo/main/disp_zassionline_corporate.asp

• Maruzen eBook Library

丸善株式会社が提供するオンラインジャーナル

https://elib.maruzen.co.jp/

● 多摩消化器シンポジウム

エーザイ株式会社が提供する無料オンラインジャーナル http://netconf.eisai.co.jp/tamasyoukaki/archive.html

• 日本手外科学会オンラインジャーナル 「日本手外科学会雑誌」のオンライン版 (会員は無料)

https://www.jssh.jp/jssh_manager/mylist/MyListSearch_init.do?init=on

4) 所蔵文献の表示

「医中誌 WEB」の機能 (「医中誌パーソナル WEB」にはない) の一つで , 図書館のオンライン蔵

書目録 OPAC(Online Public Access Catalogue) 連携を所属施設で行うことにより,その所蔵施設の所蔵している文献に特定のアイコン「所蔵文献」をつけることが可能である.OPAC を導入していない機関向けの機能として,外部リンク設定画面で必要な内容を登録をすると「、その雑誌を所蔵していること」を示すアイコンを,検索結果に表示することができる.また,所蔵雑誌一覧などをホームページ上で公開している場合は,アイコンからそのページへのリンクを設定できる.

5) ダイレクトエクスポート

医中誌 Web の検索結果を他のサービスにエクスポート (転送) できる. エクスポート先は「ユーザー設定サイト」(3 サイトまで設定可) と,RefWorks¹・EndNotes²・EndNote Web³・Mendeley⁴の「一般サイト」がある.ユーザー設定サイトは,後述の My 医中誌機能で設定できる.

アクセス方法

医中誌 WEB: http://login.jamas.or.jp/

医中誌パーソナル WEB: http://www.jamas.or.jp/personal_web/login.html にアクセスし ID およびパスワードを入力後に,文献検索が可能となる.

検索ガイド

http://www.jamas.or.jp/user/guide/ (PDF ファイルをダウンロード可能)

表 検索と結果出力

- 1. キーワード検索 キーワード検索 / 入力のルール / 検索対象項目の選択 / 絞り込み条件
- 2. 履歴を使った検索 履歴を使った検索/履歴行数の切り替えと削除
- 3. 絞り込み検索 絞り込み検索
- 4. 検索結果の表示 結果表示 / 「タイトル表示」形式での表示 / 「詳細表示」形式での表示 / 「タグ付き形式」での表示 / 「Medline 形式」での表示
- 5. 検索結果の出力 検索結果の出力/印刷/ダウンロード/メール送信 /クリップボード/ダイレクトエクスポート

Ver5より登場した新機能

1) My 医中誌

PubMed の個人ごとの使い方などをカスタマイズして初期設定を保存する機能で, E-mail アドレスをユーザー ID として登録する. 個別の ID/パスワードが発行され, 個別環境設定(画面のデザインや表示・出力形式を設定), フィルター設定(検索条件を組み合わせ,検索結果を出力),検索式の保存・メールアラート(検索式を保存し,必要な時に簡単に再検索できる.1 アカウントにつき 30 件

 $^{^{1}\}mathrm{RefWorks}$ とは,研究成果や電子リソースから収集した学術情報を蓄積・管理し,それらを共有化,情報発信するためのウェブサービス

²EndNote とは,学術文献の情報検索と検索結果のダウンロードファイル管理,論文を記述する際の参考文献リストを自動作成するソフトウェア http://www.usaco.co.jp/products/isi_rs/endnote.html/

³EndNote Web とは,学術文献の情報検索と検索結果のダウンロードファイル管理,論文を記述する際の参考文献リストを自動作成するソフトウェア「EndNote」のオンライン版 http://www.thomsonscientific.jp/products/enw/

 $^{^4}$ Mendeley とは,学術論文の管理とオンラインでの情報共有を目的とした,デスクトップアプリケーションおよびウェブアプリケーションの引用管理ソフトウェア http://www.mendeley.com/

まで保存でき,メールで医中誌 Web のデータ更新日である毎月1日と16日に検索結果が届く),利用状況の確認が可能である。

2) 医中誌 API

医中誌のデータを,医中誌 Web 以外の外部のサービスから利用するために開発された「外部 API」を利用することにより,外部のサービス(画面)から,直接 医中誌 Web の情報を呼び出し,検索する機能で「OpenURL」「OpenSearch」「SRU/SRW」 5 の 3 種類のプロトコルに対応している.OpenURLとは,URL に検索式を直接記入して,医中誌 Web を検索する機能,OpenSearch とは,ブラウザの検索ボックスから直接医中誌 Web を検索できる機能である. SRU/SRW は, 2 39.50 の後継プロトコルで URL のパラメータまたは XML での呼び出しと応答による機能である.この機能を活用することにより,目的とする文献にスマートに到達できる可能性が高まると期待されている.

医中誌 API の詳細

1) OpenURL

WEB ブラウザに URL 欄に以下の検索式を直接記入することにより医中誌 Web を検索する方法 [アクセス方法]

URL:

http://search.jamas.or.jp/api/opensearch?=[検索式]

パラメータ

url_ver(必須項目)	固定値" Z39.88-2004 "
rfr_dat	医中誌文献番号
rft.atitle	論文タイトル
rft.jtitle	雑誌タイトル
rft.issn	ISSN
rft.aulast	筆頭著者姓
rft.aufirst	筆頭著者名
rft.date	発行年
rft.volume	巻
rft.issue	号
rft.spage	開始ページ
rft.pages	開始ページ&終了ページ

2) OpenSearch

直接検索を実行できる.

アクセスすると医中誌 Web のインターフェースで表示される.

[アクセス方法]

URL:

http://search.jamas.or.jp/api/opensearch?q=[検索式]

⁵SRU: Search/Retrieve via URL, SRW: Search/Retrieve Web Service

パラメータ

q(必須項目)	検索キーワード
q(x) , y, y, y, q	1大ホー ノー
count	ページあたりの検索結果の出力件数
startIndex	取得するレコードの開始位置
format	レスポンスの形式を指定するパラメータ
Ioimat	現在は html にのみ対応している

3) SRU/SRW

外部 WEB サービス上での検索と結果を取得する方法で,すべての検索フィールドの指定可能である.シソーラス用語,抄録,著者名など特定のフィールドに限定して検索することができる.また,検索結果はHTML ではなく XML 形式 (PRISM2.1 対応)で取得できるので,統合検索システムなど,特定のシステムから直接検索を行い,検索結果は独自のインターフェース上で表示する場合に適している.

[アクセス方法]

認証

検索実行前に認証用 API でログインする.

http://search.jamas.or.jp/api/login? (ログイン) http://search.jamas.or.jp/api/logout? (ログアウト)

リクエスト

①リクエスト URL

SRU: http://search.jamas.or.jp/api/sru? [SRU リクエスト] http get で受け付ける

SRW: http://search.jamas.or.jp/api/srw SOAP で受け付ける

(2) Request Parameters

SRU/SRW 共通

パラメータ名	必須/オプション	説明
operation	必須	SRU: "searchRetrieve"
		SRW: "searchRetrieveRequest"
version	必須	1.1 or 1.2 (2.0 には対応しない)
query	必須	CQL で検索式を記述
startRecord	オプション	開始位置 (指定なしの場合は"1")
maximumRecords	オプション	取得最大件数 (指定なしの場合は 30 件)
		件数上限は 200 件とする
recordPacking	オプション	"xml"または "string" (指定なしの場合は"xml")
		レスポンスの検索結果内の特殊文字をエスケープする
		またはしない.
recordSchema	オプション	取得データのスキーマ "info:srw/schema/11/pam-v2.1"
		もしくは, "pam"
extraRequestData	オプション	任意に"jamas_identifierBc"を指定
		指定した場合は、レスポンスで医中誌文献管理番号を出力する.

・対応するレスポンスフォーマットは PAM(PRISM Aggregator Message)2.1 のみとする.

<recordSchema> の値は, PAM を表す URI である "info:srw/schema/11/pam-v2.1"またはその略記である"pam"のみを受け付け, それ以外の値はエラーとして扱う.

略記の"pam"はリクエスト時のみ使用可能.レスポンス内の <recordSchema> で出力する値は正式 URI で記述しなければならないので,固定で,"info:srw/schema/11/pam-v2.1" と出力する.

- ・詳細は http://www.loc.gov/standards/sru/sru-1-2.html 参照
- (3)CQL(Contextual Query Language)

SRU/SRW 共通

http://www.loc.gov/standards/sru/cql/index.html 参照

リクエスト内の検索式は, CQL という方式で記述される.また, CQL には指定できる検索タグなどを拡張した Context Sets が複数用意されており, 医中誌では, PRISM を拡張した医中誌独自のIchushi Context Sets を採用する.

(http://www.loc.gov/standards/sru/cql/contextSets/参照)

リクエスト内の検索式は,CQL という方式で記述される.また,CQL には指定できる検索タグなどを拡張した Context Sets が複数用意されており,医中誌では,PRISM を拡張した医中誌独自の Ichushi Context Sets を採用する.

(http://www.loc.gov/standards/sru/cql/contextSets/参照)

検索式の形式

[Index Name] [Relation] "[Search Term]" [Boolean Operator] [Index Name] [Relation] "[Search Term]" [Sorting]

- 例) dc.title = "胃癌"
- 例) dc.title = "胃癌" AND cql.allIndexes any "cisplatin CDDP" sortBy dc.identifier/sort.descending

CQL では, [Search Term], [Index Name], [Relation], [Relation Modifiers], [Boolean Operators], [Boolean Modifiers], [Sorting] を使用して式を表現する. (Relation Modifiers と Boolean Modifiers は使用しない.)

1. Search Term

検索語 <> = () スペースを含む場合は""で括る

2. Index Name

検索タグに相当する. Ichushi Web Context Sets を使用する.

(http://www.loc.gov/standards/sru/cql/contextSets/ichushiweb-context-set-v1-0.html 参照)

表. 使用する Index Name(指定できる検索フィールド)

12. 12	門9 る Index Name(指定できる検察ノ	,	志 Web 検索タグ	
	Index Name	1 次検索項目	2 次検索項目	備考
1	dc.creator	AU		著者名
2	dc.description	AB		抄録
3	dc.identifier	UI		文献番号
4	dc.language		LA	言語区分 ISO639 準拠
5	dc.publisher	PN		発行元名
6	dc.title	TI		論文タイトル
7	dc.type		PT	論文種類
8	prism.eIssn	IS		電子版 ISSN
9	prism.endingPage		PG	終了ページ
10	prism.isbn	IS		ISBN
11	prism.issn	IS		プリント版 ISSN
12	prism.keyword	TH		シソーラス語
13	prism.number		IP	号
14	prism.organization	IN		所属機関
15	prism.pageRange		PG	ページ
16	prism.publicationDate		DT	発行年
17	prism.publicationName	JN		収載誌名
18	prism.startingPage		PG	開始ページ
19	prism.volume		VO	巻
20	cql.allIndexes(または cql.anywhere)	AL		All Fields
21	jamas.keywordMajor	MTH		メジャー統制語
22	jamas.creatorFirst	FAU		筆頭著者名
23	jamas.creatorLast	LAU		最終著者名
24	jamas.publicationCode	JC		収載誌コード
25	jamas.special	SP		特集記事
26	jamas.titleDescription	TA		論文タイトル&抄録
27	jamas.identifierBc	BC		医中誌文献管理番号
28	jamas.targetData		DATA	対象データ
29	jamas.descriptionYes		AB	抄録有り
30	jamas.subset		SB	分類
31	jamas.checkTag		CK	チェックタグ
32	jamas.researchDesign		RD	研究デザイン
33	jamas.subHeading		SH	副標目
34	jamas.preDate		PDAT	Pre データが登録された日付
35	jamas.indexingDate		IDAT	完成データが登録された日付
36	jamas.fulltext		FT	フルテキスト有 (準備中)
37	jamas.freefulltext		FFT	フリーフルテキスト有 (準備中)

- ・ Index Name は"."(ドット) 区切りで , prefix と base name からなる .
- ・ prefix(dc , prismcql , jamas) は省略可能
- ・Index Name の指定がない場合は, 医中誌 Web の検索同様 AL 検索プラス TH へのマッピングを行う.
- ・ 言語は, 医中誌 Web の使用に併せて, 日本語・英語・その他のみ検索可能とする. (但し, 値は"日本語","英語","その他"以外に,"ja"(日本語),"en"(英語)も可.)

3. Relation

完全・部分一致等の指定

Relation	説明	備考
=	部分一致検索	default relation . "="の挙動は , サーバ側で規定できる . ここでは部分
		検索とする.
		Relation が省略されている場合は , "="と解釈
==	完全一致検索	例: dc:creator == 鈴木修
all	AND 検索	例: dc.title all "lung cancer" =>lung/ti and cancer/ti
any	OR 検索	例: dc.title any "lung cancer" =>lung/ti or cancer/ti
exact (version	完全一致検索	例: dc:creator exact 鈴木修 '=='と同じ
1.2 only)		
within	範囲指定	例: prism:publicationDate within "2005 2008" =>DT=2005:2008
		[prism.publicationDate] [jamas.preDate] [jamas.indexingDate] で使
		用

- 完全一致検索のみを受け付けるフィールトが指定された場合は、Relation を無視して完全一致検索を行う. 完全一致検索フィールドは、"TH"、"MTH"、"JC"、"UI"、"RD"、"BC".
- 完全一致検索の指定がある場合は,"[]/タグ名"の式に展開する.
- 完全一致検索に対応していないフィールドで完全一致の指定があった場合は, 医中誌 Web の挙動に準じる.

完全一致検索が可能なフィールドは"AU","FAU","LAU","JN","IN","PN","SP"

dc.creator == "山田太郎" => AU は完全一致可 => 検索要求を受け付ける(「山田太郎」/AU)

cql.anywhere == "aids" => AL は完全一致不可 (医中誌 Web て?はエラーとなる) => エラーを返す (エラー詳細は <math>15 ページ参照)

prism.keyword == "aids" => TH は元々完全一致検索. => [] で括らず, aids/TH とする.

- Relation が省略された場合は,"="と見なす.
- Relation が all', 'any' であっても,検索語が1つしか指定されていないケースもある. 例) dc.title any "lung" こういったケースでは, 'lung/TI' に展開する. そのため Relation が all', 'any', '=' いずれでも同じ結果となる.

4. Boolean Operators

ブール演算

AND	AND 検索
OR	OR 検索
NOT	NOT 検索

5. Sorting

Sorting 検索結果のソート順は, 'Query' 内の検索文字列の後ろに'sortBy' で指定する.

[形式]sortBy [index name] / [昇順 or 降順]

index name: ソートするフィールド

ソート順: sort.ascending(昇順) / sort.descending(降順)

例) dc:title="aids" sortBy dc:identifier/sort.descending => 「aids/TI」の検索結果を文献番号降順でソート

ソートの指定は, 医中誌 Web 内で指定可能なフィールドのみ対象とする.

(現状では,文献番号逆順,収載誌発行年月,収載誌コード,ページ,筆頭著者名)

Ver1.1 では CQL 内でなく, Request Parameters の"sortKeys"パラメータ内で指定する. (Ver1.1 のソートには対応しない)

6. その他

・エンコーディング. リクエストデータ, レスポンスデータいずれも UTF-8 とする.

レスポンス

SRU: 既定の XML 形式で検索結果を返す

SRW: 既定の XML 形式の検索結果を SOAP で返す

(1) Response Parameters

タグ Type	必須/オプション	説明	
searchRetrieveResponse		必須	トップレベル要素
version	xsd:string	必須	1.2
numberOfRecords	xsd:integer	必須	ヒット件数
records	sequence of <record></record>	オプション	<records> 下の <record> タグ 内に検索結果等の情報を出力する. 「2record Parameters」参照</record></records>
diagnostics	sequence of <diagnostic></diagnostic>	オプション	<diagnostics> タグ内にエラー メッセージ,コードを出力する. 「⑥diagnostics」参照</diagnostics>

version

本来はリクエスト内で指定された version の値を出力してそのバージョンでレスポンスを返すが,ここでは $\mathrm{Ver}1.2$ にのみ対応するので,固定で 1.2 を出力する.

リクエストで 1.2 以外のバージョンが指定されても,エラーとせず 1.2 で処理する.

(2)record Parameters

タグ	Туре	必須/オプション	説明
recordSchema	xsd:string	必須	固定値 info:srw/schema/11/pam-v2.1
recordPacking	xsd:string	必須	検索結果「③recordData」参照
recordData	<pre><stringor xmlfragment=""></stringor></pre>	必須	ヒット件数
recordPosition	xsd:positiveInteger	オプション	レコード番号 何番目のレコードか
extraRecordData	<xmlfragment></xmlfragment>	オプション	

● リクエスト内の <stratRecord> の値の位置のレコードから出力する. 例えば値が"11"であれば,11件目のレコードから表示する.

指定がない場合は,1件目から表示する.

● 出力する件数は , リクエスト内の <maximumRecords> の値とする . 例えば , "200"であれば , 200 件 のレコードを出力する .

上限は 200 件とする . 200 件を超える指定があった場合は , 200 件のみ出力する . 指定がない場合は , デフォルトの 30 件とする .

- <record> タグはヒットした件数分繰り返し表示される.
- <recordSchema> て?出力する値は固定で, "info:srw/schema/11/pam-v2.1"とする. レスポンス時は略記"pam"の使用は不可.

```
• <recordPacking> の値
        "xml"の場合 =>
        <recordData> およひ <extraRecordData > 下の XML タグをそのまま < > で記述
          例) タク: <pam:article> => <pam:article>
             值: <aa&bbb> => &lt;aaa&amp;bbb&gt;
        "string"の場合 =>
        <recordData> およひ <extraRecordData > 下の XML タグの < > をエスケープして記述 .
          例) タク: <pam:article> => &lt;pam:article&gt;
             值: <aaa&bbb> => &amp;lt;aaa&amp;amp;bbb&amp;gt;
          「(5) サンプル」参照
(3)recordData
<recordData>
  <pam:message xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"</pre>
xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
xmlns:pam="http://prismstandard.org/namespaces/pam/2.0/"
xmlns:prism="http://prismstandard.org/namespaces/basic/2.0/"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.prismstandard.org/schemas/pam/2.1/pam.xsd">
    <pam:article>
      <head>
  [文献情報] < --- ヒットした文献情報を出力する(次ページ参照)
      <head>
    </pam:article>
  </pan:message>
</recordData>
```

④文献情報

タグ	説明	出現回数
dc:identifier	医中誌 Web 文献番号	1回(必須)
dc:title	論文標題	0回または1回
dc:creator	著者名	0回または1回以上
dc:type	論文種類	0回または1回以上
dc:language	論文言語	0 回または 1 回
dc:publisher	発行元	0 回または 1 回
dc:description	抄録	0 回または 1 回以上
prism:organization	所属機関名	0 回または 1 回以上
prism:publicationName	収載誌名	0回または1回
prism:issn	P-ISSN	0回または1回
prism:eIssn	E-ISSN	0回または1回
prism:isbn	ISBN	0 回または 1 回以上
prism:volume	巻	0 回または 1 回
prism:number	号	0 回または 1 回
prism:startingPage	開始ページ	0回または1回
prism:pageRange	ページ	0回または1回
prism:publicationDate	発行年月日	0回または1回以上
prism:keyword	統制語/フリーキーワード/チェックタグ	0回または1回以上
prism:postDate	PDAT/IDAT	0回または1回以上

文献情報の出力詳細については, Web 出力.doc 参照

prism:postDate は,値の前に"PDAT:","IDAT:"を出力する.

PDAT,IDAT 両方存在する場合は,PDAT IDAT の順に出力する.

⑤リンク情報の出力

該当のレコートのリンク先情報の記述について PRISM2.1 に <prism.url> というタグが用意されているが,リンク先 URL とリンクアイコン URL をセットで記述することができないため,<extraRecordData> に独自のタグを用意してリンク情報を記述する.

<extraRecordData>

<jamas:linkinfo>

<jamas:targetURL> [リンク URL] </jamas:targetURL>

<jamas:iconURL> [リンクアイコン URL] </jamas:iconURL>

</jamas:linkinfo>

</extraRecordData>

(6) diagnostics

エラーは,'fatal'か'non-fatal'に分類される.'fatal'は,認証が通っていない,リクエストのフォーマットが不正といった根本的なエラーで,'non-fatal'は,リクエスト自体は正しいが,サーバ側が

何らかの理由で検索できなかったり、レスポンスを返せなかったりというエラー. 更に,'non-fatal'エラーは,'surrogate' and 'non-surrogate' に分類される.

'surrogate'は,例えば,検索結果 3 レコードの内,2 番目のレコードのみが何らかの原因で出力できないというエラーが発生した場合に,<record> タグの中で,1 件目と 3 件目のレコードはそのまま出力し,2 件目の箇所にはレコードの代わりに適切なエラーメッセージを出力する仕組みだが,今回 'surrogate' へは対応しない.

'fatal', 'non-fatal non-surrogate' は , <records> タグ自体出力せず , 代わりに <diagnostics> タグ下にエラーを出力する .

<diagnostics Parameters>

タグ	Type	必須/オプション	説明
uri	xsd:anyURI	必須	diagnostics-list のエラーコードを以下の フォーマット
			で出力する.
			例:info:srw/diagnostic/1/** (**の箇所がエラーコード)
message	xsd:string	オプション	diagnostics-list のエラーメッセージを出力する.
			例:Query syntax error

例

<diagnostics>

<diagnostic xmlns="http://www.loc.gov/zing/srw/diagnostic/">

<uri>info:srw/diagnostic/1/10</uri>

<message>Query syntax error</message>

</diagnostic>

</diagnostics>

<records> タグは出力しない

diagnostics-list (エラーリスト) は参照

(7)Namespace

タグ	名前空間		
searchRetrieveResponse	xmlns="http://www.loc.gov/zing/srw/"		
pam:message	xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"		
	xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"		
	xmlns:pam="http://prismstandard.org/namespaces/pam/2.0/"		
	xmlns:prism="http://prismstandard.org/namespaces/basic/2.0/"		
	xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"		
	xsi:schemaLocation="http://www.prismstandard.org/schemas		
	/pam/2.1/pam.xsd"		
diagnostic	xmlns:="http://www.loc.gov/zing/srw/diagnostic/"		

PAM の DTD は , "pam-full.dtd"参照

SRU/SRW レスポンス diagnostics-list(エラーリスト)

カテゴリー	エラーコード	メッセージ
General Diagnostics	2	System temporarily unavailable
	3	Authentication error
	4	Unsupported operation
	5	Unsupported version
	6	Unsupported parameter value
	7	Mandatory parameter not supplied
	8	Unsupported Parameter
Diagnostics Relating to CQL	10	Query syntax error
Diagnostics Relating to Records	65	Record does not exist

エラーコードは <uri> に出力

フォーマットは, info:srw/diagnostic/1/[エラーコード]

メッセージは <message> に出力

各項目の詳細は以下を参照

http://www.loc.gov/standards/sru/diagnostics/diagnosticsList.html

エラーコード 65 は、ヒット件数が 0 件の時に出力する

- (4) **独自** API
- (1) 認証用 API SRU/SRW などブラウザ経由でないアクセスへの対応やユーザー側で構築する独自のページでの認証処理を容易にするために ,認証用 API を用意する .

ログイン

• URL

http://search.jamas.or.jp/api/login

・リクエスト

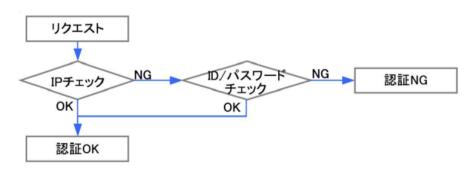
http POST で以下の情報を送信する.

< パラメータ >

userID

password

・処理



ログイン要求が来たら,まず, ${
m IP}$ による認証を行う. ${
m IP}$ が ${
m NG}$ の場合は, ${
m ID}/$ パスワードによる認証を行う.

・ JQUIS<->JK 間の通信

ログアウト

• URL

http://search.jamas.or.jp/api/logout

・リクエスト

ログイン時取得した cookie を http ヘッダ内に出力. cookie 以外の情報は不要.

• 処理

該当の cookie のログアウト操作を行う.

・ JQUIS<->JK 間の通信

以下の API を使用

GetCertLogout

・ その他

My 医中誌のログアウトは不要.

参考文献

1. 医学中央雑誌

http://www.jamas.or.jp/

2. SRU/SRW

http://www.loc.gov/standards/sru/cql/contextSets/ichushiweb-context-set-v1-0.html $\overline{\tau}$ 734-8551

広島市南区霞 1?2?3

広島大学病院麻酔科

讃岐美智義

082-257-5267(TEL)

082-257-5269(FAX)

msanuki@hiroshima-u.ac.jp

総説: 心電図計測と概念の変遷

田中義文

はじめに

心電図の R 波発生機序について, ほとんどの 教科書では心室心内膜側に発生した心筋脱分極 電位が心外膜側に伝わり、その+電流が左足+ 電極に検出され、陽性スパイク波が検出される と述べている、その理屈で T 波を考えると、興 奮が心外膜側から心内膜側, つまり逆方向に向 かうので, T波が逆転しても良さそうなのだが, 正常波形は陽性 T波なので、そのあたりを詳 しく述べている教科書は見あたらず, 歯切れが わるい. さらに,心肥大や心室期外収縮でのR 波の増高,異常T波についての説明についても 十分納得できるとはいえないのが現状である. そもそも,脂質二重膜で覆われ,非常に絶縁性 の高い心筋細胞膜であることが知られ、イオン チャネルの構造や活動電位のメカニズムまで明 らかになった現在,心筋興奮の活動電流が心筋 を通過するという理論には無理があるように思 われる,そこで現在の心電図の発生機序と対比 しながら、過去になぜそのような誤解が生まれ、 今なお継承されているのか,その理由を文献的 に考察することにする.

体表心電図測定の歴史

心電図発見の歴史を辿る前に電気現象についての基礎知識を整理しよう.ボルタ電池は1800年に発明された,このことは,人類が人工的に安定して電気現象を研究できる基礎を作った点において,大変重要である.その後,エルステッドとアンペールは1820年頃に電流と磁場との関係を明かにした.これが電流計や電圧計の発明の基礎となり,オームの法則は1826年に発見された.ファラデーの電磁誘導の法則の発見は1831



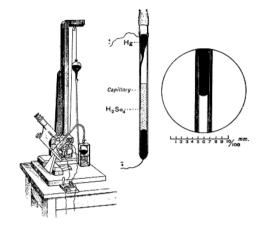


図 1 水銀毛細管電気計 1875 年にリップマンが考案した ¹⁾.

年である.マックスウエルの電磁方程式の理論は 1864年に発表された.フレミングの左手や右手の法則は 1884年ごろ,ユニヴァーシティ・カレッジ・ロンドンでの講義で用いた.これは発見でも発明でもなく,フレミングの電磁誘導のベクトル理論を明解に説明する手段と思えばよい.

生体電流の計測に欠かせない微小電位の計測法についてはリップマンが 1875 年に考案した水銀毛細管電気計が利用できた.図 1 に示す装置で,毛細管内で水銀が硫酸と接触する境界 (メニスカス) での変化を顕微鏡で観察する方法である $0.1 \sim 1$ mV を計測することができるが,直流電位なら良いが,慣性の大きな水銀面の移動を顕微鏡で観測するので立ち上がり性能は悪い 2 .

1887 年ウォラーがリップマンが考案の水銀毛 細管電気計 (capillary electrometer) に写真記録 の改良を加えてヒトの心電図を記録している ³⁾ . 方法は図 1 に示す装置で , 毛細管内で水銀が硫酸と接触する境界 (メニスカス) での変化を顕

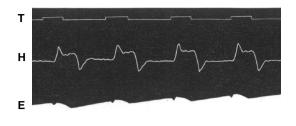


図 2 ウォラー測定のヒト心電図 T はタイムチック, H は胸部心尖拍動, E は 水銀毛細管電気計による心電図. 文献 2 より 改変.

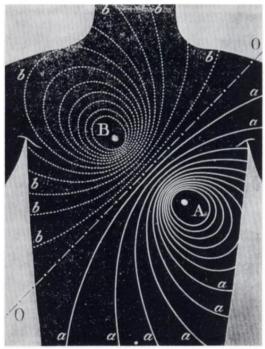


図3 ウォラーが考案した電気双極子 実線はプラスの領域,破線はマイナスの領域, A点,B点はそれぞれ,陽極点,陰極点を示す.今日胸壁にマルチエレクトロードを装着し,同様の測定を行っているが,結果はウォラーの推察とほどんど変わらない.1888年,文献3より引用.

微鏡で観察する方法である. ウォラーは今日でいう QRS と T 波を V1, V2 と命名したが, この計測は臨床診断に利用できるほどの精度が得られず, 再現性も悪かったので実用には至らなかった($\otimes 2$). しかし, 彼は心電図は電気双極子

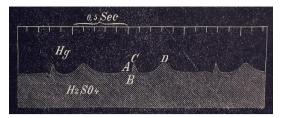


図4 アイントーフェンが 1895 年発表した 水銀毛細管電気計による記録. 文献 5

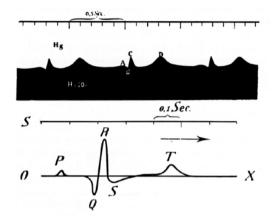


図 5 ABCD から PQRST への推理. 文献 5 水銀毛細管電気計のデータを元に慣性に対する補正を行い,心電図の原波形を推定した.

モーメントを作るとの概念を提唱し,心尖部に プラス,心基部のマイナスの極点が存在することを推察した(図3).

生理学者であり、医師でもあるアイントーフェンはウォラーの仕事に大変興味を持ち、自ら実験装置の改良を行い、詳細な波形観察に成功し、その波形を ABCD の 4 成分に分画できることを示した(図 4). さらに、ABCD の 4 分画はそれぞれ慣性力の影響の結果と仮定し、数学的操作で心電図の原波形を推量した.ここに今日でも使われている PQRST が命名された(図 5). 強調すべき点は、このデータは絃線検流計で測定する以前、すなわち水銀毛細管電気計による測定と数学的考察の結果であり、異常に深い Q 波、鈍った R 波と S 波、そしてテーリングする T 波などに補正の特徴が見られる.

彼は,その結果に満足せず,水銀毛細管計以 外の方法で実用に耐えうる心電図計測法の開発 -136- 心電図の歴史

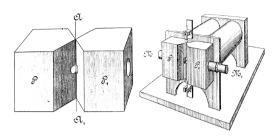


図 6 弦線検流計の本体部分 左図:2 μ m に引きのばした水晶に銀メッキ を施した弦線に磁場を与える.右図:電磁石 と光源レンズ,拡大鏡を備えた検出部.文献 1 より引用.

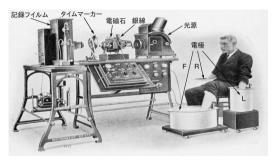


図 7 アイントーフェン 検流計による心電図測定 商品化された心電計 . 350 Kg 以上の重さで あった .

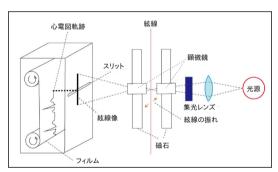


図8 心電図測定の内部構造 絃線に磁場をかけると,フレミングの左手の 法則により生体電流に比例して,左右に振れる.その絃線の影を定速度で移動するフイル ムに焼き付けて記録する.

を行った.その結果,水晶に銀メッキを施した絃線に体表電流を通電し,磁場をかけると,フレミングの左手の法則で絃線が左右に振れることに思いついた.図6がその検出部分であり,装置全体とヒトでの測定風景を図7に示し,想像

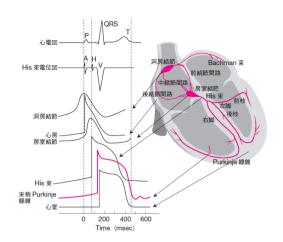


図 9 心電図測定の構造 文献 9 より引用

する内部構造を図 8 に示す. 測定性能は大変素晴らしく,今日の心電図と遜色のない結果であった. 装置の光源やモータについて Google 検索すると,エジソンが 1877 年に電話,蓄音機の発明,1879 年に電球,1880 年に発電機の発明と記録されている. 1903 年にはアイントーフェンがこれらの技術を十分に活用できたことを伺わせる. その後の心電図に関する知識は,1905年田原・アショッフらの刺激伝導系の発見と見事に対応でき,1931年,WilsonによるaVR,aVL,aVFの測定や標準胸部誘導の方法が確立した. 三極真空管の発明は1906年であり,真空管式心電図の実用化は1929年以降である.

細胞内電位測定については , $\operatorname{Hodgkin} A. L \& \operatorname{Huxley} A. F が , イカの巨大神経軸索で電位測定を <math>1939$ 年に行った $^6)$. その後のボルテージクランプによる Na チャネル , K チャネルによる神経興奮の機序については , あまりにも有名である .

心筋細胞などの小さな細胞の活動電位測定は,Ling, G. & R. W. Gerard による 1949 年のガラスマイクロピペットの開発まで待たなくてはならなかった $^{7)}$. そして,Draper M. H. & Weidmann S. が 1951 年にイヌでのパーキンジ細胞の計測に成功した $^{8)}$. 図 9 は今日知られている心臓の各刺激伝導系の活動電位と体表心電図と

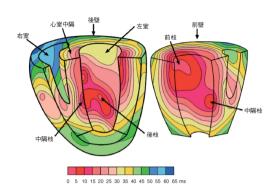


図 10 ヒト両心室筋脱分極の時間経過 文献 9 より引用

の時間関係である $^{9)}$. また図 10 に刺激伝導系に沿ったヒト両心室筋脱分極の時間経過を示す .

素直な体表心電図発生理論

ウォラー、アイントーフェン,ウィルソンにより提唱された体表心電図発生理論は,心筋興奮による活動電流が心筋壁から体表面に伝播するという考え方である.フレミングの左手の法則を応用したアイントーフェンの装置は心筋興奮により発生する体表面電流を計測しており,心臓の刺激伝導系興奮に応じた正常心電図のみならず,脚ブロックによる異常波形をも説明可能である.また,心筋梗塞で心筋壁に窓が開いたという考え方は異常Q波の発生機序を納得させるものがある.

しかし,この心筋活動電流が体表面に向かうという考え方では,心室期外収縮で大きな振幅の QRS 波形になること,正常では陽性 T 波,心筋障害で陰性 T 波になる理由,心筋梗塞で ST 上昇,狭心症発作で ST 低下になることなどの理論付けが出来ない.さらに,イオンチャネルによる心筋興奮の発生メカニズムが明らかになった現在,心筋壁の興奮電流が直接体表面に伝播すると述べたアイントーフェンらの考え方には無理がある.

図 9 に示されるように,マイクロエレクトロードの開発により明らかになったことは,心筋細胞でもホジキン・ハックスレーが示した現

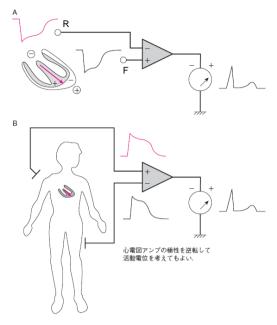


図 11 ヒト両心室筋脱分極の時間経過 文献 9 より引用

象と同様に -90 mV の静止電位 , +40 mV 以 下の脱分極電位,そしてカルシウムイオン流入 による脱分極持続時間が長く,この間に心筋収 縮が発生することであった. 当然これらの電位 差はネルンストのイオン濃度勾配によるもので ある.細胞外電位を0 V の基準電位に固定する と,これらの電位が測定されるが,心臓全体で の興奮を考えると基準電位は考えられないので、 心筋興奮する部位は+,静止状態の部位は-と 相対的に考える方が都合がよい.細胞外液相で は逆に,興奮心筋に接する部位は-に,静止心 筋に接する細胞外液相は+に帯電することにな る,心電図を心筋の興奮電流を直接計測してい ると考えるのではなく,細胞外電位の電位分布 を計測していると考えればウォラーの提唱した 図3の電気双極子の図とも合致する、そのよう な考え方で第 II 誘導での心電図を図示すると図 11 のようになる.

a) 体表心電図は細胞外電位の計測である

右肩の電極 (R) は心基部より心内膜腔の細胞

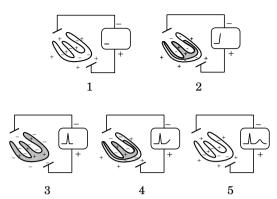


図 12 心室における細胞外電位の変化と心電図 心室の興奮過程を第 II 誘導で測定する模式 図. 影は興奮状態,白は静止状態の心筋を示す.静止状態,脱分極状態共に心電図は基線にもどる.すなわち,心筋間に静止と興奮状態が混在しなければ心電図波形は生じない.

外電位を覗き込み,左足の電極(F)は心外膜側の細胞外電位を計測する.今,図11Aのように心内膜側だけ脱分極し,未だ興奮が心外膜側にまで伝播していない状態を考える.すると,心内膜側の細胞外電位は-に帯電し,心外膜側の細胞外電位は+に帯電する.心電図アンプは美動増幅器であり,R側電極は-端子に接続している.-端子に接続している.- 端子に接続している.- 端子に振れる.一方,+端子では変化がなく,そのまま入力電位が継続する.これらの電位の加算が形成される.

興奮が心室筋全体に伝播する状況を考えよう.すでに心内膜側心筋は脱分極しているから - 極には変化がない . F 極の細胞外液は心外膜側心筋の興奮のために - に帯電する . したがって + 端子に - の電位が入力されていく . そのために + に振れていた R 波は下向きの下降電位を形成し,全ての心室筋が興奮状態になると,心内膜側,心外膜側の細胞外電位は共に - に帯電しSTセグメントが形成される .

再分極は心外膜側心筋より始まる.心外膜側 心筋は静止電位に戻るから,その周囲の細胞外 液は+に帯電し,F電極の+端子に加電する.

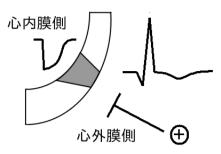


図 13 異常 Q 波の発生機序

1/4 円の左上領域は心腔側,右下は心外膜側.白い領域は健常心筋.灰色は貫壁性心筋梗塞の部位である.心外膜側電極は+端子であるため,漏電した心内膜側細胞外電位を検出し異常Q波を観測する.

その結果, T波の上向部分が形成される.心内膜側心筋にまで再分極が到達すると,心内膜側細胞外液が+に帯電し, R極の-端子に加電される.その結果T波の下降成分が形成され,陽性T波が完結する.これらの遷移状態を図12に示す.

図 11A に示すように,逆転電位の反転波形という表現は分かり難いので,同図 B に示すように活動電位に対して差動増幅器の+/-端子を入れ換えた.こうすることにより,心内膜側心筋電位から心外膜側心筋電位を引き算すれば体表心電図が発生することがわかる.しかし,本当は図 11A が正しい.これが理解できなければ異常 Q 波の発生機序が理解できない.

b) 異常 Q 波の発生機序

異常 Q 波の発生機序を図 13 に示す. 従来は, 貫壁性梗塞の心筋壁に窓が開いて対面の心筋壁の外側への興奮電流を Q 波として観測すると説明されてきたが, これは間違いである. 梗塞心筋組織は浮腫により細胞膜の絶縁性が悪くなる. または結合織に置換される. このことは逸脱酵素の上昇で理解されよう. そのために障害部位の心筋の絶縁性が低下し,心内膜側細胞外電位が+電極で計測されるようになり, 異常 Q 波として観察される. 梗塞になった心内膜側心筋も活動電位が発生しないのではないかと疑問に思うかも知れないが, 心配無用である. 梗塞

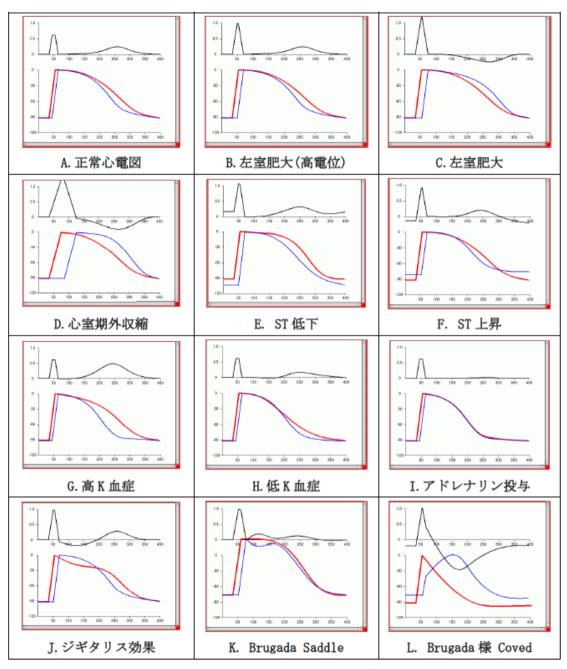


図 14 少しの活動電位の変化だけで得られるさまざまな異常心電図

心筋は心内膜側心筋の一部であり,他の多くの 心内膜側心筋では正常な活動電位を作成する. 血液の電気伝導度は心筋のそれより3倍も大き いので心内膜側細胞外電位は平均化されて正常 と変わらないと考えてよい.しかし広範な心筋 梗塞となると,正常側心筋周囲,心内膜側心筋 周囲,障害側心筋周囲の静止電位における細胞 外電位に差が生じて来る.このために広範な梗 塞で発生する ST 低下のミラーイメージが発生する 9 .

活動電位の変化で得られる異常心電図

心内膜側心筋活動電位から心外膜側心筋活動 電位を引き算するという操作だけで,さまざま な異常心電図が得られる.結果を図14に示す.

A. 正常心電図 . B. 心外膜側活動電位をほん の少し右に移動しただけで R. 波が上昇し, 左室 高電位がえられる.C. さらに右方に移動する と,R波の増高と逆転T波が得られ,左室肥 大になる.D. 極端に右方移動すると,心室期 外収縮になる.大きな QRS 波と逆転 T 波の特 徴が表れる . E. ST 低下は虚血心筋の ATP 枯 渇により ATP 依存性 K チャネルが開口し,静 止電位が低下する.そのために心電図では相対 的に ST 低下のように見える . F. 心筋梗塞では 静止電位が上昇し、心電図では相対的にST上 昇のように見える.G. 高 K 血症では心外膜側 心筋は早く再分極しようとする. そのために T 波増高が表れる. H.低 K 血症では逆に心外膜 側心筋の再分極が遅延する.この原因は IKr の 機能低下かもしれない、I. アドレナリン投与を すると心室筋の伝播速度の促進と Iks の機能亢 進が生じ,QRS幅の減少と共にR波高の低下, T 波高の低下が見られる . J. 盆状 T 波で有名 なジギタリス効果はパーキンジ細胞と一般心筋 での活動電位に違いがあることにより知られて いる. 文献 10 でのイヌで得られた活動電位よ リ作成した . K. Brugada 症候群は Na チャネル の機能低下が原因といわれている.脱分極後す ぐさま再分極するが、Ca チャネルの機能によ り,ドーム状に2相活動電位が回復する場合は Saddle 型になるが,もっと強く Na チャネルの 機能が低下すると L. のように Ca チャネルの機 能も低下し, Coved 型になる.

図 14 に示すシミュレーションは文献 11 に公開しているから , 是非 , 各自操作して自ら確かめてもらいたい .

心電図逆問題について

心電図逆問題とは体表心電図から逆に心筋活動電位を求める問題で一般に解けないとされている. トルソーのように, いくら体表に電極を配置しても解けない. その理由は右肩の電極をVR, 左肩の電極をVL, 左足の電極をVFとすると, I, II, III, III

I = VL - VRII = VF - VRIII = VF - VL

と記述できるが,対角行列が全て0になり,解けない.その代わりにII = I + IIIの関係が得られる.双極誘導で計測したのでは電極を多く配置しても本質的には解決できない.

そこで, VR の電極電位を1倍と2倍のアンプを作成し, それぞれの第 II 誘導を検出する.

 $E_1 = VF - VR$ $E_2 = VF - 2VR$

とすると, $VF=2E_1-E_2$, $VR=E_1-E_2$ となり,VF,VR の細胞外電位が独立して測定できる.実際にオペレーションアンプを作成して測定したが,ノイズが強く失敗に終った.この理由は mV オーダの信号を増幅率が非平衡な差動増幅器で 1000 倍以上の増幅を行うことに無理がある.しかし,完全なシールドルームで測定すれば実現できるかもしれない.

おわりに

ウォラーに始まり,ウイルソンの標準 12 誘導の導出で完成した体表心電図はその理論において細胞内電位の測定を無視したまま今日に及んでいる.その結果,心電図は波形暗記の学問だと思われるようになった.細胞外電位を考慮すれば,ほんの少しの活動電位の変化で種々の異常心電図が作成できることを知ってもらいたい.また異常 Q 波についてもウイルソンの説ではなく,心腔内細胞外電位が心外膜側に漏電

し、その電位が当該電極で検出すると考えればなぜ広範な梗塞でミラーイメージの ST 低下が発生するかという現象も理解できると思う.詳しくは文献 9 に示す拙著を読んで頂ければ幸いである.

ABSTRACT

Historical Review of Cardiac Electrophysiology and Today's tendency Yoshifumi Tanaka

Waller discovered human electrocardiography by means of Lippmann's mercury capillary electrometer in 1887. However, the resolution of it was not so good to use in clinical situations. Einthoven invented the string galvanometer and it made much worth using in clinical cases. He thought the R wave as the active electrical current originating from cardiac ventricular muscle. But it is not correct idea nowadays, because miocardial action potentials was recorded with micro grass pipet after then and the mechanisms of electromechano contraction systems has been reveald nowadays. The current originates from the voltage difference between endocardial and extracardial fluid spaces.

The author has found that right hand electrode detects extracellular potential in endocardium and the left foot electrode detects the extracellular potential of epicardium, hence it will be set to surface electrocardiogram if the endocardial potential is subtracted from the epicardial potential. This theory made good agreement with normal and abnormal electrocardiography when miocardial action potentials is changed from simulation studies.

引用文献

- 1. Rivera-Ruiz M., Cajavilcaiz C., Varon J.:Einthoven's String Galvanometer The First Electrocardiograph. Tex Heart Inst J, 35(2):174-8, 2008.
- 2. Kligfield P: The Centennial of the Einthoven Electrocardiogram. Journal of Electrocardiology 35S, 123-129, 2002.
- 3. Waller A.D.: A Demonstration on man of electromotive changes accompanying the heart's beat. J Physiol, 8,229-34, 1887.
- 4. Waller A.D.: Introductory Address on the Electromotive Properties of the Human Heart. Brit. M. J. 2:751-54, 1888.
- Einthoven W.: Ueber die Form des menchlichen Electrocardiogramms. Pflugers Archges Physiol. 60:229-234,1895.
- Hodgkin A. L and Huxley A. F: Action Potentials Recorded from Inside a Nerve Fibre. Nature. Vpl 144, No 3651, 1939.
- Ling, G. and R. W. Gerard. The normal menbrane potential of frog sartorius fibers.
 J. cell. comp. Physiol. 34: 383-396, 1949.
- Draper M. H. and Weidmann S: Cardiac Resting and Action Potentials recorded with an Intracellular Electrode. J. Physiol. 115, 74-94, 1951.
- 9. 田中義文: 成り立ちから理解する心電図波形: 心筋の活動電位を読み解く. 学研メディカル 秀潤社, 2012.
- Mandel WJ, Bigger JTJr, Butler VPJr. The electrophysiologic effects of low and high digoxin concentrations on isolated mammalian cardiac tissue: reversal by digoxin-specific antibody. J Clin Invest 1972:51:1381
- 11. http://nsa.kpu-m.ac.jp/gijutu/new-ecg/new-ecg.php

第30回日本麻酔・集中治療テクノロジー学会

プログラム・抄録集

会長: 上村裕一 (鹿児島大学大学院医歯学総合研究科侵襲制御学分野 教授)

会期: 2012 年 12 月 7 日 (土) 会場: 鹿児島市民文化ホール

〒890-0062 鹿児島市与次郎2丁目3番1号

プログラム

特別講演

9:55~10:55

座長:上村 裕一 (鹿児島大学大学院医歯学総合研究科侵襲制御学分野)

ガスセンサ - 医療ガスの高感度検知を目指して -

演者:島ノ江 憲剛 (九州大学大学院総合理工学研究院)

教育講演 (共催:日本光電工業株式会社)

15:30~16:50

座長:橋本 悟 (京都府立医科大学附属病院集中治療部)

01 全身麻酔の安全性を向上させるテクノロジー

演者:長田 理(公益財団法人がん研究会有明病院・医療安全管理部)

02 麻酔ガスの環境に対する影響とその対策および新たな利用

演者:甲斐 哲也 (九州大学医学研究院麻酔・蘇生学)

ランチョンセミナー (共催:マシモジャパン株式会社)

12:10~13:10

座長:坂本 篤裕 (日本医科大学麻酔科学講座) 安全な周術期管理に向けての新しいモニタリング

演者:三好 宏(長崎大学病院 手術部)

特別企画 13:30~14:30

「ビデオ喉頭鏡セミナー)

座長:川崎 孝一(鹿児島市立病院麻酔科)

- 1. AirwayScope (アイ・エム・アイ株式会社)
- 2. Airtrag (泉工医科工業株式会社)
- 3. GlideScope (ベラソンメディカル株式会社)
- 4. McGRATH MAC (コヴィディエンジャパン株式会社)
- 5. King VISION (アコマ医科工業株式会社)

一般演題 Session1 9:00~ 9:50

座長:岩瀬 良範(埼玉医科大学病院麻酔科)

01[心電図逆問題解決の可能性]

草津総合病院 麻酔科 田中 義文,野土 信司,山崎 康夫,仲宗根 ありさ

02 「 非標準的圧縮性流体解析による心大血管系の数値流体力学]

金沢医療センター 麻酔科

03 [症例検討会での学習効果を高めるデザイン研究への聴衆反応システムの応用]

東京慈恵会医科大学 麻酔科学講座

松本 尚浩,阿部 まり子,久米村 正輝,上園 晶一

- 04 [超高速演算のための GPGPU 利用法について]
 - 1) 大阪大学大学院医学系研究科 麻酔・集中治療医学講座
 - 2) 大阪大学医学部附属病院 手術部
 - 3) 大阪府立急性期・総合医療センター 医療情報部

萩平 哲 1),高階 雅紀 2),内田 整 1),森田 知孝 1),森 隆比古 3)

05 [パソコン書斎 20 年]

帝京短期大学ライフケア学科臨床工学専攻 諏訪 邦夫

一般演題 Session2 11:00~12:00

座長:片山 勝之(手稲渓仁会病院麻酔科)

06 「麻酔覚醒時にデルタ波が出現し BIS20 台で覚醒した高齢者開腹術の 1 例]

宇部興産中央病院 麻酔科

森本 康裕

07 [気管チューブのカフ形状の違いによるカフ圧とリーク圧の関係]

昭和大学医学部麻酔科学講座

大塚 直樹,安本 和正

08 [持続陰圧ドレナージ装置によりドレーン先端に生じる陰圧の実測 .in vitro.]

愛媛大学医学部附属病院 麻酔科蘇生科,集中治療部*

惣谷 昌夫,吉川 武樹,土手 健太郎*,萬家 俊博,長櫓 巧

09 「安価な PC カメラを用いた指導用ビデオ喉頭鏡の検討 1

洛和会丸太町病院 麻酔科

井本 眞帆

10 「超高輝度 LED を使用した光源付きスタイレットの試作と試用 (第 1 報)]

社会医療法人誠光会 草津総合病院 麻酔科

野土 信司,貴志 千春,仲宗根 ありさ,磯村 勇人,田中 義文

11「汎用喉頭鏡をビデオ喉頭鏡に変身させる小型ビデオカメラ利用の変遷 1

広島総合病院麻酔科

中尾 正和,片岡 宏子,梅田 絢子,新澤 正秀,本田 宏子,西藤 幸子,松本 千香子

一般演題 Session3 11:00~12:00

第2会場(5F 第2会議室)

座長:讃岐 美智義(広島大学病院麻酔科)

12 [低流量麻酔下の酸素摂取量(VO 2)計算法]

名古屋市立大学看護学部 病態学(麻酔学)

名古屋市立大学大学院医学研究科 麻酔・危機管理医学分野*

薊 隆文,播磨 恵*,祖父江 和哉*

- 13「頸動脈ドップラーを用いた動脈圧モニターの試み 1
 - 1) 川崎医療福祉大学医療技術学部臨床工学科
 - 2) 川崎医科大学麻酔・集中治療医学 1

平尾 拓一1), 辻 真莉奈1), 藤田 喜久2)

- 14「ゴム管を血管モデルとしてシミュレーションした針先ベベル面の向きによる穿刺孔への影響]
 - 1) 成尾整形外科病院
 - 2) くまもと麻酔科クリニック

野上 俊光 1), 東 兼充 2)

- 15 [音声合成 LSI を応用した薬物投与量の確認デバイス]
 - 1) 大阪大学大学院医学系研究科 麻酔・集中治療医学講座
 - 2) 千葉県こども病院 麻酔科

森田 知孝 1), 内田 整 1), 萩平 哲 1), 原 真理子 2)

- 16 [メーカーへの改造依頼により実現した麻酔科医専用点滴アラーム]
 - 1) くまもと麻酔科クリニック
 - 2) 成尾整形外科病院

東 兼充 1),野上 俊光 2),

17 [透析液の酸素化を増強することで血液酸素分圧は上昇するか?]

九州保健福祉大学 保健科学部 臨床工学科

吉武 重徳, 丹下 佳洋, 右田 平八, 戸畑 裕志

一般演題 Session4 14:35~15:25

座長:森本 康裕(宇部興産中央病院麻酔科)

18 [iPad を用いた FileMaker Go による回収血認証システムの開発]

- 1) 愛媛大学医学部附属病院 麻酔科蘇生科
- 2) 愛媛大学医学部附属病院 手術部
- 3) 愛媛大学医学部附属病院 集中治療部
- 4) 愛媛大学大学院 医学系研究科 生体機能管理学分野

吉川 武樹 1), 惣谷 昌夫 1), 萬家 俊博 2), 土手 健太郎 3), 長櫓 巧 4)

- 19 [AIMS 上での薬物シミュレーション表示の工夫]
 - 1) 手稲渓仁会病院麻酔科
 - 2) フクダ雷子

片山 勝之 1),中臺 武志 2),佃 昌樹 2)

20 [JSA PIMS と MS Excel 及び Filemaker Pro との ODBC 連携のポイント]

京都府立医科大学麻酔科学教室・附属病院集中治療部

佐和 貞治,橋本 悟

- 21 [麻酔情報管理システム (AIMS) による術前診療支援機能構築の試み]
 - 1) 福井大学医学部附属病院麻酔科蘇生科
 - 2) 大阪大学大学院医学系研究科麻酔・集中治療医学講座

村上 剛 1),次田 佳代 1),小畑 友里江 1),神澤 聖一 1),

三田 建一郎 1),松木 悠佳 1),内田 整 2),重見 研司 1)

22 「 医中誌 API 制御による文献検索と My 医中誌機能 1

広島大学病院麻酔科, NPO 医学中央雑誌刊行会*

讃岐 美智義 , 黒沢 俊典 * , 松田 真美 *

ession5 14:35~15:25 第 2 会場 (5F 第 2 会議室)

座長:中尾 正和(広島総合病院麻酔科)

23 [PaperChart 新規導入 3 例の報告]

天使病院 麻酔科

藤田 憲明

24 [既存インターネット回線を用いたリアルタイム生体情報転送の確立: フリーソフト paperchart を用いて] 宮崎大学医学部麻酔生体管理学教室

森 信一郎,指宿 昌一郎,恒吉 勇男

- 25 [paperChart による自動麻酔記録:実地運用開始後の課題とソリューション]
 - 1) 埼玉医科大学病院麻酔科
 - 2) 同 ME サービス部
 - 3) 明海大学歯学部付属明海大学病院麻酔科

岩瀬 良範 1), 今村 敏克 3), 樺澤 寛二 2), 前山 昭彦 1), 松本 延幸 1)

- 26 [paperChart 設定ファイルインタープリタおよび編集ツールの試作]
 - 1) 明海大学歯学部付属明海大学病院麻酔科
 - 2) 埼玉医科大学病院麻酔科

今村 敏克 1) , 岩瀬 良範 2)

27 [paperChart を活用するためのツールプログラムの作成]

南岡山医療センター麻酔科

斎藤 智彦

抄録抜粋

特別講演

九州大学大学院総合理工学研究院

島ノ江 憲剛

ガスセンサ - 医療系ガスの高感度検知を目指して -

ある特定のガス群を選択的に感知し,その濃度や量を電気信号などに変換するデバイスはガスセンサと呼ばれ,これは日本から世界に向けて発信されたデバイスである.ガスセンサは当初,ガス漏れ警報器,酸素濃度検知,一酸化中毒防止などの安全確保のために開発されてきたが,1980 年代から NOx,SOx, CO_2 ,オゾンなどの環境関連ガスや硫化水素,アンモニア,メチルメルカプタン,硫化メチルなどの悪臭が研究開発の対象となり,その検知ガス濃度も数 ppm ~ サブ ppm と格段に低くなった.これらの研究開発を基として,2000 年頃からは多種多様な極低濃度ガス (ppb レベル)が研究開発対象となり,我々の研究室でも,ppb レベルの揮発性有機化合物の検知を目指す一方で,麻酔ガスの笑気ガス (N_2O) やプロポフォール $(C_{12}H_{18}O$,図 1),殺菌ガスの

エチレンオキサイド (C_2H_4O) などの研究を進めてきた.本講演では,医療用ガスセンサの最近の研究や意外な測定例などを紹介したい.

教育講演 02 教育講演 02

麻酔ガスの環境に対する影響とその対策および新たな利用

九州大学医学研究院麻酔・蘇生学

甲斐 哲也

麻酔ガスは,低濃度でも長期にわたって暴露すると健康に悪影響を生じる可能性があるため,麻酔器から排出される余剰麻酔ガスを室外に排出することが勧められている.しかし余剰麻酔ガス排出装置が備えられていても,稼動忘れや接続の不備,装置の劣化などによって漏れを生じることはまれではない.また余剰麻酔ガス排出装置が適切に稼動していても,麻酔中には麻酔ガス漏洩を生じる要因は多数あり,手術室内の空気を汚染する可能性は常にある.麻酔ガスによる手術室内空気汚染の状況と予防対策を概説する.

麻酔ガスは,手術室から排出された後,通常はそのまま大気中に放出されている.排出後は人体に影響がないレベルまで希釈されると考えられて,この状態が容認されているわけである.しかし麻酔ガスには温室効果やオゾン層破壊作用があり,地球環境への悪影響が考えられる.したがって,温暖化対策および大気環境保全という観点から,現在では余剰麻酔ガスは排出のみならず処理までを考えなければならなくなっている.我々は企業との共同研究により,余剰麻酔ガス処理システムの実用化に世界で初めて成功した.このシステムでは,余剰麻酔ガス中の揮発性麻酔薬を吸着除去した後に液化回収し,残りの亜酸化窒素を触媒によって酸素と窒素に分解し,無害化して排出する.このシステムの概要を解説する.

麻酔ガスはヒトの麻酔以外にも,動物の麻酔や動物の殺処分にも用いられている.そうした環境において,余剰麻酔ガス処理システムによって回収された麻酔薬を再利用することで,環境を保全しながらコストも軽減する試みが進められているので紹介する.

亜酸化窒素は触媒によって酸素と窒素に分解しうるが,その際に多大な熱エネルギーを放出する.この熱を利用して発電する装置が開発され,宇宙のような閉鎖空間や災害時などの発電システムとして有望視されているので紹介する.

一般演題 01

心電図逆問題解決の可能性

草津総合病院 麻酔科

田中 義文,野土 信司,山崎 康夫,仲宗根 ありさ

一般に,心電図の逆問題は解けないといわれている.逆問題とは測定された体表心電図から,心筋の細胞内電位を導き出そうとという考え方である.それが可能になると,体表電位測定だけで心室筋の障害部位を立体的に推定することができる.この問題が解けない理由は簡単である.例えば右肩 (R) , 左肩 (L) , 左足 (F) の電極電位を VR , VL , VF とします.I , II , III 誘導は,I=VL-VR ; II=VF-VR ; III=VF-VL ; と記述できるが,対角行列が全て 0 になり,解けない.その代わりに II=I+III の関係が得られる.双極誘導で計測したのでは電極を多く配置しても本質的には解決できない.

そこで, $VF-VR=E1\ VF-2*VR=E2\ とすると$,VF=2E1-E2, VR=E1-E2 となり,各電極電位が求まり,心電図の逆問題は解決する.VF-VR は心電図の第 II 誘導だから測定できる.しかし VF-2*VR の電位測定は不平衡のアンプを作成することになり,ハムやノイズの影響で容易には作成できないのが現状である.しかし,この電位測定が可能になれば簡単なアナログ演算素子で電極電位が算出でき,細胞外電位から心筋活動電位を推定することも可能になる.

一般演題 06

麻酔覚醒時にデルタ波が出現し ${
m BIS20}$ 台で覚醒した高齢者開腹術の 1 例

宇部興産中央病院 麻酔科

森本 康裕

BIS モニタは麻酔管理に有用であるが注意点もある.麻酔覚醒時にデルタ波が出現し BIS20 台で覚醒した症例を経験した.

症例は,86 歳,男性.胃癌に対して胃全摘術が予定された.高血圧に対しバルサルタン内服中で,術前のクレアチニン $1.8 \mathrm{mg/dl}$ と腎障害をみとめた.

麻酔は Th 8-9 に硬膜外力テーテル挿入後,TIVA による全身麻酔で行った.麻酔導入前の BIS は 90 以上であった.プロポフォールの目標血中濃度 $1.2~\mu~\mathrm{g/ml}$ とレミフェンタニル $0.1\sim0.2~\mu~\mathrm{g/kg/min}$ で維持し,BIS は $35\sim40$ で経過した.手術時間は 4 時間 15 分で終了した.出血量は $920\mathrm{g}$ であり,赤血球濃厚液 4 単位を輸血した.

手術終了時のプロポフォール効果部位濃度は $1.0~\mu~\mathrm{g/ml}$ で BIS は $39~\mathrm{cm}$ であった.その後プロポフォール目標 血中濃度を $0.7~\mu~\mathrm{g/ml}$ とした.腹部 X 線撮影時に患者は呼名に反応しなかったが体動がみられ BIS が $60~\mathrm{cm}$ に上昇した.撮影終了後 BIS は $20~\mathrm{cm}$ 台となり脳波波形はデルタ波であった.プロポフォールの投与を中止し,スガマデクスを投与したところ,BIS は $20~\mathrm{cm}$ 台のままプロポフォールの効果部位濃度 $0.5~\mu~\mathrm{g/ml}$ で覚醒した.覚醒後の BIS は $98~\mathrm{cm}$ で $98~\mathrm{cm}$ の $98~\mathrm{cm}$ で $98~\mathrm{cm}$ の $98~\mathrm$

BIS が患者の鎮静度とかい離する状態のひとつにデルタ波がある.麻酔導入時あるいは手術中の不十分な鎮痛により巨大デルタ波が出現すると BIS は低下する.本症例では麻酔覚醒前の浅い鎮静状態で X 撮影の刺激を契機にデルタ波が出現し,BIS が低下したと考えられた.また,この波形が出現した際は,意識がある可能性が示された.BIS で患者の鎮静度を評価する際は脳波波形に注意が必要である.

一般演題 07

気管チューブのカフ形状の違いによるカフ圧とリーク圧の関係

昭和大学医学部麻酔科学講座

大塚 直樹,安本 和正

気管挿管が原因となる人工呼吸中の合併症の対策のために,気管チューブのカフの素材や形状を様々に変更したチューブが開発されている.これらのチューブを用いて,重大な合併症の人工呼吸関連肺炎の原因となる声門上分泌物の気管内へのたれ込みを減少させることができるかは,数多く検討されている.しかし,カフの素材や形状の違いによるカフ圧とリーク圧との関係は明らかになっていない.適切な人工呼吸管理を行うためには出来るだけ低いカフ圧でリークを少なくし,気道内圧を適切に保たなければならない.今回我々は,カフ圧とリーク圧との関係をカフの形状によって違いがあるかを実験的に検証したので,若干の考察を加えて報告する.【方法】

アクリル樹脂製の内径 19mm の筒の一方をシリコン製の栓で塞ぎ,もう一方から内径 7.5mm の気管チューブを挿入した.気管チューブのスリップジョイントとパイロットバルーンから Mallinckrodt 社の自動カフ圧コントローラで圧を加え,筒内圧とカフ圧を調整した.気管チューブは Mallinckrodt 社の TaperGuard $^{\mathrm{TM}}(\mathrm{T})$ と Hi-Lo $^{\mathrm{TM}}(\mathrm{H})$,Parker Medical 社の Flex-Tip $^{\mathrm{TM}}$ PFHV(P),RUSCH 社の Super Safety Clear $^{\mathrm{TM}}(\mathrm{R})$ の 4 種を用い,筒内圧を 15, 20, 25mmHg に設定し筒内圧が保たれる最低のカフ圧をそれぞれ 20 回測定した.

【結果】

R はカフ圧 $80 \mathrm{mmHg}$ でいずれの筒内圧も保つことが出来なかった.T はいずれも設定筒内圧をやや上回るカフ圧で筒内圧を保つことができた.しかし,H および P は設定筒内圧の $2.4 \sim 3.5$ 倍のカフ圧でないと筒内圧を保つことが出来なかった.

【老察】

T は他に比べて低いカフ圧で筒内圧を保つことができた.カフリークを防ぐには T のカフが他に比べて優れている事が示唆された.しかし,今回はアクリル樹脂製の筒での検討であるため,生体では結果が違う可能性はある.

【結語】

T は他に比べて低いカフ圧で筒内圧を保つことができた.

一般演題 10

超高輝度 LED を使用した光源付きスタイレットの試作と試用 (第1報)

社会医療法人誠光会 草津総合病院 麻酔科

野土 信司,貴志 千春,仲宗根 ありさ,磯村 勇人,田中 義文

近年,喉咽頭の視認性に優れた気管挿管デバイスが数多く登場し,一方トラキライトの販売中止に象徴されるように非視認タイプのデバイスを選択する機会は減少している.しかし開口制限や口腔内出血の症例に短時間,低侵襲かつ低コストで挿管が完遂できる光源付きスタイレットはその存在価値を失っていない.今回我々は,光源付きスタイレットの改良の可能性を探るため試作を重ね,同意が得られた患者 45 名に試用した.

【試作】

バイタルワンド (バイタルサインズ コロラド社 , 米国) ワンド部先端の白熱電球部分を取り除き , 3 または 5 ,照射角 15 ないし 120 度の赤 , 青 , あるいは白色の砲弾型超高輝度 LED に換装した . 電流供給部はワンド部と分離し別途試作した .

【試用】

温度変化:先端光源の改良前(白熱球)と改良後(赤 LED)で発光部位の温度変化を各 5 分間計測し比較した. 視認性の比較:患者 20 名の挿管に前項で試作したワンドと電源を使用し,視認性に差があるか調べた. 別の患者 25 名に対し,最終試作器材を使用して経口挿管を行い手技の成否を検証した.

【結果】

白熱電球が 90 秒で体温レベルを超え 3 分で 50 近く ,5 分後には 60 に達した.LED は 5 分後も 1 以内の上昇に抑えられた. 青色は体表からの光源の視認が不可能で,白色も困難であった.反面赤色光は視認性が良好で,照射角が広い方が優れていた. 25 例中 24 例が 1 度の試行で成功した.この中にはコーマックグレード ,BMI31,吐血がそれぞれ 1 例含まれていた.失敗の 1 例は BMI19 の症例で,光の誤認による食道挿管であった.電源部の分離で把持部が軽量化し操作性が向上した.全例で挿管操作に関する合併症は認めなかった.

【結語】

赤色超高輝度 LED はスタイレット先端光源として経済性,安全性,使いやすさの面で問題は少なく,実用的な製品となり得ることが示唆された.

一般演題 15

音声合成 LSI を応用した薬物投与量の確認デバイス

- 1) 大阪大学大学院医学系研究科 麻酔・集中治療医学講座
- 2) 千葉県こども病院 麻酔科

森田 知孝 1), 内田 整 1), 萩平 哲 1), 原 真理子 2)

麻酔・集中治療領域では,シリンジポンプを使用して薬物投与を行う機会が多い.一般に,シリンジポンプに設定する投与量の確認は目視で行われているが,設定エラーの発生は皆無ではない.本研究では,シリンジポンプから得た設定流量を合成音声として出力するデバイスを試作し,その有用性を評価した.

【方法】

合成音声の出力デバイスとして,規則音声合成 LSI である ATS001B(POF)・プレイン社)が組み込まれた評価用基板 ATS-CBK001B を使用した.シリンジポンプ (テルモ社 TE-312/332) とパソコンを RS-232 で接続し,ポンプの設定流量 (ml/h) を入力した.パソコンに入力した患者の体重および薬物の希釈情報を使用して,設定流量を投与量 (mcg/kg/min) に換算し,ATS-CBK001B に出力した.投与量の音声出力はシリンジポンプの設定流量が変更される毎に行うように設計した.パソコン上のプログラムは $Visual\ C$ (Microsoft) で開発した.

【考察・結論】

本デバイスの使用により、シリンジポンプの設定流量および投与量のダブルチェックが可能になり、設定エラーの予防に有用と考えられた.発生するコンテンツはソフトウェアに依存するため、投与量だけでなく、薬物の予測効果部位濃度やアラーム情報などを出力することも可能である.試作にはパソコンを使用したが、組み込み PC を用いた専用デバイスとして作成すれば汎用性が高くなると思われる.

一般演題 17

透析液の酸素化を増強することで血液酸素分圧は上昇するか?

九州保健福祉大学 保健科学部 臨床工学科

吉武 重徳, 丹下 佳洋, 右田 平八, 戸畑 裕志

【はじめに】

血液透析中に低酸素血症になることが,かつて知られていた.原因は,透析中に炭酸ガスが回収され,呼吸ドライブを抑制することであった.その後の研究では,透析液の種類によっては透析中患者の血液中の酸素分圧が上昇することを認めた.このことから,透析中に溶解した酸素が透析液から,ダイアライザーを通して血中に移動していることを表している.今回,透析液中に酸素分圧を加える装置を利用して,透析中に酸素分圧の上昇を認めるかを,牛血液を使用した模擬透析で検討した.

【方法】

臨床で使用するダイアライザー (ポリスルフォン膜,APS-21E),牛血 $1000 \mathrm{ml}$ を準備し,血液流量 $200 \mathrm{ml/min}$,透析液流量 $500 \mathrm{ml/min}$ で 2 時間透析を模擬した.この間に,血液をダイアライザーの血液流入口,流出口より採取し血液ガス分析を行った.実験では,通常使用する透析液 (KINDALY AF-2) と,これに酸素化を加えた透析液で血液ガスを比較した.酸素分圧を上昇させる装置は,酸素を取り込み気泡型で加圧するタイプで,RO装置とコンソールの間のラインに組み込んだ.

【結果】

通常の透析液中の酸素分圧は, $35.0 \mathrm{mmHg}$ であった.通常使用する透析液では,酸素分圧は徐々に上昇して,105 分後には, $110 \sim 115 \mathrm{mmHg}$ となった.酸素化を加えた透析液では,最初の 30 分間で上昇し,その後 $240 \sim 300 \mathrm{mmHg}$ まで上昇した.ダイアライザーの血液流出口で酸素分圧は流入口より常に高値であった.他の血液ガスデータでは,酸素飽和度を除き大きな差異は認めなかった.

【考察と結語】

今回の牛血を使用した透析の模擬では,透析液に酸素化を増強することで,血液中の酸素分圧を上昇することを認めた,このことにより,透析中の安定した血行動態を供給できるかどうかを今後検討課題としていく.

一般演題 19

AIMS 上での薬物シミュレーション表示の工夫

- 1) 手稲渓仁会病院麻酔科
- 2) フクダ電子

片山 勝之 1), 中臺 武志 2), 佃 昌樹 2)

ここ数年の間に日本の代表的な AIMS では薬物シミュレーション機能を搭載することが常識となってきた.当院では 5 年前に手術室 , ICU , ER の電子記録システムとしてメタビジョン (販売・開発フクダ電子 , 基本ソフト開発 iMD) を導入したが , 基本ソフト上の計算機能やグラフ作成機能では薬物シミュレーションを実現することは難しく , 外部アプリケーションソフトの開発が待たれていた.遅ればせながら , 今回ほぼ臨床使用に耐え得るソフトウエアとして完成したので , これを利用してシミュレーションデータの表示に関して , いくつかの工夫をしているので紹介したい .

メタビジョンはユーザーによる表示系 (グラフ,数値表示)の設定,変更が非常に容易であることを特徴としている.また変数の簡単な計算を行ってグラフ化して表示する機能も有している.

これらの機能を利用して,フェンタニルとレミフェンタニルの C1 と Ce をグラフ表示すると共に,フェンタニル Ce にレミフェンタニル Ce を加算した濃度を表示するグラフを作成し表示させた.基準線を 6ng/mL に設定し一応の目安として使用し,概ね $4\sim6ng/mL$ を目標に使用し良い感触を得ている.

また,ロクロニウム C1 と Ce のグラフに TOF 得やすい表示を実現することができた.

今後は,ドレーゲルの SmartPilot のような薬物相互作用に基づく鎮静,鎮痛予測情報を提示出来るシステムの開発を検討していかなければならない.

一般演題 26

paperChart?? 設定ファイルインタープリタおよび編集ツールの試作

- 1) 明海大学歯学部付属明海大学病院麻酔科
- 2) 埼玉医科大学病院麻酔科

今村 敏克 1),岩瀬 良範 2)

【緒言】

越川先生が開発された paperChart は,最低限の設定で比較的手軽に電子麻酔記録を行える.しかし,実地臨床で従来の手書き記録の代わりに正式に運用すると,現場からは様々な要望が出てくる.幸い paperChart は,極めて柔軟性が高く,多くの要望を実現可能である.但し,この「柔軟性」の恩恵を享受するには,テキストエディタでの高度な作業を要し,敷居が高いのも事実である.演者らは,paperChart 設定ファイルのインタープリタおよび編集補助ツールを試作しているので報告する.

【方法】 エンバカデロ社製 C++統合開発環境である C++Builder??XE??を用いて,1). 字句解析クラス,構文解析クラスを作成し,2). 次に作成したこれらの解析ソフトを用いて paperChart 専用のエディタを作成した. paperChart の動作により,これらのソフトが正常に機能することを確認した.

【結果】

開発されたインタープリタは,下降再帰構文解析法を用いたオーソドックスなものとなり,編集された設定ファイルは基本的に正常に機能した.現在は,ボタンや Remarks を PowerPoint のオートシェープのように編集できる機能 (ドローツール機能) の開発を行っている.

【考察】

本ソフトの開発は,大変な複雑さが予想されたが,実際は比較的単純で明快な構造に仕上がった.これは,越川先生の設定ファイル設計が優れていたためと考えられる.一方で,現在開発中のドローツール機能の自然で使いやすいユーザーインターフェースの実現には,かなり複雑な構成が必要で大変な労力を要することがわかった.なお,ドローツール機能が,ある程度完成した時点で,Web上での公開を予定している.また,ご要望があれば,構文解析器の部分のソースコードの公開も検討している.

一般演題 27

paperChart を活用するためのツールプログラムの作成 南岡山医療センター麻酔科

斎藤 智彦

paperChart は,故越川正嗣先生が開発された自動麻酔記録システムである.越川先生が逝去されてからは開発が終了しており,新しい機能の追加は行われていない.

演者は昨年の本学会で,paperChart 本体プログラム NV.exe と外部プログラムとの通信プロトコル解析を行うプログラム Int.exe を発表したが,Int.exe およびソースプログラムを一部解析することで得られた情報から NV.exe にデータを送信するツールプログラムを開発したので報告する.

ツールプログラムは Visual Studio2010 を用いて作成した. TCP/IP ソケット通信を行い, 生体情報モニターからのデータを複数の端末に送信するツールプログラムは Visual C++で, GUI を有し入力されたデータを NV.exe に送信するプログラムは V.isual V.exe に

NV.exe は外部プログラムを起動する際, NV.exe 自身のウインドウハンドルを引数として渡し, 外部プログラムはそのウインドウハンドルに対し WM_COPYDATA メッセージを利用してデータを送信する. WM_COPYDATAで渡すデータ形式が分かれば, paperChart に付属するプログラムと同様に, NV.exe にデータを送信することが可能となる.

患者プロフィール・投薬情報など、テキストデータファイルに記述される項目は/demographs/,/remarks/,/administrations/といったタグに続いてテキストデータで送信される.一方、生体情報・検査データなど、バイナリ形式で保存される項目は、独自フォーマットでバイナリファイルである.wnaファイルに格納される.

今回作成したツールプログラムを使用すると,持続的に表示したウィンドウから GUI を使用して数値データを NV .exe に送信することや,計測モジュールと NV .exe の間で送られるバイナリデータを別の PC 上で動作する $\mathrm{paperChart}(\mathrm{NV}.\mathrm{exe})$ に送信することが可能となる.

本学会終了後,paperChart.net サイト上に,外部プログラムと NV.exe 間の通信プロトコル解析結果と,本ツールプログラムをソースとともに公開する予定である.

_150-_________編集後記

編集後記

2012 年末,鹿児島での第 30 回日本麻酔・集中治療テクノロジ - 学会冊子発行が,大変遅れたことをお詫びいたします.

特別寄稿として,佐藤暢鳥取大学名誉教授より二酸化炭素ボンベ誤用事故の続編(3)をいただきました.この原稿は公開注意喚起されている酸素ボンベと炭酸ガスボンベの取り違えではなく,まったくボンベ色が緑色なら安全であると「勘違い」した点を強調した論文です「勘違い」ほど恐ろしいミスはありません.何せ,本人は正しいと信じて疑わないのですから.救いようがありません.

(毎日「勘違い」していないか,ビクビクして過ごしています)

最近になって,西日本を中心に緑色とオレンジ色の二色の炭酸ガスボンベが普及 しだしたと聞いています.この方法は法律改正の必要もなく,ボンベ業者や個人の 努力で着色できますから,日本全国に普及することを願っています.

例年,100 ペ - ジ以上の冊子の発刊を目標に努力しておりますが,原稿が少なく苦労しているのが実状です.学会員のみなさま,そうでない方も発表の有無にかかわらず,気楽に編集長までマイクロソフト Word で記述いただき,メ - ル投稿していただければ有りがたく存じます.段組み,印刷 PDF 原稿は当方で行います.掲載および印刷費は無料です.

1 テ - マの報告だと $4\sim6p$ 程度になります.すこしまとまった総説だと, $6\sim10p$ 程度が適当,系統だった内容だとそれ以上のペ - ジになります.冊子は全て PDF でウェブ公開しております(http://www.jsta.net/txt/syoroku.htm).それを利用すると,カラ - で詳細な図を入手することも可能ですし,また,必要な別冊を独自にカラ - 印刷することも可能です.

どうぞよろしくお願いいたします.

2014年10月10日

日本麻酔・集中治療テクノロジ - 学会事務局編集長 田中 義文 tanaka@koto.kpu-m.ac.jp 京都府立医科大学麻酔科学教室 〒 602-0841 京都市上京区河原町広小路梶井町 465

丸石製薬の麻酔科製剤ラインナップ

全身吸入麻酔剤 劇薬、処方せん医薬品^{注1)}

セボフレプ吸入麻酔液

SEVOFRANE® [日本薬局方:セボフルラン]

短時間作用型 β₁ 遮断剤 劇薬、処方せん医薬品^{注1)}

ブレビブロック[®]注 100mg

BREVIBLOC[®] inj. 100mg [一般名:エスモロール塩酸塩]

長時間作用性局所麻酔剤劇薬、処方せん医薬品注1)

ポプスカイン 0.25%注

(25mg/10mL・シリンジ25mg/10mL・バッグ250mg/100mL) **POPSCAINE**°0.25% inj. [一般名:レボブビバカイン塩酸塩]

ポプスカイン 0.5%注

(50mg/10mL・シリンジ50mg/10mL)

POPSCAINE® 0.5% inj. [一般名:レボブピバカイン塩酸塩]

ポプスカイン 0.75%注

(75mg/10mL・150mg/20mL・シリンジ75mg/10mL) **POPSCAINE**® 0.75% inj. [一般名: レボブピバカイン塩酸塩]

局所麻酔剤

劇薬、処方せん医薬品^{注1)}

日本窓局方

リドカイン注射液 (0.5%,1%,2%)

LIDOCAINE INJECTION

局所麻酔剤

劇薬、処方せん医薬品注1)

塩酸メピバカイン注シリンジ「NP」 (0.5%、1%、2%)

MEPIVACAINE HYDROCHLORIDE INJECTION SYRINGE [一般名:メピバカイン塩酸塩]

全身麻酔・鎮静用剤

劇薬、習慣性医薬品注2)、処方せん医薬品注1)

1%プロポフォール注「マルイシ」

1% Propofol inj. "Maruishi" [一般名:プロポフォール]

2%プロボフオール注「マルイシ」 2% Propofol inj."Maruishi" [一般名:プロポフォール]

a₂作動性鎮静剤

劇薬、習慣性医薬品注2)、処方せん医薬品注1)

プレセデックス 静注液 200μg

Precedex® [一般名: デクスメデトミジン塩酸塩]

血圧降下剤

毒薬、処方せん医薬品注1)

ニトプロ[®]持続静注液 (6mg, 30mg)

── NITOPRO°CONTINUOUS INTRAVENOUS SOLUTION
「一般名:ニトロプルシドナトリウム]

非脱分極性麻酔用筋弛緩剤

毒薬、処方せん医薬品^{注1)}

マスキュレート® 静注用 (4mg,10mg)

MUSCURATE® Intravenous [一般名:ベクロニウム臭化物]

ベンゾジアゼピン受容体拮抗剤

劇薬、処方せん医薬品注1)

フルマゼニル注射液 O.5mg「F」

FLUMAZENIL Injection [一般名:フルマゼニル]

- 注1)注意 医師等の処方せんにより使用すること
- 注2)注意 習慣性あり

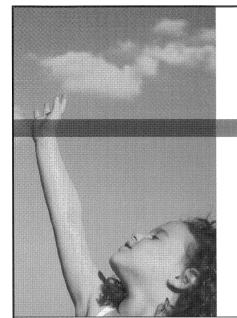
薬価基準収載



*警告、禁忌、効能・効果、用法・用量、使用上の注意等詳細は添付文書をご参照ください。

|

大阪市鶴見区今津中2-4-2 丸石製薬ホームページ http://www.maruishi-pharm.co.jp/ 【資料請求先・製品情報お問い合わせ先】 丸石製薬株式会社 学術情報グループ 〒538-0042 大阪市鶴見区今津中2-4-2 TEL.0120-014-561 1211



You live and breathe excellence. So do we.









患者の安全のため、多様化する医療のニーズに応えるため、 呼吸ケア分野のベストパートナーを目指す私たちの歩みは、これからも続きます。

コヴィディエン ジャパン株式会社

RMS (Respiratory & Monitoring Solutions) 事業部

www.covidien.co.jp



positive results for life"

- COVIDIEN、COVIDIENロゴマーク及び "positive results for life" はCovidien AGの商標です。 McGRATHはAkrant Medical Limitedの商標です。 その他、TMを付記した商標はCovidien companyの高値 2014 Covidien

making the exceptional routine





酔システム

Layout Free

生体情報モニタ等 フレキシブルな設置が 可能

> 麻酔器本体の 高さ調節が可能 (C-30タイプ)

Volume Reflector

パワフル且つ 繊細な換気を 可能にした新開発の 再呼吸システム

Servo Inside

人工呼吸器 サーボベンチレータの 換気性能を搭載

※生体情報モニタ、麻酔記録端末はオプションになります。



〒113-8483 東京都文京区本郷3-39-4 TEL(03)3815-2121(代) http://www.fukuda.co.jp/ お客様窓口… 2 (03) 5802-6600/受付時間:月~金曜日(祝祭日,休日を除く)9:00~18:00

●医療機器専門メーカー 7/7/9/11 1/13 1/13 1/13







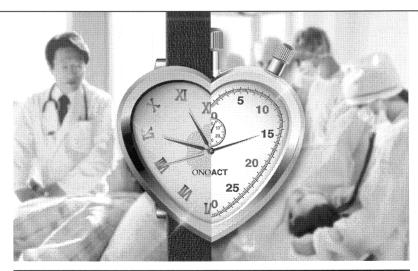




Intersurgical is Europe's leading designer, manufacturer and supplier of a wide range of medical devices for respiratory support. We provide flexible patient solutions for airway management, anaesthesia, critical care, and oxygen & aerosol therapy primarily for use within the hospital environment but also in the home.

ルグ エム・シー・メディカル株式会社

Quality, innovation and choice



短時間作用型β1選択的遮断剤

® 点滴静注用 **50mg**

注射用ランジオロール塩酸塩

注) 注意-医師等の処方箋により使用すること

ONOACT®

薬価基準収載

●効能・効果、用法・用量、禁忌を含む使用上の注意等、 詳細は製品添付文書をご参照ください。



〒541-8564 大阪市中央区久太郎町1丁目8番2号

2014年11月作成

麻酔・集中治療とテクノロジー 2013

〈検印省略〉

電子版: 2014年10月10日 (http://www.jsta.net/pdf/2013.pdf)

印刷版: 2015年 3月31日 第1版発行

定価(本体3,000円+税)

編集者 上 村 裕 一

橋 本 悟

田中義文

発行者 田 中 義 文

発 行 日本麻酔・集中治療テクノロジー学会

発行所 (株)北斗プリント社

〒606-8540 京都市左京区下鴨高木町38-2 電話 (075)791-6125 FAX (075)791-7290 ISBN4-89467-158-1

C3047 ¥3000E



9784894671584

定価 (本体3,000円+税)

麻酔・集中治療と テクノロジー *2013*