

醫用機器의 現況과 展望

Medical Equipment Progresses

金 泰 旭

가톨릭醫大 醫用電子室長

1. 머 리 말

최근 우리는 주변에서 ME라는 말을 흔히 들을 수 있게 되었다. 이 말은 의학(MEDICINE)과 전자공학(ELECTRONIC ENGINEERING)의 경계영역에 위치한, 비교적 새로운 학문으로, 전자공학의 눈부신 성과를 의용기술에 구체적으로 도입하는 것이 주목적인 의용전자공학(MEDICAL ELECTRONICS)에서 비롯된 말이다. 1960년대 이후 급속히 발전하고 있는 전자공학을 생명의 존속 및 질병치료를 위해 연구하는 의학에 도입하게 된 것은 지극히 절실하고도 당연한 일이라 하겠다. 이제 ME는 비단 전자공학 뿐만 아니라 기계공학, 재료공학등 기타 공학의 많은 분과와의 의견교류가 이루어지는 학술영역으로 발전되어 나가고 있으며 명칭도 의용전자공학(MEDICAL ELECTRONICS)이라고 하던 것을 이제는 의용공학(MEDICAL ENGINEERING)이라고 하고 있다.

여기서는 의용공학의 산물인 의용기기중 진단에 이용되고 있는 의용기기의 現況과 展望에 대해서 간단히 소개한다.

2. 일반적인 의용기기

心 電 計

심전계의 역사는 상당히 오랜편이다. 1903년 Einthoven이 弦電流計에 의한 심전도의 임상응용을 시작하였다. 심장의 박동에 따른 활동전류는 신체의 각부에 분포되어 체표상에서 2點間の 전

위차를 검출할 수가 있다. 시간의 경과에 따라 변동하는 심기전력을 파형으로 표시한 것이 심전도다(그림 1). P波는 心房의 收縮, QRS COMPLEX는 心室의 收縮, T波는 心室의 擴張에 해당하여 심장활동을 파형으로 나타내므로 임상에 매우 중요한 자료가 된다. 임상심전제는 표준감도로서 1mV를 가해 기록계 눈금표시폭이 10mm가 되어야 하고 時定數 1.5秒, 上限周波數特性 60Hz 이상, 입력임피던스 5MΩ 이상의 생체현상측정용 증폭기를 사용한다. 기록계는 보통 熱ペン식으로 기록지의 속도가 매초 2.5cm인 것을 이용한다. 심전도는 장치하는 전극의 위치에 따라 파형이 다른데 보통 12波形을 측정하고 있다.

腦 波 計

腦波는 머리피부위에 전극을 붙여 검출되는 대뇌의 활동전류 및 주파수를 나타내는 파형으로 간질, 腦腫瘍등의 진단에 이용한다. 또 약물투여, 빛자극등에 의한 변화도 일어나서 生体现象測定에서는 큰 비중을 차지한다. 측정을 위한 전극부착위치는 국제뇌파학회에서 정한 것을 사용한다. 뇌파계에 사용하는 증폭기는 측정할 전압이 100~200μV 이어서 충분한 증폭도를 가져야 한다. 시정수는 0.3초 또는 0.1초, 입력임피던스는 10MΩ 이상, 기록지의 속도는 매초 3.0cm의 것을 이용한다. 증폭기의 入力환산감응은 약 2μV 이어야 한다. 뇌파계는 보통 8차벨이상의 것을 사용한다.

筋 電 計 (EMG)

平滑筋이나 骨格筋이 수축할 때 活動電位가 나

타하는데 근육에 침전극을 삽입하여 이를 기록하는 것이 筋電圖이다. 筋電計는 입력임피던스 5 MΩ 이상, 기록감도는 20 $\mu\text{V}/\text{cm}$ 이며 기록속도는 10 $\text{cm} \sim 2,000 \text{ cm}$ 이다. 주파수 특성은 10 ~ 10,000 Hz 이어야 하며 시정수는 0.005 ~ 0.1 초이다.

근전도의 기록은 보통 POLAROID 카메라를 이용하거나 또는 스토리지스코우프를 이용해서 관찰한 후 기록한다. 또한 근전계는 전기자극장치를 병용해서 운동신경전도속도를 측정할 수가 있다. 이때의 파형은 유발근전도라고 부르며 표면전극을 사용한다.

電氣眼振計 (ENG)

眼球의 前極과 後極, 다시말해서 角膜과 網膜 사이에는 電位差 (靜止電位)가 있다. 前極側이 +, 後極側이 -이다. 따라서 눈의 주변의 上下, 左右의 피부상에 전극을 붙여서 전극간의 電位差 (Electro-oculogram EOG)를 얻을 수가 있다. 이때 EOG는 안구의 上下, 左右의 움직임에 따라 변한다. 이때 전압의 크기는 正中視点으로부터의 視角에 따라 比例하는데 1°의 變位에 대해 약 10 μV 의 전위변화가 검출된다.

前庭器管을 어떤 방법으로 자극하면 眼振 (NYSTAGMUS)이라고 불리는 안구의 진동이 일어난다. 그러므로 EOG를 이용해서 이러한 안구의 진동을 기록, 迷路疾患이나 腦疾患의 진단을 목적으로 한 장치를 전기안진계 (ELECTRONY-STAGMOGRAPH, 略해서 ENG)라고 한다. 電氣眼振計는 近年, 耳鼻科를 中心으로 널리 研究되고 活用되는 檢査장치이다. EOG를 ENG라고 부르기도 하다. EOG로는 暗室內 혹은 눈을 감고있는 상태에서 안구의 움직임을 알아낼 수 있다.

心音計 (PCG)

聽診에 의해서 心雜音의 正確한 時期나, 크게 들리는 心音에 뒤따라 이어지는 약한 心雜音을 구별한다는 것은 용이하지않아 여러해의 수련을 필요로 한다. 이러한 결점을 보완하고 또 심음을 기록으로 남겨두기위해 心音 마이크로폰을 사용해서 심음급 심잡음을 일단 전기적인 현상으로 변환한

다음 이를 증폭하고 또 적절한 특성의 필터에 의해 처리, 심음을 청진의 印象에 근사한 도형으로 나타내는 장치를 心音計라고 한다. 心音, 心雜音을 心音計에 의해 객관적으로 記錄해서 觀察하는 心音圖가 근래 급속히 발달해서 心音計는 弁膜症, 先天性 心疾患 등의 診斷에 없어서는 안되는 중요한 장치이다.

網膜電位計 (ERG)

光자극을 瞳孔을 통해 網膜에 加하면 眼球의 前極과 後極間에는 網膜의 活動電位라 생각되는 電位變動이 나타난다. 이것을 레티노그램 (網膜電圖, Electroretinogram, 略해서 ERG)이라고 한다. 網膜電位計는 電極, 增幅器, 記錄部, 光자극 장치의 4개 부분으로 구성되어 있다.

皮膚電氣反射 (GRS)

被檢者가 자극을 받든지 또는 心理的인 흥분을 일으키게되면 피부의 전기저항이 일시적으로 감소하며 電位變化가 일어난다. 이것을 GSR (Galvanic Skin Reflex, 皮膚電氣反射) 또는 精神電流現象이라고 한다. 이는 땀샘의 활동에 의하것이라고 하는데 전극을 손바닥과 팔목부분에 부착하여 측정한다. 거짓말탐지기는 이 GSR과 함께 呼吸曲線, 血壓, 心拍을 同時에 記錄하면서 質問을 하고 그 반응에 나타나는 것을 보고 판단하는 것이다.

電氣抵抗의 變化를 檢出하기 위해서는 電極을 고정하고 GSR 브리지에 연결하여 DC 약 50 μA 정도 전류를 흘려 측정하였으나 지금은 교류를 사용해서 장시간 사용해도 드리프트없이 측정할 수 있다.

3. ME의 전망

發展된 ME機器

AUTOANALYZER라고 불리는 自動生化學分析裝置는 病理檢査用 測定裝置가 自動化된 것으로 짧은 시간에 많은 검사항목을 처리할 수있게 되었다. 초음파를 이용한 진단장치로 頭蓋內 血腫 頭部外傷 나아가서 심장판막등을 觀察할 수있게 되었으며 X線이나 放射線同位原素를 이용한 診斷

및 計測이 초음파와 함께 面像의 計測方法으로 많은 발전을 보이고 있다. 최근의 단층상 표시방법의 CT는 ME 분야의 최고수준의 진단계측장치이다.

生體表面의 온도분포를 사진으로 表示하는 THERMOGRAPHY 기술, 軟部組織의 觀察에 이용되는 Hologram의 응용도 심용단계에 있다.

生体情報處理

計測에 의해 얻어진 生體情報를 活用하기 위해서는 情報處理과정을 거칠 필요가 있을 때가 있다. 다시 말해서 컴퓨터로 처리할 필요가 있는 것이다.

1950년의 미국 총인구 조사를 可能하게 했던 세계최초의 컴퓨터 ENIAC I은 50만불 이상의 비용이 들었지만 오늘날에는 10불정도면 동등한 計算能力을 구할 수가 있다. 60년대 초에 50만불이던 컴퓨터는 그 비싼값을 낼수 있었던 거대한 회사에서나 사용이 可能했었으나 오늘날, 동등한 컴퓨터를 구입하는에는 2,3천불이면 구할 수 있게 되었다. 이런 실정이기 때문에 生體情報處理를 하는데 있어서도 小規模의 아나로그용 전용처리장치를 이용하거나, MICROPROCESSOR를 시스템의 하나의 부품으로 사용하거나 MINICOMPUTER를 기본으로 한 연구용, 대형계산기를 중심으로 많은 수의 단말장치를 쓰는 등 일반적인 정보처리 방법과 같은 방식을 이용할 수 있게 되었다. 처리목적에 따라서 생체현상의 수치해석과 통계해석, 雜音中の 생체신호검출, 시간파형의 자동해석 (ECG, EEG 등)에 관한 정보처리를 예로 들수 있다.

4. 医用機器의 安全對策

医用機器의 發達로 診斷面이나 治療面에서 괄목할만한 진전을 보고 있지만 여기에 比例해서 더욱 신경을 써야할 것이 있다면, 안전대책이 그것이다. 医用機器의 安全基準에는:

- (1) 電氣 SHOCK에 대한 安全性
- (2) 溫度에 關한 安全性
- (3) 人體에 通電하는 경우 電氣出力의 安全性

(4) 使用環境에 對한 安全性

(5) 保護 (過電流, 過壓, 誤操作에 對한 保護, 停電時의 安全性)

(6) 表 示

等이 있다.

医用機器를 安全하게 使用하기 爲해서는 (1) 機器製造者가 安全한 機器를 만들고 (2) 使用者가 올바른 使用法으로 安全하게 다루는 것이 원칙이다 (3) 建築家는 機器를 安全하게 다룰수 있는 環境을 提共할 必要가 있으며 (4) 管理者는 安全管理, 點檢, 教育等을 充分히 實施해야 할 것이다.

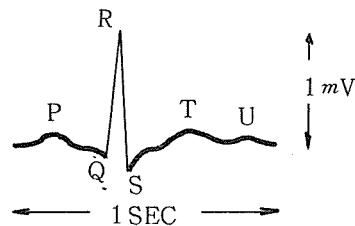
患者가 直接 회로에 接觸하는 장치에서 제일 문제가 되는 것은 전기쇼크로, 이에 대한 安全性을 검사하려면 적어도 다음사항에 대해 주의할 必要가 있다.

- (1) 回路의 分離
- (2) 接地의 有無
- (3) 漏洩電流
- (4) 電源스위치
- (5) 電源코드
- (6) 電源部分의 空間距離
- (7) 絶緣抵抗值
- (8) 耐 電 圧

5. 맺 음 말

위와 같이 의용기기에 대해 간단히 소개하였다. 여기서 심전도 자동해석장치등에 대해서 부연해줄 것은 심전도를 기기가 해석하는 것이 아니고 의사가 미리 마련하여 기기에 넣어둔 자료에 의하여 기기가 해석하고 자료가 모자라서 기기가 판단불능이라는 표시를 하는 증례에 대해서는 또 의사가 판단해야 한다는 것이다.

앞으로 반도체 집적회로, OPTOELECTRONICS, 우주공학등의 발전에 따라 ME 분야도 더욱 발전될 것으로 기대된다. ◆



<그림 1> 심 전 도

ME 装置와 信号源特性

装 置 名	用 途	信号 또는 装置의 特性
心 電 計 (ECG)	심장활동 전압의 측정 심장질환, 부정맥의 진단	1. 0.1 ~ 200 Hz 2. 数百 Ω ~ 十数 KΩ 3. 数百 μV ~ 約 2 mV
腦 波 計 (EEG)	大腦의 活動電流 및 주파수를 측정, 간질, 腦腫瘍의 진단	1. 0.5 ~ 70 Hz 2. 数 KΩ ~ 数十 KΩ 3. 数 μV ~ 約 2 mV
筋 電 計 (EMG)	筋肉活動電壓을 測定해서 末梢神經으로부터 中樞神經까지의 系統的 判断을 함	1. 10 ~ 1000 Hz 2. 数十 KΩ (針電極) 3. 数十 μV ~ 数 mV
電氣眼振計 (ENG)	前庭器管을 어떤 方法으로 자극하면 眼振이라고 불리는 眼球의 振動을 관찰할수 있다. 眼球의 角膜과 網膜의 電位差를 이용해서 眼球運動을 기록하는것임.	1. 0.1 ~ 20 Hz 2. 数 KΩ ~ 数十 KΩ 3. 数十 μV ~ 数百 μV
心 音 計 (PCG)	心臟音を 心電圖와 同時에 記錄해서 診斷함.	1. 数 Hz ~ 800 Hz 2. 마이크로폰에 의함 3. 마이크로폰에 의함
網膜電位計 (ERG)	網膜에 光자극을 加하여 網膜細胞内に 光에 의한 기전력을 발생시켜 이것을 콘택트렌즈 전극을 사용해서 導出記錄함.	1. 0 ~ 500Hz (装置) 2. 50 μV ~ 1 mV 3. 数十 KΩ
皮膚電氣反射 (精神電流現象)	被檢者에게 자극을 가하여 심리적인 흥분을 일으키면 피부의 전기저항이 일시적으로 감소되며 전위변화를 나타내는데 이를 측정하는 것임.	1. 数分の 1 Hz 以下 2. 数 KΩ ~ 数十 KΩ 3. 数十 μV ~ 数 mV
細胞電位記錄裝置 (微小電極用 增幅器)	組織의 構成單位인 1 個의 細胞의 活動電壓의 測定.	1. 0 ~ 数十 KHz 2. 数 MΩ ~ 数十 MΩ 3. 数百 μV ~ 数十 mV
오우티오 미터 電氣聽診器	患者의 精密한 周波數聽力 檢査에 쓰임. 종래의 聽診器에 대신해서 마이크로폰과 증폭기를 통해서 心音, 肺音등을 들음.	
電氣体温計	熱電對, 白金抵抗, 서미스터 등을 사용해서 체를 측정함.	
電氣血壓計	血壓을 電氣的 量으로 變換해서 測定함.	

※ 1. 所要增幅周波數帶 2. 信号源 IMPEDANCE 3. 信号電壓 (P - P 値)