

觀察大腦運作：為患腦癇的兒童進行功能性磁力共振 (Watching the Brain at Work: Functional MRI for Children with Epilepsy)

Bruce H. Bjornson, MD, FRCP(C)

卑詩兒童醫院神經科兒童腦電圖中心總監

(Director, Children's Brain Mapping Centre, Division of Neurology, BC Children's Hospital)

大腦造影方面的進展提供了前所未有的機會，去增加對大腦功能性組織的認識。在卑詩兒童醫院，先進的非侵入性大腦造影技術已經融入了對患腦癇兒童的護理，成為與國際合作的積極、持續研究的重點。

簡單介紹一下功能性磁力共振的基本原則和在小兒腦癇方面的應用，將有助了解這些進展的來龍去脈。

磁力共振(MRI)是臨床神經科學方面的一種卓有成效、發展迅速的技術。MRI 能顯現大腦結構的詳細情況以及大腦各個區域之間的連繫。

有一種十分專門的 MRI 技術，稱為功能性 MRI，可讓我們能夠觀察大腦運作。這甚至可以實時顯示出來，其間某人在 MRI 掃描器之內有所活動。記錄在指定要做的事情期間大腦的活動，讓我們可製造出有用的圖譜，顯示那個人的大腦組織。

在適合接受腦癇手術的兒童的手術前評估裏，這樣的大腦圖譜尤其重要。這種手術的目的一般是切除或切斷引起發作的大腦獨立部位，同時避免傷及控制重要功能的大腦部位。

想明白功能性 MRI 如何運作，必須清楚認識幾項基本原則，這些原則是關於磁力共振影像是如何形成、大腦在激活時是如何運作、以及大腦活動是如何影響磁力共振影像，促成功能性 MRI：

- MRI 掃描器根據大腦組織對很強勁磁場的反應，取得極精細的大腦結構影像。
- 典型 MRI 掃描器會產生比典型冰箱磁貼強勁幾千倍的磁場。
- 當人躺在 MRI 掃描器內的時候，某些原子核，尤其是氫氣，會短暫受到那個磁場的影響。
- MRI 系統通過一個特製的頭部線圈傳送高頻脈衝，而這會改變這些原子核(質子)的排列。
- 組織然後會發出訊號，視乎那組織的化學性質而定。
- 訊號由 MRI 掃描器接收，經電腦處理，製成大腦的影像。有些組織可能會顯得十分明亮，而其他組織(有不同的化學成分)就可能顯得十分深色，視乎那掃描是如何設定。
- 通過微調掃描參數，組織結構和特點可以更精準地確定。
- 最後得出的是一幅大腦的解剖(即結構)圖。

下一步是取得有關大腦如何運作的資料。要明白大腦如何運作，就必須明白大腦的一千億個神經細胞(即神經元)是組成了精細的網絡，這些網絡使用化學訊號和電訊號來傳遞訊息。

在大腦各個部位的網絡會被充分利用於特定功能，例如視覺、聽覺、語言和運動控制。舉例來說，在視覺系統裏，來自眼睛的訊號運行至大腦的一個中轉中心(稱為丘腦)，然後從那裏再傳送到位於大腦最後面的枕葉的主要視覺中心。

當來自眼睛的訊號到達大腦視覺中心時，稱為神經傳遞素的化學傳遞訊號分子就會被釋放出來。這些分子會刺激或“激活”視覺中心裏的神經細胞。

當視覺區變“激活了”，所做的額外工作需要額外養料。所需要的養料(血糖，即葡萄糖)連同氧氣是取自血管。當大腦某個部位被激活了，我們會見到葡萄糖的消耗量增加。血管在擴張以運送更多養料時，也會給組織提供額外的氧氣，使它們有更鮮紅的顏色。

要明白功能性 MRI 的機制，就必須知道血液的含氧量不僅影響血液的顏色，而且還會影響 MRI 訊號。

這方面的原因如下：

- 氧氣在血液中由紅血球運送，而紅血球含有運送氧氣的蛋白質，稱為血紅素。
- 血紅素含鐵質，而鐵質會影響 MRI 掃描器的磁場。
- 氧氣黏附於血紅素時，會減低鐵質對磁場的影響。
- 每當大腦某個部位變“激活了”，其組織的血液含氧量就會上升。每當含氧量上升，MRI 訊號就會增強。
- 即使是射向眼睛的一絲閃光，也會導致 MRI 訊號增強至超過三至五秒的頂點，然後逐漸回落至超過 15 至 30 秒的基準水平。
- 這種效應稱為血氧水平依賴(BOLD)效應，是大部分為臨床目的而進行的功能性 MRI 程序的基礎。

要繪製出大腦功能部位的圖譜，就必須在某人進行要做的事情時記錄一連串大腦影像，並且尋找 MRI 訊號變化與那件事情是時間相連的大腦部位。

對於每件要做的事情，通常需要每幾秒就對整個大腦進行造影一次，歷時幾分鐘。有了高速電腦之後，在事情完成後的片刻之內就可以分析資訊，及找出大腦活動的部位。與以前的方法相比，這是有很大的優勝之處，因為侵入性低很多。

因此，有了功能性 MRI 之後，就不再那麼需要進行開腦手術作腦功能電圖譜(皮層腦電圖描記開顱手術)等醫療程序，以及將鎮靜劑注射入左邊和右邊頸動脈以測試支配語言的大腦半球(注射異戊巴比妥納的血管造影，又稱為韋達(Wada)測驗)。

在為腦手術準備方面，功能性 MRI 是有價值的，能找出涉及手部運動控制的部位和涉及語言功能的部位。

功能性 MRI 可依個別情況應用於兒童。過去十年，我們通過在卑詩兒童醫院兒童腦電圖中心的研究和臨床經驗，發展了用功能性 MRI 進行兒科腦電圖的專門技術。

最大的難處是克服焦慮和不安。如果那個人不合作，就很難進行功能性 MRI。如有相當大的頭部動作，要分析功能性 MRI 數據是有一定的難處。因此，孩子盡可能靜靜地躺著，這是很重要的。

改動要做的事情使它們適合各個年齡的兒童，這也是很重要的。為了在兒童方面取得最好的結果，我們使用定製的 MRI 模擬器，讓我們能夠與那些兒童排練一下程序，以減少憂慮及確保他們明白怎樣正確地完成要做的事情。

我們通常能夠毫不費力地掃描願意配合的八歲及以上的孩子，但我們也曾成功掃描年紀小至五歲的孩子。

改良功能性 MRI 的方案和技術，是國際上一個十分活躍的研究範圍。卑詩兒童醫院是一個國際研究集團的一分子，集團成員包括北美、澳洲以及英國的兒科腦癇手術中心。

這種研究的目標是運用功能性 MRI，去評估適合接受腦癇手術的兒童的語言功能組織，以及量度隨後的語言成果。

通過分享方法和從多方面匯集資訊，對於痙攣疾病對大腦語言組織有什麼影響的認識將會提高。

我希望這篇功能性 MRI 的簡介會幫助讀者明白為何功能性 MRI 是一項重要的新技術。在卑詩兒童醫院，我們將繼續為腦電圖和功能性 MRI 的進一步研究，研發其他資源。

這些資源將可直接應用於卑詩省許多患腦癇的兒童。腦電圖和 MRI 方法方面的未來進展，將有助卑詩兒童醫院繼續成為兒科腦癇護理的前列分子。

本文最初刊登於卑詩腦癇症協會 2007 年春季通訊

你可加入卑詩腦癇症協會(BC Epilepsy Society)成為會員，從所有項目和服務中得益。
#2500-900 West 8th Avenue, Vancouver, BC V5Z 1E5
電話：(604) 875-6704 傳真：(604) 875-0617 info@bcepilepsy.com www.bcepilepsy.com