

## بررسی رابطه ابتلا به مالتیپل اسکلروزیس با زمان آسایش MRI بافت مغزی

سید سعید انوری<sup>۱</sup>، دکتر محمد علی عقابیان<sup>۱</sup>، دکتر نادر ریاحی عالم<sup>۱</sup>، دکتر حسین قناعتی<sup>۱</sup>

### چکیده

سابقه و هدف: تأثیر پارامترهای مختلف بافتی ( $T_1$ ،  $T_2$  و دانسیته پروتونی) در ایجاد کنتراست تصاویر متداول MRI (Magnetic Resonance Imaging)، گاهی اوقات باعث نامرئی و غیرقابل تشخیص شدن بعضی از ضایعات به خصوص ضایعات کوچک در ماده سفید ظاهراً طبیعی بیماران مبتلا به مالتیپل اسکلروزیس (MS) می‌گردد. با توجه به اینکه هر یک از بافت‌های مختلف مغز دارای  $T_1$  و  $T_2$  خاص خود می‌باشند و در اثر ضایعات متفاوت این مقادیر تغییر می‌کنند، احتمالاً می‌توان به وسیله ایجاد تصاویر خاص MRI با کنتراستی بر اساس هر یک از زمان‌های آسایش  $T_1$  و  $T_2$  به تنهایی و سپس اندازه‌گیری زمان‌های آسایش، این تغییرات (ضایعات) را تشخیص داد. لذا به منظور تعیین رابطه ابتلا به مالتیپل اسکلروزیس با زمان آسایش MR بافت مغزی این تحقیق انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: تحقیق با طراحی موردی - شاهدهی روی ۱۵ بیمار مبتلا به MS و ۱۵ نفر گروه شاهد آنها انجام گرفت. تصویربرداری با MRI مرکز تصویربرداری امام خمینی (مدل Picker با قدرت ۱/۵ تسلا) انجام گرفت. با بهینه‌سازی زمان‌های بین پالسی جهت رسیدن به حداقل خطا از دو توالی اسپین اکو برای ایجاد تصویر Map  $T_2$  و یک جفت توالی اینورژن ریکاوری / اسپین اکو برای ایجاد تصویر  $T_1$  Map استفاده گردید. سپس با اندازه‌گیری مقادیر  $T_1$  و  $T_2$  بافت‌های مختلف مغز از روی این تصاویر، زمان‌های آسایش این بافت‌ها در دو گروه مقایسه شد.

یافته‌ها: نه تنها زمان‌های آسایش  $T_1$  و  $T_2$  در پلاک‌های کل مغز به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد ( $P < 0.0077$ )، بلکه این مقادیر به خصوص  $T_2$  در بافت‌های سفید ظاهراً طبیعی به طور معنی‌داری افزایش نشان می‌دهد ( $T_1$  بین ۲/۹۹ و ۱۰/۲۳ درصد با  $P < 0.01$  و  $T_2$  بین ۵/۰۶ و ۱۶/۲۱ درصد با  $P < 0.037$ ) در عوض در بافت‌های خاکستری ظاهراً طبیعی، زمان آسایش  $T_2$  کاهش معنی‌داری می‌یابد (بین ۲/۰۷ و ۵/۰۷ درصد با  $P < 0.038$ ).

نتیجه‌گیری: می‌توان از میزان افزایش  $T_1$  و  $T_2$  بافت سفید ظاهراً طبیعی و کاهش  $T_2$  بافت خاکستری ظاهراً طبیعی به عنوان الگوی تشخیصی برای بیماران MS استفاده نمود.

واژگان کلیدی: مالتیپل اسکلروزیس، زمان آسایش MR

که می‌تواند برای محاسبه  $T_1$  حل شود. در عمل  $TR \gg TE/2$  می‌باشد. بنابراین نسبت فوق می‌تواند به صورت زیر خلاصه شود:

$$I_1 / I_2 = \left[ 1 + e^{-TR_1/T_1} \right] / \left[ 1 - e^{-TR_2/T_1} \right]$$

و به این ترتیب مقدار  $T_1$  به وسیله یک طرح تکراری (Iterative) به دست می‌آید. به طور مشابه با استفاده از تقریب  $TR \gg TE/2$  مقدار  $T_2$  می‌تواند به وسیله ثابت نگهداشتن  $TR$  در حین تغییر  $TE$  به دست آید. در این صورت نسبت شدت سیگنال‌ها برابر خواهد شد با:

$$I_1 / I_3 = e^{-TE_1/T_2} / e^{-TE_3/T_2}$$

بدین ترتیب  $T_2$  مستقیماً به صورت زیر به دست می‌آید.

$$T_2 = (TE_3 - TE_1) / \ln(I_1/I_3)$$

مسئله اصلی در اندازه‌گیری  $T_1$  و  $T_2$  پراکندگی خطا می‌باشد. به طور کلی دو روش اساسی برای مقابله با پراکندگی خطا وجود دارد. یک روش مشخص، انجام دادن بیش از دو اندازه‌گیری و منطبق کردن مجموعه اطلاعات با معادله شدت سیگنال می‌باشد. روش دیگر، استفاده از فقط دو اندازه‌گیری می‌باشد (two point calculation) اما با انتخاب توالی‌هایی که حداقل خطا را پراکنده می‌نمایند.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که در روش اندازه‌گیری با استفاده از دو نقطه، عملی‌ترین و دقیق‌ترین روش محاسبه  $T_2$  به کارگیری دو توالی

## مقدمه

شدت سیگنال MR (Magnetic Resonance) و کتراست بین بافت‌ها هر دو به مقادیر موضعی دانسیته اسپینی (N)، نسبت‌های بین  $T_1$  و  $T_2$  و فواصل زمانی بین پالسی بستگی دارند. صرفه نظر از جریان (flow)، این فاکتورها می‌توانند در یک معادله به شکل روبرو خلاصه شوند:

$$I = KN f_{(T_1)} g_{(T_2)}$$

که در آن  $I$  شدت سیگنال،  $K$  ثابت تناسب و  $f$  و  $g$  توابع وابسته به نوع توالی پالس می‌باشد. برای یک توالی اسپین اکو (SE) بر شکل (90-TE/2-180-TE/2-echo-TD)<sub>n</sub> توابع  $f$  و  $g$  در معادله فوق عبارتند از:

$$f = 1 + e^{-TR/T_1} - 2e^{-(TR-TE/2)/T_1}$$

$$g = e^{-TE/T_2}$$

که در آن  $TR = TE + TD$  زمان یک توالی کامل است. این معادلات، یک طرح فوری برای محاسبه  $T_1$  را پیشنهاد می‌کنند و برای این منظور، تصاویری با مقادیر  $TE$  ثابت و  $TR$  مختلف به دست می‌آید. سپس نسبت شدت سیگنال‌ها برابر می‌شود با:

$$I_1 / I_2 = \left[ 1 + e^{-TR_1/T_1} - 2e^{-(TR_1-TE_1/2)/T_1} \right]$$

$$/ \left[ 1 + e^{-TR_2/T_1} - 2e^{-(TR_2-TE_1/2)/T_1} \right]$$

فرستنده و هم به عنوان گیرنده امواج RF عمل می‌کرد. فانتوم یکنواخت سر (uniform head phantom) استوانه‌ای است که حاوی محلول سولفات مس ( $\text{CuSO}_4$ ) با غلظت ۱/۲۵ گرم در لیتر بوده، زمان آسایش  $T_1$  و  $T_2$  این فانتوم با یکدیگر برابر و مقادیر مورد انتظار آنها حدود ۲۰۰ میلی ثانیه است.

در این تحقیق ۲۶ ناحیه مختلف مغز شامل ۲۰ ناحیه ماده سفید و ۶ ناحیه ماده خاکستری در هر گروه مورد بررسی قرار گرفت. این نواحی به صورت زیر بودند:

ماده سفید لب فرونتال (چپ و راست)، کارپوس کالوزوم (بخش قدامی یا genu و بخش خلفی یا Splenium)، کپسول اینترنال (چپ و راست)، ماده سفید لب اکسیپیتال (چپ و راست)، نواحی پری‌ونتریکولار شامل بخش‌های قدامی (چپ و راست)، میانی (چپ و راست) و خلفی (چپ و راست)، سنتروم سمی اوال شامل بخش‌های قدامی (چپ و راست)، میانی (چپ و راست) و خلفی (چپ و راست) که همه نواحی فوق جزء ماده سفید می‌باشند و هسته کائودیت (چپ و راست)، پوتامن (چپ و راست) و تالاموس (چپ و راست) که از جنس ماده خاکستری هستند. نواحی فوق در ۳ برش آگزیکال بررسی شدند که این برش‌ها به وسیله یک Pilot سریع در مقطع میدساژیتال مشخص می‌شوند. برش اول طولی تنظیم شد که در جلو، بخش قدامی کارپوس کالوزوم و در عقب، بخش خلفی کارپوس کالوزوم را قطع نماید. برش سوم به موازات برش اول در ناحیه سوپراونتریکولار از بالای تنه کارپوس کالوزوم عبور می‌کرد و بالاخره برش دوم در ناحیه پری‌ونتریکولاریین دو برش دیگر قرار می‌گرفت. (شکل ۱-۳).

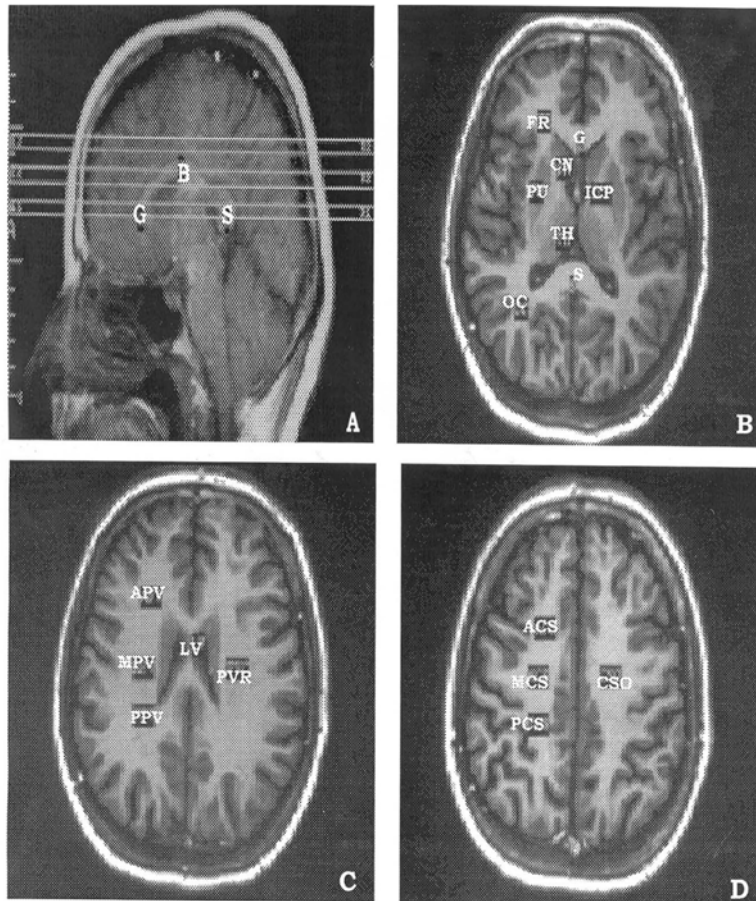
اسپین اکو (یا مولتی اکو با دو اکو) می‌باشد (۱) و هم‌چنین تحقیقات دیگری نشان می‌دهد عملی‌ترین و دقیق‌ترین روش محاسبه  $T_1$  با استفاده از دو نقطه، به کارگیری جفت توالی اینورژن ریکاوری / اسپین اکو با TE یکسان می‌باشد. (۱، ۳ تا ۵). به همین دلیل در تحقیق حاضر از این دو روش برای اندازه‌گیری  $T_1$  و  $T_2$  مبتلایان به MS و گروه شاهد آنها در مراجعین به مجتمع بیمارستانی امام خمینی (ره) تهران انجام گرفت.

### مواد و روش‌ها

تحقیق با طراحی موردی - شاهدهی روی تعداد ۳۰ نفر انجام گرفت. در این تحقیق ۱۵ فرد بیمار مبتلا به MS قطعی و ۱۵ فرد غیر مبتلا به عنوان گروه شاهد مورد مطالعه قرار گرفتند. افراد گروه شاهد و مورد به لحاظ جنس و سن مشابه‌سازی شدند و این افراد فاقد هرگونه مشکلی از جمله فشار خون، ناهنجاری‌های مغز و اعصاب و مصرف داروهای استروئیدی و فعال‌کننده روان بودند. طول مدت بیماری افراد مبتلا به MS از شروع اولین علامت به طور متوسط ۳/۳ سال (محدوده ۱ تا ۷ سال) بود. هم‌چنین شایع‌ترین علائم در این بیماران، پارستزی اندام‌ها به خصوص در اندام تحتانی، دویمینی و اختلال در تعادل بود. تعدادی از بیماران در زمان این تحقیق تحت پالس تراپی (درمان تهاجمی کوتاه مدت) در بخش داخلی مغز و اعصاب بیمارستان امام خمینی (ره) بودند.

از دستگاه MRI ساخت شرکت Picker از نوع vista Q-800 با قدرت ۱/۵ تسلا استفاده شد.

کویل سر (Head Coil) که جهت تصویربرداری از مغز استفاده می‌گردد هم به عنوان



شکل ۱-۳: A یک Pilot در مقطع مید سائیتال است که برش‌های B, C, D در مقطع آگزیتال از روی آن مشخص می‌شوند.

ICP کپسول اینترنال  
PVC توأخی پری و نتریکلار شامل  
APV بخش قدامی  
MPV بخش میانی  
PPV بخش خلفی  
CSO سترومی اول شامل  
ACS بخش قدامی  
MCS بخش میانی  
PCS بخش خلفی

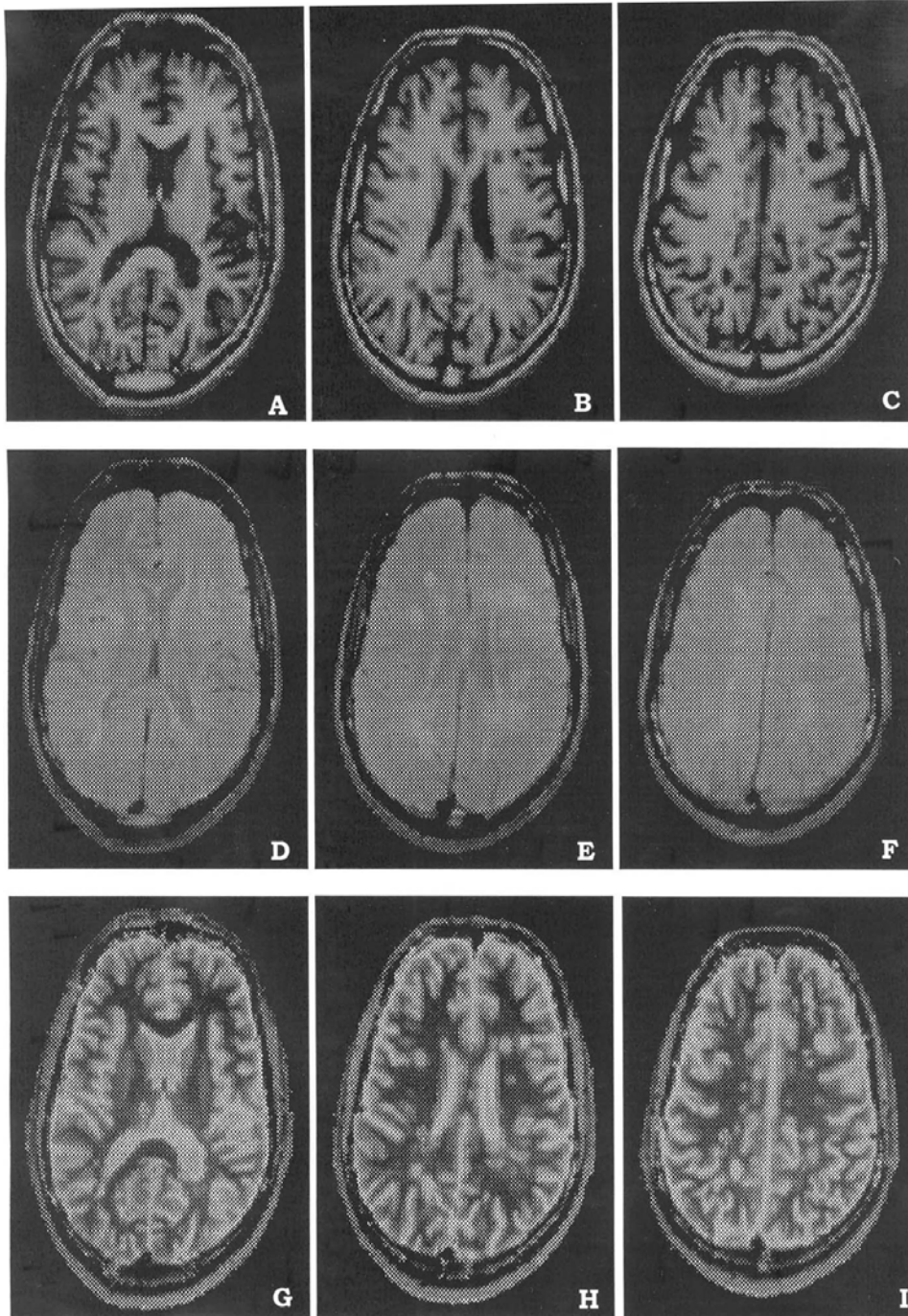
B بخش تنه کارپوس کالوزوم  
G بخش قدامی کارپوس کالوزوم  
S بخش خلفی کارپوس کالوزوم  
FR لب فرونتال  
OC لب اکسیپیتال  
CN هسته کانودیت  
PU پونامن  
TH تالاموس  
LV بطن جانبی

دستگاه با استفاده از فانتوم یکنواخت سر، فواصل زمانی بین پالسی مطلوب (Optimum) برای ایجاد تصاویر  $T_1$  و  $T_2$  به دست آمد. سپس یک جفت توألی اینورژن ریکاوری / اسپین اکو ( $T_1 = 780^{msec}$ ) برای ایجاد  $T_1$  Map و دو توألی اسپین اکو ( $TR_1 = TR_2 = 2520^{msec}$ ,  $TE_1 = TE_2 = 30^{msec}$ ) برای ایجاد  $T_2$  Map و دو توألی اسپین اکو ( $TR_1 = TR_2 = 2000^{msec}$ ,  $TE_1 = 15^{msec}$ ,  $TE_2 = 120^{msec}$ ) برای ایجاد  $T_2$  Map به کار گرفته شد. در تمام تصاویر اندازه ماتریس  $192 \times 256$

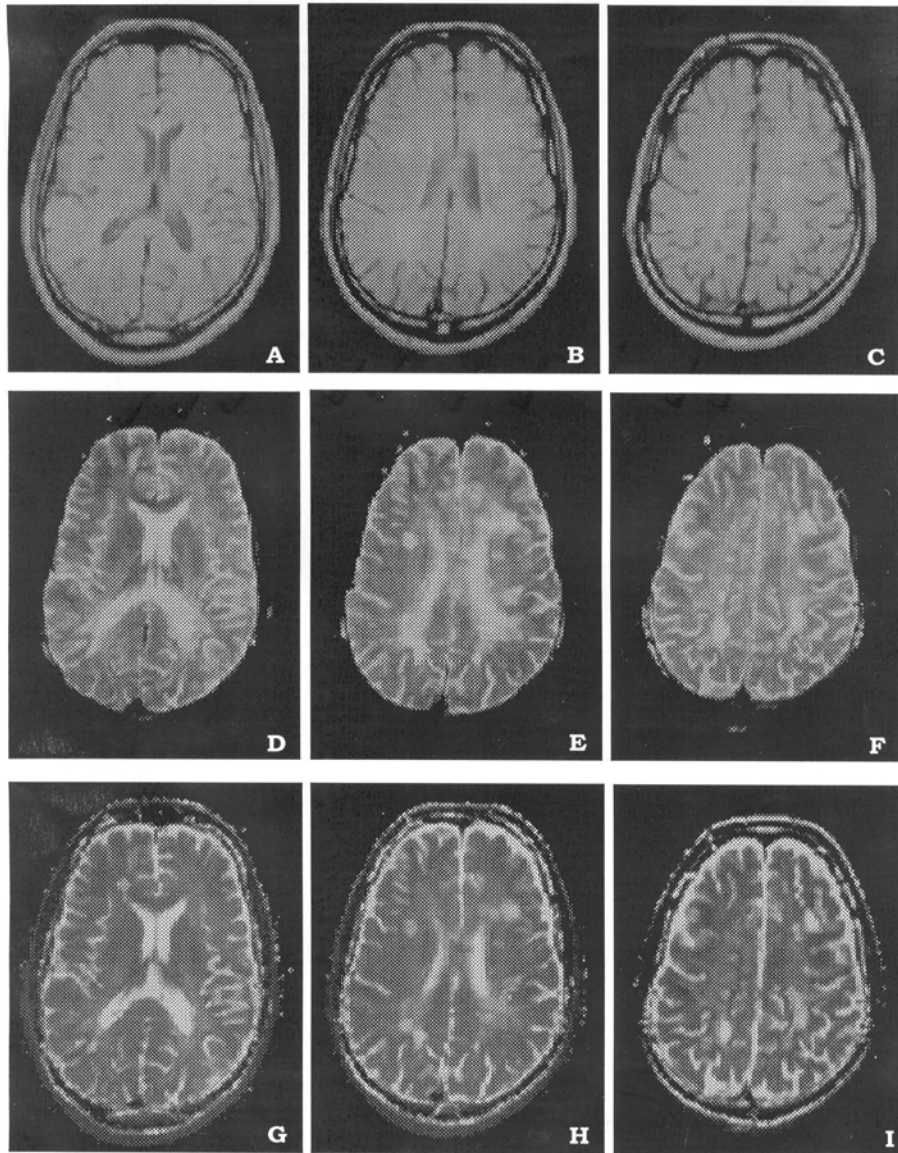
در این تحقیق برای نمایش و اندازه‌گیری زمان‌های آسایش  $T_1$  و  $T_2$  از روش Two Point Calculation استفاده گردید. با توجه به اینکه، پرازش منحنی (curve fitting) با استفاده از شدت سیگنال پیکسل در دو نقطه انجام می‌گیرد، توألی پالس‌ها و فواصل زمانی بین پالسی در آنها باید طوری انتخاب شود که حداقل خطای ممکن را ایجاد نمایند. برای این منظور ابتدا با انطباق نتایج حاصل از معادلات پراکندگی خطا و کالیبراسیون

برای ایجاد  $T_2$  MaP ۱۲/۸ دقیقه بود (شکل ۱-۴ و ۲-۴).

ضخامت برشها ۵ میلی‌متر و فاصله بین برشها متغیر (بین ۵ تا ۸ میلی‌متر) بود. هم‌چنین زمان کل تصویربرداری برای ایجاد  $T_1$  Map ۱۶/۲ دقیقه و



شکل ۱-۴ تصاویر حاصل از مغز یک بیمار مبتلا به MS جهت اندازه‌گیری  $T_1$   
 A,B,C. تصاویر اینورژن ریکاوری (TR=2520 msec, TI=780msec)  
 D,E,F. تصاویر اسپین اکو PD-W (TR=2520 msec, TE=30 msec)  
 G,H,I. تصاویر  $T_1$  Map حاصل



شکل ۱-۴ تصاویر حاصل از مغز یک بیمار مبتلا به MS جهت اندازه‌گیری  $T_2$   
 A,B,C تصاویر اسپین اکو PD-W (TR=2000 msec, TE=15 msec)  
 D,E,F تصاویر اسپین اکو  $T_2$ -W (TR=2000 msec, TE=120 msec)  
 G,H,I تصاویر  $T_2$  Map حاصل

مقایسه شد. لازم به ذکر است که برای مقایسه مقادیر  $T_1$  و  $T_2$  نواحی طبیعی (افراد کنترل) با نواحی ظاهراً طبیعی (افراد بیمار) از آزمون student's T-test و برای مقایسه مقادیر  $T_1$  و  $T_2$  نواحی طبیعی (افراد کنترل) با نواحی دارای پلاک (افراد بیمار) از آزمون mann-Whitney U-test استفاده گردید. آزمون‌های آماری به کمک نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد.

پس از نمایش تصاویر  $T_1$  Map و  $T_2$  Map دایره‌ای تحت عنوان Ro I (Region of Interest) در نظر گرفته شد. با قرار دادن RoI در ۲۶ ناحیه مختلف مغز (۲۰ ناحیه ماده سفید و ۶ ناحیه ماده خاکستری) افراد شاهد (نواحی طبیعی) و بیمار (پلاک و نواحی ظاهراً طبیعی اطراف آن)، مقادیر متوسط  $T_1$  و  $T_2$  در نواحی مغز افراد شاهد و بیمار به همراه انحراف معیار آنها اندازه‌گیری و با هم

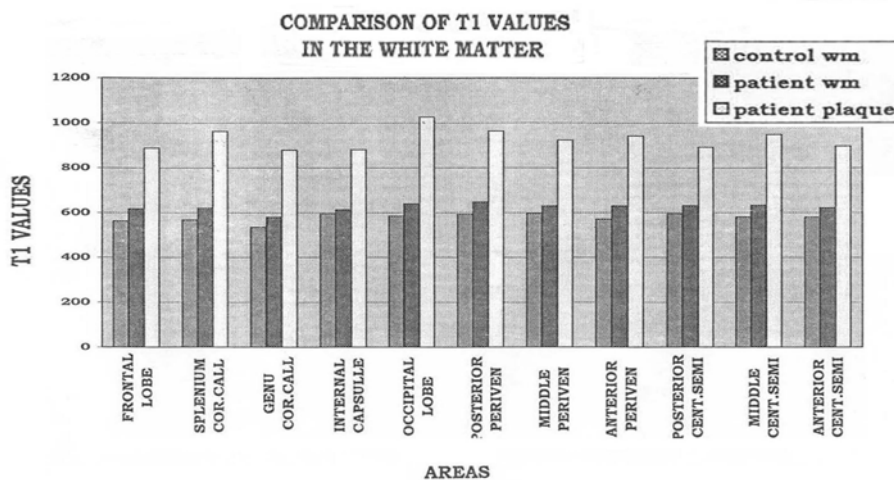
## یافته‌ها

اندازه‌گیری شده ابتدا با روندی نسبتاً سریع و سپس به آهستگی کاهش یافت و به مقدار  $T_2$  مورد انتظار فانتوم (۲۰۰ میلی‌ثانیه) نزدیکتر شد. با افزایش TR میزان پراکندگی خطا در اندازه‌گیری  $T_2$  کاهش یافت. یافته‌های حاصل از زمان‌های آسایش  $T_1$  بافت‌های مختلف مغز افراد شاهد و بیماران مبتلا به MS در نمودار شماره ۱ ارائه گردیده است و نشان می‌دهد که مقدار  $T_1$  ماده سفید ظاهراً طبیعی در تمامی نواحی مختلف مغز افراد بیمار نسبت به مقدار  $T_1$  ماده سفید منطبق بر آن در افراد گروه شاهد افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد ( $P < 0.01$ ). مقدار این افزایش بین ۲/۹۹ درصد (مربوط به کپسول ایترنال) و ۱۰/۳۲ درصد (مربوط به بخش قدامی نواحی پری و تریکولار) بود.

هم‌چنین مقدار  $T_1$  پلاک در تمامی نواحی مختلف ماده سفید مغز افراد بیمار نسبت به مقدار  $T_1$  ماده سفید منطبق بر آن در افراد کنترل افزایش معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0.0077$ ). مقدار این افزایش بین ۴۸/۱۹ درصد (مربوط به کپسول ایترنال) و ۷۵/۶۲ درصد (مربوط به لب اکسپیتال) بود.

تحقیق روی ۳۰ نفر در ۲ گروه مورد و شاهد انجام گرفت. در گروه شاهد ۱۰ مرد و ۵ زن، با میانگین سنی ۲۹/۹ سال و در محدود ۱۶ تا ۶۶ سال بودند. در گروه مورد، ۶ مرد و ۹ زن با میانگین سنی ۲۹/۶ سال و محدوده سنی ۱۷ تا ۴۳ سال بودند و دو گروه اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. با افزایش TI میزان پراکندگی خطا در اندازه‌گیری  $T_1$  افزایش یافت هم‌چنین در مقادیر کوچک TI مقدار  $T_1$  اندازه‌گیری شده خیلی کوچکتر از مقدار  $T_1$  مورد انتظار فانتوم (۲۰۰ میلی‌ثانیه) بود به طوری که با افزایش TI، مقدار  $T_1$  اندازه‌گیری شده ابتدا با روند سریع و سپس با روند آهسته‌تر افزایش یافت.

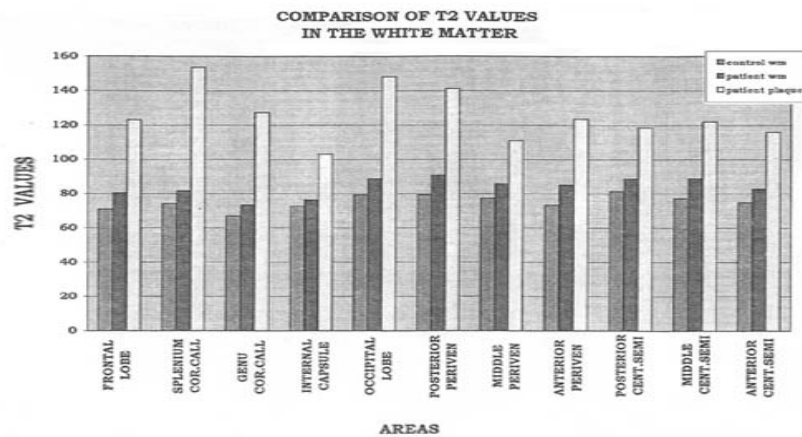
با افزایش TR میزان پراکندگی خطا در اندازه‌گیری  $T_1$  کاهش یافت. هم‌چنین با افزایش TR، مقدار  $T_1$  اندازه‌گیری شده ابتدا با روند نسبتاً سریع و سپس با آهستگی کاهش یافت، به جز در مورد  $T_1 = 0.7 T_1$  که عکس حالت فوق اتفاق افتاد. با افزایش اختلاف TE دو توالی ( $TE_3 - TE_1$ ) میزان پراکندگی خطا در اندازه‌گیری  $T_2$  کاهش یافت. هم‌چنین با افزایش  $TE_3 - TE_1$  مقدار  $T_2$



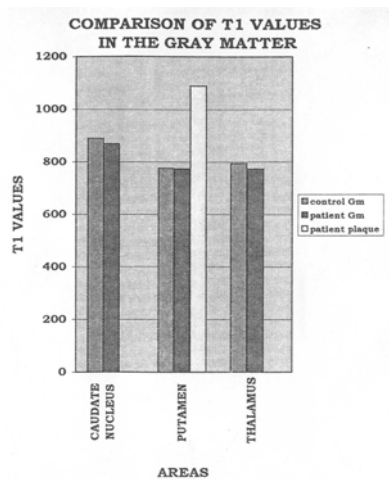
نمودار ۱- مقادیر  $T_1$  مبتلایان به MS و گروه شاهد آنها بر حسب نواحی مختلف مغز

درصد (مربوط به بخش قدامی نواحی پری و نتریکولار) بود. هم‌چنین مقدار  $T_2$  پلاک در تمام نواحی مختلف ماده سفید مغز افراد بیمار نسبت به مقدار  $T_1$  ماده سفید منطبق بر آن در افراد کنترل افزایش معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0.0077$ ). مقدار این افزایش بین ۴۱/۹۶ درصد (مربوط به کپسول اینترنال) و ۱۰۶/۹۴ درصد (مربوط به بخش خلفی کارپوس کالوزوم) بود.

یافته‌های حاصل در زمان‌های آسایش  $T_2$  بافت‌های مختلف گروه‌های بیماران و سالم در نمودار شماره ۲ ارائه گردیده است و نشان می‌دهد مقدار  $T_2$  ماده سفید ظاهراً طبیعی در تمامی نواحی مختلف مغز افراد بیمار نسبت به مقدار  $T_2$  ماده سفید منطبق بر آن در افراد گروه شاهد افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد ( $P < 0.037$ ). مقدار این افزایش بین ۵/۰۶ درصد (مربوط به کپسول اینترنال) و ۱۶/۲۱



نمودار ۲- مقادیر  $T_2$  ماده سفید مبتلایان به MS و گروه شاهد آنها بر حسب نواحی مختلف مغز



نمودار ۳- مقادیر  $T_1$  ماده خاکستری مبتلایان به MS و گروه شاهد به تفکیک نواحی مغز

مقدار  $T_2$  ماده خاکستری ظاهراً طبیعی در تمام نواحی مورد بررسی مغز افراد بیمار نسبت به

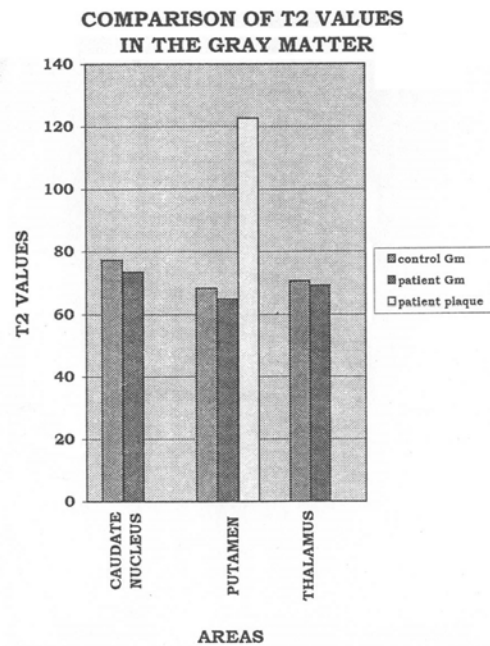
مقدار  $T_1$  ماده خاکستری ظاهراً طبیعی در نمودار شماره ۳ ارائه شده است و نشان می‌دهد که فقط در هسته کائودیت افراد بیمار نسبت به افراد گروه شاهد کاهش معنی‌داری وجود دارد ( $P = 0.014$ ) در صورتی که در مقدار  $T_1$  پوتامن و تالاموس افراد بیمار نسبت به افراد گروه شاهد کاهش معنی‌داری مشاهده نشد (N.S). هم‌چنین مقدار  $T_1$  پلاک موجود در پوتامن افراد بیمار نسبت به افراد گروه شاهد ۴۰/۳۶ درصد افزایش نشان می‌دهد ( $P = 0.0253$ ). لازم به ذکر است که هیچ‌گونه پلاکی در ناحیه هسته کائودیت و تالاموس افراد بیمار مشاهده نگردید و در مجموع فقط ۲ پلاک در ناحیه پوتامن رویت شد.

منحنی بازیافت، شدت سیگنال صفر می‌شود و ممکن است ساختمان‌های مورد نظر در تصویر قابل مشاهده نباشد. بنابراین مقادیر  $0.7 T_1 < TI \leq 1.0 T_1$  می‌تواند مطلوب باشد. چنانچه چند نوع بافت با مقادیر مختلف  $T_1$  به طور هم‌زمان مورد بررسی قرار گیرند، برای افزایش دقت باید  $TI$  برابر با  $T_1$  بافتی در نظر گرفته شود که دارای بیشترین اهمیت بررسی و کوچکترین مقدار  $T_1$  است. به عنوان مثال در بیماری MS که بیشتر ماده سفید را درگیر می‌سازد  $TI$  برابر با  $T_1$  بافت سفید ( $780 \text{ msec}$ ) در نظر گرفته می‌شود. هم‌چنین به علت اینکه مقادیر کوچک  $TR$  باعث افزایش پراکندگی خطا و مقادیر بسیار بزرگ  $TR$  باعث افزایش بیش از حد زمان تصویربرداری می‌گردد، باید  $TR$  دو توالی تا حد امکان بزرگ در نظر گرفته شود. ( $TR > 2.5 T_1$ ).

هم‌چنین برای ایجاد تصاویر  $T_2$  Map با استفاده از دو توالی اسپین اکو، با توجه به یافته‌های حاصل از کالیبراسیون دستگاه با افزایش اختلاف  $TE$  دو توالی ( $TE_3 - TE_1$ ) و در نظر گرفتن  $TE_1$  حداقل، مقدار  $T_2$  اندازه‌گیری شده به طور پیوسته کاهش یافته و به  $T_2$  مورد نظر نزدیک می‌شود. با توجه به محدودیت‌های موجود در افزایش  $TE$  و طبق معادلات پراکندگی خطا می‌توان پیش‌بینی کرد که این روند ادامه یافته و در هنگامی که  $TE_3 - TE_1 = 1.27 T_2$  ( $T_2$  بافت مورد بررسی یعنی بافت سفید با مقدار  $90 \text{ msec}$ ) باشد مقدار  $T_2$  با حداقل خطا به دست می‌آید. در اینجا نیز با توجه به افزایش بیش از حد زمان تصویربرداری در مقادیر بسیار بزرگ  $TR$ ، باید  $TR$  دو توالی تا حد امکان بزرگ در نظر گرفته شود.

کاهش  $T_2$  ماده خاکستری احتمالاً به دلیل رسوب غیرطبیعی آهن بدون هم (nonheme iron)

مقدار  $T_2$  ماده خاکستری منطبق بر آن در افراد کنترل در نمودار شماره ۴ ارائه گردیده است و کاهش معنی‌داری را در تمام نواحی نشان می‌دهد ( $P < 0.038$ ). مقدار این کاهش بین  $2/07$  درصد (مربوط به تالاموس) و  $5/07$  درصد (مربوط به پوتامن) بود. هم‌چنین مقدار  $T_2$  موجود در پوتامن افراد بیمار نسبت به افراد کنترل  $80/01$  درصد افزایش نشان داد.



نمودار ۴- مقادیر  $T_2$  ماده خاکستری مبتلایان به MS و گروه شاهد آنها به تفکیک نواحی مختلف مغز

## بحث

برای ایجاد تصاویر  $T_1$  MaP با استفاده از یک جفت توالی اینورژن ریکاوری و اسپین اکو، با توجه به یافته‌های حاصل از کالیبراسیون دستگاه، در مقادیر کوچک  $T_1$  ( $TI < 0.7 T_1$ ) مقدار  $T_1$  اندازه‌گیری شده خیلی کوچکتر از  $T_1$  مورد انتظار است. از طرف دیگر در مقادیر بزرگ  $T_1$  ( $TI > 1.0$ )  $T_1$  علاوه بر افزایش پراکندگی خطا، زمان تصویربرداری نیز طولانی می‌شود. ضمن اینکه در  $TI = 0.7 T_1$  به علت انطباق با نقطه Null Point

در هسته کائودیت افراد بیمار کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد، در صورتی که مقدار  $T_2$  ماده خاکستری ظاهراً طبیعی در تمامی نواحی مورد بررسی مغز افراد بیمار کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد. میزان این کاهش در تالاموس کم‌ترین و در پوتامن بیشترین می‌باشد.

نتیجه نهائی نشان می‌دهد افزایش  $T_1$  و به خصوص  $T_2$  ماده سفید (به ویژه در نواحی پری و نتریکولار) و کاهش  $T_2$  ماده خاکستری (به ویژه ناحیه پوتامن) در افراد مشکوک به MS که در تصاویر متداول MRI فاقد پلاک می‌باشند، می‌تواند به عنوان یک الگو جهت تشخیص این بیماری استفاده گردد.

(deposition) ناشی از یک فرآیند دژنراتیو غیراختصاصی است (۶).

مقادیر  $T_1$  و  $T_2$  پلاک‌های MS به طور کلی در تمام نواحی مختلف مغز افراد بیمار به شدت افزایش نشان می‌دهد. میزان این افزایش در کپسول اینترنال کم‌ترین و در کارپوس کالوزوم (به خصوص و بخش خلفی) و لب اکسپیتال بیشترین می‌باشد. مقادیر  $T_1$  و  $T_2$  ماده سفید ظاهراً طبیعی (NAWM) در تمامی نواحی مختلف مغز افراد بیمار افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد. میزان این افزایش در کپسول اینترنال کم‌ترین و در نواحی پری و نتریکولار (به خصوص بخش قدامی) بیشترین می‌باشد. مقدار  $T_1$  ماده خاکستری ظاهراً طبیعی فقط

#### References:

- 1- Walker PM, et al. Synchronized inversion recovery spin echo sequences for precise in vivo T1 measurement of human myocardium: A pilot study on 22 healthy subjects. *Magn Reson Med* 1993; 29(5): 637-41.
- 2- Ishijima H, et al. T2 relaxation time of bone marrow water and lipid: Correlation with serum ferritin in normal individuals. *J Comput Assist Tomogr* 1997; 21(3): 506-8.
- 3- Steen RG, et al. Age-related change in proton T1 value of normal human brain. *Magn Reson Imaging* 1995; 5(1): 43-48.
- 4- Steen RG, et al. Age-related change in the pediatric brain: Quantitative MR evidence of maturation changes during adolescence. *Am J Neuroradiol* 1997; 5(5): 819-28.
- 5- Cho S, et al. Establishing norms for age-related change in proton T1 of human brain tissue in vivo. *Magn Reson Imaging* 1997; 15(10): 1133-43.
- 6- Russo C, et al. Cortical and subcortical nuclear magnetic resonance Hahn spin-echo decay (T2) in live rats with endotoxin lung injury. *Mag Reson Med* 1993; 29(4): 441-45.