

劃時代新革命 醫療機器人手術

文·圖／關士傑、廖俊厚

自人類開始進行手術以來，能夠在傷口最小的狀況下為病患進行手術，並讓病患在疼痛最輕的狀況下快速的恢復健康便是一個外科醫師的夢想。隨著影像科技的進步以及手術器械的改良和創新，近20年來腹腔鏡手術急速的發展，外科醫師可經由肚皮上的幾個小傷口，將腹腔鏡及器械伸入腹腔內，完成傳統必須大傷口才可以完成的手術。相較於傳統開刀手術而言，腹腔鏡手術傷口較美觀、病人術後止痛藥需求量較少、住院天數及術後復原時程縮短。雖說腹腔鏡手術能提供上述的好處，然而由於腹腔鏡手術器械缺乏直接觸感，且因器械活動角度的限制較不易進行精細的動作，再加上影像系統為二度空間，手術者的手眼協調較差，因此針對較複雜的手術，像是需要大量縫合的手術，就現有的腹腔鏡器械來說技術上較困難且需要較長手術時間。

為了克服腹腔鏡二度空間下手術之困難，利用新發展出來的醫療機器人（robotics）來進行腹腔鏡手術是個突破性的發展，所謂的醫療機器人在目前臨床使用上，是以腹腔鏡手術時使用之機器持鏡臂

以及機器操作臂組合而成。依不同的設計概念共有兩種不同模式的機型，也就是分別有以往Computer Motion（CM）公司生產的Zeus（圖1）以及Intuitive Surgical（IS）公司生產的da Vinci® Surgical System（圖2）兩種。Zeus是由三個分離的機器臂個別由纜線連接至主機，使用時，三支臂分別架上手術檯邊緣的滑軌上。而da Vinci®則是三個機械臂（新機型還有第四臂）本身就架在附有滑輪的主機上，使用時須將機器推到貼近手術檯的位置。

而Zeus及da Vinci®都另有一個術者操作檯（surgeon module）與其主機以纜線相連，手術時術者坐在其中操縱搖桿，以遙控機械臂之活動。外科醫師不需要像過去一樣長時間站在病人身邊，拿著器械進行手術，只需坐在電腦螢幕前，藉由3D內視鏡螢幕顯示病人體內的情況，並透過聲音遙控以及電腦操作架設在病人腹腔上的機器人手臂，而機器人手臂會模擬醫生手部實際動作按指令來進行手術。由於機器人手臂具有人手無法相比的穩定性、重現性及精確度，手術可以更精確，侵害性更小。



關士傑

臺北醫學院醫學士（1982-1989）、臺大醫學院臨床醫學研究所博士（1993-2002）。現任臺大醫學院泌尿科副教授、臺大醫院泌尿部主治醫師。曾任羅東博愛醫院器官移植中心主任（1999-2000）、臺大醫學院泌尿科助理教授（1998-1999）、美國德州大學休斯頓醫學中心免疫及器官移植部門臨床研究員（1996-1997），以及臺大醫院泌尿部總住院醫師（1993-1994）、住院醫師（1990-1993）、外科部住院醫師（1989-1990）。參與之學會有：臺灣泌尿科醫學會、臺灣外科醫學會、美國移植醫學會、臺灣醫學會，並為臺灣內視鏡外科醫學會專科醫師理事及臺灣移植醫學會會員理事。臨床服務及研究重點為泌尿科腹腔鏡手術、腎臟移植、移植免疫學、前列腺肥大症藥理研究，發表SCI論文70餘篇。



廖俊厚

臺灣大學醫學系畢（1992-1998），刻正就讀臺大臨床醫學研究所碩士班（2006-）。現任臺大醫院泌尿部兼任主治醫師。1999-2004擔任臺大醫院泌尿部住院醫師，2004年起於耕莘醫院泌尿外科專任主治醫師，並兼任臺大醫院泌尿部主治醫師。教學方面，2005年起在輔仁大學醫學系兼任講師，2007年為專任。

使用腹腔鏡機器人手術的優點：

* 3D立體畫面、畫面穩定、減少擦拭腹腔鏡的機會（次數）：

腹腔鏡本身的放大作用使得手術的視野更清楚，不像開放性手術時只有術者可以勉強地看到欲手術的部位。腹腔鏡手術時不僅術者、助手、甚至是護士和旁觀學習者，都可以明確的看到整個手術，從而有更佳的相互共軛合作，以協助手術的順利進行。而以機械臂來持鏡，較無影像顫動、持鏡助手不專心或體力不繼導致須擦拭鏡子的情形發生。另外，3D立體畫面克服了以往腹腔鏡手術中，術者要從2D畫面去動手術的困難，使得術者在視覺上回到在立體空間中動手術的輕鬆感覺。

活度改善很多。尤其在縫合（例如在「根除性攝護腺切除術」進行膀胱頸與尿道端之縫合）時，由於機器臂器械的多角度靈活進針及出針，使得腹腔鏡下的縫合變得較簡單而方便操作。

* 學習曲線比傳統腹腔鏡簡單：

從近幾年美國泌尿科界的實例來看，當傳統腹腔鏡攝護腺根除術發展趨於成熟後，真正以傳統腹腔鏡來進行攝護腺根除術的醫學中心仍有限（因有技術上的困難），但當da Vinci上市後，許多原來沒有腹腔鏡手術經驗的醫師在相當短的時間內便能順利以da Vinci來進行攝護腺根除術。也因此目前全美有200多家醫院擁有da Vinci。



圖1：Zeus的手術檯上三個機械臂，其中一個執鏡（AESOP）由術者聲音操控，另一臂置入手術長器械，分由術者雙手遠距操控。



圖2：Da Vinci的完整裝備，由左至右分別為：術者操作檯、機械臂及影像光源系統。

* 器械活動自由度增加，使得手術中器械剝離及縫合的方便性亦大增：

以往腹腔鏡手術的困難度在於：當腹腔鏡器械受制於穿過腹壁的工作套管的承軸效應（pivot restriction effect）時，其活動自由度受到相當大的限制，如此造成手術剝離或縫合時極不方便；但如使用機械手臂之特殊器械，因此種器械前端之設計上有6至7個可動關節，能活動運轉，因此手術時的靈

使用腹腔鏡機器人手術的缺點：

* 貴：

新儀器、尤其是醫療上的新儀器，通常很貴。目前da Vinci醫療機械人的售價在美國約為每架100～150萬美金，如果再加上代理商的費用以及手術室的整建（須要較大的工作空間）和維修的合約費用，總計要6、7千萬新臺幣。而且特殊腹腔鏡長器械有一定的耗損速度，平均一台手術即須5～10萬新



臺幣的耗材費用。在目前臺灣醫療給付明顯偏低的當下，如此龐大的支出要怎麼回收，是很現實而且重要的考量。

* 沒有張力的回饋機轉：

傳統的腹腔鏡手術因為是以手直接操控長器械，所以在剝離切割或縫合綁線時，術者雙手均有張力回饋（鬆或緊，如同在傳統開放性手術時的感覺），而醫療機器人手術操縱的是搖桿，而目前的科技尚未將壓力的感覺回饋到手搖桿上，因此整個手術過程全部要以眼睛的視覺判斷（顯示器上的影像），來取代反射性的手的張力（壓力）感覺，如此在操作很微細的組織或血管時，稍有不慎就可能將組織撕裂或把綁線扯斷。

* 主機的體積非常龐大：

因此在「就定位」（deck）靠到手術檯邊的過程有些麻煩，而且機器臂本身的體積也大，因此當三個機器臂就工作套管之位置時，常常已經把整個腹腔上方的空間占滿，造成如果須要再放入其他更多的工作套管或甚至裝上第4個機械臂時，很容易發生助手之姿勢不順暢或者不方便的狀況。

目前臨床上可以使用醫療機械人來協助完成的手術，主要為心臟外科的冠狀動脈繞道手術（CABG）、二尖瓣膜修補手術，泌尿科的腹腔鏡根除性攝護腺切除術、腹腔鏡腎盂整形術，以及一般外科的胃繞道手術、胃底折疊術（fundoplication）。

以上這些手術，大都是需要應用到大量縫合技巧的術式，而利用機械臂具有助於縫合的優勢。此外，隨著網路通信技術的普及，使用醫療機械人進行手術的另一個展望是醫生不必到手術現場，可以在遙遠的地方通過網路畫面隨時觀察、遙控手術的情況，對遠程醫療診斷進行指導，也可以直接操縱機器人，對在遠處的病人做遠距手術，達到醫療無國界的理想。

雖說機器人手術的發展時間並不長，且是否能取代簡單的腹腔鏡手術還有待觀察，然而針對腹腔鏡不易執行的手術，機器人手術的價值已受到肯定，像是腹腔鏡前列腺根除術在美國2007年超過65%是用機器人來輔助進行，而單純只使用傳統腹腔鏡的不到1%。目前全球有愈來愈多的醫學中心及醫院已有此裝置（> 220 in USA, > 60 in Europe），看來這已是醫學發展的不歸路。此外，目前的機器人手術只是由醫師操縱機器人來進行手術，像主人和僕人的關係，未來有沒有可能像工業自動化系統一樣，來代替部分甚至全部醫師的功能，目前仍是未知數。總之，醫療機器人這條路有無限可能，且有許多的實驗及發展已在全世界進行中，而唯一能限制它的只是人類的想像力和所需要的龐大費用。（本文策畫／醫學系黃思誠教授）

參考文獻：

1. 彩色圖解實用泌尿科腹腔鏡手術指引，關士傑。
2. Lanfranco AR, Castellanos AE, Desai JP, Meyers WC. Robotic surgery: a current perspective. *Ann Surg.* 2004;239 (1):14-21.
3. Albani JM. The role of robotics in surgery: a review. *Mo Med.* 2007;104 (2):166-72.