

مطالعه واریاسیون های شریان مغزی میانی در ۱۰۰ نمونه مغز انسانی مذکر در استان آذربایجان شرقی

احمد علی قنبری: گروه آناتومی دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
بهرام صمدی راد: سازمان پزشکی قانونی آذربایجان شرقی
آرش شفیعیان: دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، نویسنده رابط:

E-mail: Arashshafieyan@yahoo.com

دریافت: ۸۷/۹/۲۵، پذیرش: ۸۸/۲/۲۷

چکیده

زمینه و اهداف: وجود واریاسیون های آناتومیک در شریان مغزی میانی، یکی از مشکلات موجود طی اقدامات تشخیصی و درمانی محسوب می گردند. هرچند شیوع این واریاسیون ها در شریان مغزی میانی پایین است، ولی با توجه به فراوانی قابل توجه آنوریسم در این شریان عمده مغز، شناسایی این اختلالات و دانستن شیوع آنها ضروری است. هدف از مطالعه فعلی، بررسی واریاسیون های شریان مغزی میانی در ۱۰۰ نمونه مغز انسانی مذکر در استان آذربایجان شرقی است.

روش بررسی: در یک مطالعه توصیفی، نتایج تشریح ۱۰۰ نمونه مغز مذکر انسانی که به علل نامشخص فوت نموده اند، در مرکز پزشکی قانونی استان آذربایجان شرقی طی مدت یک سال مورد بررسی قرار گرفت. پس از عکسبرداری از نمونه ها، با بررسی مجدد این تصاویر، شریان مغزی میانی در دو طرف بررسی و واریاسیون های موجود طبقه بندی گردید. نتایج با نمای آناتومیک مرجع در منابع مربوطه مقایسه شده اند.

یافته ها: در این مطالعه ۱۰۰ نمونه مغز مذکر از افراد ۲۵ تا ۵۰ ساله تشریح گردید. محل جدا شدن شاخه مرکزی یا سوراخ کننده در تمامی موارد طبیعی بود. نمای آناتومیک مطابق با کتب آناتومی مرجع، فقط در ۴۳٪ موارد وجود داشت.

همچنین شریانی مغزی میانی دوگانه فقط در ۱٪ موارد وجود داشت و موردی از وجود شریان مغز میانی فرعی مشاهده نگردید. تاثیر سایر واریاسیون های ثبت شده (۶ گروه) از نظر تشخیصی و درمانی قابل بررسی است.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج مطالعه فعلی، واریاسیون های عمده شریان مغزی دو گانه و فرعی در حد متوسط تا پایینی مشاهده می گردند. اهمیت سایر موارد از نظر تشخیصی و درمانی قابل بررسی است.

کلید واژه ها: شریان مغزی میانی - آناتومی - جسد - واریاسیون شریان مغزی میانی.

مقدمه

از انشعاب از آن، وارد شیار طرفی^۳ نیمکره مغزی شده و به سمت بالا و عقب طی مسیر می کند.

این شریان در عمق شیار طرفی، بر روی گُلب اینسولا به شاخه های مرکزی و قشری تقسیم می شود که در این لب و نواحی مجاور آن در سطح خارجی نیمکره مغز پخش می شوند.

شاخه های مرکزی شریان مغزی میانی، شاخه های مخططی عدسی^۱ یا سوراخ کننده نیز نامیده می شوند. این شرایین کوچک به هسته دُمدار، کپسول داخلی، قطعه خارجی گلوبوس پالیدوس

نیمکره های مغزی توسط دو جفت شریان اصلی خونرسانی می شوند که شامل شریانهای کاروتید داخلی و مهره ای راست و چپ است. شریان کاروتید داخلی در هر طرف، از شریان کاروتید مشترک منشعب شده و وارد جمجمه می گردد. در داخل جمجمه بعد از اینکه شریان اُفتالمیک از آن منشعب گردید، به چهار شاخه انتهایی بنامهای شریان مغزی قدامی، مغزی میانی، ارتباطی خلفی و کوروئیدال قدامی تقسیم می گردد (۱،۲). شریان مغزی میانی از بزرگترین شاخه های انتهایی شریان کاروتید داخلی است که پس

1. Central
2. Precentral
3. Lateral sulcus

انجام مطالعه مرکز پزشکی قانونی استان آذربایجان شرقی بوده است. دلیل مرگ در تمامی موارد نامشخص و سن اجساد از ۲۵ تا ۵۰ سال متغیر بود. تعدادی از نمونه ها در مرکز پزشکی قانونی از قبل فیکس شده بود. برای بررسی نمونه های تازه و فیکس نشده، مسیر ایجاد برش در جمجمه توسط مازیک مشخص و با استفاده از اره برقی برش داده شد. هنگام جداسازی سقف جمجمه، پرده منژ بوسیله دست به آرامی از جلو تا عقب از آن جدا گردید. پس از خارج ساختن مغز، حین اتوپسی از نسج تازه و عروق مورد مطالعه معاینه ظاهری و دقیق بعمل آمد. اطلاعات بدست آمده در مورد وضعیت آناتومیک شریان مغز میانی و واریاسیونهای مربوطه ثبت گردید. سپس بمنظور ثبت و ارائه نتایج تصویری حاصل از معاینه، با استفاده از دوربین دیجیتال با وضوح 12 مگاپیکسل از شریانهای قاعده مغز بویژه از شریان مغزی میانی و شاخه های آن عکسبرداری گردید. در مرحله دوم، همزمان با معاینه مجدد، واریاسیون ثبت شده عروق با عکسهای گرفته شده مقایسه و مطابقت داده شدند و در نهایت اطلاعات حاصله از معاینات و تصاویر و درصد واریاسیون آنها با نوع ارائه شده در کتب مرجع آناتومی، مقایسه گردید. لازم به تذکر است این مطالعه تحت نظارت و تایید مراجع ذی صلاح و پس از تایید در کمیته اخلاقی دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام پذیرفته است. نمای طبیعی (استاندارد، شماره ۱) در این مطالعه بدین صورت در نظر گرفته شد (شکل شماره ۱):

که شریان مغزی میانی از شریان کاروتید داخلی جدا شده، در عمق شیار طرفی، بر روی لوب اینسولا به شاخه های مرکزی و قشری تقسیم می شود. شاخه قشری به دو تنه فوقانی (A) و تحتانی (B) تقسیم می گردد. از تنه تحتانی بترتیب شاخه های تمپورال قدامی، تمپورال میانی و تمپورواکسی پیتال جدا شده و در نهایت این تنه بصورت شریان زوایه ای پایان می یابد. از تنه فوقانی بترتیب شاخه های پره فرونتال، پیش مرکزی، مرکزی، پس مرکزی و پاریتال جدا می شود (۵). هرگونه تفاوت نمای آناتومیک با این نمای پایه بعنوان واریاسیون در نظر گرفته شده و طبقه بندی گردید.

یافته ها

۱۰۰ جسد مرد (۲۰۰ سمت) مورد بررسی قرار گرفتند. نمای مرجع (شماره ۱) در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس نماهای مشخص شده طی اتوپسی، واریاسیون های دیگر شامل موارد زیر بودند:

شماره ۲: تنها تفاوت با نمای استاندارد، جدا شدن پایه مشترک شامل شاخه مرکزی، پس مرکزی و پاریتال از تنه B می باشد (شکل ۲).

شماره ۳: شاخه قشری دارای تنه واحد می باشد.

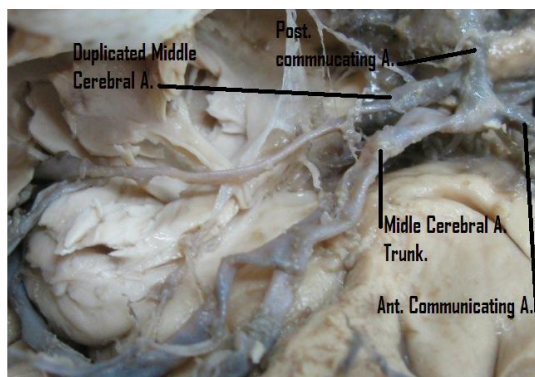
شماره ۴: تنها تفاوت با نمای استاندارد، جدا شدن شاخه زوایه ای از تنه A می باشد.

و پوتامن خونرسانی می کنند (۳، ۴). شاخه های مرکزی شریان مغزی میانی در دو دسته عدسی - مخططی داخلی و خارجی طبقه بندی می گردند. دسته عدسی - مخططی داخلی، در درون هسته عدسی شکل، به سمت بالا طی مسیر کرده، ضمن تغذیه آن به هسته دم دار و کپسول داخلی نیز خونرسانی می کنند. دسته دوم (خارجی) از روی بخش تحتانی - خارجی هسته عدسی شکل و در درون کپسول خارجی ابتدا به سمت بالا رفته، سپس با تغییر مسیر به سمت داخل و عبور از کپسول داخلی، در هسته دم دار پخش می شوند. یکی از شریانهای این دسته از بقیه بزرگتر است و بیشتر به کپسول داخلی خونرسانی می کند. از آنجایی که این شریان بسیار شکننده می باشد، Charcot آن را شریان خونریزی مغزی نامید. شاخه های قشری شریان مغزی میانی عبارتند از شاخه های اوربیتال که در شکنج فرونتال تحتانی و قسمت خارجی شکنج اوربیتال لب فرونتال را خونرسانی می کنند؛ شاخه های فرونتال که شکنج پیش مرکزی^۱ و شکنجهای فوقانی و میانی لوب فرونتال را تغذیه می کنند؛ شاخه های پاریتال که در شکنج خلف مرکزی^۲ و لوب آهیانه ای تحتانی و بخش پایینی لوب آهیانه ای فوقانی پخش می شوند؛ و دو تا سه شاخه گیجگاهی خارجی که در لوب تمپورال پخش می شوند. بنابر این، شریان مغزی میانی علاوه بر هسته های قاعده ای مغز و کپسول داخلی، توسط شاخه های قشری خود نواحی حرکتی (به استثنای منطقه حرکتی مربوط به ساق و پا)، منطقه حسی سوماتیک و ناحیه شنوایی را نیز خونرسانی می کند (۵، ۶). واریاسیون آناتومیک شریان مغزی میانی و شاخه های مربوط به آن در مطالعات گوناگون مورد بررسی قرار گرفته اند (۷-۱۱). آشنایی با این تغییرات در افراد مختلف، در چگونگی ارزیابی عوارض سکنه های مغزی و درمان ناتوانی های ناشی از آن تاثیرگذار می باشد. شریان مغزی میانی دوگانه زمانی ایجاد می شود که دو شاخه شریانی اصلی و اولیه از قسمت دیستال شریان کاروتید داخلی منشأ گرفته و به شیار سیلویوس وارد گردد. در مطالعات مختلف غربی شیوع این واریاسیون بین ۰/۲ تا ۲/۹ درصد گزارش شده است. در صورت وجود شریان مغزی میانی فرعی، جداشدگی شریان مغزی میانی از شریان مغزی قدامی صورت می گیرد. شیوع این وضعیت بین ۰/۳ تا ۴ درصد گزارش شده است (۱۲). در برخی مطالعات، همراهی این آنومالی ها با آنوریسم های مغزی مطرح شده است. بنظر می رسد بعلت عدم توانایی شریان مغزی میانی فرعی در کفایت خونرسانی، سکنه مغزی ایسکمیک در این دسته از افراد بیشتر مشاهده گردد (۶). با توجه به اهمیت شناسایی این واریاسیون ها و با توجه به نبود مطالعه مشابه در جمعیت ایرانی برآن شدیم تا به بررسی فراوانی هریک از تغییرات آناتومیکی شریان مغزی میانی بپردازیم.

مواد و روش ها

در یک مطالعه توصیفی، ۱۰۰ جسد مذکر بصورت غیراحتمالی ساده در مدت یک سال (۸۷-۸۶) بررسی گردید. محل

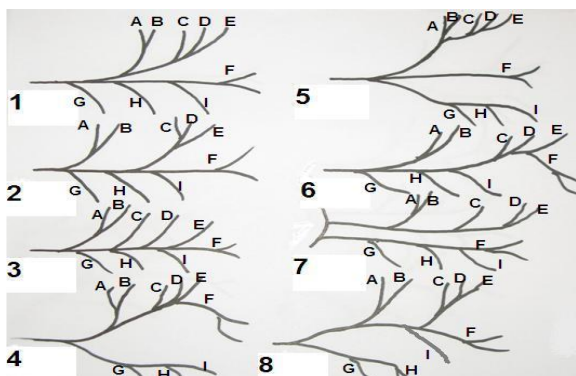
1. Lenticulostriat
2. Precentral gyrus
3. Postcentral gyrus



شکل شماره ۳: شریان مغزی میانی دوگانه

جدول شماره ۱: یافته های اتوپسی مغزی ۱۰۰ جسد از نظر واریاسیون های شریان مغزی میانی

واریاسیون	سمت راست	سمت چپ	کل (جسد)	دو سمت مشابه
۱ (مرجع)	۲۶ (٪۲۶)	۲۴ (٪۲۴)	۴۳ (٪۴۳)	۷ (٪۷)
۲	۲۸ (٪۲۸)	۳۵ (٪۳۵)	۵۳ (٪۵۳)	۱۰ (٪۱۰)
۳ (تنه واحد)	۶ (٪۶)	۳ (٪۳)	۸ (٪۸)	۱ (٪۱)
۴	۱۶ (٪۱۶)	۱۴ (٪۱۴)	۲۵ (٪۲۵)	۵ (٪۵)
۵ (سه شاخه)	۱۴ (٪۱۴)	۹ (٪۹)	۲۱ (٪۲۱)	۲ (٪۲)
۶	۱ (٪۱)	۰	۱ (٪۱)	۰
۷ (دوگانه)	۰	۱ (٪۱)	۱ (٪۱)	۰
۸	۹ (٪۹)	۱۴ (٪۱۴)	۲۱ (٪۲۱)	۲ (٪۲)



شکل شماره ۴: نمای شماتیک از واریاسیون های شریان مغزی میانی

A: شریان فرونتال B: شریان پیش مرکزی C: شریان مرکزی D: شریان پس مرکزی E: شریان پاریتال F: شریان زاویه ای G: شریان تمپورال قدامی H: شریان تمپورال میانی I: شریان تمپورو اکسیپیتال

بحث

در این مطالعه به بررسی تغییرات آناتومیکی شریان مغزی میانی در ۱۰۰ جسد مذکر (۲۰۰ سمت) پرداخته شد. نمای مرجع اشاره شده در منابع آناتومی (۵) در ۴۳٪ موارد بررسی شده مشاهده گردید. این در حالی است که واریاسیون مشابه با این نما، از فراوانی ۵۳ درصدی برخوردار بوده است. در این واریاسیون، تنه مشترک شاخه مرکزی، پیش مرکزی، و پاریتال بطور مجزا از تنه

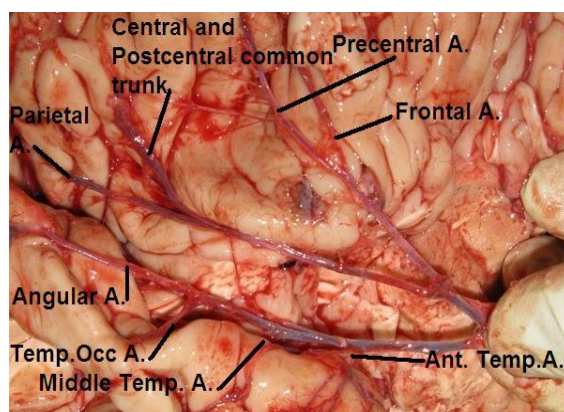
شماره ۵: شاخه قشری به سه تنه تقسیم می گردد که شامل مجموعه شاخه های تمپورال قدامی و میانی و تمپورو اکسی پیتال، شاخه زاویه ای و پاریتال، و شاخه فرونتال، پیش مرکزی، مرکزی و پس مرکزی است.

شماره ۶: تنها تفاوت با نمای استاندارد، منتهی شدن تنه B به پایه مشترک شاخه زاویه ای و شاخه های مرکزی، پس مرکزی و پاریتال است.

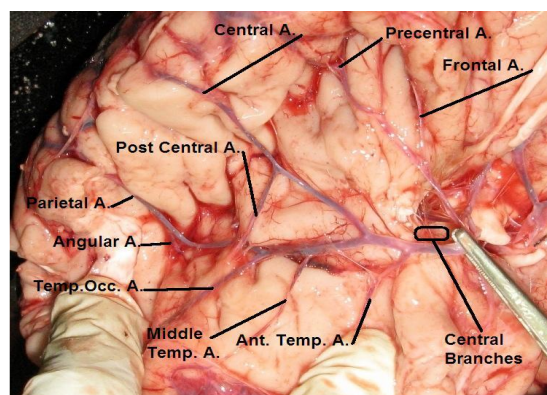
شماره ۷: یا همان شریان دوگانه.

شماره ۸: شاخه های تمپورال قدامی و میانی باهم و شاخه های مرکزی، پس مرکزی و پاریتال با هم دارای پایه مشترک از تنه B می باشند.

محل جدا شدن شاخه مرکزی (مخطوطی) از شریان مغزی میانی در تمامی موارد مشابه بود. یافته های بررسی در مورد انواع واریاسیون های شریان مغزی میانی در جدول شماره ۱ و شکل شماره ۴ خلاصه شده اند. بر این اساس، بیشترین فراوانی مربوط به نمای شماره ۲ بوده است. در مرتبه بعدی نمای شماره ۱ (طبیعی) یا مرجع قرار دارد. نمای شماره ۳ (دوگانه) تنها در ۱٪ اجساد بررسی شده مشاهده گردید. لازم به تذکر است شریان مغزی میانی فرعی در این مطالعه وجود نداشت. در ۲۷ جسد (۲۷٪) نمای آناتومیک شریان مغزی میانی در هر دو سمت مشابه و در ۷۳ جسد (۷۳٪) متفاوت بوده است.



شکل شماره ۱: نمای طبیعی و مرجع شریان مغزی میانی



شکل شماره ۲- واریاسیون شماره ۲

خوانده شود (۷). در هر صورت، آنچه که در این زمینه از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است، تاثیر وجود این واریاسیون ها در تفسیر تصاویر تشخیصی داخل مغزی مانند داپلر و آنژیوگرافی و اختلال در امر اداره سگته های مغزی (Stroke) می باشد. در این زمینه وجود شریان مغزی میانی فرعی از اهمیت بسیار بیشتری برخوردار است (۷،۱۷). از سوی دیگر، بایستی در نظر داشت که هرچند آنومالی های شریان مغزی میانی در مقایسه با سایر شریان های عمده داخل جمجمه ای از شیوع کمتری برخوردار است (۱۸)، ولی از سوی دیگر ۱۸/۴٪ تمامی آنوریسم های مرتبط با شرایین داخل جمجمه ای در این شریان ایجاد می گردند. بنابراین شناخت و تعریف دقیقتر آناتومی آن ضروری به نظر می رسد (۱۹،۲۰). در مطالعه ما وجود آناتومی غیرطبیعی (غیرمنطبق با آنچه که مرجع در نظر گرفته می شود)، در درصد قابل توجهی از موارد وجود داشت؛ با این وجود، همان گونه که اشاره شد، دو نوع عمده و مهم آن از شیوع متوسط به پائینی برخوردار است. در سایر واریاسیون های اشاره شده ممکن است تداخل در دو مقوله مهم تشخیصی و درمانی ایجاد گردد و این تفاوت ها قابل بررسی است. یک یافته بسیار مهم و جالب مطالعه فعلی، مطابقت طرح آناتومیک شریان مغزی میانی دوطرف تنها در ۲۷٪ موارد می باشد. عبارت دیگر، شرایین مغزی میانی دو سمت تنها در ۲۷ جسد از یک نوع نمای آناتومیک برخوردار بوده اند. تا جایی که ما بررسی نمودیم، تاکنون در مطالعه ای به این امر اشاره نشده است. اهمیت این امر بویژه در مقوله های تشخیصی از اهمیت بالایی برخوردار است.

نتیجه گیری

می توان با توجه به دسته بندی ارائه شده، متخصصین مرتبط با مسایل تشخیصی - درمانی عروق داخل جمجمه ای و از جمله شریان مغزی میانی را در جریان امر قرار داد تا با در دست داشتن نماهای غالب و اطلاع از شیوع تقریبی هرکدام از آنها، انجام پروتکل های تشخیصی و اداره بیماران با اطمینان بیشتری صورت پذیرد. این موضوع مستقل از آن استنباطاتی است که از منابع خارجی حاصل می گردد و در واقع، بنوعی بومی سازی اطلاعات آناتومیک در این زمینه می باشد.

تحتانی (B) پس از جداشدن شاخه تمپورواکسی پیتال مجزا می گردد (شکل ۲). با توجه به فراوانی بیشتر این نما، می توان پیشنهاد نمود که آن را بعنوان واریاسیون آناتومیک معمول یا حداقل بعنوان یکی از دو نمای غالب در جمعیت بررسی شده معرفی نمود. یکی از یافته های بسیار جالب در بررسی فعلی، عدم وجود واریاسیون های قابل مشاهده در مورد شاخه سوراخ کننده شریان مغزی میانی است. هرچند بررسی دقیق این شرایین نیازمند مطالعات میکروآناتومیک و اندازه گیری های دقیق است که خارج از حیطه مطالعاتی بررسی فعلی بوده است، ولی شبانی زاده و همکاران (۱۳۸۴) در یک مطالعه با تمرکز بر شاخه های سوراخ کننده شریان مغزی میانی در یک نمونه ۲۶ موردی از اجساد ایرانی، نتیجه گیری نمودند که دامنه تغییرات این شرایین چندان گسترده نمی باشد (۱۳). فراوانی دو واریاسیون عمده و مهم شریان مغزی میانی، یعنی شریان فرعی و دوگانه نیز در بررسی فعلی مورد توجه قرار گرفت. بر این اساس، واریاسیون شریان مغزی دوگانه در ۱ جسد (۱٪) گزارش گردید و موردی از شریان مغزی میانی فرعی وجود نداشت. شیوع شریان مغزی میانی دوگانه در مطالعات مختلف از ۰/۲ تا ۲/۹ درصد متغیر گزارش شده است (۱۲،۱۴). همان گونه که ملاحظه می گردد فراوانی این آنومالی در مطالعه ما نیز در محدوده ذکر شده و در حد متوسطی بوده است. از سوی دیگر، شیوع شریان مغزی میانی فرعی در بررسی های مختلف انجام شده در این زمینه از ۰/۲ تا ۴ درصد متفاوت بوده است (۱۱،۱۲،۱۵). بر این اساس، فراوانی این آنومالی در سری مطالعاتی ما کمتر از میزان گزارش شده در سایر بررسی هاست. دلایل مختلفی در زمینه توجیه گستره قابل توجه نتایج مطالعات متفاوت در این زمینه قابل اشاره می باشند. تفاوت در حجم نمونه بررسی شده، چگونگی بررسی فراوانی این دسته از آنومالی ها، تفاوت های نژادی جمعیتی و تفاوت در نحوه تعریف واریاسیون ها از جمله مهمترین این موارد می باشند (۱۶). در مورد اخیر بایستی متذکر شد که نامگذاری "دوگانه" یا "فرعی" در مورد شریان مغزی میانی هنوز مورد توافق کلی نیست. برخی معتقدند در صورتی که این شریان غیرطبیعی از شریان مغزی قدامی یا شرایین کورونئیدال قدامی منشأ گرفته باشد، بایستی تحت عنوان شریان مغزی میانی فرعی نامگذاری گردد و در صورتی که از شریان کاروتید داخلی منشعب شود، بایستی تحت عنوان شریان مغزی میانی دوگانه

References:

1. Umansky F, Gomes F, Dujovny M, Diaz FG, Ausman JI, Mirchandani HG, et al. The perforating branches of the middle cerebral artery. *Journal of Neurosurgery* 1985; **62**: 261-268.
2. Wilkinson JL. *Neuroanatomy for Medical Students*. 3rd ed. UK, Butterworth Heinemann, 1998; PP: 191-192.
3. Emami Meibodi MA. [Focal and illustrated anatomy of brain and spinal cord]. 1st ed. Tehran, Samat Pub, 1999; 124-127. (Persian).
4. Yang H, Liu J, Wang JC, Liu CX, Sun YZ, Han GQ, et al. Anatomical study and three dimensional image characteristic analysis of basicranial artery and its clinical significance. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2003; **83**(1): 13-17.
5. Standring S. *Grey's Anatomy*. 39th ed. USA, Churchill Livingstone, 2005; PP: 298-299.
6. Pai BS, Varma RV, Kulkarni RN, Nirmala S, Manjunath LC, Rakshith S. Microsurgical anatomy of

- the posterior circulation. *Neurology India* 2007; **55**(1): 31-41.
7. Daghighi MH, Tubbs RS, Shoja MM, Shakeri AB, Pourisa M, Salter EG, et al. Bilateral accessory middle cerebral arteries associated with an aneurysm of the anterior circulation. *Folia Morphol (Warsz)* 2006; **65**(2): 161-163.
 8. Grand W, Hopkins LN. *Vasculature of the brain and cranial base*. 1st ed. New York, Thieme, 1999; PP: 87-106.
 9. Rhoton AL. *The Supratentorial Arteries in Cranial Anatomy and Surgical Approaches*. 1st ed. Illinois, Congress of Neurological Surgeons, 2003; PP: 81-148.
 10. Uchino A, Kato A, Takase Y, Kudo S. Middle cerebral artery variations detected by magnetic resonance angiography. *Eur Radiol* 2000; **10**: 560-563.
 11. Uchino M, Kitajima S, Sakata Y, Honda M, Shibata I. Ruptured aneurysm at a duplicated middle cerebral artery with accessory middle cerebral artery. *Acta Neurochir (Wien)* 2004; **146**: 1373-1374.
 12. Komiyama M, Nakajima H, Nishikawa M, Yasui T. Middle cerebral artery variations: duplicated and accessory arteries. *AJNR* 1998; **19**: 45-49.
 13. Shabani Zadeh A, Emami Meibodi M, Eftekhari Vaghefi H, Rayegan SP, Hosseini SH, Ansari A. [Study of the anatomic characteristics of perforating branches of middle cerebral artery in left and right hemisphere in human brain]. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences* 2005; **4**(2):129-135. (Persian).
 14. Kim MS, Hur JW, Lee JW, Lee HK. Middle Cerebral Artery Anomalies Detected by Conventional Angiography and Magnetic Resonance Angiography. *J Korean Neurosurg Soc* 2005; **37**: 263-267.
 15. Komiyama M, Nishikawa M, Yasui T. The accessory middle cerebral artery as a collateral blood supply. *AJNR* 1997; **18**: 587-590.
 16. Park JH, Kim JM, Roh JK. Hypoplastic vertebral artery: frequency and associations with ischaemic stroke territory. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 2007; **78**: 954-958.
 17. Vila Moriente N, Millan Torne M, Capellades Font J, Garcia Sanchez S, Ferrer Avello X. Anatomical variations of the middle cerebral artery: duplication and accessory artery. Implications in the treatment of acute stroke. *Rev Neurol* 2004; **38**: 732-735.
 18. Umansky F, Dujovny M, Ausman JJ, Diaz FG, Mirchandani HG. Anomalies and variations of the middle cerebral artery: a microanatomical study. *Neurosurgery* 1998; **22**: 1023-1027.
 19. Pai SB, Varma RG, Kulkarni RN. Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery. *Neurology India* 2005; **53**(2): 186-190.
 20. Wilkins RH, Rengachari SS. *Neurosurgery*. 2nd ed. New York, McGraw Hill, 1996; PP: 2191-2192.
 21. Bregman RA. Variations in middle cerebral artery. Illustrated Encyclopedia of Human Anatomic Variation: Opus II: Cardiovascular System, 2008, electronic version.
 22. Ervin Bengi, Arzu Ozturk, Kader karli Oguz. Incidental Bilateral accessory middle cerebral arteries on MR imaging and MR angiography. Turkish society of radiology 2007.