

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

十六歲以下兒童的腦部白質在張度影像的表現

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2314-B-002-189-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立臺灣大學醫學院放射線科

計畫主持人：黃國茂

共同主持人：彭信逢，莫元亨

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 11 月 21 日

二、內容格式：依序為封面、中英文摘要、目錄（精簡報告得省略）、報告內容、參考文獻、計畫成果自評、可供推廣之研發成果資料表、附錄。

(一)報告封面：請至本會網站(<http://www.nsc.gov.tw>)下載製作(格式如附件一)。

(二)中、英文摘要及關鍵詞(keywords)。

(三)報告內容：請包括前言、研究目的、文獻探討、研究方法、結果與討論(含結論與建議)…等。若該計畫已有論文發表者，可以 A4 紙影印，作為成果報告內容或附錄，並請註明發表刊物名稱、卷期及出版日期。若有與執行本計畫相關之著作、專利、技術報告、或學生畢業論文等，請在參考文獻內註明之，俾可供進一步查考。

(四)頁碼編寫：請對摘要及目錄部分用羅馬字 I、II、III……標在每頁下方中央；報告內容至附錄部分請以阿拉伯數字 1.2.3……順序標在每頁下方中央。

(五)附表及附圖可列在文中或參考文獻之後，各表、圖請說明內容。

(六)計畫成果自評部份，請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

(七)可供推廣之研發成果資料表：凡研究性質屬**應用研究及技術發展**之計畫，請依本會提供之表格(如附件二)，每項研發成果填寫一份。

三、計畫中獲補助國外或大陸地區差旅費、出席國際學術會議差旅費或國際合作研究計畫差旅費者，須依規定撰寫心得報告(出席國際學術會議者須另附發表之論文)，以附件方式併同成果報告繳交，並請於成果報告封面註記。

四、打字編印注意事項

1. 用紙

使用 A4 紙，即長 29.7 公分，寬 21 公分。

2. 格式

中文打字規格為每行繕打(行間不另留間距)，英文打字規格為 Single Space。

3. 字體

報告之正文以中英文撰寫均可。在字體之使用方面，英文使用 Times New Roman Font，中文使用標楷體，字體大小請以 12 號為主。

(計畫名稱)

十六歲以下兒童腦部白質在張度影像的表現

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 93- 2314 - B- 002 - 189 -

執行期間：93 年 08 月 01 日至 94 年 07 月 31 日

計畫主持人：黃國茂

共同主持人：彭信逢 莫元亨

計畫參與人員：

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：國立台灣大學醫學院放射線科

中 華 民 國 94 年 10 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

十六歲以下兒童腦部白質在張度影像的表現

Diffusion tensor imaging of cerebral white matters in children younger than 16 years of age

計畫編號：NSC 93— 2314 — B— 002 — 189 —

執行期間：93 年 08 月 01 日至 94 年 07 月 31 日

計畫主持人：黃國茂

共同主持人：彭信逢 莫元亨

一、中文摘要

研究計畫之背景

兒童的腦部白質在不同年齡層不同的區域髓鞘化的程度各有不同，尤其在一歲半以前，腦部各區域的髓鞘化相當活躍。由晚近的幼鼠腦組織研究則顯示出擴散張度影像應用在白質髓鞘化相關疾病的潛力。然而，不同年齡層兒童尤其是三歲以下兒童的第一、第二、第三 eigen 值以及部份非等向係數(fractional anisotropy)正常值在文獻上不易查到；各種張量係數在不同年齡層的變化在文獻上亦少有參考資料。

研究計畫之目的與重要性

本研究目的在於以擴散張度影像評估不同年齡層的大腦白質通路的第一、第二、第三 eigen 值以及部份非等向係數(fractional anisotropy)的變化，作為應用磁振張度影像於腦部白質疾病診斷的基礎。

研究方法與原因

預計包括一百位十六歲以下兒童，因為非因局部神經症狀、全身性代謝、腫瘤或感染症而接受頭部磁振掃描且在傳統FLAIR, T1, T2影像無可見訊號變化者；在取得家屬同意之下，接受磁振擴散張度影像掃描檢查，無法合作的兒童施以口服適當量之鎮靜劑(chloral hydrate, 0.5-1cc/kg body weight)。

磁振掃描儀為 1.5T, Sonata (Siemens, Germany), echo-planar scanner 以下各脈序進行成像包括: **1)** axial fast spin-echo (FSE) T2WI, **2)** axial fast inversion recovery (IR) T1-weighted image, **3)** Spin-echo echo-planar diffusion-weighted imaging sequence: effective b value of 1500 sec/mm^2 依序施於六個方向: $\{\pm 1, 0, 1\}, \{0, 1, \pm 1\}, \{\pm 1, 1, 0\}$, were applied with a b value of 1500 s/mm^2 . The parameters for DTI sequence were $\text{TR}/\text{TE} = 240/124$ ms, slice thickness = 4 to 5 mm without gap, and five acquisitions. Maps of the first, second and third eigenvalues of the diffusion tensor, trace of apparent diffusion coefficient (Trace ADC), and fractional anisotropy were generated off-line.就在腦室最高或以上一張的 parietal-occipital central white matters, frontal central white matters, anterior corpus callosum, posterior corpus callosum 以及 corona radiata 五個區域圈選出 region-of-interest；在後側腦室角的水平面圈選出 temporal central white matter 以及 occipital central white matter 各圈選區域主要選取相似白質走向的區域，測量此三區域

的第一、第二、第三 eigen 值、擬似擴散係數以及部份非等向係數。一歲半以前以每三個月為一組共分為六組；一歲半以上則每兩歲為一組共有八組，比較這十四組之間各區域之第一、第二、第三 eigen 值以及部份非等向係數等的差異，比較都採用 Mann-Whitney rank-sum test, p value 小於 0.05 則認為是有顯著差異意義。以求出各年齡層間有明顯變化的區域及張度係數。另外採用 Spearman's rank-order correlation test 求取各項張度係數在不同選取區域與年齡、性別的相關性變化。 p value 小於 0.05 則認為是有顯著差異意義。

執行期限內預期完成之工作項目。

一、完成一百位十六歲以下兒童磁振掃描檢查包括 axial fast spin-echo (FSE) T2WI, axial fast IR T1WI, 擴散張度影像以及第一、第二、第三 eigen 值、擬似擴散係數值圖以及部份非等向係數(fractional anisotropy)的檢者查及計算。

二、axial FSE 影像, 擴散影像、擴散張度影像、擬似擴散係數值圖、eigen 值圖、擴散非等向係數、部分非對稱性圖計算及比較，完成其統計分析。

三、完成十六歲以下兒童不同在不同年齡層十四組在擴散張度影像上的訊號表現。

對於學術研究、國家發展及其他應用方面預期之貢獻。

一、完成目前文獻上仍少探討的在不同年齡層十六歲以下兒童擬似擴散係數值圖、eigen 值圖、部分非對稱性圖評估研究，以作為擴散張度影像在兒童腦部臨床應用的研究基礎。

二、進一步研究了解十六歲以下兒童在不同年齡層所具有的不同張度係數變化表現；可找出各相鄰年齡層在張度各係數圖主要的變化區域所在，並與傳統 T1, T2 影像所慣用的發展里程碑做對照。

關鍵詞：擴散張度影像 腦部 兒童 磁振掃描

Abstract

Background:

Before the age of 18 months, myelination process is active in various regions of the brain and the degree of myelination varies in different regions of the brain from decades to decades of ages. A recent cerebral histologic study of rats suggest the potential of applying diffusion tensor (DT) imaging in evaluating the cerebral white matter diseases arising from disordered myelination. However, the normal developmental data of first, second and third eigenvalues (EV 1-3) as well as

fractional anisotropy (FA) of children before the age of three years were hardly found in literature.

Purpose:

The study is designed to obtain the developmental changes of Ev1, EV2, EV3, and FA of white matter tracts in children under 16 years of age. The result of the study will become the basis of applying DT indices to the diagnosis of white matter diseases.

Method:

About 100 children before the age of sixteen years who are free of focal neurologic deficits, metabolic disturbances, tumors or infectious signs will be recruited if their cerebral fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR), T1-weighted, T2-weighted images show no significant signal changes. After obtaining informed consent from their family, these children will receive MR DT imaging in addition to the routine MR examinations and chloral hydrate (0.5-1cc/kg body weight) will be given to the uncooperative children.

All patients in the study received MR examinations using a 1.5-T MR scanner (Sonata; Siemens, Erlangen, Germany). Fast spin-echo (FSE) T2-weighted images in the axial plane were first obtained with TR/TE = 4330/100 msec, echo train length = 11, matrix size = 256 x 256, field of view = 14 x 14 to 20 x 20 according to the patient's head size, slice thickness = 4–5 mm with gap of 1–1.5 mm, and one acquisition. DT images were then acquired with diffusion encoding gradients in six directions (i.e., [1, ±1, 0], [0, ±1, 1], and [±1, 0, 1]) and diffusion sensitivity $b = 1500 \text{ s/mm}^2$. The parameters for DTI sequence were TR/TE = 240/124 ms, slice thickness = 4 to 5 mm without gap, and five acquisitions. Maps of the first, second and third eigenvalues of the diffusion tensor, trace of apparent diffusion coefficient (Trace ADC), and fractional anisotropy were generated off-line. ROIs were also deposited on the bilateral parietal-occipital central white matters, frontal central white matters, anterior and posterior corpus callosum and corona radiata at the level of above the lateral ventricular bodies. ROIs were also deposited on bilateral inferior longitudinal fasciculus and sagittal stratum near the level of the occipital horn. In all ROIs, EV1-3, trace ADC and FA will be obtained. Patients before the ages of 18 months will be divided into 6 groups every three months of age. The other patients will be divided into 8 groups every two years. We will use Mann-Whitney rank-sum test to find out the areas and DT indices of significant difference. In addition, Spearman's rank-order correlation test will be used to correlate the age and

gender with DT indices at various ROIs. P values smaller than 0.05 will be considered significant.

We will perform the axial FSE T2-weighted images, axial fast IR T1-weighted images and DT imaging examinations. DT indices including EV1, EV2, EV3, trace ADC and FA will be obtained and analyzed in various ROIs of all patients from all age groups. The results of the study will be the basis of applying DT indices to evaluate myelination milestones of children. It will become the important reference when diagnosing white matter diseases using DT images.

Keywords: diffusion tensor imaging, brain, children, magnetic resonance imaging

二、緣由與目的

緣由

兒童的腦部白質在不同年齡層不同的區域髓鞘化的程度各有不同，尤其在一歲半以前，腦部各區域的髓鞘化相當活躍。由晚近的幼鼠腦組織研究則顯示出擴散張度影像應用在白質髓鞘化相關疾病的潛力。然而，不同年齡層兒童尤其是三歲以下兒童的第一、第二、第三 eigen 值以及部份非等向係數(fractional anisotropy)正常值在文獻上不易查到；各種張量係數在不同年齡層的變化在文獻上亦少有參考資料。

目的

本研究目的在於以擴散張度影像評估不同年齡層的大腦白質通路的第一、第二、第三 eigen 值以及部份非等向係數(fractional anisotropy)的變化，作為應用磁振張度影像於腦部白質疾病診斷的基礎。

二 文獻探討與研究方法

研究計畫之背景及目的

兒童的腦部白質在不同年齡層不同的區域髓鞘化的程度各有不同，尤其在一歲半以前，腦部各區域的髓鞘化相當活躍。傳統上，髓鞘化前後在磁振掃描 T1 與 T2 加重影像的表現不同，可以依據此影像表現判斷是否低髓鞘化(hypomyelination)現象；一般而言，組織學上所見的髓鞘化與 T2 縮短的關聯性較高；由晚近的幼鼠腦組織研究則顯示出擴散張度影像變化早於 T2 加重影像的訊號變化，甚至可預測組織學上即將發生髓鞘化的區域；顯示出擴散張度影像應用在白質髓鞘化相關疾病的潛力；而不同年齡層兒童因髓鞘化在腦部各區域的程度不同而有不同的擴散張度影像表現；尤其是在一歲半以前，腦部各區域的接連進行有如約定好順序地發生髓鞘化過程，使嬰幼兒的白質漸漸地接近成人的訊號表現。當許多全身性疾病、代謝疾病等等影響到嬰幼兒腦部白質時，將經常因而出現代髓

鞘化現象。因此，嬰幼兒白質在不同年齡層髓鞘化的改變是判讀廣泛性腦疾病磁共振影像的重要參考。

以 echoplanar 磁共振掃描儀所可得到的 X,Y,Z 三正向擴散加重影像(diffusion-weighted images)早已相當廣泛應用於急性腦缺血的診斷上，而不同方向的擴散加重影像也可明顯觀察到各有不同方向的白質群將呈現高訊號-擴散受限的區域，此即為非等向性的擴散現象(anisotropic diffusion)所致。經由自然對數計算得到擬似擴散係數圖。然而，由於三正方向擴散加重影像並不足以解出張度的矩陣，而至少須六個適當分佈且包含非正向的擴散加重影像才能求出張度的 eigenvalue，才足以求出張度的 eigen 向量方向以及大小，也才能表現出受測物的三度空間纖維走向。然而擴散張度影像軟體及掃描，目前罕有商用的”張度分析專用軟體”上市；然而擴散張度影像掃描方法日漸穩定正熟，特別是討論到掃描方法的文獻已相當多；而初步的文獻報告，也認為在正常成人的主要白質通路都可以在擴散張度影像顯出來為通路影像(tractography)；同時也可測量各區域腦部的第一、第二、第三 eigen 值以及部份非等向係數(fractional anisotropy)等等，予以客觀評估白質的非等向擴散。擴散張度影像可清楚顯示頭部外傷後的白質通路中斷、縮小等等；同時部份文獻也報告白質疾病病患與對照組的部份非等向係數有顯著差異。然而，不同年齡層兒童尤其是三歲以下兒童的第一、第二、第三 eigen 值以及部份非等向係數(fractional anisotropy)正常值在文獻上不易查到各種張量係數在不同年齡層的變化在文獻上亦少有參考資料；而種族差異等因子也可能影響到西方人正常值的參考價值；因此有必要建立台灣地區不同年齡層正常或無明顯影像異常兒童的擴散張度常模。

研究計畫之目的與重要性

本研究目的在於以擴散張度影像評估不同年齡層的大腦白質通路的第一、第二、第三 eigen 值以及部份非等向係數(fractional anisotropy)的變化，此乃是應用磁振張度影像應用於腦部白質疾病診斷的基礎。傳統上受半以 T1 與 T2 加重影像上的變化評估病患白質的髓鞘化在一歲半以後的變化並不明顯；因此如果磁振擴散張度影像能更加明顯、客觀且更容易地表現出髓鞘化前、後的腦部白質區域分佈、正常值曲線、甚至於一歲半以後較傳統 T1, T2 加重影像更明顯的不同年齡層變化，則將有助於腦部白質疾病患童的診斷與治療。

1. Morvan D. Leroy-Willig A. Malgouyres A.et al: Simultaneous temperature and regional blood volume measurements in human muscle using an MRI fast diffusion technique. *Magnetic Resonance in Medicine* 29(3):371-7, 1993.

2. MacFall JR, Maki JH, Johnson GA et al: Pre- and postmortem diffusion coefficients in rat neural and muscle tissues. *Magnetic Resonance in Medicine*. 20(1):89-99, 1991.
3. Chenevert TL, Pipe JG, Williams DM, Brunberg JA: Quantitative measurement of tissue perfusion and diffusion in vivo. *Magnetic Resonance in Medicine*.17(1):197-212, 1991
4. Hall AS, Prior MV, Hand JW, et al: Observation by MR imaging of in vivo temperature changes induced by radio frequency hyperthermia. *Journal of Computer Assisted Tomography*. 14(3):430-6, 1990
5. Gullberg GT, Defrise M, Panin VY, et al: Efficient cardiac diffusion tensor MRI by three-dimensional reconstruction of solenoidal tensor fields. *Magnetic Resonance Imaging* 19(2):233-56,2001.
6. Machannab J, Schick F, Jacob S, et al: An interleaved sampling strategy for MR spectroscopy in vivo: applications on human calf musculature. *Magnetic Resonance Imaging* 18(2):189-97,2000.
7. Morvan D: In vivo measurement of diffusion and pseudo-diffusion in skeletal muscle at rest and after exercise. *Magnetic Resonance Imaging* 13(2):193-9, 1995.
8. Basser PJ: Inferring microstructural features and the physiological state of tissues from diffusion-weighted images. *NMR in Biomedicine* 8(7-8):333-44, 1995.
9. Stieltjes B, Kaufmann WE, van Zijl PC, et al: Diffusion tensor imaging and axonal tracking in the human brainstem. *Neuroimage* 14(3):723-35, 2001.
10. Molko N, Pappata S, Mangin JF, et al: Diffusion tensor imaging study of subcortical gray matter in cadasil. *Stroke* 32(9):2049-54, 2001.
11. Yoshiura T, Wu O, Zaheer A, et al: Highly diffusion-sensitized MRI of the brain: dissociation of gray and white matter. *Magnetic Resonance in Medicine* 45(5):734-40.
12. Armitage PA, Bastin ME: Utilizing the diffusion-to-noise ratio to optimize magnetic resonance diffusion tensor acquisition strategies for improving measurements of diffusion anisotropy. *Magnetic Resonance in Medicine* 45(6):1056-65, 2001.
13. Basser PJ, Mattiello J, LeBihan D: Estimation of the effective self-diffusion tensor from the NMR spin echo. *J Magnetic Resonance* 103:247-54, 1994.
14. Calamante F, Porter DA, Gadian DG, Connelly A: Correction for eddy current induced B0

- (三) 研究方法、進行步驟及執行進度。請分年列述：1.本計畫採用之研究方法與原因。
2.預計可能遭遇之困難及解決途徑。3.重要儀器之配合使用情形。

研究方法與原因

- 一、預計包括五十位十六歲以下兒童，因為非因局部神經症狀、全身性代謝、腫瘤或感染症而接受頭部磁振掃描且在傳統FLAIR, T1, T2 影像無可見訊號變化者，其中大部份將因頭痛、頭頸部局部的良性淋巴管瘤、血管瘤、ranula、dermoid、epidermoid cysts 等病灶來檢；在取得家屬同意之下，接受磁振擴散張度影像掃描檢查，無法合作的兒童施以口服適當量之鎮靜劑(chloral hydrate, 0.5-1cc/kg body weight)，並配合睡眠時間減半，以增進鎮靜劑效果及檢查成功率。
- 二、磁振掃描儀為1.5T, Sonata (Siemens, Germany), echoplanar scanner 以下各脈序進行成像包括：1)axial fast spin-echo (FSE) T2WI, (TR/effective TE = 3700–5552 ms/96-128 ms), echo train length = 24, One excitation was obtained and the matrix size was 256 x 192, slice thickness = 4 –5 mm with gap of 1.2 - 1.5 mm 2) axial fast inversion recovery (IR) T1-weighted image (TR/effective TE/TI = 8090 ms/67 ms/350 ms), echo train length = 11, One excitation was obtained and the matrix size was 256 x 192, slice thickness = 4 –5 mm with gap of 1.2 - 1.5 mm 3) Spin-echo echo-planar diffusion-weighted imaging sequence: 首先施以 $b=0$ 的低磁梯度以得出非擴散基礎影像；再以 effective b value of 1500 sec/mm^2 依序施於六個方向: $\{\pm 1, 0, 1\}, \{0, 1, \pm 1\}, \{\pm 1, 1, 0\}$, were applied with a b value of 1500 s/mm^2 . The parameters for DTI sequence were single-shot SE-EPI with TR/TE = 240/124 ms, slice thickness = 4 to 5 mm with no gap, matrix size = 128 x 128, FOV = 140 x 140 mm to 200 x 200 mm according to patients' head sizes, and five acquisitions. The total scan time of a study ranged from 2 to 5 min. Maps of the first, second and third eigenvalues of the diffusion tensor, trace of apparent diffusion coefficient (Trace ADC), and fractional anisotropy were generated off-line using the software of Mathematica 5.0.實驗組與對照組的所有擴散影像依 Stejskal and Tanner equation as the negative slope of the linear regression line best fitting the points for b versus $\ln(SI)$; where SI is the signal intensity from a region of interest of the images acquired at each b -value.。其次，就每個 pixel的訊號強度取log自然對數值，再依

Basser et al[13] 所描述的方法經矩陣運算而得eigenvectors、eigenvalues 圖。Trace ADC 為前三個eigenvalue 的平均值； Fractional anisotropy was quantified as the standard deviations of the eigenvalues of the diffusion tensor normalized by the “magnitudes” of the three eigenvectors of the diffusion tensor. eigen 值圖、擴散非等向係數圖以及部份非等向係數圖。訂定閾值大小之後，取其principal eigenvectors的正反方向，予以連結成通路圖。

三、就在腦室最高或以上一張的parietal-occipital central white matters, frontal central white matters , anterior corpus callosum, posterior corpus callosum以及corona radiata五個區域圈選出region-of-interest；在後側腦室角的水平面圈選出temporal central white matter以及 occipital central white matter各圈選區域主要選取相似白質走向的區域，測量此三區域的第一、第二、第三eigen 值、擬似擴散係數以及部份非等向係數。

2. 預計可能遭遇之困難及解決途徑

- 一、兒童住院排程多緊湊，必須及早進行影像檢查，磁振檢查也須要能及時檢查。門診病童則須事先充份溝通告知檢查前須減半睡眠、減少進食以避免嘔吐、以及檢查研究的內容。
- 二、擴散張度影像、第一、第二、第三 eigen 值、擬似擴散係數值圖以及部份非等向係數等的計算較複雜須特殊影像計算軟體幫助。須由熟悉撰寫程式軟體的人員執行，因此預訂由光電所及醫工所研究生協助處理影像運算。
- 三、採用 echo-planar 的擴散影像易受磁場不均勻度的影響須注意清除病童位於頭頸部的金屬物品；尤其是進行口腔內金屬物品如牙齒矯正的兒童所使用的鐵線，若臨床狀況穩定者，可待移除鐵線之後方可能完成磁振擴散張度影像；否則將不列入研究對象。另外 eddy current 所造成的影像扭曲也相當厲害，因此，可採用 bird-cage cylindrical 表面線圈以增進磁場在局部區域的均勻度。磁振掃描儀的磁場校正也要請工程人員注意，平日掃描儀操作人員須注意擴散影像的假影問題、影像訊號品質等等。
- 四、擴散張度影像很容易受雜訊影響，尤其以往的雜訊估計多依據擴散影像的訊號雜訊比；容易受 b 值與受測物的擴散係數的影響；也須要保持訊號雜訊比在 10 以上，較能計算出有相當品質的擴散張度影像；尤其是年幼兒童，影像厚度須在 4 公釐以上且須重複五次以上平均，而影像品質才足以分析、運算各項張度係數。
- 五、各年齡分組之間的各项擴散張度係數差異統計以及張度係數與年齡性別的相關性統計

計算較為龐雜必須委由統計專業臨時人員處理。

四、結果與討論

1. 腦室最高或以上一張的 parietal-occipital central white matters 區域圈選出 region-of-interest；六個月以下量此三區域的第一、第二、第三 eigen 值分別為 1.15287 0.91013 0.64959、擬似擴散係數 0.90422 以及部份非等向係數 0.16591；五到十歲量此三區域的第一、第二、第三 eigen 值分別為 0.86511 0.52573 0.39657、擬似擴散係數 0.5958 以及部份非等向係數 0.36123 在統計學上有明顯差異 表示第一、第二、第三 eigen 值、擬似擴散係數均隨年齡增長而顯著下降；部份非等向係數則隨年齡增長而顯著升高($P < 0.05$)
2. 腦室最高或以上一張的 frontal central white matters 區域圈選出 region-of-interest；六個月以下量此三區域的第一、第二、第三 eigen 值分別為 1.016 0.69201 0.51496、擬似擴散係數 0.74099 以及部份非等向係數 0.24612；五到十歲量此三區域的第一、第二、第三 eigen 值分別為 1.05168 0.30166 0.19209、擬似擴散係數 0.51534 以及部份非等向係數 0.64792 在統計學上有明顯差異 表示第一、第二、第三 eigen 值、擬似擴散係數均隨年齡增長而顯著下降；部份非等向係數則隨年齡增長而顯著升高 ($P < 0.05$)
3. 腦室最高或以上一張的 corpus callosum 個區域圈選出 region-of-interest 各圈選區域主要選取相似白質走向的區域；六個月以下量此三區域的第一、第二、第三 eigen 值分別為 1.5067 0.504494 0.35943、擬似擴散係數 0.79022 以及部份非等向係數 0.467086；五到十歲量此三區域的第一、第二、第三 eigen 值分別為 0.91976 0.343408 0.203929、擬似擴散係數 0.4890 以及部份非等向係數 0.765483 在統計學上有明顯差異 表示第一、第二、第三 eigen 值、擬似擴散係數均隨年齡增長而顯著下降；部份非等向係數則隨年齡增長而顯著升高($P < 0.05$)
4. 腦室最高或以上一張的 corona radiata 區域圈選出 region-of-interest 測量此區域；六個月以下量此三區域的第一、第二、第三 eigen 值分別為 0.975203 0.495595 0.365717、擬似擴散係數 0.612172 以及部份非等向係數 0.4836；五到十歲量此三區域的第一、第二、第三 eigen 值分別為 0.552367 0.283238 0.143585、擬似擴散係數 0.328396 以及部份非等向係數 0.566318 在統計學上有明顯差異 表示第一、第二、第三 eigen 值、擬似擴散係數均隨年齡增長而顯著下降；部份非等向係數則隨年齡增長而顯著升高($P < 0.05$)
5. 然而在三歲以後 第一、第二、第三 eigen 值、擬似擴散係數 部份非等向係數等的變化即不顯著(Radiology 2002; 222:316-18)

五 成果自評

一、完成五十位十六歲以下兒童磁振掃描檢查包括axial fast spin-echo (FSE) T2WI, axial fast IR T1WI, 擴散張度影像以及第一、第二、第三 eigen值、擬似擴散係數值圖以及部份非等向係數(fractional anisotropy)的檢者查及計算 然而 人數仍然不足夠 仍需繼續收集成常兒童資料。

二、白質通路圖在兒童 fa 條件不適合採用成人的閾值 有待進一步努力

三 工作人員，預期可熟悉磁振擴散影像檢查的施行，尤其是如何在較高難度的擴散張度影像檢查如何取得較佳的影像。瞭解擴散張度影像、eigen 值圖、部分非對稱性應用圖及擬似擴散係數圖的計算，了解圖形運算軟體的操作。瞭解各項擴散張度係數在不同年齡層及性別的變化趨勢，並試著建立兒童張度影像的常模。瞭解各項擴散張度係數在不同年齡層的發展里程碑。