

生醫工程與我國醫病儀器之發展

指導老師莊明振
馮瑞義
張恆雄

明志工專工設科教授
明志工專工設科畢業
中原大學醫工系教授

執筆

許博惠 張正坤

前言：

二十世紀的醫學，已經不是單靠一聽診器和敲打觸摸即可完成，雖然我們相信這些理學診斷與經驗在醫學教育與實際醫療中仍有相當的價值，但今天的醫學更需藉助一些儀器的診斷分析，判讀，與各種試驗，以精密的診治病人。職是之故在Machine of year 的今天，醫學更齊要許多其他學科的配合與應用，舉凡電子、機械、光學、化學……等等。而要造就一良精的儀器設備更需結合科學工程技術，即所謂生體醫學工程 (Bio-medical engineering) 簡稱生醫工程。

何謂生醫工程？

因此在分工日細的今天，必須要有既有醫學知識又精曉工程的原理和技術的專業人員來從事一些不是單純由醫事人員或工程人員所能從事的工作。而這些專業人員所學的專長就是綜合醫學、生理學、心理學、電子工程、機械工程、化學工程……等科學的一門新學科，也就是“生醫工程”。簡單地說，生醫工程是一門綜合各類科學而應用在醫學及生命科學的學問。

· 生醫工程的範圍

生醫工程的範圍非常廣泛，只要是應用在醫學及生命科學上的科學或工程技術，都可歸為生醫工程的研究。因此，從事這方面的工作人員很多，但其間的工作性質可能大不相同。有些人或許在研究血液滲透毛細管的行為；有些人可能在研究盲人用的人造眼睛；而可能某些人的主要工

作是操作或維護某些特別的醫學設備。這些人所從事的都可以說是生醫工程的工作。總括地說來，生醫工程因其工作性質的不同可以分為以下的幾大範圍：

一、生理結構的研析：

這是較基礎的研究，應用系統工程的技巧，針對一些生理器官的行為加以解析，並建構模式，加以模擬測試，作為診療，人造器官，器官移植……等應用的基礎資料，其中又可分為生體電學 (bio-electricity) 和生體機械學 (bio-mechanics) 兩大部分。生體電學研究人體內生體電流的產生，傳送與接收等行為特性及神經系統與腦神經中樞構成的控制環路間信號傳送行為……等。生體機械學則包含一些器官機構的研析，如心臟系統、血液流動管路系統、肌肉骨骼系統、體內體液流動系統……等的解析及模式建構與模擬等。

二、診療器具的研究與設計：

引進各種新的科技，研製或改進新的診療器具，以增進診斷的可靠性，增加治療的效果及開發新的治療方法。如最近的超音波診斷，放射性的治療。又如最近發展成的立體斷層 X 光攝影及全天候電腦控制的病房監督系統等。甚至手術刀，牙醫用坐椅的設計也都是這方面的研究。

三、臨床醫學工程 (clinical engineering)：

醫學儀器設備的操作及維護；由於醫學儀器越來越複雜及精密，因此越需要操作技巧。因此

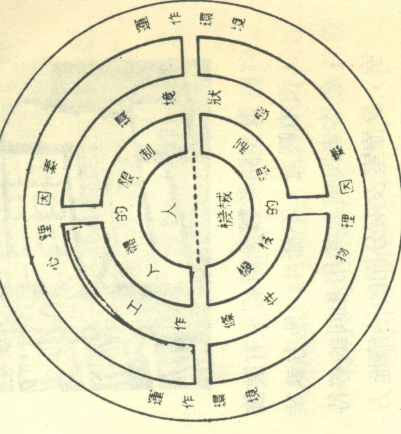
“人機環系統”

所謂“人機環系統”就是人+機械+環境”的系統。也就是在“人機系統”之外，再加上“環境”因素的考慮，而形成的系統模式。例如，司機+汽車是一個人機系統，當加上環境的考慮時，則是司機駕着汽車在公路上行駛，形成了人機環系統。

在明了生醫工程及設計前，我們應先了解人在機械，與環境之下的關係，也就是人機環系統。

人機環系統的形成

人機系統必須存在於某種環境之中，如人車系統的環境為路況、天候等。上面說過，人機系統中的人和機械不可視為獨立的個體。同理，運作於環境中的人機系統，也不可脫離環境而獨立。因此，我們必須把人、機械、和環境視為一個整體，其內部的元件（人、機、環）彼此互相作用，並達成動態的平衡。以開車為例，在黑夜開車，駕駛人會受影響，而同時影響了汽車的行駛狀態（速度、安全等）。路況不好（如凹凸不平的路面或曲折彎轉的山路）車子將無法跑快，而且耗油，車子也容易損壞。同時由於顛簸而使車中的人感到不適，而使駕駛困難。以上是環境對人與車的作用。車則壓壞了路面、污染了大氣而作用於環境。車



人體環境系統模式

子並以振動、儀表、聲音等方式，作用於司機。司機則借著油門踏板、方向盤等控制來駕駛汽車。如此，可看出這些元件間互相作用的情形。

由此圖我們可知運作環境之中存在着人機系統，人和機械的連結倍着陳示和控制而進行情報與行動的交流。又由人機系統的不同，其伴隨的運作環境也因此而異。但由其作用看來，最主要可分兩部份，即物理因素和心理因素。

運用環境中的物理因素

運作環境中的物理因素包括工作上的各種物理性條件及物理環境的狀態互相作用而成。對人具有影響的物理因素包括：

1. 力和運動，如加速度、減速度、振動。
2. 化學物：如毒氣和其他有害的材料等的操作。
3. 放射能：如 α 、 β 、 γ 、 x 、電子、中子等射線、紅外線、紫外線、電磁場、超短波等。
4. 溫度：熱度、寒冷、濕度等。

六、生體模擬 (bionics) 的研究：

經由對人的生理研究，研製機械人，模擬人的動作或將人的能力放大，以執行人類無法執行工作或在人無法工作的環境下替人執行工作。如在太空中採集標本等。

七、保護人體用器具及設備的設計與研製：

研究在特殊的環境下，如在高溫下或高放射性區，保護人體安全的衣盔、器具及設備。從太空人的太空裝，到潛水設備，到消防衣盔，到機車安全帽都屬於這方面的研究。

由上面可知，生醫工程的研究範圍實在太廣了。而事實上，上面所學的只是一些較明顯的研究範圍，仍無法涵蓋所有的生醫工程研究範圍。例如人體改造、酵素工程、及一些生物化學工程的研究也都算是生醫工程的研究範圍。而且上面的分類也只是精確地將生醫工程的研究分成幾類的。要對生醫工程的所有研究都一一介紹是不可能的，以下將就一些較普遍而有趣的題目略作介紹。

以上是列舉出一些生醫工程上的範圍，在實際運用上，舉凡各種儀器以至診所的配置，無不在此內值得研究，我們舉出一些實際上的例子，以供參考，裨能有所啟發，（部份資料，譯自英國工業設計雜誌）。

1. 病歷檔案往往很零亂，此種威廉彼特得的設計很有幫助。

的醫院都需要有專門人才來維護及判讀一些新的醫學儀器，同時也研製改善簡單的診療設備及儀器，這些工作就是所謂的臨床醫學工程。

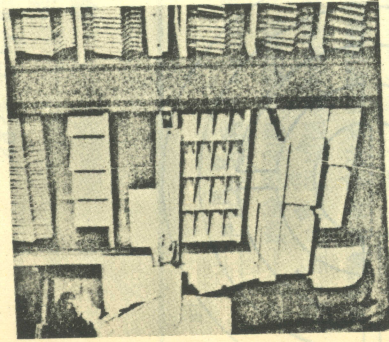
人造器官的研製：

人的器官發生故障無法正常作時，使人殘障，甚至死亡。目前要研製人造器官來代替。目前的研究包括有人造心臟、人造肺、人造關節、人造眼睛、人造聽器及義肢……。人造器官通常可分為兩類，即外在的人造器官及植入式的永久人造器官。外在的人造器官是在體外而使其能與人體內組織相連接作用。通常於急救或作開腔大手術時，而前應用較成功的有析腎器。而植入式的內在人造器官是永久或永久地植入體內當成正常器官期。因其牽涉問題較多，至今波令人很滿意的突破。目前較好的應用是心律規則器及人造瓣等。另外，為殘障人使用的義肢及各種器具的設計研製也可包括在這個研究範圍。

五、生體材料 (bio-materials)

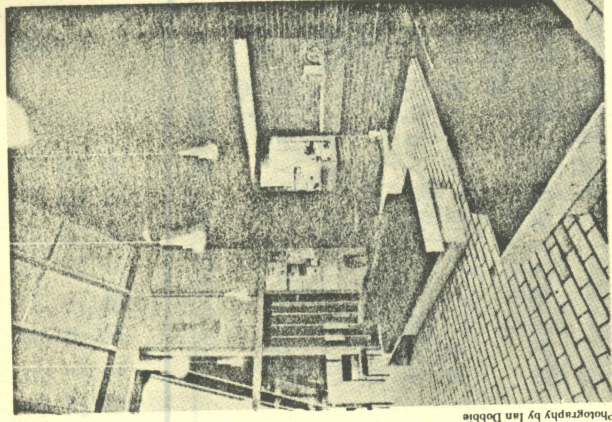
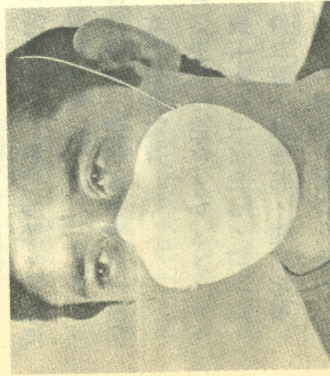
研究：

人體的體內是非常嚴苛的環境。適用於人體內的材料必須能抗體內排斥作用並能耐腐蝕、耐磨及無毒性。因此作為人造器官的材料要嚴加選擇。又不同器官使用的材料要求各種不同的密度、強度及軟硬度等的不同特性，因此生體果料的研究開發也是目前重要的材料科學及生醫工程共同的研究範圍之一。



很多開業醫診所都沒有裝飾、沒有暖氣、不衛生的地方執業，會客者與病人共用相同的等待室，診療室沒有分開的治療地方，且沒有提供病人廁所、有的外科甚至沒有電話，只有在街上叫他的弟弟租用一個小時的電話盒，這些問題的形成並非由於開業醫的冷漠而是由於開業醫的天性和結構。

縱然當今趨勢顯示對優良設計的需要在增加中，特種需要的儀器如下：保證足夠的空間給不同的目的，提供給病人與會客者，則所給病人，患有接觸性疾病的患者的隔離，足夠舒適的空間讓病人等待，當醫師提供這些儀器對其有大利益，職業的原因使他們花費以下的項目、洗盥、檔案系統、開刀枱、燈光，然而或許有些醫師花在廣告的金錢比以上來的多，甘居於簡陋的診所，假使是你，要選擇何者呢？



Photography by Ian Dobbie

用電腦控制切除攝護腺
醫界研究成功
新發明快速方便更徹底
已向美德等國申請

[illegible]

才！

2 用米線或冷凍開刀？

近十年來由於冷凍器械的發展，低溫治療的效果漸令人感興趣。液氮首先被採用，其後 CO_2 與 NO 亦被應用。由於細胞內、外的水份形成細冰、手術後的流血與疼痛減至最小。這技術已在許多外科技術被採用。

雷射在1960年代首先提出，放大後用來封閉血管，在眼科，開刀和胎療療效上有很好效果，現有一家公司上設計出來用於治療原發癌。

運用環境中的心理因素

心理因素主要是針對人的部分而言。雖是如此。由於系統中的元件彼此互相作用，整個系統終究還是會受它的影響。心理因素也可分為工作的條件與文化環境兩種。工作的條件包括：1. 工作時間，2. 工作周期，3. 工作需求，4. 工作安全，和5. 工作滿足等。

文化環境包括

1. 種族。
2. 風俗。
3. 生活方式與社會階級。
4. 同事和家人的關係。
5. 教育程度。

由此可知生體醫學工程是範圍廣
擴，極具開發潛力的一個學科，
惜我國在這方面的開擴較遲，且
限於種種因素而無法大力推展
甚至加學七級的醫學工程人員（
國內中原有此一系）仍淪為儀器
商的 propa，殊為可惜，而臨床
醫生也缺乏此方的素養，更乏時
向投入。須知一個大型的醫院也
是一個研究機構，經營者 Mar-
cye，得有遠見，了解此發展的
重要性，能歡迎各相關科系的人
才投入，在發展上由於台灣市場



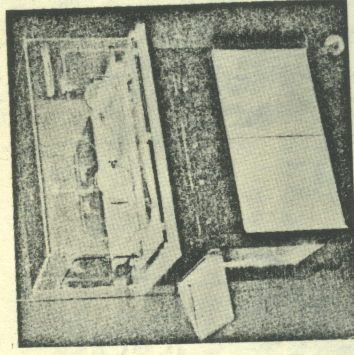
移動的機械：

移動式的心電圖早被設計出來，另外一種小型的植入式心跳自律器，能夠自動的放出20~30焦耳的電能，當心室纖維顫動發生時，能自動的使其回到正常規律。

另外較有進展的有連續腹膜透析器(CAPO. Continuons Ambulant peritoneal Dialysis)，它不需有龐大的機械，乃是利用自然的生透膜(腹膜(peritoneum))。此系統是在腹腔接一導管到一含有透析液的塑膠袋內。當袋子提高是利用重力將透析液灌入腹腔內：此空袋捲藏於衣服內，俟四到六小時，毒物和廢物進入透析液，袋子使下降使液體排出。此設計可在家裏使用，此目前的手臂透析便宜，患者也有相當程度的獨立。

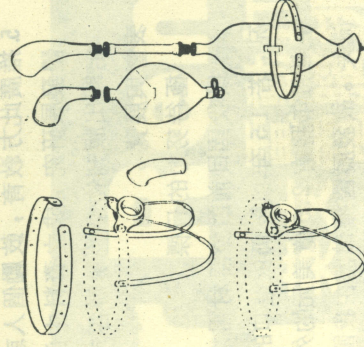
拯救病人的生命是醫療的第一要務，如此混亂的儀表裝備，醫師如何迅速判讀，及時救助？(見下頁圖表)

嬰兒保育器已有四十多年的歷史(incubator)，它提供早產嬰兒一個微小的氣候系統類似母親的子宮環境，使未發育成熟的肺能進行正常功能。進入的空氣均經過過濾和適當的潮濕，甚至要計算嬰兒散出的熱量，以保持在一恰好的溫度內。在設計上保持無菌狀態，且容易清理消毒。用手肘即可將小門碰開，



保持到135°的開啟。

在箱頂邊緣有一凹槽以收集水滴，並凝集排除，同時箱頂玻璃經Perspex處理以防霧氣。1/4 M的光線可透入，但9 M的射線幾乎可全部吸收，同時備有警報系統。嬰兒可置放在傾斜角度，以方便輸血或急救。並可在儀器上連續秤重，或許此保育器仍未臻理想，但藉著一再的設計，將有更理想的產品問世？



According to Alan Cottenden, research fellow in bio-medical engineering at the University of Sussex, as many as two million people in the UK suffer from varying degrees of incontinence. Male aids abound - though the design of most, such as the public pressure urinals (above), is somewhat archaic. Women, however, have very few aids. Cottenden's team is working on the problem

失禁問題

失禁對上了年紀的人，往往羞以啟齒，但無疑地它是一廣泛的問題，在英國的Ham Green Hospital 有一專門照顧此種病人的unit，生醫工程在這方面努力，這裏舉出一設計例子(見圖)，此乃英國Lottenden's team的設計。

有限，可先從clinical engineering做起，再逐步發展到各field，尤其亦應配合時下電腦的運用。我們可導循先求“有”再求“好”以矯一慣仰賴進口之弊。

最好能仿效外國之大醫院，設立醫學工程室，配置各不同性質的醫學工程人員，以裨醫院設備之維護與進步。

醫學工程人員在醫院工作，依性質不同可分為：

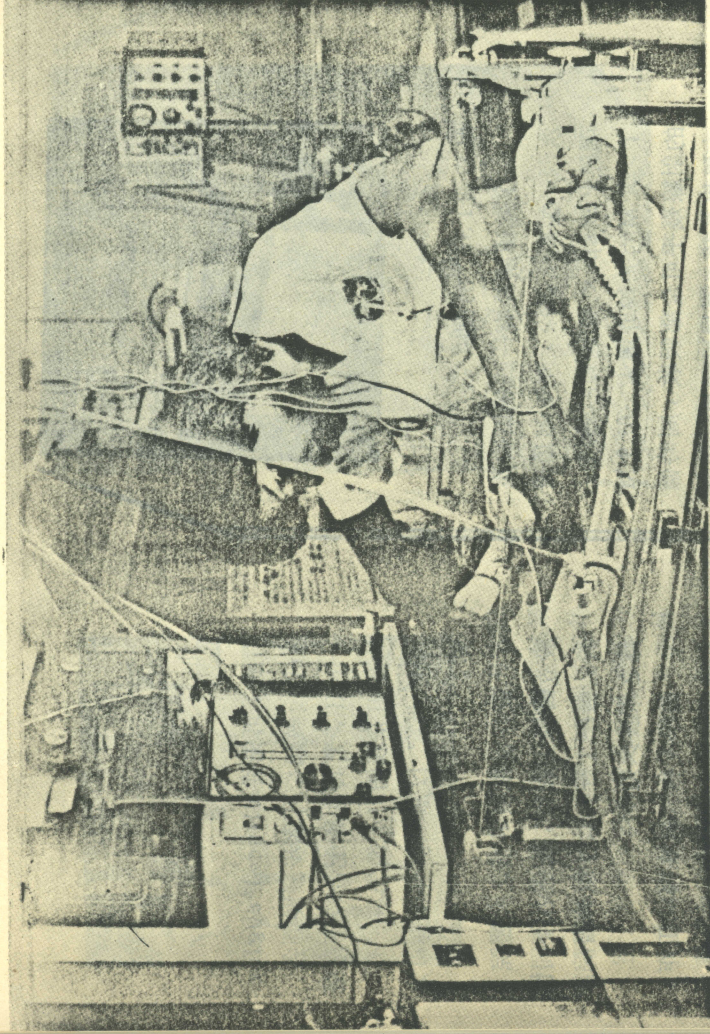
一醫學工程師(簡稱BME)在醫院的研究單位從事應用工程技術與理論到醫學與醫療的研究，同時可協助解決醫院醫療儀器的問題，兼做醫療工程師的工作。

一醫療工程師(簡稱CE)，擔任醫院醫療儀器的建檔、管理及編列預算採購儀器顧問，並帶領醫療儀器技術員從事修護、保養工作。

一醫療儀器技術員(簡稱BMET)，他們兼具一點醫療常識，專門從事醫院醫療儀器的修護及保養工作建議醫院每一百張病床設置一位醫療儀器技術員，每三百張病床再增設一位醫療工程師或醫學工程師及一位辦事員，組成一個醫學工程室。教學醫院在名額上尚零增加，以便協助研究工作。

醫學工程室的工作項目包括：

- 1 評估醫院採購醫學儀器的性能，協助完成醫療預算的編列。
- 2 協助醫師、護士及財務部門採購醫儀。
- 3 協助醫儀之驗收，包括儀



如此混亂的儀表在危急時如何讓醫護人員看清楚

器機件、技術手冊、使用手冊、工作狀況及檔案的建立。

4. 協助醫師、護士正確使用醫儀，減少損壞及意外傷害。

5. 評估醫儀故障之程度及三級以內的修護保養。

6. 協助處理修護有關業務。

由於輔助醫療診斷與治療儀器發展一日千里，確有成立醫學工程室的必要，因其工作性質與工務處不同，為充份發揮醫學工程室之功能，其行政體系應直接對院長負責。

此外在科技一日千里的今天，我們更盼望，在政府及大學的協助下，為適應我國精密工業發展，我們能夠做到：

1. 選送醫學工程人員出國進修，俾成將來發展的基本隊伍。

2. 成立醫學工程研究所，以廣招人才。

3. 成立醫療儀器技術科，我國目前有四萬張病床及醫療醫器大小廠商數百家，故極需增加此方的人力。

4. 建立精密的檢定制度，醫療儀

器有關生命，若偶有不確則差之毫厘、失之千里，故此一般的儀器需要更高的準確度。

5. 推廣此方教育，鼓勵個人或團體發展研究，成立資料中心，定期出版刊物，並舉辦各式發表會與展覽。

極待努力的目標

以我國目前醫療器材需求情況，若 15 年以後仍依進口的話，則每年將有 2.5 億美元的外匯流失。故發展醫療儀器在我國，已非單是醫療問題，已成爲我國經濟發展必行之道。

國內目前醫療器材製造業之產品分佈範圍相當狹小，且大部分爲經濟附加價值較低的消耗品，以生產點滴用具、輸血用具及塑膠針筒的廠家爲最多。

針對目前醫學工程方面的研究偏向，及工業實力，國內醫療儀器的研究發展，未來仍應將重點放在電子醫療儀器、生物材料及生物物理學和電腦醫學應用三方面。如醫用換能器之研製、加護病房監視系統之研製、人工腎臟

薄膜之研製、骨板、骨釘之研製、電腦在醫療方面的研究、雷射在醫學上的應用等。

1979 年研究立體斷層攝影的 Tuft 獲得諾貝爾獎，這個典型生醫工程研究，已成爲醫院不可或缺的工具將來有更多的器械投入醫療行爲，生醫工程已被視爲整體醫療的一部份。

今天科技發展的特點，是以人爲中心的整體系統的發展。一切均應以人的利益爲前提。因此生醫工程的發展是人類最重要的課題之一。雖然生醫工程的發展歷史不長，但科技的發展不是孤立的；爲太空上特殊環境研究出立的特殊材料也可應用生體上；而水淡化的研究與腎臟過濾的作用幾乎是相同的。目前更有配合我國政府需要有更多人的投入研究的大幅經費支持，今後的發展更將一日千里。

以我國目前的經濟與科技能力，應朝以下數項產品發展。亟待開發之新產品

A. 診斷器材中的聽診器、血壓計、助聽器、X 光機等。其中助聽器、血壓計在技術、生產能力上已與先進國家相當。X 光機經濟價值高，因此，在診斷器材的發展方面，X 光機可列爲優先發展項目。

B. 洗腎機。目前世界各國雖有不少廠商生產，但生產透析薄膜者只有三家，各廠牌只能在透析膜的排列上討論透析的效率及機件效能上來下功夫。是以，若發展洗腎機部分，重點應著重

在透析膜的研究。

C. 一一生化檢驗器材。PH METER 已有廠商在開拓內、外銷市場，且對產品的研究抱相當樂觀的看法。然而，事實上，除了PH METER 外，其他生化檢驗器材的發展研製比起來要更加需要。

D. 一復健用具。復健醫學的範圍可包括生物力學及生物材料在內。在需求方面，係以物理治療器材為最多，發展此類器材，目前機械金屬器材製品方面已臻一定水準，今後應研製更精密的器材，而除了在金屬、機械部分的器材研製外，應注意基本生物力學、生物材料的研究，增強研

製此項器材的潛力。

E. 醫院業務資料電腦管理系統。醫院除了醫院業務為其主要日常業務外，尚有幫助醫師進修的義務，因此，在資料處理與蒐集方面須相當完善，且須查閱方便。日後人口增多，醫院的作業量相對增多，有賴資料管理系統的地方也就愈來愈多。

F. 光纖在醫療診斷上的應用。這方面的應用指的是光纖經醫療診斷器材的研製，國內一般醫院使用此項器材已十分普遍，因此，在研製此類器材時應特別注意。



For Rent

IBM 英文 電動打字機 電腦排版機

計時出租

自己操作方便省錢又不會錯
可打英法德文及數學方程式

新高打字印刷行

台北市羅斯福路3段302號九F
電話：3967985 (台大正對面)