

美軍作戰傷殘救星義肢發展之研究

作者/黃俊銘少校



陸軍官校 92 年班、本部正規班 99 年班畢業；曾任排長、副連長、訓練官、人事官，現任職於陸軍步兵訓練指揮部兵器組教官。

提要

- 一、軍人在戰場上保國衛民犧牲奮戰，應享有受到全民肯定與愛戴的，但是一個四肢短缺身形殘障的軍人，卻要在餘生中，面對社會鄙視與批判的異樣眼光，無論功勳如何彪炳，因行動不便衍生之生理與心理問題，是很難克服與解決；本文主要探討歷經遠古至今義肢發展過程，雖然戰爭造就許多殘酷的不幸，但將帶來醫學顯著的進步，醫生藉由大量醫療經驗相互交流，促進今日義肢技術不斷進步，甚至被喻為是這個世紀最有希望的先進技術。
- 二、科技的進步日新月異，一般的義肢最不方便的地方，就是只能仰仗外力、不能隨心所欲地移動，然而已有研究者與工程師們突破了這個功能上的限制，研發出能由大腦控制的「神經義肢」。
- 三、現階段已可以運用 3D 列印製作自己的義肢，未來幾年內，3D 列印醫療服務產品的供應商會逐漸增加，能大幅降低所需費用，並將上述高科技運用在義肢上，例如具備敏銳的感測、傳達、刺激腦波、回饋功能，使義肢盡量接近人體的實際作用；而最重要的就是要士兵在戰場上奮勇作戰無後顧之憂，國家將會投注最大資源，協助傷患官兵恢復身心整體功能。

關鍵詞：義肢、義肢發展、越戰傷亡、美軍義肢傷殘案例。

壹、前言

古希臘醫師希波克拉底(Hippocrates)曾說道:「戰爭是外科醫師最好的學校。」的確,再也沒有其他註腳比這句話更能描繪軍醫及軍陣醫學在軍中的功能與角色,美軍從第二次世界大戰之後,以世界警察自居,於世界各地參與維和戰爭,雖取得一定戰果,但也付出重大代價,其中大量傷患面臨無法融入社會,尤其是肢體的殘缺,除了不易找到工作,更容易衍生傷後症候群,對社會製造更大的問題;美軍在越戰時傷患高達 30 餘萬,但美軍的軍陣醫學在外傷急救與義肢技術發展上,卻取得傲人的成就,1995 年 7 月時代雜誌曾指出:在二十一世紀,義肢(**PROSTHETICS**)是十大先進技術最有希望的研究領域之一,¹現今各國的作戰概念已將軍事人員視同為武器系統中重要元件,所以部隊產生傷亡即等於高價值武器系統的耗損,因此各國非常重視戰傷的各種狀況,隨著醫學的進步與發展,肢體受傷之外科手術今非昔比,義肢製造類型與器材也更適合人體組織,經過復健後外觀上不易察覺,使傷兵能夠消除自卑心理,快速融入社會,甚至在運動領域展露頭角。本篇研究即是以美軍為例,從認知上消除生理與心理上威脅,讓全體官兵產生內在的心理穩定。

貳、戰爭對軍陣醫學發展之影響

第二次世界大戰,可說是史上規模最大,傷亡最慘烈的戰爭,全世界約有七千萬人死亡,美國在軍醫院接受治療就有將近六十萬人,其中高達六成是肢體損傷,在此期間為了照顧傷口,美國徵得德裔美國人的獸醫師Dr. Otto Strader的同意,將原來DR. Strader發明的一種用於矯正Chow dog(一種名貴的狗)的下肢變形之外固定器稍作改良,成為可裝置於人類的骨頭,用於大規模皮膚缺損或感染併骨折之病人,直接作臨床使用。將鋼釘架在外面,除行動較為不便外,可使傷口容易照顧,恢復成功率高,且不容易產生慢性骨髓炎,現代骨科已大量使用,第二次世界大戰中,德國醫師(Gerand Kuntscher),也將他設計的骨髓內釘(Kuntscher nail)大量用於美國及其他國家的戰俘,不但方便使用,且有快速癒合的驚人效果。從此戰後骨折的處理進入了新境界,大家知道金屬可以放在體外,也可以置入人體內,且各

¹國立成功大學 機械工程學系 碩士論文/應用 CAD 軟體 API 與快速成型技術 製作義肢承筒/陳彥名
http://www.lcis.com.tw/paper_store/paper_store/etd-0714106-152839-20147130252695.pdf(檢索時間:2018 年 3 月 19 日)

有優、缺點，在戰爭中處理傷患帶來了新觀念。金屬可以放在體內，帶動了日後骨釘、骨板及人工關節骨頭等各式各種骨骼代用品的發明，甚至混合細胞與人工合成物等等的組織工程的進展。²

人類付出了極為慘痛的代價，但造就了骨科學的大躍進，而且第二次大戰之後，美國、歐洲更相繼成立義肢的處理及發展中心，許多軍醫在戰後都成為骨科學的名醫或教授，甚至為當時的泰斗。³

從爆炸中存活下來，往往代價就是失去肢體，而現代戰爭後最重要的課題就是，如何讓這些人重獲新生，而不會如傳統義肢般受到束縛。現代戰爭由於即造爆裂物與地雷的盛行，使得失去肢體的機率更加多樣化，傷勢也更加複雜，然而由於醫學的進步，失去手腳的戰士往往都能生存下來，並帶著傷疤逐漸康復，但破碎的身體卻讓他們身心受創而無法重返戰場，甚至融入日常生活也出現障礙。⁴

參、越戰中對美、越、寮國造成傷亡狀況

越南戰爭（1955 年－1975 年），簡稱越戰，又稱第二次印度支那戰爭，其本質為受美國等資本主義陣營國家支持的南越（越南共和國）對抗受蘇聯等社會主義陣營國家支持的北越（越南民主共和國）和「越南南方民族解放陣線」（又稱越共）的一場戰爭。⁵越南戰爭期間，美軍死亡 58,209 人，受傷 304,000 人，2000 多人失蹤。

越南共和國軍（南越軍隊）：死亡人數據美軍估計為 20 萬至 25 萬人，受傷 50 萬人，寮國：死亡人數約三萬人，受傷約二萬人。⁶

越南在這場 30 年戰爭中付出巨大的代價。包括法越戰爭在內造成 500 萬平民的死亡到 1975 越戰結束時，給南越留下一片滿目瘡痍的土地和 88 萬孤兒，100 萬寡婦，20 萬殘疾人，20 萬妓女及地雷區。

²林瑞模醫師(骨科部教,斗六分院院長)，

<http://proj.ncku.edu.tw/magazine/pdf/231CHF/12.pdf>，頁 45。(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)

³同註 2

⁴李思平，尖端科技軍事雜誌社，<https://www.dtmtdatabase.com/News.aspx?id=429>(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)

⁵維基百科，

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%B6%8A%E5%8D%97%E6%88%98%E4%BA%89>(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)

⁶同註 5

但這不是苦難的終結，越南先後與柬埔寨、中共發生戰爭。而長期戰爭、受西方世界隔絕及惡性通貨膨脹導致其國內經濟徹底崩潰。⁷

越戰是美國歷史上持續最長時間的戰爭，美國耗費軍費至少兩千五百億美元，儘管軍事上美國並未完全失敗，但它表明美國冷戰策略上的重大失誤。加劇美國國內的種族及民權問題，反戰運動使國家處於極度分裂的狀態，給美國人民造成極大精神創傷。⁸

肆、義肢定義與類型

一、義肢定義：

義肢指人造肢體，用來取代肢體的功能障礙(不論暫時性或永久性)，或是用來掩飾肢體傷殘。與義體(如義乳、假鼻子、假髮、假牙)最大的不同在於義肢的功能性較強，且單指上下肢。

二、義肢類型：

(一)依部位：

1.上肢義肢：

全臂及肩膀義肢：指截肢部位達到肩胛骨部份者使用的義肢，較常見於電燒傷患者，算是很重的傷殘。肘上義肢(全臂義肢)：指截肢部位達到手肘以上者使用的義肢。肘下義肢：指截肢部位至手肘以下者使用的義肢。⁹(如圖一)

⁷同註 5

⁸同註 5

⁹維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%BE%A9%E8%82%A2>
(檢索時間: 2017 年 10 月 06 日)



圖一全臂及肩膀、上肢、肘下義肢

資料來源:衛生福利部社會及家庭署多功能輔具資源整合推廣中心

https://repat.sfaa.gov.tw/07product/pro_a_main.asp?t=2&id=5540

(檢索時間: 2017 年 10 月 06 日)

2.下肢義肢：

膝上義肢：截肢至大腿部位者使用；膝下義肢：截肢至小腿部位使用；

足部義肢：腳掌部分的截肢者使用。¹⁰(如圖二)



圖二 膝上義肢

資料來源:衛生福利部社會及家庭署多功能輔具資源整合推廣中心

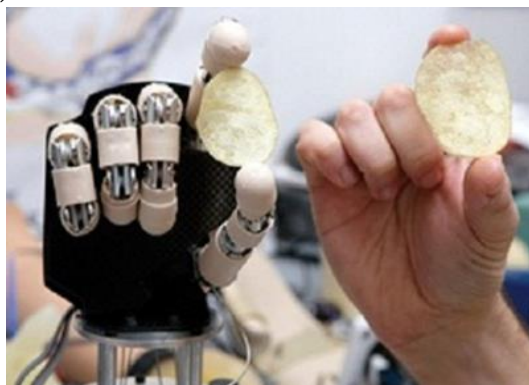
https://repat.sfaa.gov.tw/07product/pro_a_list.asp?MM_Query=MM_Query&mcatel=11&mcate2=83(檢索時間: 2017 年 10 月 06 日)

(二)依功能：

1.功能性義肢：無機關功能性義肢，像虎克船長的勾子，功能單純，許多上肢義肢利用一些模組化套件，在不同狀況下換裝不同義肢。

¹⁰同註 9

2.有機關功能性義肢：大多數下肢義肢都會裝有關結及彈簧系統，甚至有電子動力回饋系統等，上肢義肢則有許多會利用鋼絲和彈簧，達到抓握等動作。¹¹(如圖三)



圖三 有機關功能性義肢

資料來源: POPULAR SCIENCE

<https://www.popsi.com/scitech/article/2006-03/magic-touch>

(檢索時間: 2017 年 10 月 06 日)

伍、義肢的發展過程

英國科學家研究發現，開羅博物館收藏的 3000 年前女貴族木乃伊身上的假腳趾，也許具有輔助行走功效，可能是全世界最早的義肢，可望將人類使用義肢歷史由目前有紀錄的西元前三百年，再往前推七百年。

生物醫學專家將這個用木頭和皮革製成的假腳趾頭，命名為「開羅腳趾」(Cairo toe)。他們發現開羅腳趾除可用皮帶繫在腳上，看起來就像原本的腳趾，上面還有使用過的破損痕跡，推測應是具有輔助效果的功能性義肢，而非原本認為的為方便死者在陰間活動，在製作木乃伊時戴上的裝飾品。研究人員將複製開羅腳趾，讓右腳缺大拇趾的志願者試戴，以證實推論。¹²

英國倫敦大英博物館收藏的埃及石棺裡頭也有一截假腳趾，和開羅腳趾一樣都屬於右腳大拇趾，年代約介於西元前 1295 年到西元前 664 年間，比開羅腳趾更加久遠，造型則更陽春，材質是亞麻、石灰和膠水混合製成，不過，功能性可能比不上開羅腳趾。¹³(如圖四)

¹¹同註 9

¹²蘋果日報，

<http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/international/20070729/3683126/>，2007 年 07 月 29 日(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)

¹³同註 12



圖四 開羅腳趾

資料來源:蘋果日報

<http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/international/20070729/3683126/>

(檢索時間: 2017 年 10 月 06 日)

截肢與接肢之歷史，最早可追溯至希臘及羅馬時期。經過二千五百多年的發展，研究人員已由設計義肢，發展至可活動自如的人工手指和人工眼球。¹⁴

早在公元前五百年，希臘歷史學家希羅多德便曾記載有囚犯為求脫身，不惜切下被鐵鏈鎖住的腿逃走，其後再以木頭腿作義肢。中世紀時截肢手術更趨普遍，為避免病人因細菌感染喪命。法國軍醫安布魯瓦茲.帕雷(Ambroise Pare)便發明了包含膝蓋關節的義肢，和一款以彈簧及掛勾運作的人工手掌。十六世紀至十八世紀以鐵質義肢為主，用以固定殘肢使用，但美觀及實用性較差，且重量上也較為沉重。¹⁵

十九世紀截肢與接肢手術發展更快。在滑鐵盧戰役中失去一條腿的倫敦設計師波茨(Potts)，便發明了以鋼鐵製成的膝蓋關節。美國內戰期間，義肢需求甚大，紐約義肢學先驅帕米利(Pamilli)便於一八六三年設計了一款能附於殘肢末段、主要以橡膠及鋁為原料的義肢。本身也需用義肢的設計師馬丁內斯(Martinez)，一九七五年也設計了一款重量輕又無關節連接的義肢。¹⁶(如圖五)

¹⁴太陽報網頁，http://the-sun.on.cc/channels/news/20060704/20060704021718_0000_3.html，2006 年 7 月(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)

¹⁵同註 14

¹⁶同註 14



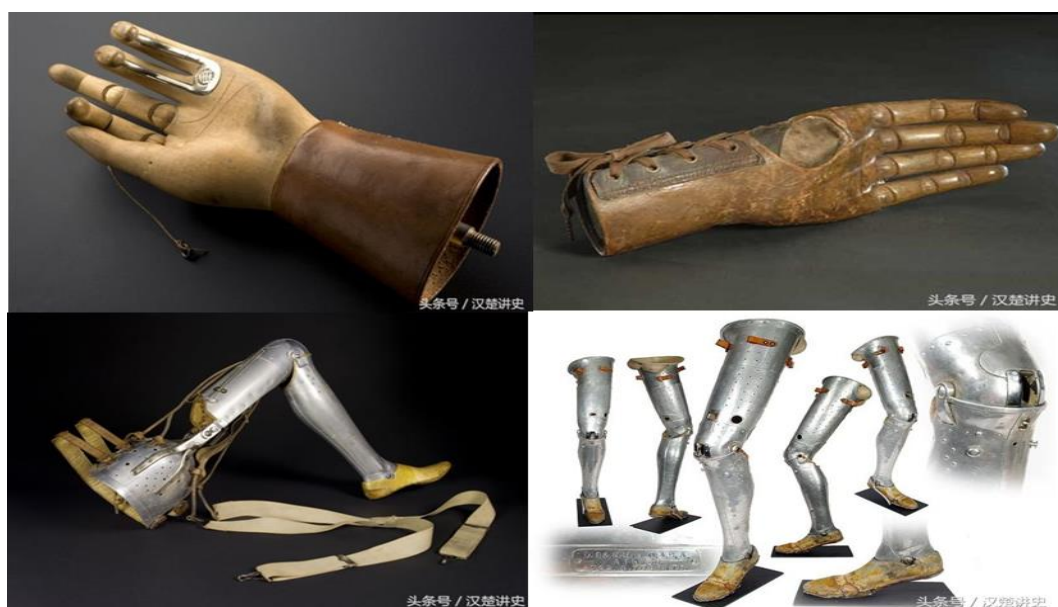
圖五 16 世紀至 19 世紀的義肢

資料來源:卡提諾論壇

<https://imgs.cc/image/9PRoDmd>

(檢索時間: 2017 年 10 月 06 日)

二十世紀，以實用性為主，在上下肢關節設計可活動方式，其使用材質以木質、金屬為主。¹⁷(如圖六)



圖六 20 世紀 1916 - 1918 年的義肢手

資料來源:卡提諾論壇

<https://imgs.cc/image/FCrn9q2>

(檢索時間: 2017 年 10 月 06 日)

¹⁷卡提諾論壇 <https://imgs.cc/image/0eDQ9fr>(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)

陸、義肢發展現況

義肢的發展已經非常先進，20 世紀後至今已經有了可以用意念和肌肉活動來控制的義肢。解決了義肢的運動問題，感覺問題到現在仍一直是科學家努力的目標。如果義肢的皮膚，也可以感受環境的差異，然後傳遞訊息給使用者的神經系統，"仿真"義肢就更接近理想。¹⁸如圖七



圖七透明矽膠材料的仿真皮膚

資料來源:生醫人

https://www.popsoci.com/sites/popsoci.com/files/styles/medium_1x_/public/prosthetic-hand.jpg?itok=Zj9apb2h(檢索時間: 2017 年 10 月 09 日)

為了要讓義肢的皮膚像真實的生物體，科學家設計了可以感受觸覺的人工皮膚。2010 年美國史丹佛大學的工程師，就發展了一種比人體的皮膚還要敏感 1000 倍的人工皮膚。韓國的研究員，開發了一種人工皮膚，不但可以感受壓力、溫度、溼度，這皮膚還可以伸展，甚至有內建溫度裝置，可以控制到和人的體溫相近，感覺起來就像是活體。目前這項研發的仿真皮膚，功能已經確立，未來希望可以讓截肢患者使用，讓他們能重拾擁有真實四肢的感覺。¹⁹

人類每天要使用四肢做很多事，遇到緊急狀況也需要靠其靈活應變，例如：握手、鍵盤打字、打球、拿杯子喝水，分辨冷熱溫度。這些很簡單的動作，除了動作，也都包含有很複雜的感覺交互作用，才能精準完成每一件事項。²⁰

¹⁸BioMeder，生醫人，

<https://biomed.com/stretchy-artificial-skin-sense-heat-humidity-and-pressure/>，2014 年 12 月 (檢索時間: 2017 年 10 月 09 日)

¹⁹同註 18

²⁰同註 18

這個智慧人工皮膚，材料是柔軟且透明的矽膠材料，稱作聚二甲基矽氧烷(polydimethylsiloxane, PDMS)。裡面內建「矽奈米帶(nanoribbon)」，當這個人工皮膚遭受擠壓或伸展，會產生電流，提供觸覺的反饋。也可以感受溫度，知道物體的冷熱。另外，也有溼度感受，而這個溼度感受器是由電容製作。當包圍在溼度感受器附近的聚合物吸收了水份，含水成份會改變材料儲電的能力。這時候，溼度感受器會量測到儲存的電子改變，而用這個變化來定義環境的溼度。²¹

怎麼樣驗證這個溼度感受器的功能呢？首先，先驗證這個人工皮膚溼度的感受器量測能力。方法是把人工皮膚量測到的溼度數值和專業的溼度計量測出來的數值做比較，結果相當吻合。接下來的實境測試，用裝上人工皮膚的義肢，去接觸各種不同的尿布，其結果顯示人工皮膚可以清楚的分辨尿布的乾溼度。²²而對於人工皮膚的溫度控制，內設有溫度控制器，維持在接近人體攝氏 36.67 度的溫度。除此之外，這個溫度要能和外界物體有正常的溫度傳遞。所以研究員以人工皮膚的義手去接觸塑膠娃娃，然後量測這個義手上有多少熱傳達到塑膠娃娃身上。實驗結果也顯示在正常範圍內。對於手部一些沒有太多皮膚可以擠壓和伸展的位置，例如像是指尖，敏感度特別強，所以研究員在設計「奈米帶」的擺放上時就特別緊致，以增加感測能力。而像是手腕的部位，較其它位置需要高柔軟度，「奈米帶」擺放的位置就比較寬鬆，讓該部位有多一點的空間伸展。²³

目前，研究員正在研發讓這個智慧人工皮膚的感測結果可以連結到人的大腦，做正常的感覺回饋。仿真義手開發越來越精緻，當動作和感覺都完善開發之後，這種義手除了幫助截肢患者重回正常生活，是不是也有可能取代人手，讓動作自動化？²⁴現在義肢的開發，已經相當發達，從 3D 列印到機械電子控制，幾乎可媲美人體手部動作的靈活自由度。但這麼多新技術所做的都只是動作上的模擬，在人造皮膚的感覺上，還是無法與天然的人皮相提並論。有科學家為解決患者的幻肢痛，讓患者經過訓練後，能將一些觸覺感知傳遞到大腦。但前述的這些能力和真實皮膚在各種姿態隨時都能有感覺還是天差地別。畢竟皮膚的感覺是內部數以千計的受器(mechnoreceptor)，接收外界刺激後，產生電訊號，傳遞到腦部，產生感覺，可說是非常複雜。若能有模擬皮膚這種感受外界的能力，除了在醫學

²¹同註 18

²²同註 18

²³同註 18

²⁴同註 18

上幫助義肢穿戴者感受知覺，更適當的和外界互動，似乎也很有其他產品開發的潛能。

韓國開發的仿真皮膚，皮膚能感受擠壓伸展，還有溫度冷熱，材料為矽膠材料，內建矽奈米帶，受擠壓會產生電流。這種電流是可傳遞到大腦，讓人感受正確的訊號，當仿真皮膚承受的壓力大，訊號傳遞的頻率就高，壓力小時，傳遞的頻率就低。關於這種受擠壓能產生電流的材料還有許多，最近史丹佛大學的研究團隊，以塑膠和絕緣材，也開發了類似材料，如同皮膚一般，當受壓力，就產生電流。其設計可概略分為上下兩層，上層是類似三明治結構的感測器層，由兩片塑膠材料中間包夾具電流傳導性的「奈米碳管」(carbon nanotubes)構成，當壓力增加，這些奈米碳管便受到擠壓而聚集，就有更多的電流能通過，產生電訊號的頻率即因此增加，如同真實皮膚的狀態；下層為電路(circuit)層，這層電路是由美國全錄公司(Xerox Technology)所持有的 PARC 公司的技術所列印，這項技術能用噴墨印表機，列印電路到塑膠材料上。²⁵

這種能因壓力產生電流的材料已經設計完成，下一步就是要驗證這種電訊號能夠被人類的神經元接收。於是研發團隊將電訊號轉為光脈衝，傳遞到經設計過能被光脈衝啟動的神經元上，證實這種模擬皮膚材料的確能啟動神經元的動作。²⁶然而，目前這個材料只能模擬真實皮膚所能使用的六種機械感受器的其中一種，未來除了希望能更精細的分辨不同材料，也希望能夠將其他五種機械感受都發展齊全。這種材料，除了用在義肢的皮膚發展，穿戴式產品、顯示器，還能應用在什麼樣的生醫產品呢？²⁷似乎能將這種東西製成手套，開發實境電玩產品。台灣也有團隊開發過這類材料，不知道各家優點和性能如何，但看來仿皮膚感覺得材料，各國團隊正積極開發中。²⁸

目前使用智能仿生腿是用鈦和石墨製成的技術奇蹟，採用人工智慧科學原理，在假肢膝關節系統中組合了模仿人腦指揮身體器官行動的必要模塊，使該膝關節具有「感知外界環境變化的能力」，「分析判斷現實情況的能力」，「操縱其他器官的能力」，「反饋

²⁵ BioMeder，生醫人，

<https://biomed.com/stretchy-artificial-skin-sense-heat-humidity-and-pressure/> 2015 年 10 月

²⁶同註 26

²⁷同註 26

²⁸同註 26

操縱結果的能力」，充分模仿了人類感覺器官採集信息，大腦分析歸納整理信息，肢體服從大腦指令進行行動的能力，使膝關節可以迅速感知地面狀態，行走速度，適時作出調整以適應路面狀況和行走要求。²⁹如圖八



圖八 智能仿生腿

資料來源: 台灣 Wiki

http://www.twwiki.com/uploads/wiki/3b/d9/727748_1.jpg

(檢索時間: 2017 年 10 月 06 日)

柒、美軍對肢體傷殘醫療案例

目前於麻里蘭州「華特瑞德國家軍事醫療中心」(Walter Reed)工作的海軍博士佛斯伯格(Jonathan A. Forsberg)上校指出，骨骼整合的意思就是直接連結到使用者骨骼上的假肢，而不需要透過連接到任何軟組織上，這樣的假肢技術相較於傳統假肢而言有著諸多的好處，而醫療中心的骨骼腫瘤科已於 2016 年 2 月將其投入臨床實驗，並希望建立一座隸屬於國防部的轉診中心，以便讓就近觀察 OI 使用者情形以及回饋，倘若反應良好，OI 假肢最終也將用以拯救那些在戰鬥中失去肢體士兵。³⁰

博德溫(Jay Baldwin)中士在 2012 年的一次任務中被炸斷雙腿，並曾經訂做過 15 雙義肢，但每一雙卻讓他飽受破皮之苦，然而在接受 OI 義肢之後，他不再抱怨義肢難用，而將其視為自己的一部分。³¹一個在戰場受傷而被截去手臂的老兵，裝戴義肢後，竟然能攀岩！由美國國防部出資研究的機械手臂，具備精密的偵測系統，能藉著感應裝戴者剩餘肌肉的運動，

²⁹台灣 wiki，

<http://www.twwiki.com/wiki/%E6%99%BA%E8%83%BD%E4%BB%BF%E7%94%9F%E8%85%BF>

³⁰李思平，尖端科技軍事雜誌社，<https://www.dtmddatabase.com/News.aspx?id=429>
(檢索時間: 2017 年 10 月 06 日)

³¹同駐 31

來做出相應的動作。這款名為「路克」的複雜電子義肢，擁有的可動關節數量多，精密程度甚至能讓手指靈活動作，且握力與常人無異。³²

由美國國防部出資研究的機械手臂，具備精密的偵測系統，能藉著感應裝戴者剩餘肌肉的運動，來做出相應的動作，甚至能攀岩。³³(如圖八)



圖八(路克電子義肢)

資料來源:台灣醒報

<https://anntw-prod.s3.amazonaws.com/assets/images/000/014/833/big/%E5%88%B0%E6%B0%B4-1.jpg?1423976892>(檢索時間: 2017 年 10 月 08 日)

路克是由美國國防高等研究計劃署資助，並由 **DEKA** 科技公司負責研發，其名稱發想於電影《星際大戰》中的天行者「路克」，目的是讓曾截肢過的傷者們，能發揮出「原力」，能與常人過著無異的生活。³⁴

這款電子義肢，運用類似於複雜電動遊戲的原理，來做出對應的動作。它會分析手臂上剩餘的肌肉、或臀部下方剩餘的腿部肌肉運動，藉著分辨不同訊息，讓截肢傷者能更貼近常人。而這款細膩的電子義肢，也能衡量出肌肉所欲運用的力量大小，除了能讓老兵以較大的力量來攀岩外，也可提供較小的力量讓他們拿葡萄、握雞蛋，甚至可做出需要手眼協調的困難動作-「取水瓶、喝水」。³⁵

不過研究人員表示，雖然義肢能讓傷者做出精確的動作，但也意味著使用者需花費較長的時間來適應。目前美國國防高等研究計劃署及 **DEKA**

³²陳彥驊，台灣醒報，<https://anntw.com/articles/20150215-8SiK>，2015 年 2 月(檢索時間: 2017 年 10 月 08 日)

³³ 同駐 33

³⁴同駐 33

³⁵同駐 33

科技研發公司也正在研發「以大腦控制」的義肢，預計這些電子義肢將能協助在阿富汗、伊拉克戰場上受到永久性傷害而截肢的士兵們。³⁶

很長時期以來，藉助機械和電子技術，簡單支撐功能的假肢，進化成為可以替代正常肢體功能、具備複雜精密控制能力的智能機器手腳，一直是一個非常重要的醫療發展方向。它的前景中，不僅包括了改善包括殘疾軍人在內的所有殘疾人日常生活的能力；而且還揭示了這樣的可能。未來軍隊中將大量出現佩戴智能假肢的現役殘疾軍人他們仍然能完成一線作戰任務。智能假肢使他們保留與健全人相當甚至更強的活動、戰鬥能力，而軍隊也不會因肢體殘疾而被迫放棄一些經驗和技能優秀的職業軍人。³⁷

來自美國查理斯是一名伊拉克戰爭的退伍軍人，曾經獲得歷史最悠久的軍事榮譽「紫心勳章」，8年前因簡易爆炸裝置意外失去左腿，最近更與佛羅里達州的摔角團體 **TNAW** 簽訂合約。根據《ABC NEWS》報導，17歲的查理斯受到父親鼓勵，在 911 事件後成為軍人，但 2006 年時，卻因為簡易爆炸裝置意外而失去左腿，隨後被送往德克薩斯州的布魯克軍事醫療中心接受治療，經過 40 天的復健與義肢的幫助下，他終於可以再次正常走路。³⁸

捌、未來發展

義肢要能感受與外界接觸的感覺，大致可分成兩個部分，第一是關於感測部分，也就是如何接受外界的資訊，例如說，可以是壓覺、痛覺、溫溼度，第二就是怎麼將這些感覺傳達給患者，讓患者能真實接受到。若是應用在下肢，患者腳踏地板，得到感覺回饋，不但能減輕患者肢痛，還能有機會做為反應下一動作的基礎。³⁹

奧地利「約翰開普勒林茲大學」教授團隊，自其五年前「意念控制義手」的研究外，最近發表了一款下肢義肢，患者在使用時可以感受義肢接觸地面感覺。患者藉由這種感覺，在不同狀況的路面上，像是結冰、石

³⁶同註 33

³⁷壹讀，<https://read01.com/zh-tw/NAAJOg.html#.WdsqQluCyUm>，2017 年 3 月

³⁸ET Life 生活雲

<https://life.ettoday.net/article/388478.htm?t=%E6%91%94%E8%A7%92%E7%95%8C%E7%9A%84%E3%80%8C%E9%8B%BC%E9%90%B5%E4%BA%BA%E3%80%8D%E3%80%80%E9%80%80%E4%BC%8D%E8%BB%8D%E4%BA%BA%E8%A3%9D%E7%BE%A9%E8%82%A2%E7%8D%B2%E5%8B%9D>

(檢索時間: 2017 年 10 月 08 日)

³⁹BioMeder，生醫人，

<https://biomed.com/stretchy-artificial-skin-sense-heat-humidity-and-pressure/>，2014 年 6 月
(檢索時間: 2017 年 10 月 09 日)

頭路、水泥地、草地，可以不同的感受，甚至感覺的到路上的小石頭。也就是說當腳踏到地板上，這種感覺會經由鞋底的感測器接收，刺激殘肢上的皮膚，傳遞到腦部。⁴⁰

這樣的原理很像使用意念來控制義肢，一個是感覺，一個是動作，兩項在神經傳遞的路徑可是相反方向的。一個是由腦部傳出到神經，將訊息表現在肌肉上，再用演算法解讀，之後在義肢上表現出來；而讓義肢能感受外界的感覺，是將與外界的接觸，經過感測器接收，靠著刺激接到皮膚上的神經，傳遞到大腦。⁴¹

未來義肢的設計，如果能結合以上兩種技術，將機器與人體結合包括人類皮膚和關節的所有感覺，成為完全仿真的義肢，具備細膩的感測神經，將是造福人類的一大創舉。⁴²

玖、對我啟示

人類從肢體上受到了嚴重的傷害，不管在工作上或在生活上將受到嚴重的影響，而義肢的出現將可以改善這些受傷的人在生活上可以同正常人一樣的生活，甚至可以重新回到工作位子上，雖然早期義肢的發展，對這些人來說，因為外觀不佳，或效果不良，讓使用者有排斥的現象，隨著義肢發展的進步，使得義肢愈來愈逼真，在外觀上能像原本的肢體一樣，另在功能上有良好的進展，隨著科技的進步，3D 列印技術的發展，將可以使得肢體受到傷害的人，以低廉的金錢負擔獲得高科技義肢。

雖然現代軍陣醫學技術快速進步，但是戰爭勝負背後付出的代價卻是成千上萬軍人的犧牲生命與身心健康所換來。存活下來的士兵，除了生理外觀的傷殘，心理層面也不容忽視。像電影《美國狙擊手》中，描述美國士兵的戰場傳奇故事，但戰爭結束當他回到美國時，卻心繫戰場而無法融入平民的正常生活，這正是創傷後壓力症候群的影響。

⁴⁰同註 40

⁴¹同註 40

⁴²同註 40

拾、結語

美國甘迺迪總統:「評斷一個國家品格，不僅要看他培養什麼的人民，還要看它的人民選擇什麼樣的人致敬，對什麼樣的人追懷。」美軍重視人的價值，尤其是軍人以誓死達成任務就是對國家安全的承諾。軍人最神聖的使命就是打勝仗。軍人最高價值理念就是我死則國生。美國全國上下最敬重的就是軍人，所以軍人偉大造就美國國家強大，大家都知道許多軍人傷殘返鄉受到全鎮熱烈歡迎與敬重的事蹟，傷殘士兵無論生理、心理受創，軍隊與國家隊會持續治療直至復原，對這些傷患的照顧與福利，這就是給現役士兵最佳的教科書，戰場上奮勇作戰受傷或陣亡，國家與人民都會對其英勇行為給予最崇高的敬意與謝意，這些有形與無形的作法，讓軍人都願意為國奉獻，將「我死則國生」的理念放於心中且付諸行動。

參考文獻

- 一、國立成功大學 機械工程學系 碩士論文/應用 CAD 軟體 API 與快速成型技術 製作義肢承筒/陳彥名
http://www.lcis.com.tw/paper_store/paper_store/etd-0714106-152839-20147130252695.pdf(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)
- 二、林銘川醫師(台大復健科)
[file:///C:/Users/user/Downloads/%E7%AC%AC%E4%B8%89%E9%80%B1-Rehabilitation%20of%20Amputee&%20prosthesis%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/%E7%AC%AC%E4%B8%89%E9%80%B1-Rehabilitation%20of%20Amputee&%20prosthesis%20(1).pdf)
(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)
- 三、李思平，尖端科技軍事雜誌社
<https://www.dtmddatabase.com/News.aspx?id=429>(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)
- 四、維基百科，
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%B6%8A%E5%8D%97%E6%88%98%E4%BA%89>(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)
- 五、維基百科 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%BE%A9%E8%82%A2>(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)
- 六、蘋果日報，
<http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/international/20070729/3683126/>，2007 年 07 月 29 日(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)
- 七、太陽報網頁，
http://the-sun.on.cc/channels/news/20060704/20060704021718_0000_3.html，2006 年 7 月(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)
- 八、太陽報網頁，
http://the-sun.on.cc/channels/news/20060704/20060704021718_0000_3.html，2006 年 7 月(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)
- 九、卡提諾論壇 <https://imgs.cc/image/0eDQ9fr>(檢索時間：2018 年 3 月 19 日)
- 十、BioMeder，生醫人，
<https://biomed.com/stretchy-artificial-skin-sense-heat-humidity-and-pressure/>，2014 年 12 月
(檢索時間: 2017 年 10 月 09 日)
- 十一、BioMeder，生醫人，
[https://biomed.com/stretchy-artificial-skin-sense-heat-humidity-and-pressure/2015 年 10 月](https://biomed.com/stretchy-artificial-skin-sense-heat-humidity-and-pressure/2015年10月)(檢索時間: 2017 年 10 月 09 日)
- 十二、台灣 wiki，
<http://www.twiki.com/wiki/%E6%99%BA%E8%83%BD%E4%BB%BF%E7%94%9F%E8%85%BF>(檢索時間: 2017 年 10 月 09 日)
- 十三、李思平，尖端科技軍事雜誌社，
<https://www.dtmddatabase.com/News.aspx?id=429>
(檢索時間: 2017 年 10 月 06 日)
- 十四、陳彥驊，台灣醒報，<https://anntw.com/articles/20150215-8SiK>，2015 年 2 月(檢索時間: 2017 年 10 月 08 日)
- 十五、壹讀，<https://read01.com/zh-tw/NAAJOG.html#.WdsqQluCyUm>，2017 年 3 月(檢索時間: 2017 年 10 月 08 日)
- 十六、ET Life 生活雲
<https://life.ettoday.net/article/388478.htm?t=%E6%91%94%E8%A7%92%E7%95%8C%E7%9A%84%E3%80%8C%E9%8B%BC%E9%90%B5%E4%BA%BA%E3%80%8D%E3%80%80%E9%80%80%E4%BC%8D%E8%BB>

%8D%E4%BA%BA%E8%A3%9D%E7%BE%A9%E8%82%A2%E7%8D%B22%E5%8B%9D

(檢索時間: 2017 年 10 月 08 日)

十七、BioMeder，生醫人，

<https://biomedex.com/stretchy-artificial-skin-sense-heat-humidity-and-pressure/>2015 年 6 月(檢索時間: 2018 年 3 月 21 日)

十八、Unwire HK，科技新報，<https://technews.tw/2015/12/19/3d-printed-organs/>，2015 年 12 月(檢索時間: 2017 年 10 月 08 日)