

# 人造器官

ARTIFICIAL ORGANS



盧 勝 編 著  
真 知 出 版 社 出 版



# 人造器官

ARTIFICIAL ORGANS

盧 勝編著·真知出版社出版

## 人 造 器 官

---

編 著 者：盧 勝

出 版 者：真 知 出 版 社

香港北角馬寶道66號二樓

印 刷 者：新 華 印 刷 股 份 公 司

香港鰂魚涌萃展工業大廈四樓B座

定 價：港 幣 三 元 八 角

版 權 所 有 \* 不 准 翻 印

---

( 一 九 七 四 年 四 月 版 )

## 前 言

自古以來，人類就夢寐以求長生不老之靈藥，所以不論中外，古代都有所謂煉丹術士或煉金術士，企圖用種種方法，人工合成靈藥，但却沒有獲得成功。

長生不老既然難以實現，乃尋求其次，研究稍稍延長壽命的方法。一些研究者，有鑑於許多人死亡的原因，常常只是由於一兩個重要器官的損壞，如果能將這損壞的器官換上好的，自然可以再活若干年。這種想法，乃導致兩方面的研究同時進行：其一是將別人的甚至動物的器官移植於病者身上；其二是製成人造器官以替換病者受損的器官。

有些人損壞了某種器官雖然不至於喪生，但失却了若干功能，比方斷了一隻手或一隻腳等。這種情形，也是需要移植天然器官或換上人造器官的。

器官移植在近年來雖有長足的進展，但仍未能說是完全成功。即使完全成功，人造器官也是有其需要和一定價值的。器官移植需要別人捐贈的器

官，其來源就很成問題，而人造器官則沒有這方面的限制。此外，人造器官也有天然器官所不可及的優點。比方人造手可以製得不怕火燒和冰凍，可以做更多的事情。而且，人造器官可以應用體外的能源，故工作起來，不知疲倦。

近年來，人造器官的研究已有了很大的進展，有不少人造器官已經可以應用。本書是把筆者在這方面所知道的一點點介紹出來，其目的無非是希望與讀者共同研究。

書中如有不當之處，尚祈讀者批評指正。

盧 勝 一九七四年春於九龍

# 目 錄

前 言 .....	1
一、人造器官的意義及材料 .....	5
爲什麼要研究製造人造器官? .....	5
製人造器官物質所要求的條件 .....	6
人造骨骼的好材料 .....	9
人造軟組織的材料 .....	11
二、人造腎臟 .....	14
腎臟的結構與功能 .....	14
目前用的體外腎臟機 .....	15
三、人造心臟 .....	19
心臟的構造與功能 .....	19
人造機械心臟 .....	20
植入胸中的人造輔助心臟 .....	23
永久性人造心臟的材料問題 .....	28
永久性人造心臟的能源問題 .....	30
四、人造血液 .....	35
人造血液的四個條件 .....	35

氣血球與 Polyol 血漿 .....	36
人造血經動物試驗成功 .....	39
五、人造手足、關節和肌肉 .....	41
人造手足 .....	41
人造關節 .....	43
人造肌肉 .....	45
六、人造眼、耳、鼻、喉、牙 .....	49
人造假眼球 .....	49
真正能看的人造眼 .....	50
紅外線助視器 .....	51
激光助視器 .....	55
電視助視器及塑膠眼睛 .....	56
人造耳朵 .....	60
人造聽覺器官 .....	61
人造鼻子 .....	63
人造喉嚨 .....	66
人造牙齒 .....	71
七、人造皮膚 .....	73
皮膚的功能及用塑料製的人造皮膚 .....	73
牛膠原製的人造皮膚 .....	75
八、人造腸管與腦 .....	77
人造腸管 .....	77
人造腦袋 .....	78
九、混合人與萬能人 .....	80

## 一、人造器官的意義及材料

### 爲什麼要研究製造人造器官？

一輛汽車或一架機器，壞了不能開動的時候，常常只是其中個別的零件壞了或磨損了的緣故，而其他各部份都是完好的，只要將損壞的零件拆下來，換上了新的零件，汽車或機器便能重新開動。人也有類似的情況；人之死，通常只是因一兩個器官損壞至無可救藥而已，要是能夠將損壞的割下來，換上新的人造器官，則即將死亡的人，不是又可再活若干年了麼！這就是爲什麼科學家要研究製造人造器官的原因。



## 製人造器官物質所要求的條件

一個人造器官，必須一日 24 小時都能毫不間斷地起作用，且能夠長期處於有腐蝕性和導電性的體液之中而不起變化。例如一個心臟，每天跳動約 10 萬次，每次唧出 1 百毫升血液；肺臟每天脹縮 2 萬次，處理約 5 千公升空氣。在此等情況之下，人造物質極難抵擋腐蝕或機械疲勞，或二者聯合的影響。

此外，人造器官所用的物質，還必須符合人體生理所要求的許多條件。你有過被竹刺或木刺刺入肌肉中的經驗嗎？如果讓刺留在肉中不予理會，那兒的組織不久就會發炎或化膿，血液可能將感染帶到身體各處，如果被有毒的東西刺入肉中，還可能引起嚴重反應，總之，它會引起身體產生外來物體反應（Foreign-body reaction）。在此種情況中，身體將試圖用大量的細胞去包圍它。

小小的刺插入肉中已是如此，我們又怎能夠祈期把外來物質埋入人體內，而不會惹起強烈的反應呢？誠然，若干簡單的補形術（Prostheses）沒有這些困難，這只不過是由於它們並不真正的埋藏於

活組織之內。例如人造的假眼球隱形眼鏡，實際上與活組織隔着一層濕氣薄膜。雖然如此，亦存在着濕氣能由這些補形物質溶出有毒物質（假如有此種成份）的危險。

骨骼折斷了，可以用針或螺絲釘固合。這些異物，深埋於骨組織中，一般沒有不良反應。但針或螺絲釘是被動的或「死」的結構，通常是用經過選擇的單純的物質造成。一個「活」的結構，比方一個人造器官，就可能由幾種不同的物質造成，這將引起進一步的問題——在有腐蝕性的體液中，這不同的物質是否會產生相互作用。

談到這裏，也許你認為移植來自別人身體的活組織，不是更好嗎？但這除了來源成問題之外，身體對這些外來的蛋白質，還會產生抗體（Anti-bodies），攻擊和排斥這些「入侵者」，其機制與對抗細菌入侵的免疫學反應相同。目前，雖然可以使用所謂「鎮壓免疫藥物（Immuno-suppressive drugs）」，以抑制接受移植者排斥的反應，但與此同時，却削弱了身體的免疫力，容易感染其他疾病而死亡。

因此，研究移植和製造人造器官是有必要的。

利用金屬或塑料等許多化學性不活潑的物質植入體內，仍然會引起身體的某種反應，這是由於他們在身體組織內，多少會為體液或所包含的酶溶出一點點，因而刺激身體所致。但是，這種反應，其程度有很大的不同，強烈的會使身體發高熱，

輕微的是局部發炎。甚至有的物質，以一種形式（比方說細線）植入體內，不會引起任何反應，但以另一種形式（比方說薄片），則引致嚴重的反應。

幸而目前已知有些物質，如果在製造時極其小心，不讓它攙入任何雜質，把它植入體內，不會產生化學變化。例如金、銀、不銹鋼、鉭(Tantalum)、鈦(Titanium)等。這些物質，通常都是用來植入身體的硬組織如骨、牙齒等之中。

至於製造身體軟組織的物質，倫敦整形外科學會生物機械與外科物質部主任史基爾斯(John Scales)博士指出，至少須符合下列八個條件：

- 一、不為身體軟組織影響其物理性。
  - 二、化學性不活潑。
  - 三、不會引起身體發炎或「外物(Foreign body)」反應。
  - 四、非生癌物質(Non-carcinogen)。
  - 五、不會引致敏感反應。
  - 六、能抗拒機械緊張。
  - 七、能塑造成所需的形狀。
  - 八、無毒性，且易被消毒殺菌。
- 目前已知，有些塑料能符合上述的條件。

## 人造骨骼的好材料

最近，日本東京慈惠會醫科大學整形外科的伊丹康人主任教授等成功地替一個病人從股關節到脛骨換上了長約 60 公分人造骨的手術。過去，腿部的膝頭等關節部份雖然也作過替換手術，但將這樣長的骨和關節部份換上一模一樣的人工骨，據說還是世界上的第一遭。這個問題的解決，人造骨骼就可作為新發明的新材料使用。在這之前，患了惡性骨癌的人，除了要將足根切除之外，根本沒有別的治療方法。現在人造骨手術的成功，患者無須切斷腿，只需換上人造骨便成了。

這種人造骨是用鈦和磨耗少的高密度聚乙烯製成，比原來的骨折更堅硬。據伊丹教授說：「這次手術的成功，為今後的交通事故等造成的複雜的骨折，打開了免除割手切足的治療之道，相信有很大的醫學意義。」

用動物的骨骼作為替換物也是較理想的。原因是：動物骨骼堅強而又質輕，難以用合成物質複製，而動物骨骼則是現成的材料，其次，動物骨在人體內，可和人骨融合，最後被吸收，和以新骨代

替，而合成物質的骨則沒有這種可能，至於動物骨價廉而又來源不缺，毫無疑問，動物骨是經濟得多了。

但是，用動物骨代替人骨，也並不是沒有問題的，雖然天然骨含有較少的活細胞，及大量鈣化物質包含在它的堅硬的細胞結構中，但仍有刺激被植入的人的身體產生抗體的能力，最後終於排斥植入的骨。

一九五四年，美國有兩位外科醫生提出了一種新的方法。他們把動物的骨，浸在一種名為「二氫乙烯（Ethylene diamine）」的強力有機溶劑中，將骨中的有機物質全部提取出來，剩下一些像珊瑚狀的物質，他們稱之為「準無機骨（Anorganic bone）」。這些骨完全除去了蛋白質，並可以切削成所需要的形狀。它保留了活骨的許多物理特性，但化學性不活潑，且能在室溫下長期貯藏而不變壞。

據說，用準無機骨替換損壞了的骨，沒有引起身體的外物反應，有時效果相當好，它會逐漸被吸收而以新生的骨代替。目前，英國的研究人員，正在研究在準無機骨中加進一種能刺激新骨生長物質，如果成功，準無機骨可以說是很理想的材料。

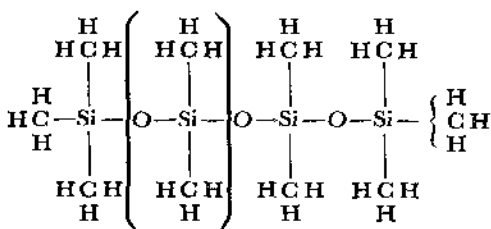
## 人造軟組織的材料

某些塑料，能符合製造人體軟組織所要求的條件。最先用於補形術的塑料是賽璐珞(Celluloid)，據說是一八九〇年一位醫生用作顱骨的修補。

相信不少人都聽過，某些塑料玩具經過檢驗之後，發現含有毒質，有的含鉛量多達百萬分之1,714。又有一位美國政府官員報告，某些塑料玩具會引起皮膚發炎。有1,600宗皮膚發炎得歸咎於那些玩具。這兩個例子，前者足以引起中毒，後者是敏感反應。但兩者都不屬於本書所說的身體的外物反應。

通常用以製造聚合物(Polymer)的許多物質，都是有毒的；顯然，把那些物質植入，會引致不良的反應。例如，早在一九四一年，就有人報告，電木(Bakelite)有促使生癌的傾向。因此，雖然許多塑料的物理與機械性能符合製造人體軟組織的要求，但由於含有毒質而不能用。經過科學家的努力，終於找到一些塑料，如「Dimethyl silicones」和種種的「Halogenated carbons」等類塑料，能符合製造人體軟組織的要求。

矽 (Silicon) 是地殼上第二種最豐富的元素，豐富的程度僅次於氧。矽力干 (Silicones) 則是矽、氧和碳的化合物；它們的另一個名稱是「Polysiloxanes」。事實上，它們是一大族物質，在化學上彼此有關係。它們是由氧原子與矽原子的鏈 (Chains) 交替連結所構成，如同許多其他的聚合物由碳原子的鏈構成一樣；下面是一種簡單的矽力干的結構式：



僅用其他以碳為基礎的原子團置換  $\text{CH}_3$  原子團，及用種種不同長度的矽——氧鏈，就能製成具有種種性質的聚合物，範圍從自由流動的液體以至耐熱的樹脂都有。大多數商業上所製造的矽力干，不完全是單純化合物，而是混合物，其目的是使這些物質具有所需的各種物理性質。

有趣的是，這些聚合物雖然物理性是各不相同，但都具有不與別的物质結合的特性。科學家選擇矽力干作人造人體軟組織的材料，是以本章第一節所述八項無毒性，且易被消毒殺菌為標準。矽力

干既然化學上不活潑，就保證了它與活組織長期接觸而不起化學或物理變化。此外，在過去多年來的廣泛實驗，顯示它不會引致癌症、敏感或其他不良反應；這些特性都符合了人們的要求。這裏必須聲明的是，商業上製造作為一般用途的矽力干，若用作製造人造軟組織材料，可能會引起身體很大的麻煩，因為那怕是混入了極微量的雜質，也會引起身體的外物反應。故醫學上用的矽力干，須在嚴格控制的特殊環境下製造。

矽力干能耐受的溫度範圍極廣，由  $-90^{\circ}\text{C}$  直至  $300^{\circ}\text{C}$ ；日子久了，它們也不會變軟、變脆或發生其他變化；可以用蒸熱消毒器（Autoclave）來將它們消毒。矽力干能夠用許多種不同的方法製成，這意味着它們易於被造成任何所需要的形狀和性質，並長期保持這些性質。

由上述可見，矽力干完全滿足了史基爾斯所提出的八項條件。

還有一種，即聚四氟乙烯（Polytetrafluoroethylene），是迄今已知「最滑溜」的物質，是將氟原子加入聚合物中而成。這種塑料的化學性比矽力干的更不活潑，能耐受的溫度範圍更廣，用來製造人體軟組織，也是很理想的材料。



## 二、人造腎臟

### 腎臟的結構與功能

腎臟是人體最重要的器官之一，腎臟完全切除的人，甚至一短暫時期亦無法生存。腎臟也比較容易受損害，患腎病的人也不算少，故人造腎臟是較先研究製造的人造器官之一。

要明白人造腎臟，最好先大致上了解一下我們腎臟的結構和作用。腎臟可以分為腎實質和腎盂兩個主要部份。腎實質又可分皮質和髓質兩部份。皮質是腎臟的外層質，髓質是腎臟的內層部份。若將腎臟縱切，可看到髓質部份有帶紅色的錐狀組織，名為「腎錐體」。腎錐體的底部和皮質連接，錐體的尖端是腎乳頭，伸入腎盂的小腎盞。

腎臟執行排除廢物功能的單位名為「腎單位」（Nephron）」，主要是位於腎皮質內。腎單位包