بررسی هیستولوژیک رشته‌های عصبی میلین‌دار کپسول انتهایی مغز انسان

حسین حقیر Ph.D.☆♦، یوسف صادقی Ph.D.*، احمد حسینی Ph.D.*، پرویز مهرآئین M.D.*

☆ دانشگاه علوم پزشکی مشهد، گروه علوم تشریح

* دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، گروه علوم تشریح

* دانشگاه مونیخ، گروه نوروپاتولوژی

♦ آدرس مکاتبه: مشهد، کد پستی ۹۱۳۷۵، دانشکده پزشکی، گروه علوم تشریح

چکیده

* **هدف:** شناسایی هر چه بیشتر رشته‌های عصبی میلین دار کپسول انتهایی (Extreme capsule) مغز انسان

* **مواد و روشها:** ۱۰ مغز (۲۰ نیمکره مغزی) بالغ و سالم که نیمی متعلق به زنان و نیمی متعلق به مردان بود، پس از تثبیت و طی مراحل آمادش در سطوح اصلی (کرونال، افقی و پاراساژیتال) با ضخامت ۱۵ میکرومتر به صورت سریال برش داده شده و این برشها به روش Klüver-Barrera و Heidenhain-Woelcke رنگ‌آمیزی شدند.

* **یافته‌ها:** رشته‌هایی از قشر درپوش پیشانی - آهیانه‌ای (Frontal-Parietal Operculum) منشا می‌گرفتند و وارد کنار پشتی (Dorsal) کپسول انتهایی می‌شدند. قسمت اعظم این رشته‌ها که در بخش خارجی کپسول انتهایی قرار داشتند، در نیمه پشتی قشر شکنجهای قطعه جزیره (Insula) ختم می‌شدند. بخش کوچکی از این رشته‌ها در مجاورت کلاستروم نزول کرده تا سرانجام به قشر درپوش گیجگاهی (Temporal)، از جمله ناحیه شنوایی و قشر شکنج گیجگاهی فوقانی ختم می‌شدند. برخی از رشته‌های کپسول انتهایی در کلاستروم ختم می‌شدند یا از آن منشا می‌گرفتند. رشته‌هایی نیز بین بخش شکمی (Ventral) قشر شکنج فوقانی قطعه جزیره و بخش پشتی قشر شکنج تحتانی مبادله می‌شدند و در حقیقت رابط بین شکنجهای مجاور قطعه جزیره بودند. تعدادی از رشته‌ها از بخش شکمی قشر شکنج فوقانی قطعه جزیره در مجاورت کلاستروم پایین آمده و به درپوش تمپورال، از جمله ناحیه شنوایی و شکنج گیجگاهی فوقانی ختم می‌شدند. تمامی رشته‌هایی که از بخش شکمی قشر شکنج تحتانی قطعه جزیره آمده بودند و برخی از رشته‌هایی که از کلاستروم منشا گرفته بودند، همگی به درپوش تمپورال، از جمله ناحیه شنوایی و شکنج گیجگاهی فوقانی ختم می‌شدند. رشته‌های دسته قلابی و دسته طولی تحتانی از بخش شکمی کپسول انتهایی عبور می‌کردند. رشته‌هایی ضمن عبور از میان کلاستروم پشتی بین کپسولهای خارجی و انتهایی مبادله می‌شدند.

* **نتیجه‌گیری:** اکثر رشته‌های کپسول انتهایی از نوع رشته‌های هماهنگی (Association fibers) است؛ هر چند رشته‌های خروجی (Projection fibers) نیز در ساختمان آن شرکت می‌کنند. رشته‌های هماهنگی موجود در کپسول انتهایی را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد: ۱- رشته‌های هماهنگی طویل و شناخته شده، ۲- رشته‌های هماهنگی کوتاه و ۳- رشته‌های هماهنگی‌ای که رابط بین درپوشهای پیشانی - آهیانه‌ای و گیجگاهی هستند و به اعتقاد نویسندگان می‌توان آنها را «رشته‌های هماهنگی حدواسط» نامید.

گل‌واژگان: کپسول منتهایی، رشته‌های عصبی میلین‌دار، مغز انسان، بررسی هیستولوژیک

مقدمه

بخشهای مختلف ماده سفید نیمکره‌های مغز از رشته‌های عصبی فراوانی تشکیل شده‌اند. اطلاعات در مورد مجاورات، مسیر و ارتباطات رشته‌های عصبی ماده سفید نیمکره‌های مغز انسان اندک است (۱). از سوی دیگر؛ شناسایی هر چه بیشتر این رشته‌ها تاثیر به سزایی در تشخیص آناتومیکی بیماریهای مغز و اعصاب و احتمالاً بهبود روشهای جراحی مغز و اعصاب خواهد داشت. عدم آگاهی از وجودبرخی ارتباطات عصبی یا مسیر و مجاورات این ارتباطات در ماده سفید نیمکره‌های مغز انسان می‌تواند دلیل برخی از مشاهدات غیرقابل توجیه در ضایعات مغزی باشد.

یکی از ناشناخته‌ترین رشته‌های عصبی ماده سفید مغز انسان، رشته‌های عصبی کپسول انتهایی است. کپسول انتهایی بخشی از ماده سفید مغز است که بین قشر قطعه جزیره در خارج و کلاستروم در داخل محدود شده است. Burakowska (۲) در سال ۱۹۶۶ با روش تهیه مقاطع بافت شناسی متوالی[1] و رنگ‌آمیزی میلین به تعقیب رشته‌های عصبی کپسول انتهایی مغز سگ پرداخت. پیش از او Berke (۳) در سال ۱۹۶۰ با استفاده از روش ایجاد ضایعه و تعقیب رشته‌های دژنره (متد Marchi) رشته‌های هر دو کپسول خارجی و انتهایی را در مغز میمون بررسی کرده بود. یافته‌های به دست آمده از کپسول انتهایی مغز سگ و میمون در این دو تحقیق به جز در موارد معدودی کاملاً متفاوت بود.

در بازنگری وسیع و کاملی که توسط نویسندگان و به کمک کتابخانه ایالتی بایرن (آلمان) صورت گرفت، از سال ۱۹۶۰ تاکنون هیچ تحقیقی که منحصراً به شناسایی رشته‌های عصبی کپسول انتهایی مغز انسان پرداخته باشد ، یافت نشد.

هر چند در برخی پژوهشها با روشهای ایمونوهیستوشیمی ارتباطات عصبی را در نواحی دیگری از مغز میمون مورد بررسی قرار داده و در این ضمن متوجه عبور برخی رشته‌های عصبی از درون کپسول انتهایی مغز میمون شده بودند (۴، ۵، ۶، ۷) ولی چنین پژوهشهایی اولاً با هدف بررسی رشته‌های عصبی کپسول انتهایی طراحی نشده بودند و ثانیاً نتایج این پژوهشها پیش از یافتن قرینه‌هایی در مغز انسان قابل تعمیم به انسان نیست (۸).

از سوی دیگر؛ اکثر منابع معتبر نوروآناتومی بدون اشاره به رشته‌های تشکیل دهنده این کپسول تنها به ذکر موقعیت آناتومیک و توپوگرافی آن بسنده کرده‌اند (۱۶-۸). برخی دیگر از منابع با احتیاط پا را قدری فراتر گذاشته و رشته‌های کپسول انتهایی را از نوع رشته‌های هماهنگی که مناطق مختلف قشر مغز را در یک نیمکره به هم متصل می‌کنند ، ذکر کرده‌اند (۱۷، ۱۸)، اما این منابع نیز به مبدا و مقصد رشته‌های مذکور اشاره‌ای نمی‌کنند. Duus (۱۹) معتقد است برخی از رشته‌های کپسول انتهایی رابط بین قشر شنوایی در لوب گیجگاهی و قشر حرکتی و پیش حرکتی در لوب پیشانی[2] هستند.

از آنجا که علی‌رغم جستجوی بسیار گسترده نویسندگان، هیچ تحقیقی که در آن منحصراً رشته‌های کپسول انتهایی مغز انسان مورد بررسی قرار گرفته باشد، یافت نشد و تحقیقات انجام شده در این زمینه روی حیوانات نیز معدود است، پژوهش حاضر با هدف شناسایی هر چه بیشتر رشته‌های عصبی میلین دار کپسول انتهایی مغز انسان، طراحی و اجرا شد.

مواد و روشها

این تحقیق روی ۱۰ مغز (۲۰ نیمکرهٔ مغزی) بالغ، سالم و طبیعی که نیمی از آنان متعلق به زنان و نیم دیگر از آن مردان بود انجام گرفت. این افراد به علل بیماریهای مختلف غیرمغزی فوت کرده بودند و مغز آنها حداکثر ۱۲ ساعت پس از مرگ از درون جمجمه خارج شد. پس از تأیید سالم و طبیعی بودن توسط نوروپاتولوژیست، مغز در ظرف محتوی چهار تا پنج لیتر فرمالین ۴ درصد به مدت دو هفته قرار گرفت. محلول فرمالین اولیه پس از ۲۴ ساعت با محلول فرمالین تازه جایگزین شد. به منظور حفظ ساختار طبیعی مغز، شریان بازیلار لیگاتور و مغز توسط آن در محلول فرمالین معلق نگه داشته شد.

پس از گذشت دو هفته، تثبیت نسبی بدست آمد. این مغزها در سه گروه مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. شش مغز در جهت کرونال، دو مغز در جهت پاراساژیتال و دو مغز دیگر در جهت افقی توسط ماکروتوم به فواصل دو سانتی‌متری تحت برشهای متوالی قرار گرفتند. سپس هر یک از برشها کد گذاری شد و به مدت یک هفته دیگر در محلول فرمالین ۴ درصد قرار گرفت تا تثبیت کامل شود. این مقاطع بافتی پس از تثبیت به مدت یک هفته در الکل ۷۰ درجه و سپس به مدت یک هفته در الکل ۹۶ درجه قرار گرفتند. نمونه‌ها ضمن عبور از الکلهای به تدریج غلیظ شده آبگیری شدند و سپس مرحله عبور از استن و آغشتگی به پارافین انجام گرفت. در نهایت این مقاطع بافتی درون بلوکهای پارافینی قرار گرفتند. بلوکهای مذکور دارای ابعاد بزرگی بودند که در مقاطع کرونال و افقی شامل هر دو نیمکره مغز و در مقاطع پاراساژیتال شامل نیمکره مغزی مربوط بود. این بلوکها بر روی میکروتوم مخصوصی به نام میکروتوم Tetrander (Jung, Heidelberg) که دارای تیغه‌ای طویل است، قرار گرفتند. این میکروتوم قادر به ایجاد برشهای میکروسکوپی از بلوکهای وسیعی است که حتی شامل هر دو نیمکره هم باشند. به کمک این میکروتوم برشهایی به ضخامت ۱۵ میکرومتر از نمونه‌ها تهیه شد. از هر ۲۰ برش متوالی یک برش برای رنگ آمیزی روی لامهایی به ابعاد ۱۰/۵×۱۴/۵ سانتیمتر منتقل شد (یعنی برشهای ۱، ۲۱، ۴۱ و...) سایر برشها به ترتیب و با قید شماره در بین کاغذهای مخصوص و درون جعبه‌هایی حفظ شدند. از این برشهای حفظ شده بعداً در مرحله مطالعه لام‌های میکروسکوپی استفاده شد و بسیاری از آنها رنگ آمیزی شدند.

رنگ آمیزی اصلی مورد استفاده در این تحقیق، رنگ آمیزی Klüver-Barrera بود. در این روش، رشته‌های میلین دار و سلولها همزمان با هم و با دو رنگ متفاوت رنگ آمیزی می‌شوند. در این رنگ

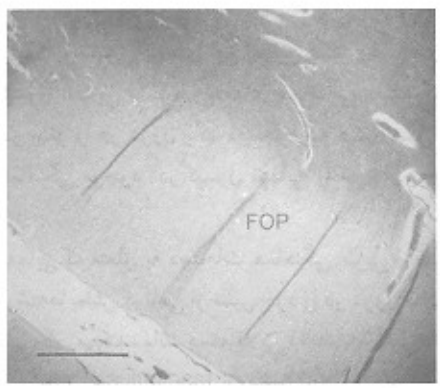
1. Serial sections
2. Frontal Lobe

آمیزی رشته‌های میلین دار با Luxal fast blue به رنگ آبی تیره و جسم سلولهایا Cresyl violet به رنگ ارغوانی درمی‌آیند و نوروپیلها رنگ نمی‌گیرند. مزیت این رنگ آمیزی، نمایش دادن همزمان رشته‌های میلین‌دار و هسته‌های مختلف یا قشر خاکستری مغز است و لذا محل شروع یا ختم رشته‌ها در هسته‌های مختلف سیستم عصبی مرکزی یا قشر مغز به خوبی نشان داده می‌شود.

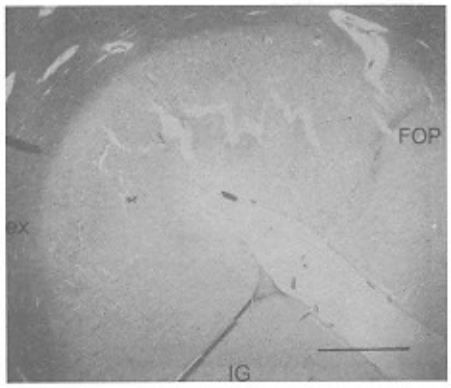
در برخی موارد که به نظر می‌رسید بررسی رشته‌های میلین‌دار نیاز به دقت بیشتری دارد، یکی از برشهای بلافاصله قبل یا بعد از لام مورد نظر به روش Heidenhain-Woelcke رنگ آمیزی شد. در این روش رشته‌های عصبی میلین‌دار به رنگ سیاه درمی‌آیند در حالی که سلولها و نوروپیلها رنگ نمی‌گیرند. رشته‌های میلین‌دار که سیاه رنگ می‌شوند در زمینهٔ بدون رنگ با وضوح بسیار زیاد قابل رؤیت خواهند بود، لذا در مواردی که به دقت بیشتری نیاز باشد از این روش استفاده می‌شود. البته چون در این روش مرز هسته‌ها و قشر مغز مشخص نمی‌شود لازم است ابتدا با روش دیگری حدود هسته‌ها را تعیین کرد. در این تحقیق ابتدا با رنگ آمیزی Klüver-Barrera حدود هسته‌ها و قشر مغز تعیین و چنانچه ضرورت داشت برخی از لامها با روش Heidenhain- Woeleke نیز رنگ شدند.

یافته‌ها

در بخشهای روسترال، رشته‌های عصبی از قشر درپوش پیشانی منشاء می‌گرفتند و از کنار پشتی کپسول انتهایی وارد این کپسول می‌شدند (شکلهای ۱ و ۲). در بخشهای دمی نیز رشته‌های عصبی از قشر درپوش آهیانه‌ای منشا می‌گرفتند و وارد کنار پشتی کپسول انتهایی می‌شدند (شکل ۳) . قسمت اعظم این رشته‌ها که در بخش خارجی کپسول انتهایی قرار داشتند در نیمه پشتی قشر شکنجهای قطعه جزیره ختم می‌شدند (شکلهای ۲، ۳، ۴ و ۵). تعداد اندکی از این رشته‌ها در مجاورت کلاستروم به پایین می‌آمدند تا سرانجام به قشر درپوش گیجگاهی از جمله ناحیه شنوایی و قشر شکنج گیجگاهی فوقانی ختم شوند (شکل ۳). البته در این مسیر برخی از رشته‌های کپسول انتهایی در کلاستروم ختم می‌شدند یا از آن منشا می‌گرفتند (شکل ۵).



شکل ۱: مقطع کرونال درپوش پیشانی نیمکره راست مغز. رشته‌های همافنگی‌ای که از درپوش پیشانی (FOP) شروع می‌شوند و با حالتی قوسی به سمت کنار پشتی کپسول انتهایی می‌روند، مشاهده می‌شوند. رنگ‌آمیزی: Klüver-Barrera. خط مقیاس: یک میلی‌متر

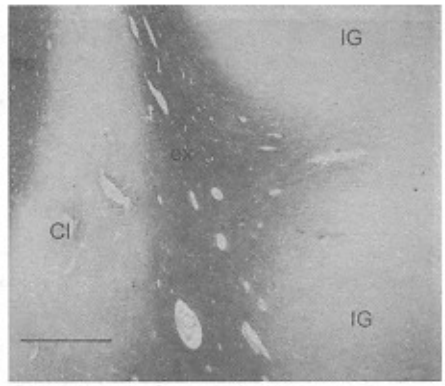


شکل ۲ : امتداد رشته‌های همافنگی شکل ۱ و وریدشان به کنار پشتی کپسول انتهایی (ex) در سمت راست و بالای تصویر، شروع برخی از این رشته‌ها از درپوش پیشانی (FOP) و در پایین و چپ تصویر، ختم برخی از این رشته‌ها در شکنج قطعه جزیره (IG) را می‌توان دید. رنگ‌آمیزی: Klüver-Barrera. خط مقیاس: یک میلی‌متر

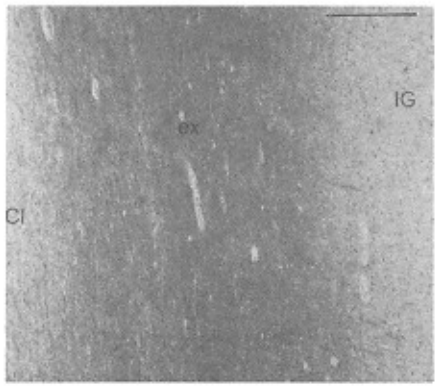
شکل ۳ : طرح شماتیک مقطع کرونال نیمکره چپ مغز در ناحیه درپوش آهیانه‌ای
قشر درپوش آهیانه‌ای (POP) ، شکنج قطعه جزیره (IG) ، قشر درپوش گیجگاهی (TOP) ، شکنج گیجگاهی فوقانی (STG) ، پوتامن (PU) & کلاستروم (CL) ، کپسول انتهایی (ex) و کپسول خارجی (ec) مشاهده می‌شوند.

رشته‌هایی که از درپوش آهیانه‌ای وارد کنار پشتی کپسول انتهایی می‌شوند به دو گروه تقسیم می‌گردند، گروهی که داخل‌تر قرار دارند، در مجاورت کلاستروم پایین آمده و ضمن چرخش به سمت خارج وارد قشر درپوش گیجگاهی (از جمله ناحیه شنوایی) و شکنج گیجگاهی فوقانی می‌شوند. گروهی که خارج‌تر قرار گرفته‌اند، در بخش پشتی شکنج فوقانی قطعه جزیره ختم می‌شوند.

از بخش شکمی شکنج فوقانی قطعه جزیره رشته‌هایی آغاز می‌شوند، بخشی از این رشته‌ها در قسمت پشتی شکنج تحتانی قطعه جزیره ختم می‌گردند و در واقع رابط بین شکنجهای مجاور قطعه جزیره هستند، اما سایر رشته‌ها به علاوه تمام رشته‌هایی که از قسمت شکمی شکنج تحتانی قطعه جزیره شروع شده‌اند و نیز برخی از رشته‌های منشا گرفته از کلاستروم به پایین آمده و همگی با هم وارد درپوش گیجگاهی (از جمله ناحیه شنوایی) و شکنج گیجگاهی فوقانی می‌شوند.



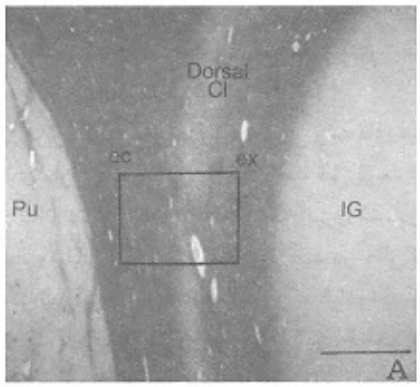
شکل ۴: بخش میانی کپسول انتهایی (ex) در مقطع کرونال لوب آهیانه‌ای (Parietal Lobe) راست. در این مقطع می‌توان شکنج فوقانی قطعه جزیره (IG)، کلاستروم (Cl) و بخشی از کپسول خارجی (ec) را دید. همانطور که می‌بینید تعدادی از رشته‌های کپسول انتهایی که در بخش خارجی این کپسول قرار دارند در نیمه پشتی شکنج فوقانی قطعه جزیره ختم می‌شوند و گروهی از رشته‌ها از نیمه شکمی همین شکنج قطعه جزیره شروع شده و به سمت پایین می‌آیند که اغلب آنها در نیمه پشتی شکنج تحتانی قطعه جزیره ختم خواهند شد. رنگ‌آمیزی: Hedenhain-Woelcke. خط مقیاس: یک میلی‌متر

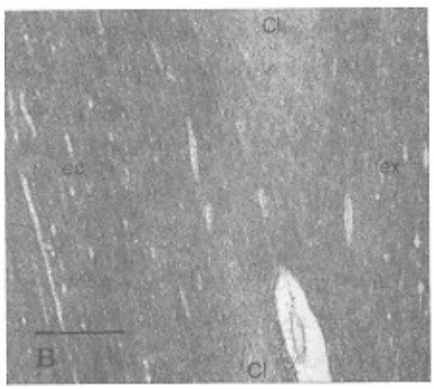


شکل ۵: مقطع کرونال کپسول انتهایی در بخشهای سری (Rostral) مغز

همانطور که مشاهده می‌شود، برخی از رشته‌های کپسول انتهایی که در سمت خارج کپسول قراردارند در بخش پشتی شکنج قطعه جزیره (IG) ختم می‌شوند. در سمت داخل کپسول انتهایی رشته‌هایی مشاهده می‌شوند که مستقیماً پایین می‌آیند پایین کلاستروم (Cl.) و کپسول انتهایی (ex) میادله می‌شوند. رنگ‌آمیزی: Klüver-Barrera. خط مقیاس: ۲۵۰ میکرومتر

رشته‌هایی از بخش شکمی قشر شکنج فوقانی قطعه جزیره منشاء می‌گرفتند (شکلهای ۳ و ۴). اکثر این رشته‌ها در بخش خارجی کپسول انتهایی پایین می‌آمدند و به بخش پشتی قشر شکنج تحتانی ختم می‌شدند و در حقیقت رابط بین شکنجهای مجاور قطعه جزیره بودند (شکل ۳). تعدادی از رشته‌های منشاء گرفته از بخش شکمی قشر شکنج فوقانی قطعه جزیره در مجاورت کلاستروم پایین می‌آمدند و به درپوش تمپورال، از جمله ناحیه شنوایی، و شکنج گیجگاهی فوقانی ختم می‌شدند (شکل ۳). تمامی رشته‌های منشاء گرفته از بخش شکمی قشر شکنج تحتانی قطعه جزیره و احتمالاً برخی از رشته‌های منشاء گرفته از کلاستروم همگی با هم به درپوش تمپورال، از جمله ناحیه شنوایی و شکنج گیجگاهی فوقانی ختم می‌شدند. رشته‌های دستجات قلابی و طولی تحتانی از بخش شکمی کپسول انتهایی عبور می‌کردند. رشته‌هایی نیز بین کپسول خارجی و کپسول انتهایی از طریق کلاستروم پشتی مبادله می‌شدند (شکل A و B ۶).





شکل ۶: مقطع کرونال کپسول‌های خارجی و منتهایی

A: شکنج قطعه جزیره (IG)، پوتامن (PU)، کلاستروم پشتی (Dorsal Cl)، کپسول خارجی (ec) و کپسول انتهایی (ex) مشاهده می‌شوند. همانطور که مشاهده می‌شود، عبور رشته‌های عصبی آبی‌رنگ بین کپسول‌های خارجی و انتهایی موجب قطع شدن امتداد کلاستروم شده است (فضای درون مستطیل). B: محل ارتباط بین کپسولهای خارجی و انتهایی شکل A (فضای درون مستطیل شکل A) با بزرگنمایی بیشتر نشان داده شده است. رنگ‌آمیزی: Klüver - Barrara، خط مقیاس در تصویر A: یک میلیمتر و در تصویر B: ۲۵۰ میکرومتر

بحث

به طور کلی براساس یافته‌های این تحقیق اکثر رشته‌های عصبی میلین دار کپسول انتهایی از نوع رشته‌های هماهنگی هستند که نواحی مختلف قشر مغز را در درون یک نیمکره به هم وصل می‌کنند. رشته‌های هماهنگی موجود در کپسول انتهایی را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

۱. رشته‌هایی که متعلق به دستجات هماهنگی طویل و معروف مغز هستند. این رشته‌ها بخش کوتاهی از مسیر خود را در درون بخش شکمی کپسول انتهایی طی می‌کنند، مانند دسته قلابی (Uncinate fasciculus) و دسته طولی تحتانی (Inferior longitudinal fasciculus).

۲. رشته‌های هماهنگی کوتاه که طبق تعریف شکنجهای مجاور را به هم وصل می‌کنند، مانند رشته‌هایی که شکنجهای مجاور قطعه جزیره را

به هم وصل می‌کنند.

۳. گروه سوم از رشته‌های هماهنگی، قشر درپوش پیشانی - آهیانه‌ای را به قشر درپوش گیجگاهی و شکنج گیجگاهی فوقانی مرتبط می‌کنند. این رشته‌ها را نمی‌توان جزو رشته‌های هماهنگی کوتاه تقسیم‌بندی کرد، زیرا رابط بین دو شکنج مجاور نیستند. بنابراین یا باید آنها را در گروه رشته‌های هماهنگی طویلی در نظر گرفت که هنوز نامی برای آنها انتخاب نشده است یا آنکه بنابر عقیده نویسندگان این مقاله، چنین رشته‌هایی را در گروه جدید و جداگانه‌ای از رشته‌های هماهنگی تحت عنوان «رشته‌های هماهنگی حد واسط» تقسیم‌بندی نمود.

وجود این سه گروه از رشته‌های هماهنگی در کپسول انتهایی مغز انسان توسط همین نویسندگان با تکنیک تشریح رشته‌های عصبی (متد Klingler) در سال ۲۰۰۰ میلادی (۱۳۷۹ شمسی) نیز گزارش شده است (۲۰).

همانطور که گفته شد برخی از رشته‌های کپسول انتهایی به کلاستروم ختم می‌شدند یا از آن منشاء می‌گرفتند. این گروه از رشته‌ها طبق تعریف، جزو رشته‌های خروجی تقسیم بندی می‌شوند. نویسندگان این مقاله در گذشته با تکنیک تشریح رشته‌های عصبی (متد Klingler) قادر به شناسایی این گروه از رشته‌ها نشده بودند.

همانطور که بیان شد رشته‌هایی از درپوش پیشانی و از طریق کپسول انتهایی تا درپوش گیجگاهی تعقیب شدند. بخشی از قشر درپوش گیجگاهی (ناحیه ۴۱ و ۴۲ برودمن) مربوط به حس شنوایی است و قشر درپوش پیشانی (ناحیه ۴۴ و ۴۵ برودمن) به نام ناحیه حرکتی تکلم بروکا معروف است و جزو نواحی پیش حرکتی است. طبق یافته‌های ما، بین ناحیه شنوایی در لوب گیجگاهی و ناحیه حرکتی تکلم در لوب پیشانی ارتباطاتی از طریق کپسول انتهایی برقرار می‌شود. این ارتباطات گاهی مستقیم هستند و گاهی با واسطه شکنجهای قطعه جزیره برقرار می‌شوند. یافته‌های ما اعتقاد Duus (۱۹) را مبنی بر این که برخی از رشته‌های کپسول انتهایی رابط بین قشر شنوایی در لوب گیجگاهی و قشر حرکتی و پیش حرکتی در لوب پیشانی هستند، تایید می‌کند. Kreisler (۲۱) بیمارانی را گزارش می‌کند که به دلیل خونریزی در منطقه کپسول خارجی - قطعه جزیره دچار آفازی شده بودند. البته منطقه‌ای که وی گزارش می‌کند شامل کپسول خارجی، کلاستروم، کپسول انتهایی و قطعه جزیره است. دلیل این عدم دقت در تعیین محل ضایعه آن است که شریانهای تغذیه‌کننده این منطقه مشترک هستند و هر گونه حادثه عروقی در عروق این ناحیه منجر به ایجاد ضایعه در کل منطقه کپسول خارجی - قطعه جزیره می‌شود (۲۲). بنابراین یافتن موردی که تنها در کپسول انتهایی خونریزی یا آنفارکتوس روی داده باشد و نواحی مجاور کپسول انتهایی درگیر نشده باشند تقریباً غیر ممکن است. در هر حال یافته‌های ما تائید کننده عبور رشته‌های هماهنگی رابط بین ناحیه شنوایی و ناحیه حرکتی تکلم از درون کپسول انتهایی است و لذا ایجاد آفازی به دلیل خونریزی در این منطقه را توجیه می‌کند.

به طور کلی یافته‌های این تحقیق به یافته‌های تحقیق Berke (۳) در مغز میمون بسیار شبیه است، با این تفاوت که در مغزمیمون رشته‌هایی گزارش شده‌اند که شکنجهای گیجگاهی میانی و تحتانی را به درپوش پیشانی - آهیانه‌ای متصل می‌کنند، در حالی که در تحقیق حاضر چنین ارتباطاتی در مغز انسان یافت نشد. علت این اختلاف می‌تواند ناشی از اختلاف در نمونه مورد آزمایش (مغز میمون و مغز انسان) یا اختلاف در روش کار باشد. تحقیق Berke (۳) روی مغز میمون با روش ایجاد ضایعه و تعقیب رشته‌های دژنره صورت گرفته است که علی‌رغم دقت زیاد، از نظر اخلاقی قابل اجرا روی مغز انسان نیست.

عبور رشته‌های دسته قلابی از بخش شکمی کپسول انتهایی در تحقیق قبلی نویسندگان (۲۰) و نیز در تحقیق Cramon, Ebeling (۲۳) که هر دو با متد Klingler به تعقیب رشته‌های عصبی پرداخته بودند، نیز گزارش شده است و یافته‌های این تحقیق موید آن است.

نکته قابل توجه آنکه به جز وجود رشته های هماهنگی کوتاه بین شکنجهای مجاور اینسولا، هیچ یافته مشترک دیگری بین رشته‌های کپسول انتهایی مغز سگ (۲) با رشته‌های کپسول انتهایی مغز میمون (۳) و یافته‌های تحقیق حاضر بر روی کپسول انتهایی مغز انسان وجود ندارد. این امر بیانگر آن است که تعمیم دادن اطلاعات به دست آمده ازمسیرهای عصبی در مغز یک حیوان به حیوان دیگر یا انسان بدون وجود قرینه مقدور نیست.

در مجموع یافته‌های این تحقیق نشان داد که کپسول انتهایی حاوی دو گروه از رشته‌های عصبی (رشته‌های هماهنگی و رشته‌های خروجی) هستند؛ هر چند اکثریت رشته‌های تشکیل دهنده آن را رشته‌های هماهنگی تشکیل می‌دهند. رشته‌های هماهنگی موجود در کپسول انتهایی قابل تقسیم به سه گروه هستند:

۱- رشته‌های متعلق به دستجات هماهنگی طویل و معروف مغز، مانند دسته قلابی؛ ۲ - رشته‌های هماهنگی کوتاه که شکنجهای مجاور را به هم وصل می‌کنند؛ ۳ - رشته‌هایی که رابط بین درپوش پیشانی - آهیانه‌ای و در پوش گیجگاهی هستند و پیشنهاد نویسندگان این مقاله آن است که این رشته‌ها در گروه جدیدی تحت عنوان «رشته‌های هماهنگی حد واسط» قرار گیرند.

برای تایید رشته‌های عصبی یافت شده در این تحقیق و تعیین آوران یا وابران بودن آنها باید از روشهای دیگری که قابل اجرا بر روی مغز انسان باشد، سودجست. امروزه در سایه پیشرفت تکنیکهای ردیابی[1] امکان تعیین آوران یا وابران بودن رشته‌های عصبی در مغز انسان فراهم شده است، کاری که تا چندی پیش حتی تصور آن غیرممکن می‌نمود.

از آنجایی که اکثر اطلاعات ما در مورد مسیر، مبدا و مقصد رشته‌های عصبی حاصل کار روی مغز حیوانات است، لذا به نظر می‌رسد با به کارگیری روشهای قابل اجرا روی مغز انسان بتوان این اطلاعات را اصلاح کرد.

تقدیر و تشکر

این مطالعه بخشی از طرح تحقیقاتی مصوب شماره ۳۳۸۹ معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی است و محل اجرای آن در گروه علوم تشریح دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، بخش نوروپاتولوژی دانشگاه علوم پزشکی مشهد و بخش نوروپاتولوژی دانشگاه مونیخ بوده است. نویسندگان تشکر قلبی خود را از حمایتهای

مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و همچنین کارکنان بخشهای فوق برای تهیه نمونه‌های مورد نیاز و از پروفسور Kretschmann (استاد دانشگاه هانوور آلمان) به خاطر کمک در تهیه مقالات و آقای دکتر رضا صدرنبوی (استاد دانشگاه علوم پزشکی مشهد) به خاطر کمکهای فکری و همکاری صمیمانه‌شان تشکر می‌نمایند.

References

1. Türe U, Yasargil MG, Pait TG: Is there a superior occipitofrontal fasciculus? A microsurgical study. Neurosurgery. 1997; 40(6): 1226-1232

2. Burakowska J: Extreme capsule in the dog: Myeloarchitectonics. Acta Biol Exp (Warsaw). 1966; 2: 123-133

3. Berke JJ: The claustrum, the external capsule and the extreme capsule of macaca mulatta. J Com Neurol 1960; 115: 297-331

4. Müller Preuss P, Newman JD, Jürgens U: Anatomical and physiological evidence for a relationship between the cingular, vocalization area and the auditory cortex in the squirrel monkey. Brain Res 1980; 202: 307-315

5. Brands S: A serial section Golgi analysis of the primate claustrum. Anat Embryol 1981; 162: 475-88

6. Arikuni T, Kubota K: Claustral and amygdaloid afferent to the head of the caudate nucleus in macaque monkeys. Neuroscience Res 1985; 2(4): 239-254

7. Petrides M, Pandya DN: Association fiber pathways to the frontal cortex from the superior temporal region in the rhesus monkey. J Com Neurol 1988; 273: 52-66

8. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH: Gray's Anatomy, 38ed. Churchill Livingstone. New York, 1995, pp: 1120, 1131, 1176-1180, 1189

9. Nieuwenhuys R, Voogd J, Van Huijzen C: The Human Central Nervous System Springer- Verlag. Berlin: 1988, pp: 70,90-101, 365

10. Waxman SG, de Groot J: Correlative Neuroanatomy, 22ed. A Lange Medical Book. 1995, p 150

11. Nolte J: The Human Brain, 4ed, Mosby. 1999, pp 451-452, 513

12. Fitz Gerald MJT: Neuroanatomy Basic & Applied, WB saunders. 1996, p 15

13. Barr ML, Kierman JA: The Human Nervous System, An Anatomical Viewpoint, 6ed. JB Lippincott Company, 1993, pp 212-213, 253-257

14. Burt AM: Textbook of Neuroanatomy, WB saunders 1993, p 160

15. Tan CK, Wong WC: Handbook of Neuroanatomy. PG Publishing. 1990, p 200

16. Snell RS: Clinical Neuroanatomy for Medical Students, 3ed. Little Brown & Company. 1992, p 575

17. Parent A: Carpenter's Human Neuroanatomy, 9ed. Williams & Wilkins. Baltimore. 1996, p 38-41

18. Carpenter MB: Core Text of Neuroanatomy, 4ed. Williams & Wilkins. Baltimore. 1991, p 36

19. Duus P: Neurologischtopische Diagnostic Anatomie, Physiologie, Klinik, überarbeitete Auflage. Thieme Medical Publishers. Stuttgart, New York. 1987, p 305

۲۰. حقیر حسین، صادقی یوسف، مهرآئین پرویز، حسینی احمد: تعقیب رشته‌های عصبی کپسول انتهایی مغز انسان. حکیم ۱۳۷۹، سال ۳، شماره ۴، صفحه ۳۵۳-۳۴۴

21. Kreisler A, Godefroy O, Delmaire C, Debachy B, Leclercq M, Pruvo JP, Leys D: The anatomy of aphasia revisited. Neurology. 2000; 54(5): 111-123 (Abs)

22. Türe U, Yasargil MG, AL Mefty O, Yasargil DC: Arteries of the insula. Neurosurgery 2000; 92(4): 676-87

1. Tracing