論文

電子計算機システムを導入した重傷 脳損傷患者のための ICU

古 和 田 正 悦*

An intensive care unit for severely brain-damaged patients
aided by a general purpose computer

Masayoshi Kowada, M. D.

*Division of Neurological Surgery Research Institute of
Brain and Blood Vessels, Akita*

An intensive care unit for severely brain-damaged patients has been designed, in which a medical information system has been developed, including a central monitor and a general purpose digital computer system. The computer based central monitor room has been made close to the intensive care unit, EEG room and operation room for neurosurgery, from which total 60 signals have been possible to monitor and process information by on line or semi-on line.

The intensive care unit has been consisted of a medical care unit of 5 beds for long term patients of impaired consciousness and neurosurgical care unit of 3 beds for short stay or postoperative patients. An another ward has been made available for patients discharged from the medical care unit with such neurological deficits that needed a help to stay in a general ward. The introduced intensive care system has been called a Neurological Care Unit (NCU) in our hospital and reported with discussion in detail.

わが国においても ICU, CCU が普及しその制度や運営について種々論議されており、更に ICU における情報処理にコンピューターが導入されるようになった^{6),7)}。私たちは重傷な脳損傷患者や急性期の脳卒中の症例を集中治療するために一連のシステム・デザインを試み、1969

*秋田県立脳波血管研究所・脳神経外科
(原稿受付: 昭和 46 年 6 月 19 日)

年 5 月以来、運営しているので今回はその内容と特長及び問題点等について報告する。

1) 集中治療室の構成

重篤な意識障害患者を収容する集中治療室は、脳神経外科病棟の中に独立して設計されている。その階上にセントラル・モニター室が設けられてあり、それは脳神経外科専用の手術室

Fig. 1 システムの概要

と脳波室及び汎用性デジタル型電子計算機システムに隣接している。Fig. 1はその構成の概略を示す。すなわちセントラル・モニター・システムは、集中治療室、手術室と脳波室から合計60信号を収集し電子計算機にオンラインまたはセミオンラインで連結するようにシステム・デザインされている。従って集中治療室のベッドサイド・モニター及びセントラル・モニターによる記録は室内で閉鎖的に表示される外に、セントラル・モニター室においても同一の信号を観測・測定出来るようになっている。

Fig. 2に示すように観血的治療の対象となった症例を Neurosurgical care unit (3ベッド)

Fig. 2 Neurological Care Unit の構成

に、非観血的治療の症例や術後長期間の意識障害が予想される症例を Medical care unit (4~5ベッド)に原則的に区別して収容する。両者は一般病棟の処置室をはさんでそれぞれ別個に運営される。しかし、その区別を必要としない場合には、処置室の入口を遮断すれば一般病棟とは、全く独立して運営出来るように設計されている。Medical care unit 中の2ベッド

は特に重傷な症例を収容するために区切られてあり、Fig. 3, 4, 5はその内部を示す。意識を回復しても一般病室に移すのには無理な患者のために更に別な病室 (Sub-NCU) を設けてあり、集中治療室と普通の病室との緩衝的な病室として使用している。これらの集中的監視と治療のためのシステムを Neurological care unit (NCU) と総称して重傷な意識障害の症例に対処している。

2) セントラル・モニター室

集中治療室からの信号の外に手術室と脳波室からそれぞれ20信号合計60信号の情報がセントラル・モニター室に収集

される。現在のところ脳波、誘発反応、心電図、血圧や呼吸等をモニターして処理しているが、それらの観測・記録に必要な各種の増幅機器、モニタースコープ、刺激装置類や特殊計算機を4個のラックに収納し、17ch.のポリグラフ的仕様で一連に作動するように組立てられている (Fig. 6) ルーチン検査についてはベッドサイドに記録用の装置を持たずに、入出力ボ

(48)

Fig. 3 Medical Care Unit の一部

Fig. 4 Neurosurgical Care Unit の一部

Fig. 5 Medical care unit において EEG の検査。記録はセントラル・モニター室で行なわれ、必要に応じてコンピューターで処理される。

Fig. 6 セントラル・モニター室の一部

ックスにコードを挿入するだけで測定することが出来る。適宜必要とする信号を選択するために、専用のコントロールデスクが設計されている。これを介して信号を電子計算機室に送ったり、またデーター・レコーダーに録音したりする。選択された信号はモニター・スコープ (8 ch.) に表示されるが、コントロールデスクも 2 ch. のチェック用のオシロスコープを内蔵している。

検者間や被検者との連絡のために I TV 装置が設計され、セントラル・モニター室にそのコントロール装置がおかれている。これは 5 カ所間の音声伝達装置と 4 コの TV 受像機及びモニター用受像機とビデオスコープをセットしたもので、集中治療室に配置された TV カメラはこの装置を介してリモート・コントロールされる。なお受像の際に 2 つの異なった画像を 1 つの画面に 2 分して表示することが出来る装置が内蔵されている。音声はスピーカーを介する場合の外に検者間のみで連絡をとることが出来るようにレシーバーを介する 2 系統になっている。電子計算機室にも音声と映画は同時にモニターされる。

3) 電子計算機室

現在のところ電子計算機システムは、中央処理装置 (JEC-7), テープリーダー・パンチャー (Tally 500 T-P 150), カードリーダー・パンチャー (IBM 545), 入出力タイプライター (IBM 735), 磁気ドラム (8k×2), 磁気テープ (Ampex TM-9), デジタル・プロッターと入出力制御用割込み装置から構成されている (Fig. 7)。

Fig. 7 電子計算機室の一部

中央処理装置は $\frac{1}{2}$ アドレス方式, 1ワード20ビット, 基本命令64個, アドレス指定は6種類で, メモリー内容はコンピューターに内蔵されたオシロスコープ上に表示される. コアメモリーは現在のところ8kワードであるが32kワードまで拡張することが出来る. 自動割込み機能とプログラム多重処理機能を持ち, マルチアナログ入力処理に適するようにデザインされている. 周辺装置については目的でないのを省略する. 以上の概略をまとめたブロック・ダイアグラムを Fig. 8 に示す.

4) 意識障害例に於ける脳波測定の自動化

Fig. 8 システムのブロックダイアグラム

$$LVf_1 + \alpha \cdot 0 - \text{ — }$$

Fig. 9 脳波の基調パターンを自動表示したもの. 表示内容と原波形(上段). そのヒストグラムと自己相関曲線(中段). とヒストグラムの三次元表示(下段)

意識障害患者の管理の自動化の試みの一端として, 以上述べた情報処理システムを使用して昏睡患者の脳波測定を行なっているので応用例として紹介する.

臨床脳波の波形を自動認知する方法¹⁾や自動認知した波形の基調パターンをデジタル的に自動表示する方法²⁾については既に発表している

ので省略するが, 零交叉法と交代法を併用した方法で波形を認知し, 認知されたデータからヒストグラムを作製する. このヒストグラムをマトリックス的配置に交換し, 定義された略号で以ってデジタル的に基調パターンを自動表示する方法である. Fig. 9は実際に処理された脳波のサンプルで, 低電位速波の場合である. 中段左はそのヒストグラムで, 下段はこれをデジタル・プロッターを使用して三次元に表示したものである. 中段右は自己相関曲線を示す. 自動表示された内容は上

(50)

段に示すように $LV f_1 + \alpha + 0$ である。これは低電位の 13-25 Hz の波が 1 秒以上を占め、更に 8-13 Hz の波が混入していることを意味する。このようにして原波形を直接観察することなく計量性に裏付けられた表示形式を理解するだけで脳波の変化を知ることが出来る。Fig. 10 は脳卒中の症例において気管カニューレのアクシデントがあって一過性のハイポキシアに陥りやが

Fig. 10 連続処理された脳波と誘発反応。一過性のハイポキシアからの回復過程の脳波とその処理内容及び閃光刺激による誘発反応を示す。

て回復した場合に連続記録された脳波の経時的な推移と閃光刺激に対する頭蓋正中線上 Vertex-Inion の双極で記録された誘発反応を示す。01の脳波が突如として14にみられるように平坦化し、誘発反応も不明瞭になった。脳波の自動表示内容は、 $\alpha_1 + S_1 + 0 \sim LVf$ で α 波に徐波の混入した脳波が、 $LV\alpha_1 + f_3 + 0$ と変化して突然低電位になったことを示す。ハイポキシアから脱して回復する過程は16から33まであり、徐波化の傾向が漸次消失し、やがて α 波が基調になったことを表示している。ICUにおいて脳波を長期間モニターして観察することは事実上不可能に近いが、このような処理方式をとれば脳波

の知識のない医師や看護婦にも脳波の経時的な変化が理解され患者管理の一助とすることが出来るよう。

5) 考 按

医用電子工学の進歩に伴ない、ICUにおける臨床情報を処理するために種々の電子計算機が導入されるようになってきた、Shubin 等³⁾ はデジタルコンピューターを使用してショック症例の心拍出量を中心とした循環動態を評価し、Osborn⁴⁾ らは開心術後の症例で呼吸や循環態度を監視するために組織的にコンピューターを応用した。Los Angeles Country General Hospital⁵⁾ の場合にはコア・メモリー 24 kw のデジタル電子計算機を使用し、心電図、動脈圧、静脈圧、動脈血色素濃度、体温や尿量を測定している。血液の生化学的検査データはマニュアルで入力される2名の患者のデータを5分間隔で処理している。その他 Latr Day Saint Hospital (Salt Lake) や St. Mary's Hospital (Mayo clinic) における Computer controlled ICU, CCU が現在代表的なものとされるが、わが国では東京通信病院⁶⁾ や大阪府立成人病センター⁷⁾ に於いて計算機を導入した患者監視システムが試みられている。しかし、わが国においては諸種計測データのコンピューター入力以前のICUの基礎技術が問題でもあり、更にコンピューター導入に当って経済的・人材的な幾多の問題が予想される。

一方、Giessen 大学⁸⁾ においては脳神経外科的疾患の症例の集中的監視の自動化が試みられ、モニターする情報の性質が検討されている。私たちは脳神経外科的疾患の中でもとりわけ急性期の脳卒中の症例に対処するために、その診断と治療のシステム・デザインを試み、汎用性デジタルコンピューター・システムを補助とするセントラル・モニター・システムを中心として、集中治療室、手術室及び脳波室が設計された。重傷脳損傷患者の集中的監視と治療はこれらの一連のシステムの一部を使用して行なわれるようになっている。現在、脳波・心電図や誘発反応のオンライン処理を行なっているが、2ベッドについてはルーチンな医学情報の

外に夫々の研究目的に対処して必要とする情報が得られるようになっており、臨床脳生理学的研究に資するシステムの開発と応用が究極的な目的でもある。

脳卒中症例のために独立した ICU を設置した例として Kennedy 等⁹⁾ は急性期の脳卒中症例のための集中治療室を Stroke intensive care unit (SICU) と名称して 1966 年から運営している。私たちの場合は必ずしも重傷な脳卒中例のみを取扱うわけではなく、いわゆる ICU 的な性格の部屋を long term patient のために用意し、その他に術後の recovery または short stay patient を収容する室を分離して使用している。ICU と recovery とを隣接させる利点については幾多の報告^{10)~13)}があるので省略する。対象とする疾病、病院の性格や目的によってそれぞれの特殊性を考慮して運営されるべきものと思う。わが国は IUU に関する看護制度やパラメディカルスタッフの点で大幅に遅れており、家族の取扱い等にも地域性が考慮されなければならない。重傷な脳疾患の症例で植物的な状態にある患者を、特に脳卒中の場合には高令者の重傷身体障害患者をいかにして収容・看護するかの点でむしろ大きな社会問題でもあり、必ずしも ICU は terminal room¹⁴⁾ ではないとはいきれずそのような患者に対して、私達の NCU とは更に別個な監視・治療の体制が必要ではないかと痛感させられている。

6) 結 び

重傷な脳損傷患者、とりわけ急性期の脳卒中の症例を集中的に監視、治療するためにデザインされた ICU とその臨床情報をモニター処理するためのセントラル・モニター・システム及び汎用性デジタル電子計算機システムについて報告し、運営上の問題点について述べた。

文 献

- 1) 古和田正悦他：臨床脳波のパターン自動認知 (1) 波形認知の方法、臨床脳波、13 (9)、掲載予定。
- 2) 古和田正悦他：臨床脳波のパターン自動認知 (2) 基調波の自動表示の一方法、臨床脳波、13 (9)、掲載予定。
- 3) Shubin, H., et al.: Automated measurement of arterial pressure in patients by use of a digital computer., Med. and Biol. Engng. 5: 361, 1967.
- 4) Osborn, J. J., et al.: Measurement and monitoring of acutely ill patient by digital computer., Surgery 64: 1057, 1968.
- 5) Jensen, R. E., et al.: On-line computer monitoring of the seriously-ill patient., Med. and Biol. Engng. 4: 265, 1966.
- 6) 花岡和一郎他：計算機制御による ICU, CCU, 第 9 回日本 ME 学会予稿集 268, 1970.
- 7) 戸山靖一 他：CCU における自動監視システム、第 9 回日本 ME 学会予稿集, 270, 1970.
- 8) Lorenz, R.: Automatic control in intensive care of neurosurgical patients., Digest of 7th ICMBE 307, 1967.
- 9) Kennedy, F.B. et al.: Stroke intensive care An appraisal., Amer. Heart J. 80: 188, 1970.
- 10) Gray, C.: The planning of intensive therapy units., W. E. Med. J. 14: 270, 1965.
- 11) Sandison, J. W.: A combined recovery and intensive therapy., W. E. Med. J. 14: 277, 1965.
- 12) Essex-Lopresti, M.: Recovery and special nursing wards., Anesthesia 18: 201, 1963.
- 13) Wiklund, P. E.: Design of a recovery room and intensive care unit., Anesthesiology 26: 667, 1965.
- 14) Galfally, B.: The planning and organization of an intensive care unit., Med. J. Anst. 1: 622, 1966.