

與世界接軌的科技醫療 新視界～ 人工電子眼與復健

◎林口長庚屈光科主治醫師 侯鈞賀

封面故事



學歷 長庚大學臨床醫學研究所碩士
台灣大學醫學系學士

專長 白內障及屈光手術、
一般及特殊隱形眼鏡、
低視力復健與輔具

● 前言

人工電子眼是近年來眼科領域的重大突破。人類的視覺功能是由眼球視覺光學和大腦認知交互並行而產生；就生理層面而言，視覺路徑是光線刺激位於視網膜上的感光細胞，經過視覺神經通路傳導至大腦的視覺皮質區，最後產生的感知視覺。而視幻覺是除了可以直接由電刺激產生光感之外，也可以是一些

視覺障礙造成，例如自身腦部不正常的放電（癲癇、偏頭痛）等。就在視幻覺的研究基礎上，開展了人工電子眼的研發道路。也因如此，目前的植入裝置所提供的視覺經驗仍屬於視幻覺層次，與正常視覺仍有相當大的差異。因此如何讓人工電子眼植入患者能夠學習使用新的視覺經驗更顯重要，這類學習仰賴的就是植入後半年至一年間的復健課程。

● 人工電子眼視覺復健

目前台灣核可的人工電子眼系統，適應症均是嚴重的色素性視網膜炎病人。這些病人在手術後要將人工電子眼發揮到它的最大功能，把新獲得的視覺融入生活中，必須接受長達半年至一年多的視覺復健，以下幾點原因用以說明視覺復健對患者的重要性。

一、視力

目前文獻上可以達到最好視力值的20/546，不到萬國視標0.05；顯示這依然是低於重度視覺障礙的視力標準，所

以病人需要學習如何將這些不夠清晰的影像加以應用於協助日常生活。

二、視野

目前人工電子眼提供的範圍小於 20 度角，植入人工電子眼的病人需要學習擺動頭部來搜尋物件，輔助較狹窄的視野。

三、色覺

病人無法感受顏色的存在，僅能感受到光的亮度與範圍的差別。

四、視覺品質

因為人工電子眼的電刺激已經繞過一些訊息的處理，且一次的電刺激容易同時刺激數個不同的神經元細胞，因此會造成視覺的影像完全不同於真實的狀態。病人感受到的往往是一團團大小明暗不等的光塊，不同於真實的影像。

所以人工電子眼的復健過程需要仰賴許多不同專業人士的合作，包括人工電子眼專業工程師、眼科醫師、職能治療師、定向行動師等。病人在接受完植入手術後，一般需等待 1 個月左右，待傷口穩定才啟動人工電子眼，開始病人新的視覺旅程，以及 6 個月至 1 年不等的視覺復健。其過程如下：

一、測試階段

將病人的影像處理器接上測試專用的電腦後，電腦會針對個別的電極放電，測試電極陣列板上每一個電極的功能是否正常，同時可以了解能讓病人產生視覺需要多少的電量。

二、攝影鏡頭的調整校正

這時會將病人的影像處理器連接到

配發眼鏡的導線上。攝影鏡頭是位於配發眼鏡的正中央上方處，由於植入的電極陣列板必須要避開眼外肌的位置，所以植入的角度約有 45 度的傾斜，電極陣列在視網膜上的排列就不會處於正水平的狀態，所以需要調整攝影鏡頭的角度，以吻合電極陣列板的斜角。如此病人才不會覺得影像都是傾斜的。

三、正式的視覺復健訓練

復健一般包含 20 節課程，每次兩個小時，每節復健課程的間隔大概為兩週，可以依照病人的狀況調整。最開始為人工電子眼設備的熟悉與使用，再來為習慣獲取視覺的姿勢；接著病人需要去適應人工電子眼只有 20 度角的最大視野範圍，練習擺動頭部來搜尋環境中的視覺訊息。

四、電腦訓練課程

包含方塊的定位、線條移動方向的辨識與條紋視力檢測三個部分。這些可以訓練病人手部與攝影機之間的協調，分析視覺刺激的變化。

五、正常照明的室內訓練

一開始會利用黑底上簡單的白色圖形做訓練。同時因為視野範圍的限制，病人也需要練習擺動頭部搜索影像，再將影像組合成一個有意義的圖形。之後進步到白底黑色圖形的訓練，因為白色底部會產生更多的視覺干擾。病人除了在醫院接受訓練外，也可以在家人的協助下於家中練習。

值得一提的是，由於人工電子眼是依靠攝影機擷取視覺影像，在復健的過



▲安裝人工電子眼後，需經過長時間的復健訓練，以便熟悉物體影像的辨識

程當中，必須要不斷的練習新的手部與視覺空間的關係。所以人工電子眼在生活上的應用著重在熟悉的環境中，能更快速而正確的辨認出物體及其位置或方向，而這也就需要一定程度的生活訓練與安排。

靜態的物體辨識訓練後，病人就可以進入行動訓練以及居家的用品安排與生活流程安排。行動上會教導病人以環境中高對比的目標當作定位的參考點，如白色牆壁上深色的大門、牆壁上的窗戶或天花板的燈光。行動時依循地上的標線，或走道上連串的燈光。在戶外的行動方面，因為戶外環境的複雜性，與隨時存在的危險性，病人還是必須依賴手杖的使用。

此一階段的復健，可以依照病人生活上的需要，設計數個行動的路線，熟悉不同行動於不同時間點，光線的變化，找出有用的行動參考座標，像是路上的斑馬線等，都是我們訓練時可以發現並嘗試的參考點。另外行動中使用人

工電子眼的好處，是可以讓病人發現到異於平常的陰影或光亮，讓病人可以提早注意到可能存在的障礙物或是危險，及時降低行動速度並以手杖加以確認，提高行動中的安全性。

在復健的最後，我們可以讓病人學習在不同模式下的使用。人工電子眼的

影像處理器除了一般的刺激模式，也提供另外兩種高對比和邊緣加強偵測模式。高對比模式可以幫助病人在較昏暗的環境或室內空間使用。邊緣加強偵測模式可以協助病人對於人行道邊緣的或階梯邊緣的辨識。

● 結語

雖然目前人工電子眼技術所提供的視覺程度相當有限，在植入後也都需要經歷一段長時間的復健學習，但卻為以前無法治療的色素性視網膜炎患者提供一個失而復得的視覺經驗。

一項成功的人工電子眼植入，不單只是手術的成功而已，術前對病人期待的了解與溝通，術後適當又持續的復健，更是成功的關鍵。若患者能熟悉並應用自如新的視覺後，即可擁有較好的生活品質與生活態度，將可開啟國內眼科醫療的新里程碑。期望藉由前瞻科技的揖注，讓患者能有更多的療程選擇，及更優質的視覺治療效果。🔗