

بررسی مورفومتریک اجزای مختلف مخچه و مقایسه آنها برحسب سن و جنس در افراد سالم به وسیله MRI

✉ فرزاد رجایی، Ph.D.*، محمدرضا سلحشور، M.Sc.**، حسن جهانی هاشمی، Ph.D.*

* گروه علوم تشریح دانشگاه علوم پزشکی قزوین

** مرکز MRI بیمارستان امام رضا (ع)، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

*** گروه آمار دانشگاه علوم پزشکی قزوین

تاریخ وصول: شهریورماه ۸۶، تاریخ پذیرش: آبان ماه ۸۶

چکیده

هدف: تعیین و ثبت ابعاد قسمتهای مختلف مخچه و مقایسه آنها بر حسب سن و جنس در افراد سالم به وسیله MRI (Magnetic Resonance Imaging)

مواد و روشها: در این پژوهش که به روش مشاهدهای انجام شد، ۳۰۰ فرد سالم از میان افرادی که برای انجام MRI به مرکز تصویربرداری بیمارستان امام رضا در شهر کرمانشاه مراجعه کرده بودند، مطالعه شدند. شرط ورود به این مطالعه برای افراد، تأیید پزشکان مرکز مبنی بر سلامت فرد و عدم وجود ضایعات پاتولوژیک در مغز بر اساس تصاویر به دست آمده از MRI مغز آنها بود. پس از انجام تصویربرداری، توسط سیستم اندازه گیری خود دستگاه، ابعاد قسمتهای مورد نظر در مخچه برحسب سن و جنس محاسبه و ثبت شد. داده‌ها در گروه‌های مورد مطالعه با استفاده از آزمون Rot ضریب همبستگی و رگرسیون و در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ تجزیه و تحلیل آماری شدند.

یافته‌ها: به طور کلی میانگین اندازه اجزای مورد بررسی بر حسب واحد میلی‌متر به این ترتیب بود: طول نیمکره راست مخچه $61/68 \pm 2/33$ ، طول نیمکره چپ مخچه $61/83 \pm 1/95$ ، ارتفاع نیمکره راست مخچه $39/58 \pm 2/06$ ، ارتفاع نیمکره چپ مخچه $39/56 \pm 1/87$ ، عرض نیمکره راست مخچه $49/25 \pm 1/67$ ، عرض نیمکره چپ مخچه $49/20 \pm 1/67$ ، عرض مخچه $98/48 \pm 3/00$ ، ارتفاع ورمیس $43/13 \pm 2/50$ ، طول قسمت فوقانی ورمیس $25/60 \pm 1/46$ ، طول قسمت تحتانی ورمیس $17/59 \pm 1/546$ ، ارتفاع قسمت خلفی ورمیس $21/83 \pm 1/74$ ، طول پیرامید ورمیس $9/16 \pm 1/12$

نتیجه‌گیری: تمام قسمتهای مخچه به جز طول پیرامید و ارتفاع قسمت خلفی ورمیس در مردان بزرگتر از زنان است. همچنین قسمتهای بیشتری از مخچه مردان نسبت به زنان با تغییرات سنی رابطه معنی‌دار دارند که هر قسمت از الگوی خاصی نسبت به تغییرات سنی پیروی می‌کند.

کلید واژه‌ها: مورفومتری، تصویربرداری تشدید مغناطیسی، مخچه MRI

✉ آدرس مکاتبه: قزوین، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، گروه علوم تشریح، صندوق پستی:

۳۴۱۹۷-۵۹۸۱۱

E-mail: frajaei@qums.ac.ir

مقدمه

با ظهور تصویربرداری تشدید مغناطیسی یا MRI در دهه های اخیر در جهان و ایجاد تصاویر دقیق و به عبارتی شگفت انگیز در تمامی سطوح از مغز انسان، در حال حاضر می توان به بسیاری از مسایل مبهم در ارتباط با تاثیر فاکتورهای مختلف مثل سن و جنس روی مغز انسان پاسخ داد. در حالی که از عمر این وسیله در کشور ما چیزی کمتر از ۲ دهه می گذرد هنوز تحقیقی با این وسیله در این زمینه صورت نگرفته است. در آناتومی و به خصوص بخش نورآناتومی بررسیهای مورفومتریکی هنوز در بسیاری از اجزا صورت نگرفته که شاید به دلیل عدم کشف و دسترسی محققان گذشته به چنین ابزاری بوده است. اطلاعات موجود در کتابهای نورآناتومی در مورد سائز اجزای مغز فقط محدود به ذکر اندازه قسمتهای اصلی و معمولاً در یک بعد است و اطلاعات به صورت جزئی در ابعاد مختلف موجود نیست [۱ و ۲]. این در حالی است که بررسیهای مورفومتریکی در گذشته از طریق مطالعه روی اجساد و جراحیهای باز مغز انجام می شده که به دلیل وجود تغییرات پس از مرگ به خصوص آتروفی و عدم دسترسی به بسیاری از مناطق مغز به صورت سه بعدی در فرد زنده، در مطالعه حاضر سعی شد که توسط MRI در افراد سالم قسمتهایی از مخچه به صورت جزء به جزء در تمامی ابعاد مورد بررسی قرار گرفته و ضمن بیان و ثبت اندازه این اجزای و مقایسه آنها با توجه به سن و جنس افراد، نتایجی به دست آید که به مرزهای دانش در علوم تشریح، کمک نماید. در ضمن با توجه به اینکه بسیاری از موارد پاتولوژیک، سندرمها، مواد سمی و داروها تغییراتی در اندازه این اجزای ایجاد می کنند [۳-۷] تحقیق انجام شده در این موارد نیز بتواند، در آینده در مشخص شدن تفاوتهای نژادی از نظر اندازه قسمتهای مورد بررسی مفید باشد، تفاوت اندازه مخچه در افراد زنده و اجساد موجود در سالنهای آناتومی را مشخص کند و بالاخره اندازه قسمتهای مختلف مخچه را برحسب سن و جنس مشخص نماید.

تحقیقات قبلی انجام شده در این زمینه همگی روی حجم مخچه بوده و اشاره ای به ابعاد اجزای مخچه نکرده و فقط حجم قسمتهایی از مخچه را در مردان و زنان و در سنین مختلف بررسی کرده اند [۸-۱۲]. بررسیهای مورفومتریکی در مخچه به منظور تعیین و ثبت ابعاد قسمتهای مختلف آن و بررسی اثر سن و جنس روی ابعاد این قسمتها تاکنون صورت نگرفته است و اجرای آن لازم به نظر می رسد.

مواد و روشها

پژوهش حاضر روی ۳۰۰ نفر از افراد مراجعه کننده به مرکز MRI بیمارستان ۵۰۰ تختخوابی امام رضا (ع) در شهر کرمانشاه انجام شد. برای این منظور پرسشنامه هایی از تمامی کسانی که با درخواست MRI مغزی به مرکز تصویربرداری مراجعه کردند، تهیه شد که در آن سن افراد، جنسیت آنها، سابقه بیماریهای قبلی به خصوص بیماریهای روانی و عصبی، سابقه تروما به مغز، بیماریها و سندرومهای مادرزادی، سابقه بیماریهای قلبی و عروقی به ویژه فشارخون مزمن و همچنین سابقه مصرف الکل ثبت شد.

پس از پوشیدن لباس مخصوص تصویربرداری و کنترل افراد توسط فلزیاب برای جلوگیری از ایجاد آرتیفکت و بروز خطرات احتمالی برای بیمار و دستگاه، فرد به طریق سوپاین روی تخت دراز کشیده و چانه فرد تا حد ممکن به قفسه سینه نزدیک شد تا خط OMBL (Orbito Meatal Base Line) عمود بر سطح تخت قرار گیرد. این امر برای یکسان نمودن بررسیها در افراد مختلف دارای اهمیت است. به منظور جلوگیری از ایجاد اضطراب و بیقراری ناشی از صدای درون تونل دستگاه، یک گوشی (head phone) کوچک برای جلوگیری از صدای بالا روی گوش فرد گذاشته می شد. سر افراد با استفاده از نورهای لیزری به صورت نشانه به حالت مستقیم قرار می گرفت. زیرا کمترین چرخش در سر موجب کاهش دقت در بررسی مورفومتریکی خواهد شد. پس از قرار گرفتن کوئل (Coil) (وسیله دریافت و تقویت سیگنال) روی

افراد مورد بررسی اجباری نبوده و حتی هزینه ای را بر آنها تحمیل نکرده است.

روشهای آماری

در تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون t (برای مقایسه میانگین اندازه‌های مختلف در دو جنس)، ضریب همبستگی و رگرسیون (برای بررسی ارتباط بین سن و اندازه‌های مختلف اجزای مخچه) استفاده شد. سطح معنی داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه ۳۰۰ فرد سالم شامل ۱۲۴ مرد (۴۱/۳٪) و ۱۷۶ زن (۵۸/۷٪) مورد بررسی قرار گرفتند. سن این افراد بین یک تا هشتاد و پنج ساله بود، که از نظر سنی به ۹ گروه تقسیم شدند که توزیع افراد مورد بررسی بر اساس گروه سنی در جدول ۱ آمده است.

اندازه اجزای مختلف مغز در هر گروه سنی و به تفکیک جنس در جدول ۲ ارایه شده‌اند. نتایج نشان داد که غیر از ارتفاع قسمت خلفی ورمیس و طول پیرامید در بقیه موارد اندازه اجزای مخچه در مردان به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) بزرگتر از زنان است. همچنین اندازه اجزای مورد مطالعه در بسیاری از قسمت‌های مخچه مردان با افزایش سن تغییر معنی‌داری را نشان می‌دهد که این تغییر از الگوی خاصی متابعت می‌نماید. به طوری که ارتفاع ورمیس در افراد از سن ۱ تا ۵۰ سالگی افزایش و سپس با افزایش سن کاهش پیدا می‌کند، طول نیمکره راست و چپ مخچه از سن ۱ تا ۳۰ سالگی افزایش و سپس تا سن ۸۰ سالگی بدون تغییر و پس از آن کاهش پیدا می‌کند، ارتفاع نیمکره راست و چپ مخچه از سن ۱ تا ۲۰ سالگی افزایش و سپس تا سن ۳۰ سالگی بدون تغییر و در نهایت از سن ۳۱ تا ۵۰ سالگی کاهش نشان می‌دهد و در رده سنی ۵۱ تا ۶۰ سالگی مجدداً افزایش و پس از آن با افزایش سن کاهش می‌یابد. طول پیرامید ورمیس از

سر افراد مورد مطالعه، افراد داخل تونل دستگاه تصویربرداری قرار گرفته و تصویربرداری از آنها انجام شد. دستگاه MRI مورد استفاده در این مطالعه، مدل فیلیپس ساخت کشور هلند، ۱/۵ تسلا با مونیتور LCD، ۲۰ اینچ، version ۲۰۰۲، mm، GAP=۰/۷ میلی متر و Tikness=۴ mm در حفره خلفی بود. پس از انجام تصویربرداری، تصاویری که فاقد چرخش و آرتیفکتها بوده و بر اساس پرسشنامه پر شده و گزارش MRI پزشک مرکز دارای سلامت مغزی بودند مورد بررسیهای مورفومتریکی قرار گرفتند. در مرحله بعد، از برشهای متعدد کروئال، ساجیتال و آگزیتال موجود نماهای T1 که بر اساس تحقیقات انجام شده بهترین نما برای بررسیهای آناتومیکی است انتخاب شد [۱۳ و ۱۲]. ابتدا در هر یک از این برشها، بزرگنمایی به مقدار لازم برای بالا بردن دقت در انجام اندازه گیری و سپس تنظیم کنتراست و دانسیته برای مشخص کردن بهتر لبه‌های تصویر، به همین منظور انجام شد. با استفاده از سیستم اندازه گیری دستگاه و با مشخص کردن دو نقطه از لبه‌های تصویر، ابعاد مورد بررسی بر حسب میلی متر به دست آمد. به دلیل عدم تقارن قسمت‌های مورد بررسی و نداشتن یک شکل منظم هندسی، با اندازه گیری هر قسمت در جهات مختلف بزرگترین طول به عنوان اندازه آن در نظر گرفته شد و با تکرار این عمل در برشهای دیگر در کل بزرگترین عدد به دست آمده به عنوان طول، عرض یا ارتفاع آن عضو در نظر گرفته شد. ضمن اینکه سعی شد برای یکسان نمودن بررسی در افراد مختلف تا حد امکان از برشهای مشخص آناتومیکی مانند Midsagittal به ویژه در بررسیهای مورفومتریکی ورمیس استفاده شود. در صورت جمع شدن تمام شرایط فوق آن فرد واجد شرایط برای ورود به مطالعه حاضر بود. به این ترتیب از تعداد ۵۵۰ نفر از افراد مورد بررسی، ۳۰۰ نفر که واجد شرایط شناخته شده و در مطالعه بررسی شدند. به دلیل ملاحظات اخلاقی در این پژوهش به جای استفاده از نام افراد از کدهای مخصوص برای بررسی تصاویر MRI و پرسشنامه آنها استفاده شد. انجام تحقیق برای

سن ۱ تا ۲۰ سالگی افزایش و سپس تا سن ۳۰ سالگی کاهش
 نشان می‌دهد و تا سن ۷۰ سالگی ثابت بوده و پس از آن
 مجدداً کاهش نشان می‌دهد. طول قسمت فوقانی ورمیس تا
 سن ۲۰ سالگی افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد.

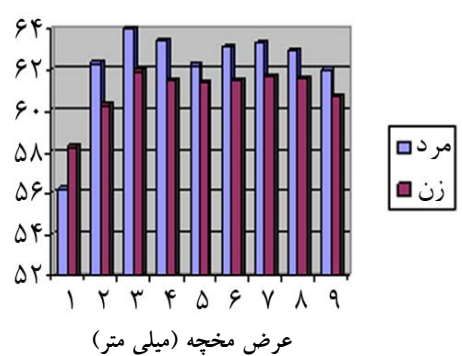
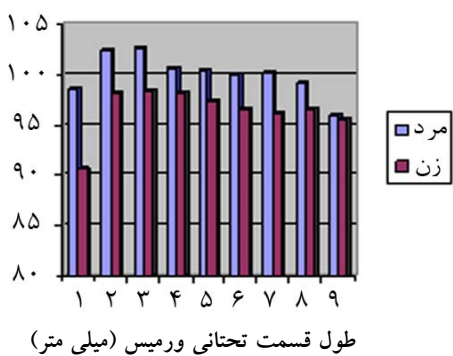
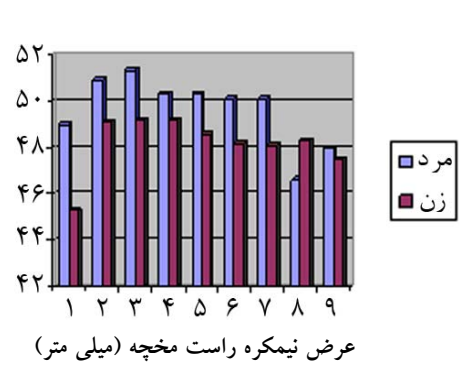
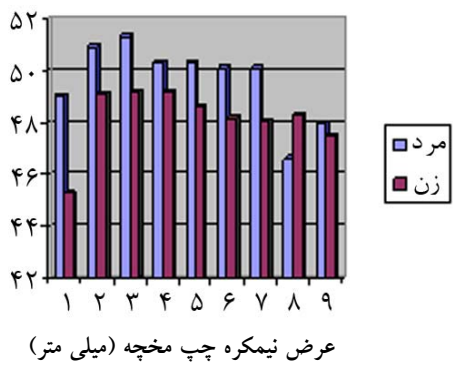
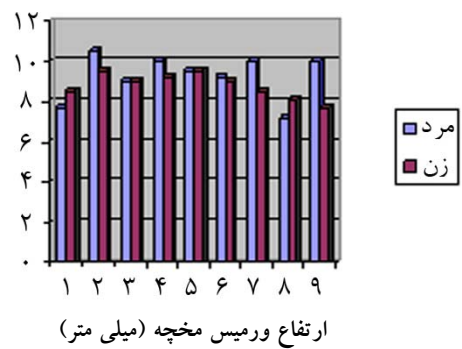
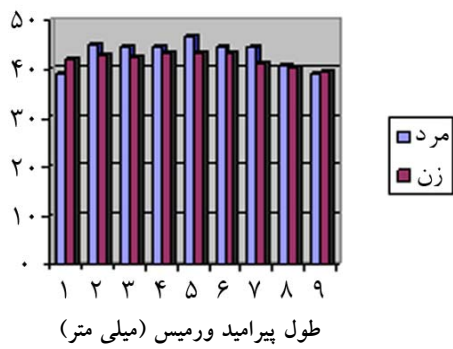
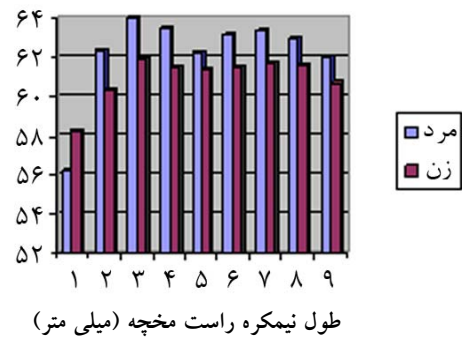
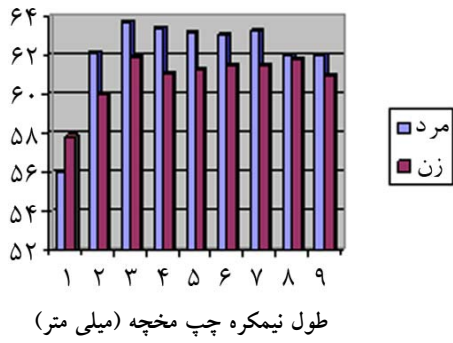
جدول ۱. توزیع افراد مورد بررسی بر اساس گروه سنی

گروه سنی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
برحسب سال	۱-۱۰	۱۱-۲۰	۲۱-۳۰	۳۱-۴۰	۴۱-۵۰	۵۱-۶۰	۶۱-۷۰	۷۱-۸۰	۸۱-۱۰۰
تعداد	۲۰	۳۴	۴۲	۶۲	۵۲	۳۴	۲۷	۲۴	۵

جدول ۲. مقایسه اندازه اجزای مورد بررسی در زنان و مردان در گروههای مختلف سنی

نام اجزای مورد بررسی	جنس	میانگین	انحراف معیار	P- value
طول نیمکره راست مخچه	مرد	۶۲/۶۰	۲/۳۳۳	<۰/۰۰۱
	زن	۶۱/۰۳	۱/۵۶۰	
طول نیمکره چپ مخچه	مرد	۶۲/۶۸	۲/۲۸۳	<۰/۰۰۱
	زن	۶۱/۲۴	۱/۴۱۰	
ارتفاع ورمیس مخچه	مرد	۴۳/۸۹	۲/۹۰۰	۰</۰۰۱
	زن	۴۲/۶۰	۲/۰۲۰	
طول قسمت فوقانی ورمیس	مرد	۲۵/۹۶	۱/۶۴۰	<۰/۰۰۵
	زن	۲۵/۳۵	۱/۲۷۸	
ارتفاع قسمت خلفی ورمیس	مرد	۲۲/۰۶	۲/۰۲۳	>۰/۰۰۵ (NS)
	زن	۲۱/۶۶	۱/۵۰۷	
طول پیرامید ورمیس	مرد	۹/۳۱	۱/۴۵۰	>۰/۰۰۵ (NS)
	زن	۹/۰۶	۱/۰۰۱	
عرض نیمکره راست مخچه	مرد	۵۰/۲۵	۱/۳۲۹	<۰/۰۰۱
	زن	۴۸/۵۵	۱/۵۲۶	
عرض نیمکره چپ مخچه	مرد	۵۰/۳۱	۱/۳۰۸	<۰/۰۰۱
	زن	۴۸/۴۳	۱/۴۵۶	
عرض مخچه	مرد	۱۰۰/۵۱	۲/۲۵۴	<۰/۰۰۱
	زن	۹۷/۰۶	۲/۶۳۳	
طول قسمت تحتانی ورمیس	مرد	۱۸/۰۲	۱/۶۸۴	<۰/۰۰۱
	زن	۱۷/۲۷	۱/۳۶۲	
ارتفاع نیمکره راست مخچه	مرد	۴۰/۲۰	۱/۶۶۷	<۰/۰۰۱
	زن	۳۹/۱۴	۱/۹۰۷	
ارتفاع نیمکره چپ مخچه	مرد	۴۰/۰۸	۱/۶۷۵	<۰/۰۰۱
	زن	۳۹/۲۰	۱/۹۳۰	

(سن) $60/12 \pm 0/04$ = طول نیمکره راست مخچه
 (سن) $60/50 \pm 0/03$ = طول نیمکره چپ مخچه
 (سن) $26/24 \pm 0/02$ = طول قسمت فوقانی ورمیس
 (سن) $40/27 \pm 0/02$ = ارتفاع نیمکره راست مخچه
 (سن) $40/14 \pm 0/01$ = ارتفاع نیمکره چپ مخچه
 (سن) $9/55 \pm 0/01$ = طول پیرامید ورمیس



بدون تغییر و پس از آن با افزایش سن کاهش می‌یابد. نتایج نشان می‌دهد ارتباط اجزای مخچه با تغییرات سنی در زنان

بالاخره ارتفاع قسمت خلفی ورمیس تا سن ۳۰ سالگی افزایش و از ۳۱ تا ۴۰ سالگی کاهش و تا سن ۶۰ سالگی

سن و جنس، نشان داد که حجم نیمکره‌های مخچه در مردان بزرگتر از زنان است که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد [۱۶-۱۴]. همچنین آنها نشان دادند که حجم قسمت قدامی ورمیس در مردان بزرگتر از زنان است ولی مطالعه حاضر نشان داد که با وجود این که بخش فوقانی ورمیس در مردان بزرگتر از زنان است اما در بخش تحتانی ورمیس این رابطه معنی‌دار نیست. مطالعه حاضر ضمن تأیید نتایج راز (Raz) و همکاران که به بررسی حجم کلی قسمت‌های مورد بررسی پرداخته‌اند، به دلیل بررسی ابعاد اجزای مختلف ورمیس (قسمت فوقانی و تحتانی) می‌تواند تکمیل‌کننده نتایج محققین فوق باشد. همچنین راز (Raz) در نتایج خود نشان داد که قسمت خلفی ورمیس بر اثر افزایش سن دچار کاهش می‌شود که بر اساس مطالعه حاضر این رابطه در مردان تأیید و در زنان رد می‌شود. در تحقیقات راز (Raz) بر کاهش حجم مخچه بر اثر افزایش سن اشاره شده است در حالی که نتایج حاضر نشان می‌دهد که ابعاد هر یک از اجزای مخچه با افزایش سن از الگوی خاصی پیروی می‌کند که در قسمت یافته‌ها به آن اشاره شده است.

در تحقیقات انجام شده توسط آدوا (Adwah) در سال ۲۰۰۱ به وسیله MRI که به همین منظور روی ۱۲۰ فرد سالم شامل ۵۰ مرد و ۷۰ زن انجام شد [۱۱] نشان داد که ارتباطی بین حجم ورمیس و سن و جنس افراد وجود ندارد. در حالی که نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد در مردان بین ابعاد قسمت‌های فوقانی و خلفی ورمیس با افزایش سن رابطه معنی‌دار وجود دارد و در زنان فقط در قسمت فوقانی ورمیس با افزایش سن این ارتباط وجود دارد و در سایر قسمت‌ها در هر دو جنس با افزایش سن رابطه معنی‌داری وجود ندارد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود به علت این که این مطالعه به بررسی ابعاد به صورت جزئی‌تری نسبت به مطالعات مشابه پرداخته است، ضمن بیان نکات جدید قادر است تکمیل‌کننده نتایج سایر

همانند مردان است با این تفاوت که این روابط در مورد ارتفاع خلفی ورمیس معنی‌دار نیست. در این مطالعه رابطه بین سن و اندازه‌های اجزای مختلف مغز با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون و رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت. معادله خط رگرسیون بین سن و طول نیمکره راست مخچه به صورت زیر به دست آمد:

$$60/12 + 0/4 \times \text{طول نیمکره راست مخچه}$$

یعنی انتظار داریم به ازای افزایش یک سال در سن به میزان ۰/۰۴ میلی‌متر به طول نیمکره راست مخچه اضافه شود. برای سایر اجزای، معادله خط رگرسیون به شرح زیر است.

$$\text{(سن)} \quad 40/27 - 0/02 = \text{ارتفاع نیمکره راست مخچه}$$

$$\text{(سن)} \quad 60/12 + 0/04 = \text{طول نیمکره راست مخچه}$$

$$\text{(سن)} \quad 40/14 - 0/01 = \text{ارتفاع نیمکره چپ مخچه}$$

$$\text{(سن)} \quad 60/50 + 0/03 = \text{طول نیمکره چپ مخچه}$$

$$\text{(سن)} \quad 9/55 - 0/01 = \text{طول پیرامید ورمیس}$$

$$\text{(سن)} \quad 26/24 - 0/02 = \text{طول قسمت فوقانی ورمیس}$$

بحث

این مطالعه که به منظور بررسی مورفومتریک مخچه و آثار سن و جنس روی ابعاد آن انجام شد، اندازه قسمت‌های مختلف مخچه را در هر یک از دو جنس و در هریک از گروه‌های سنی مشخص کرد که تا به حال در کتب مرجع آناتومی به آنها اشاره نشده بود. ضمن این که نتایج این مطالعه مشخص کرد تمام اجزای مخچه به جز ارتفاع قسمت خلفی ورمیس و طول پیرامید در مردان بزرگتر از زنان است و در هر یک از دو جنس تغییرات اندازه این اجزای نسبت به افزایش سن الگوی خاص خود را دارد. مطالعات انجام شده توسط راز (Raz) و همکاران در سالهای ۱۹۹۸، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۳ به وسیله MRI و با روش مشابه مطالعه حاضر به ترتیب روی ۱۹۰، ۱۹۰ و ۲۰ فرد سالم به منظور بررسی تغییرات حجم مخچه به تفکیک

ویژگیهایش می‌تواند در تشخیص بهتر این بیماریها کمک کننده باشد. به نظر می‌رسد علت تغییرات اندازه مخچه با افزایش سن در دو جنس در حال حاضر به دلیل ابهامات فراوان در عملکرد دقیق اجزای مختلف مخچه نامشخص است و نیاز به مطالعات بیشتری در آینده دارد.

تقدیر و تشکر

از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی قزوین برای تامین هزینه انجام این مطالعه و ریاست محترم بخش MRI بیمارستان امام رضا (ع) کرمانشاه که نهایت همکاری را برای انجام این مطالعه داشتند، تقدیر و تشکر می‌نمایم.

References

1. **Snell RS.** Clinical anatomy for medical student. third edition, little, Brown and Company, 2001.
2. **Mc Minn RMH.** 1995; Mc Minn's functional & clinical Anatomy, Mosby, Philadelphia, 1995.
3. **OKugawa G, Sedval G, Nordstrom M, Anderson N, Pierson R, Magnotta V, et al.** Sedvall G, Nordstrom M, Andreasen N, Pierson R, Magnotta V, Agartz I. Selective reduction of the posterior superior vermis in men with chronic schizophrenia. *Schizophr Res.* 2002 May 1;55 (1-2): 61-7
4. **Schmitt JE, Eliez S, Warsofsky IS, Bellugi U, reiss AL.** Enlarged cerebellar vermis in Williams syndrome. *JP sychiatr Res.* 2001 Jul – Aug;35 (4): 225-9.
5. **Liu RS, Lemieux L, Bell GS, Sisodiya SM, Bartlett PA, Shorvon SD, Sander JW, et al.** Duncan JS. Cerebral damage in epilepsy: a population-based longitudinal quantitative MRI study. *Epilepsia* 2005 Sep; 46 (9): 1482-94
6. **Levitt JJ, Mccarley RW, Nestor PG, Petrescu C, donnino R, hirayasu Y, Kikins R, Jolesz FA, Shenton ME, et al.** Quantitative volumetric MRI study of the cerebellum and vermis in schizophrenia: clinical and cognitive correlates. *Am J Psychiatry*, 1999 Jul; 156 (7): 1105-7.
7. **Mostofsky SH, Mazzocco MM, Aakalu G, Warsofsky IS, Denckla MB, Reiss AL.** Decreased cerebellar posterior vermis size in fragile X syndrome: correlation with neurocognitive performance. *Neurology.* 1998 Jan; 50(1): 121-30.
8. **Raz N, Rodrigue Kennedy KM, Dahle C, Head D, Acker JD.** *Neurosci Lett.* Differential age-related changes in the regional metencephalic volumes in humans: a 5 year follow up 2003 Oct 9; 349 (3): 163-6.
9. **Shah SA, Doraiswamy PM, Husain MM, Figiel GS, Boyko OB, McDonald WM, Ellinwood EH Jr, Krishnan KR.** Assessment of posterior fossa structures with midsagittal MRI: the effects of age. *Neurobiol Aging.* 1991 Jul- Aug; 12 (4): 371-4.
10. **Raz N, Dixon F, williamson A, Head D,** Age and sex differences in the cerebellum and the ventral Pons: A prospective MR study of healthy adults. *Am J neuroradial* 2001; 22(6): 1161-7
11. **Awadh K, Ziylan T, seker M, Cicekcibasi A,** Morphometric assment of brain stem and cerebellar vermis with midsagittal MRI: the gender differences and Effects of age. *Neuroanatomy*

2003; 2: 35-8

12. **Raz N, Dupuis JH, Briggs SD, mcGavran C and Acker JD.** Differential effects of age and sex on the cerebellar hemispheres and the vermis: a prospective MRI Study. American journal of Neuroradiology. 1998 vol 19, Issue 165-71.
13. **Courchesne E, Press GA, Murakami J, Berthoty D, Grafe M, Wiley CA, Hesselink JR.** The cerebellum in sagittal plane-anatomic-MRI correlation: AJR Am J Roentgenol. 1989 Oct;153(4):829-35.
14. **Torvik A, Torp S, Lindboe CF.** Atrophy of the cerebellar vermis in ageing. A morphometric and histologic study. J Neurol Sci. 1986 Dec; 76(2-3): 283-94.
15. **Escalona PR, McDonald WM, Doraiswamy PM, Boyko OB, Husain MM, Figiel GS, Laskowitz D, Ellinwood EH Jr, et al.** Krishnan KR. In vivo stereological assessment of human cerebellar volume: effects of gender and age. AJNR Am J Neuroradiol. 1991 Sep-Oct; 12(5): 927-9.
16. **Sullivan Ev, Rosenbloom m, serventi kl, pferbaum A.** Effects of age and sex on volumes of the thalamus, pons and cortex. Neurobiol. Aging. 2004; 25: 185 – 192.
17. **Bang OY, Lee Ph, Kim SY, Kim HJ, Huh K.** Pontine atrophy precedes 10 cerebellar degeneration in spinocerebellar ataxia 7: MRI-based volumetric analysis. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2004 Oct; 75 (10): 1452-6.