

## 醫工學에 대하여

### 期待되는 ME 學會 의 研究活動

#### As Regards Medical Engineering

李 忠 雄

서울大 電子工學科 教授  
大韓醫用生體工學會長

現代는 電子科學의 時代이다. 이 電子科學의 發展은 놀라와 乾電池 3~4 個로 動作하는 담배갑만 한 포켓用TV, 人間을 代身해서 일을 해주는 로보트등을 볼 수 있으며, 2000年代에 6 世代 컴퓨터가 登場하면 로보트는 自己 스스로 工夫하고 자기로 自己를 고치고 人間의 諮問에도 應하는 로보트로 變身할 것이다.

특히 最近의 電子工學은 여러分野에서 그 偉力を 發揮하여 電子工學의 應用이 없이는 어느 分野이고 時代에 뒤떨어지게 되었으며, 醫學分野에서도 電子工學의 貢獻이 기초연구 및 臨床面에서 큰 것은 周知의 事實이다.

電子工學이 醫學에 利用되는 主要한 理由의 하나는 生體의 여러가지 現象이 電子工學으로 還元될 수 있는 까닭이며, 따라서 醫用生體電子工學이란 새로운 分野가 形成되게 되었다.

初期의 이 分野學問의 電子工學의 成果를 醫用技術속에 구체적으로 導入하는 것이 注目되었지만, 차츰 醫學分野와 工學分野間에 知識 및 情報交流이 이루어져 광범위한 相互利用의 學術領域으로 發展하여 電子工學과 醫學은 물론 生物學, 工學, 社會學 등으로 網羅된 새로운 學問體系를 이루어 醫學과 工學의 橋梁役割을 담당하는 ME (Medicine and Engineering)라는 새로운 學問이 생기게 되었다.

이 ME를 연구하는 學會는 美國, 英國, 日本등을 비롯한 先進諸國에서 1950年代末을 前後하여 생겼으며, 우리나라에서는 1977년에 大韓電子工學會에 ME分科研究會가 생겼고, 1979년에 大韓醫用生體工學會가 창립되었다. 그리고 各國의 ME學會를 網羅하는 ME의 國際聯合이 1958년에 IFMBE (International Federation for Medical and Biological Engineering)라는 명칭으로 結成되었다. 이 IFMBE에서는 3年마다 國際ME大會를 開催하여 人間이나 生物을 對象으로 하는 未知領域의 探求, 醫療保健에 도움이 되는 機器와 소프트웨어(Software)의 開發, 生體의 메카니즘(Mechanism)을 爲하여 많은 學者들이 參加하고 있다.

이 글에서 ME의 現況과 未來를 興味있는 部分의 例를 들어 斷片的으로 說明코자 한다.

우선 醫學에서 使用되고 있는 여러가지 電子裝置中에서 가장 代表的인 전자장치는 CT (Computed Tomography)라고 할 수 있다. 이 CT는 종래의 X

線撮影技術과 컴퓨터技術을 組合하여 發展시킨 것으로서 환자가 누워서 숨 한번 쉬는 동안에 人體의 보고 싶은 部分의 斷面을 人體의 切開없이 브라운관에 비추어 볼 수 있고 사진촬영도 할 수 있다. 이 CT의 出現으로 人體의 臟器中에 아주 복잡한 頭腦의 보고 싶은 部分의 斷面들을 차례차례 브라운관에 비추어 볼 수가 있다. 이 CT가 出現하기 前에는 腦手術專門醫도 腦의 斷面을 지금같이 잘 알 수가 없었다. 지금은 이 CT를 이용하여 腦의 구석구석을 切開하지 않고 볼 수가 있으니 얼마나 놀라운 일인가.

이 CT는 1975년에 英國의 EMI社에 依해서 最初로 開發된 것으로서 10년이 지난 오늘날에는 英國, 美國, 日本 등은 勿論 韓國의 金星通信에서도 NMR CT를 生産하고 있다. CT의 普及狀態를 보면 美國, 韓國, 캐나다, 日本, 英國, 歐州諸國을 통하여 數千대가 稼動되고 있으며 우리나라에서는 서울大 醫大 附屬病院, 慶熙大 附屬病院, 延世大 附屬病院, 漢陽大 附屬病院, 聖母病院 등에 設置되어 있다.

人體의 단면을 보는 데는 X線을 이용하지 않고 人體에 전혀 無害한 超音波를 利用한 CT도 있다. 이 경우에는 圖像의 解像도가 X線의 경우보다 떨어지지만 人體에 전혀 害가 없기 때문에 임신부의 태아 影像을 보는데 적합하다.

人間의 머리를 비롯한 몸의 표면에는 電位가 發生한다. 胸圍의 電位를 測定함으로써 心臟의 動作 狀態를 알 수 있다. 특히 머리에 나타나는 電壓波 形은 잠갈 때, 緊張했을 때, 꿈을 꿀 때, 간질병의 發作이 있을 때 各各 다르다. 이와같이 머리의 表面에 나타나는 電氣波 形을 腦波라 한다. 이 腦波는 1929년에 H. Berger에 依해서 發見되었으나 電子工學의 發展에 힘입어 腦波計 및 腦波의 分析技術이 發達하였다. 이 腦波를 분석하면 그 사람의 정신적인 狀態 및 肉體的인 狀態를 알 수 있다. 人間이 완전히 死亡했다고 醫學的으로 判定할 때 心臟이나 脈搏이 멎는 것으로 하지 않고 腦波가 완전히 멎는 것으로 한다. 요사이에는 이 腦波를 이용한 정신병환자의 치료가 시도되고 있다. 즉 精神病患者에게 自己自身の 正常的인 때의 腦波와 發作時의 腦波를 보여 주면서 患者로 하여금 自己腦波의 模樣이 正常的인 腦波의 模樣이 되도록 정신적으로 애를 쓰게 하는 치료법이다. 이와 같이하여 정신병환자의 腦波模樣

이 正常的인 모양이 되면 精神病이 治癒되며, 이 方法으로 治療하면 再發이 잘 안된다고 한다. 이와같이 자기몸에서 나온 腦波(出力)를 患者에 보여줌으로써 患者自身の 腦波가 正常的인 腦波가 되도록 하는 方法을 Biofeedback이라 한다.

腦波를 利用한 재미있는 實驗의 例가 있다. 죽 꿈을 꾸고 있는 사람의 腦波를 Data Recorder에 記錄하여 두었다가 그 사람이 잘 때 이 Data Recorder를 돌려 記錄하여 두었던 腦波를 그 사람의 머리에 다시 걸면 그 前과 同一한 꿈을 다시 꾼다고 한다. 이것은 아주 흥미있는 일이다. 이 現象을 이용하면 人爲的으로 惡夢을 꾸꾸는 患者를 安眠시킬 수도 있으며 또한 꿈을 연구하는데 크게 도움이 될 것이다.

腦波는 거짓말 探知器에도 利用된다. 거짓말 探知器는 사람의 腦波, 皮膚抵抗, 呼吸曲線, 血壓, 心搏動을 同時에 視察하는 장치로서 이 여러가지 波 形을 視察分析하면 거짓말 如否를 판단할 수가 있다.

그러면 將次 腦波計는 어떤 方向으로 發展될 것인가. 現在는 腦波를 보거나 記錄하려면 電極을 머리에 接觸시켜야 하나 將次는 金극을 머리에 대지 않고도 腦波를 얻게 될 것이며, 患者의 腦波를 自動的으로 분석하여 처방전까지 얻게 될 것이다. 이것이 더 發展하면 사람의 몸에 電極을 대지 않고 사람의 마음을 읽을 수 있는 時代가 올까봐 걱정이되기도 한다.

요사이에는 人工臟器가 發達되었다. 人工腎臟의 機能이 喪失된 患者에게 사용되고 있다. 또 어떤 原因으로 해서 心臟의 心搏數에 異常이 생겨 충분한 血液을 驅出할 수가 없을 때 Pacemaker로 心筋에 電氣刺戟(電氣的인 펄스波 形)을 주어 心臟의 搏動을 正常化 한다. 이 Pacemaker는 一種의 작은 電子裝置로서 体内에 埋込하여 사용하기도 한다. 이 Pacemaker를 使用하고 있는 사람이 꽤 많다. 人工心臟도 연구되고 있으나 長時間 동안 사람의 心臟을 代行할 수는 없으며 葉소와 같은 動物에 4個月程度 使用하여 살게한 例가 있다. 그러나 2000年代에는 人工心臟을 体内에 넣어 生命을 10年以上 延長할 수 있게 될 것이다.

물론 人工關節도 使用되고 있다. 요사이에 發達된 電子制御技術을 利用한 電子義手が 있다. 사람

이 팔을 구부릴 때 어떻게 하여 팔을 구부리게 되는가를 생각해 보자. 먼저 팔을 구부리겠다고 마음을 먹으면 大腦에서 發生하는 神經興奮이 遠心性神經의 電氣 impulses가 팔의 근육을 收縮시켜서 팔을 구부러지게 한다. 따라서 大腦에서 오는 電氣信號를 電子義手に 印加하여 電子義手が 구부러지게 하면 되므로 장치는 팔을 구부리겠다고 생각하면 電子義手が 自動적으로 구부러지게 될 것이다. 앞으로 人工臟器는 고도로 發達되어 自動車에서 部品을 교환하듯이 老朽된 身體의 臟器를 人工臟器와 교환하여 人間의 生命이 자꾸 延長될 것이다. 전자공학 기술은 超音波 또는 마이크로파 에너지를 身體의 患部에 投入하여 癌과 같은 病든 組織을 破壞하여 特効를 거두는 Hyperthermia分野가 생겨서 큰 期待를 모으고 있다.

美國, 日本과 같은 先進國에서는 患者監視裝置를 많이 이용하고 있다. 이 患者의 監視裝置는 患者의 心臟搏動狀態, 血壓, 体温등을 側定하여 그 결과를 有線 또는 無線으로 의사가 있는 監視센터로 보내며 의사가 와서 볼 時間을 기다릴 수 없는 危急한 患者에게는 自動적으로 監視裝置가 注射를 患者에게 놓기도 한다. 특히 팔목할만한 것은 心臟의 機能에 異常이 생긴 患者의 心電圖를 집에 있는 電話線을 이용하여 病院에 있는 의사에게 보낼 수가 있게 된 것이다. 이 遠隔測定 및 監視技術을 擴張하여 山間僻地의 無醫村에 있는 患者를 위한 醫療시스템이 日本등지에서 研究되었다. 즉 僻村의 木의 촌에 사는 患者가 그곳에 있는 無人醫療센터에 가서 体温, 血壓, 脈搏, 心電圖 등을 도시에 있는 醫師에게 電送하여 처방을 얻고 그곳 無人醫療센터에 장치되어 있는 약을 찾아 服用하여 치료할 하게 한다.

지금까지 醫工學의 發展相을 몇가지 例를 들어 말했지만 무엇보다도 앞으로 研究開發하여 緊要하게 쓰이게 될 것은 患者에게 投藥했을 경우에 약이 人體內에 들어가서 作用하는 상태를 그대로 映像으로 보는 電子裝置가 될 것이다. 電子工學이 1906년에 三極真空管이 발명된 이래 不過 80年동안에 그 當時에는 想像도 못했을 程度로 눈부신 發展을 할 수 있었던 것에는 여러가지 원인이 있겠지만 그 中에서도 電子裝置內部에서 일어나고 있는 現象을 即刻 볼 수 있는 「오실로스코우프」가 있었기 때문이었다

고 하여도 過言이 아닐 것이다. 現在는 患者에게 며칠分の 藥을 服用케 한 다음에 쯤 어쩌냐고 물어보아서 藥의 效果를 極히 間接적으로 알고 있다. 만일에 藥을 먹은 후에 人體內에서 약이 作用하는 狀況을 그대로 정확히 볼 수 있다고 假定해 보자. 그러면 藥의 成分이 어떤 作用을 어떻게 하는지를 알 수 있으므로 그 患者에 맞는 약의 設計方程式을 세우게 될 것이며 따라서 患者를 잘못 치료하는 경우란 있을 수가 없을 것이고 전자공학에 못지않은 理論體系가 서게 될 것이다.

以上 醫學側에서 工學側의 科學技術을 이용하는 것만 說明하였다. 그러면 工學側에서 生체속에 숨어있는 아이디어를 利用하는 경우는 어떨까? 오늘날 工學에서의 큰 問題點은 嶄新한 아이디어의 枯竭이다.

電子工學을 비롯한 工學技術은 1960年 以後 부터는 劃期的인 發明 또는 新技術이 나오지 않고 있다. 電子工學分野의 例를 들어보기로 한다. 1906년에 3極真空管, 1920년에 라디오放送 開始, 1936년에 TV放送開始, 1948년에 트랜지스터 出現, 1959년에 IC出現등을 생각할 수 있다. 이와같이 1960年代 以後에 브레이크스루(Breakthrough, 突破口)가 없는 理由는, 現代科學技術이 物理的 및 化學的인 몇가지 안되는 基本的인 現象을 組合한 技術에 근거를 두고 있는데 1960年頃까지 모든 基本的인 現象을 다 써먹고 더는 새로운 것을 만들어 낼 수가 없기 때문이다. 그러나 生体는 神이 創造한 것이기 때문에 生体에는 아주 高度하고 嶄新한 奇拔한 아이디어가 數없이 들어 있다. 工學側에서는 奇拔한 아이디어를 生体에서 얻어내는데 큰 關心이 있다.

이렇게 하면 레이더는 박쥐의 超音波레이더로부터着想되어 開發되었다고 한다. 박쥐는 눈을 完全히 가려도 날아가는데 아무 지장이 없다. 그러나 두꺼운 반창고로 박쥐의 입을 막으면 장애물에 부딪쳐 조금도 날지 못한다. 왜냐하면 박쥐는 입에서 發射한 超音波가 物체에 부딪혀 反射되어온 超音波를 受信分析하여 飛行路를 決定하기 때문이다. 아직도 人間이 만든 레이더는 박쥐의 超音波레이더만 못하다. 박쥐는 좁은 洞窟에서 數10마리가 同時에 날아도 衝突하지 않는다. 레이더를 裝備한 飛行機는 無限히 넓은 하늘에서 가끔 衝突事故를 일으키는 일이 있다. 工學者는 이 박쥐의 機密을 알고 싶은 것이

다.

우리가 照明用으로 使用하고 있는 白熱電球은 그 機能上으로 보아 電熱器라고 하는 것이 보다 適切한 이름이 된다. 왜냐하면 電球에서 나오는 에너지의 10%만이 可視光線이고 나머지 90%는 우리가 보지 못하는 적외선이기 때문이다. 이 電球을 燈으로 생각하면 効率が 10%이고 히터로 보면 効率が 90%가 되는 것을 보면 재미있는 일이다.

그러나 여름밤에 불을 비치며 날아다니는 개뿔벌레는 熱을 거의 내지 않고 빛을 낸다. 効率が 90% 이상이다. 그뿐 아니라 반딧불을 쫓다쫓다 하며 光通信을 하고 있으니 참으로 神妙한 일이다.

무더운 여름에 거미는 먹이를 人間보다 훨씬 効果적으로 싱싱하게 保存한다. 즉 거미줄에 먹이가 걸리면 거미가 뛰어나와 昆蟲에 따라 다르지만 一定한 곳을 물었다 놓는다. 그러면 昆蟲은 假死狀態에 들어가기 때문에 부패하지 않는다. 우리 人間은 電氣冷藏庫를 만들어도 거미의 秘法을 모른다.

이상 몇가지 예를 들어 生体の 優秀性을 설명하였다. 이번에는 生体電子工學의 발달로 동물과의 대화가 가능함을 생각해 보기로 한다. 이것은 옛날 얘기에서 나오는 것이지 무슨 虛荒된 말이냐고 할 것이다. 人間이 들을 수 있는 音의 周波數範圍는 소리의 크기에 따라 다르지만 가장 넓게 들을 때가 20~2萬Hz이다. 쥐나 새는 사람보다 훨씬 높은 周波數의 소리를 듣고 낸다. 새가 우는 소리의 周波數中에서 낮은 周波數成分만을 우리는 듣는다. 다시 말해서 쥐나 새의 베이스나 바리톤은 人間에게는 소프라노나 테너로 들린다. 따라서 사람이 새소리를 아무리 잘 듣고 흉내를 내도 새는 그 소리가 자신이 우는 소리와 비슷하다고 생각하지 못한다. 왜냐하면 사람은 새소리의 여러가지 주파수성분 중 낮은 쪽의 一部分만을 듣고 흉내를 내는 것이기 때문에 새가 들으면 전혀 엉뚱한 소리가 되기 때문이다. 그러나 수많은 사람가운데 새나 쥐가 사용하는 音域全體를 듣는 사람이 있다. 자연에 존재하는 事物은 正規分布에 따르므로 大部分의 사람은 쥐나 새의 音域을 다 듣지 못하지만 아주 極少數의 사람은 쥐나 새의 音域을 다 들을 수 있다. 이러한 特殊한 사람이 새의 소리를 흉내낼 경우에는 새소리를 정확히 듣고 정확히 흉내내므로 새가 자기의 言語를 흉내낸다는 것은 認識할 수가 있다.

그러면 電子工學의으로는 어떻게 하면 새와 대화를 할 수 있을까? 우선 새소리의 모든 주파수성분을 다 정확하게 記錄하여 새가 기쁠 때, 슬플 때, 배고플 때, 무서울 때, 오라고 할 때 내는 소리를 電子工學의 認識技術로 正確히 인식하고 回信의 소리를 電子의 合成音으로 내주면 될 것이다. 새는 知能이 낮아 單語數가 몇개 안될 것이므로 새와의 對話는 용이할 것이다. 人間이 동물과 대화를 하게 되면 좋을지 나쁠지는 未知數이다. 動物과 대화가 되면 소나 돼지고기를 먹기 곤란해질 것이고 動物 사냥을 하기 어렵게 될지 모른다.

醫用生体電子工學은 美國, 英國, 日本 등의 先進國에서도 새로운 分野이다. 모든 일이 다 그렇듯이 초기에는 成果가 노력과 投資에 正比例하다가 나중에는 成果가 鈍化 되고 드디어는 飽和된다. 다시 말해서 모든 일의 成果는 노력과 투자의 指數函數의 으로 나타난다. 스테레오電蓄의 예를 들어보기로 한다. 스테레오電蓄의 品質은 처음에는 價格에 比例한다. 그러나 스테레오電蓄의 음질은 실제로 演奏를 듣는 것 이상은 될 수가 없기 때문에 나중에는 돈을 아무리 퍼들여도 音質의 改善을 할 수가 없다. 이와같은 理由에서 醫用生体電子工學은 아직 初期段階에 있으므로 國家的인 차원에서 노력을 傾注하면 先進國을 앞지르는 成果를 他分野보다 쉽게 낼 수가 있을 것이다.

\*

