

واریاسیونهای آناتومیکی در حلقه ویلیس ۵۷ مورد مغز انسان

محمدعلی خلیلی، Ph.D.*، مرتضی انوری، Ph.D.*، بن کلاور، Ph.D.**

* گروه آناتومی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد

** گروه آناتومی و جراحی مغز و اعصاب دانشکده پزشکی دانشگاه می سی سی پی آمریکا

تاریخ وصول: مهر ماه ۸۳، تاریخ پذیرش: دی ماه ۸۳

چکیده

هدف: هدف از این مطالعه بررسی وضعیت آناتومیکی شریانهای تشکیل دهنده حلقه ویلیس به همراه نوع واریاسیونهای آن در مغز افراد بالغ بود. همچنین به منظور مقایسه ساختمانی دیواره شریانی مغزی با سیستمیک بدن مقاطع عرضی مورد مقایسه قرار گرفت. **مواد و روشها:** تعداد ۵۷ مورد مغز جسد که فاقد هرگونه عارضه مغزی بودند مورد مطالعه ماکروسکوپی و میکروسکوپی قرار گرفتند. واریاسیونهای عروقی از نوع هیپوپلازی، چندشاخه ای، فقدان شریان، وجود تنه مشترک بین دو شریان در نظر گرفته شدند. شریانهای مورد مطالعه عبارت بودند از: مغزی قدامی، میانی، خلفی، ارتباطی قدامی، ارتباطی خلفی، مهره ای و باسیلار. در ضمن مقاطع عرضی شریانهای مغزی و سیستمیک با میکروتوم تهیه شد و پس از رنگ آمیزی با هموتوکسین-ائوزین مطالعه شد.

نتایج: نتایج نشان داد که ۱۷ مورد (۸/۲۹ درصد) از کل نمونه ها دارای وضعیت آناتومیک طبیعی حلقه ویلیس بودند و ۱۹ مورد (۳/۳۳ درصد) از شریانهای حلقه ویلیس از محل غیرطبیعی خود منشأ گرفته بودند که شایعترین آن مربوط به شریان مغزی خلفی چپ بود که از شریان کاروتید داخلی منشأ گرفته بود. در ضمن ۲۲ مورد از نمونه ها دارای یک ناهنجاری و بقیه دارای چندین ناهنجاری بودند. نتایج میکروسکوپی نشان داد که جدار شریانهای مغزی دارای لایه نازک خارجی با عدم غشاء الاستیک خارجی و vasa vasorum است. با توجه به نتایج حاصله و وجود واریاسیونهای متفاوت در حلقه ویلیس بخصوص در ناحیه خلفی، مطالعات گسترده در مورد ارتباط انواع واریاسیونهای شریانی با علائم بالینی پیشنهاد می گردد.

کلید واژه ها: حلقه ویلیس، شریانهای مغزی، کاداور، واریاسیونهای شریانی

مقدمه

میانی (MCA)^۵، مغزی خلفی (PCA)^۶، ارتباطی قدامی (ACoA)^۷ و ارتباطی خلفی (PCoA)^۸ است برای اولین بار توسط Thomus Willis در سال ۱۶۶۴ تشریح شد.

وی عنوان نمود که آناتوموزهای شریانی این حلقه می تواند از بروز سکنه های مغزی جلوگیری کند [۱ و ۲]. با توجه به اهمیت بالینی شریانهای تشکیل دهنده حلقه ویلیس

مغز مهمترین عضو بدن است که به علت فعالیت متابولیکی خود نیاز مبرم به اکسیژن و گلوکز دارد. این مواد حیاتی از طریق دو جفت شریانهای کاروتید داخلی (ICA)^۱ و مهره ای (VA)^۲ در اختیار مغز قرار می گیرد.

شریانهای مهره ای پس از ورود به جمجمه به یکدیگر پیوسته و شریان باسیلار (BA)^۳ را به وجود می آورد. این شریان به همراه شریانهای کاروتید داخلی در تشکیل حلقه ویلیس (Circle of Willis) شرکت می کند.

این حلقه که شامل شریانهای مغزی قدامی (ACA)^۴، مغزی

آدرس مکاتبه: یزد، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، گروه آناتومی
Email: khalili59@yahoo.com

1. Internal Carotid Artery
2. Vertebral artery
3. Basilar Artery
4. anterior Cerebral Artery
5. Middle Cerebral Artery
6. Posterior Cerebral Artery
7. Anterior Communicating Artery
8. Posterior Communicating Artery

مطالعات متعددی در مورد ساختار آناتومیکی و واریاسیونهای آن، همچنین نقش آنها در تشکیل آنوریسم شریانی و متعاقباً خونریزی مغزی توسط محققین به انجام رسیده است [۳]. در این راستا، Horikoshi و همکاران در سال ۲۰۰۲ با مطالعه‌ای روی واریاسیونهای حلقه ویلیس در افرادی که دچار آنوریسم شده بودند، دریافتند که این ناهنجاری با ساختار آناتومیکی حلقه در ارتباط است [۴].

همچنین در تحقیقی گزارش شد که وضعیت طبیعی حلقه ویلیس در کمتر از نیمی از افراد وجود دارد و در بسیاری از موارد بیش از یک واریاسیون آناتومیکی در یک حلقه ویلیس مشاهده می‌شود که می‌تواند در اختلالات شریانی نقش ایفا کند [۵]. در مطالعه‌ای توسط Voljevica انجام شد، تعداد ۱۵۰ MRI مربوط به اشخاص سالم بررسی شد و نتایج نشان داد که وضعیت طبیعی بخش قدامی حلقه ویلیس در بیش از ۷۶ درصد موارد وجود داشت و هیپوپلازی (hypoplasia) در شریان ACA شایعترین و دوشاخه‌ای (duplication) یا چندشاخه‌ای بودن (multiplication) در شریان ACoA از جمله نادرترین ناهنجاریها در ناحیه قدامی حلقه ویلیس بودند [۶].

بنابراین با توجه به اهمیت این واریاسیونها برای متخصصین جراحی مغز و اعصاب و نیز رادیولوژیستها در تفسیر رادیوگرافی و همچنین نقش بالینی این واریاسیونها در ایجاد آنوریسم یا سگته مغزی و خونریزی مغزی، این مطالعه مقطعی-توصیفی صورت گرفت.

هدف مطالعه، بررسی ماکروسکوپی انواع واریاسیونهای شریانهای تشکیل دهنده حلقه ویلیس به همراه دو شریان باسیلار و مهره‌ای در ۵۷ مورد کاداور افراد سالم و بالغ بود. همچنین به منظور مقایسه ساختمانی دیواره شریانهای مغزی با سیستمیک بدن مقاطع عرضی تهیه و مورد مطالعه میکروسکوپی قرار گرفت.

مواد و روشها

تعداد ۵۷ مورد مغز جسد افراد بالغ که فاقد هرگونه عارضه اکتسابی یا مادرزادی مغزی بودند مورد مطالعه قرار گرفتند. تمام نمونه‌های مورد بررسی از بخش آناتومی دانشگاه می‌سی‌سی‌پی آمریکا به‌دست آمد و حلقه ویلیس آنها به‌طور کامل مورد

مطالعه ماکروسکوپی قرار گرفت.

نوع واریاسیونهای عروقی مورد مطالعه عبارت بودند از: هیپوپلازی (hypoplasia) یا کوچکی قطر عروق از وضعیت طبیعی، چند شاخه‌ای بودن شریان (multiplication)، فقدان شریان (aplasia)، و وجود تنه مشترک بین دو شریان (common trunk).

شریانهای مورد بررسی عبارت بودند از: مغزی قدامی (ACA)، مغزی میانی (MCA)، مغزی خلفی (PCA)، ارتباطی قدامی (ACoA)، ارتباطی خلفی (PCoA)، مهره‌ای (VA) و باسیلار (BA).

در ضمن، وجود یا عدم تقارن در طرف راست و چپ نیز مطالعه شد. همچنین به منظور مقایسه میکروآناتومی دیواره شریانهای مغزی (MCA) با سیستمیک بدن (External carotid)، مقاطع عرضی از جدار دوعروق با حلقه ویلیس طبیعی تهیه و پس از انجام مراحل رازش بافتی، برشهایی به ضخامت ۵ میکرون تهیه شد. نمونه‌ها پس از رنگ آمیزی با هماتوکسیلین - ائوزین با میکروسکوپ نوری مطالعه شدند.

یافته‌ها

از مجموع ۵۷ مغز، تعداد ۱۷ مورد (۲۹/۸) از حلقه‌های ویلیس براساس دستورالعمل رایج در کتب مرجع آناتومی دارای وضعیت طبیعی بودند. تعداد ۴۰ مورد (۷۰/۲ درصد) دارای یک یا چند ناهنجاری بودند که از این تعداد ۲۲ عدد از نمونه‌ها (۳۸/۶ درصد) دارای یک ناهنجاری و بقیه (۳۱/۶ درصد) دارای چندین ناهنجاری بودند (جدول ۱).

جدول ۱. انواع واریاسیونهای موجود در ۴۰ مورد حلقه ویلیس غیرطبیعی

نوع و تعداد واریاسیونهای شریان مغزی	تعداد	مدل واریاسیون در شریان
۱۰ACA, ۱PCA, ۱VA, ۱BA, ۱ACoA, ۷PCoA,	۲۱	هیپوپلازی
۵AcoA, ۱PCA	۶	چند شاخه‌ای
۹AcoA, ۱AcoA	۱۰	فقدان شریان
۱(PVA & PcoA), ۲(MCA & ICA)	۴	تنه مشترک بین دو شریان
۱۲(PCA from ICA), ۴(SCA from PCA), ۱(PcoA form BA), ۱(AA from ICA)	۱۹	شاخه‌دهی غیرطبیعی

درصد ذکر می‌کنند [۹ و ۱۰]. در مواردی نیز گزارش شده که هیپوپلازی قسمت اولیه شریان می‌تواند به همراه آنوریسم ACoA باشد [۱۱ و ۱۰].

شریان ACoA دو شریان ACA را به یکدیگر متصل می‌کند و این مطالعه نشان داد که در ۶ مورد ناهنجاری دیده می‌شود که شایعترین آن، حالت چند شاخه‌ای بودن شریان بود. مطالعات سایرین اشاره به این داشت که در ۳ تا ۲۰ درصد موارد هیپوپلازی [۱۲ و ۱۳] و ۹ تا ۱۷ درصد موارد دارای واریاسیون چند شاخه‌ای هستند [۱۰ و ۱۳].

MCA بزرگترین شاخه ICA است که خونرسانی به بخش وسیعی از مغز را به عهده دارد که مربوط به نواحی حرکتی و حسی است. بر طبق تحقیقات Lang و همکاران طول این شریان ۱۶/۲ میلی‌متر و پهنای آن حدود ۲/۷ میلی‌متر باشد [۱۴]. MCA در ۳ درصد از موارد دیده نشده و وجود حالت دو شاخه‌ای در این شریان بسیار نادر است [۱۵ و ۱۵].

در تحقیق حاضر هیچ گونه واریاسیون قابل توجهی در شریان فوق مشاهده نشد که این نتایج با یافته‌های اکثر محققین تطابق دارد [۳، ۱۰ و ۱۶-۱۸]. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که PCA در ۱۳ مورد از محل غیرطبیعی خود یعنی از شریان ICA منشأ گرفته بود که نشان دهنده وضعیت جنینی حلقه ویلیس است.

در دوران جنینی PCA با دو شاخه شدن ICA تشکیل می‌شود که مسئول خونرسانی به بخش پس سری و گیجگاهی است. واریاسیونهای مختلفی در PCA مشاهده شده و اکثراً گزارش نموده‌اند که شایعترین وضعیت از نوع بالغ یعنی از دو شاخه شدن BA به وجود می‌آید [۳ و ۱۹].

در این حالت قطر قطعه اول شریان (۱P) بزرگتر از قطر PCoA است. اکثر محققین بر این باورند که نوع بالغ حلقه ویلیس شایعتر از نوع جنینی آن است [۳ و ۱۹] و نتایج این تحقیق این مطلب را تأیید می‌کند.

از جمله شریانهای ارتباطی مغز PCoA است که شاخه‌ای از ICA بوده و به PCA متصل می‌شود. به طور کلی PCoA، تالاموس، هیپوتالاموس و بطن سوم مغز را خونرسانی می‌کند [۲۰]. هیپوپلازی این شریان نسبتاً شایع بوده و به طور متوسط

براساس نتایج این مطالعه، شایعترین ناهنجاری در شریانهای حلقه ویلیس از نوع هیپوپلازی و نادرترین آن وجود تنه شریانی مشترک بود. همچنین بیشترین مدل آپلازی در شریان ارتباطی خلفی چپ دیده شد (شکل ۱) و بیشترین مدل چند شاخه‌ای شدن در شریان ارتباطی قدامی مشاهده شد (شکل ۲).

قابل توجه اینکه در ۱۹ مورد (۳۳/۳ درصد) شریانهای تشکیل دهنده حلقه ویلیس از محل غیرطبیعی خود منشأ گرفته بودند که شایعترین آنها شریان مغزی خلفی چپ بود که از شریان کاروتید داخلی منشأ گرفته بود. در ضمن در یک مورد هر دو شریان مغزی قدامی از کاروتید داخلی راست جدا شده بودند.

در این مطالعه همچنین مشخص شد که بین ۵ الی ۱۲ شریان پلی (Pontine arteries) از شریان باسیلار جدا شده بودند. نتایج میکروسکوپی نشان داد که جدار شریانهای سیستمیک دارای لایه ضخیم خارجی، vasa vasorum و غشاء الاستیک خارجی بود. اما شریانهای مغزی دارای لایه خارجی نازک به همراه عدم وجود غشای الاستیک خارجی و vasa vasorum بود که این امر می‌تواند در آسیب پذیری این شریانها نقش داشته باشد (شکل ۳).

بحث

حلقه ویلیس مهمترین تشکیلات شریانی تغذیه کننده مغز را شامل می‌شود که از کنار فوقانی پل تا شکاف طولی بین دو نیمکره مغزی امتداد دارد [۴].

پنج جفت شریان، ACoA PCA، MCA، ACA، PCoA از عناصر اصلی تشکیل دهنده این حلقه شریانی هستند. ناهنجاریهای این حلقه می‌تواند مربوط به قطر شریانهای تشکیل دهنده یا توزیع شاخه‌های عروقی آن باشد [۵، ۷ و ۸]. ACA یکی از شاخه‌های انتهایی ICA در ۱۱ مورد دارای ناهنجاری بوده که بیشترین نوع آن هیپوپلازی (۱۰ مورد) بوده و در یک مورد هر دو شریان ACA از کاروتید داخلی راست جدا شده بود.

سایر مطالعات میزان ناهنجاری ACA را بین ۱۸ تا ۲۵

صاف توسط اتصالات باز (Gap junction) به یکدیگر متصل هستند که رابط ارتباطی بین آنها محسوب می‌شوند [۲۳]. همچنین Larsson و Hassler با مطالعات گسترده خود مشاهده نمودند که لایه الاستیک خارجی در مغز نوزادان دیده می‌شود و از سن ۲ سالگی به بعد این لایه در دیواره شریانهای مغزی موجود نیست. وضعیت آناتومیک شریانهای مغزی باعث می‌شود که آنوریسم شریانی در آنها بیشتر دیده شود. آنوریسم معمولاً در نواحی دو شاخه شدن شریانها مغزی وجود دارد [۲۴]. شایعترین محل برای تشکیل آنوریسم روی ACoA بوده و ۲۵ درصد موارد در محل اتصال ACoA به شریان کاروتید داخلی است. با تشکیل آنوریسم و نازک شدن دیواره آن، درصد پارگی رگ مغزی افزایش می‌یابد. با توجه به مطالعه حاضر و وجود واریاسیونهای فراوان در شریانهای مغزی به خصوص در ناحیه خلفی حلقه ویلیس کاداور افراد سالم، مطالعه آناتومیکی حلقه ویلیس از اهمیت زیادی برخوردار است. آناتومیست‌ها به همراه جراحان مغز و اعصاب و رادیولوژیست‌ها می‌بایست به بررسی گسترده خود در مورد ارتباط نوع واریاسیونهای شریانی با علائم بالینی بپردازند تا بتوان شیوع اختلالات و خونریزی‌های مغزی را کاهش داد.

بیش از ۵۰ درصد موارد را شامل می‌شود [۲ و ۲۱]. همچنین، در مواردی عدم یا آپلازی نیز گزارش شده است [۱۲، ۲۱ و ۲۲]. مشاهدات ما نیز نشان داد که هیپوپلازی و آپلازی این شریان به ترتیب ۷ مورد (۷۷ درصد) و ۹ مورد (۱۵/۷۹ درصد) است.

ACOA نیز که شریانهای مغزی قدامی را به یکدیگر متصل می‌کند، دارای واریاسیونهای شدید است. بیشترین واریاسیون در مطالعه حاضر مربوط به حالت شریان چند شاخه‌ای بود و واریاسیونهای هیپوپلازی و آپلازی نیز هر کدام در یک مورد (۱/۷۵ درصد) مشاهده شد. در مطالعات مشابه واریاسیونهای چند شاخه‌ای (چند شاخه‌ای و هیپوپلازی به ترتیب بین ۹ تا ۴۰ درصد و ۳ تا ۲۰ درصد گزارش شد [۱۰ و ۱۲].

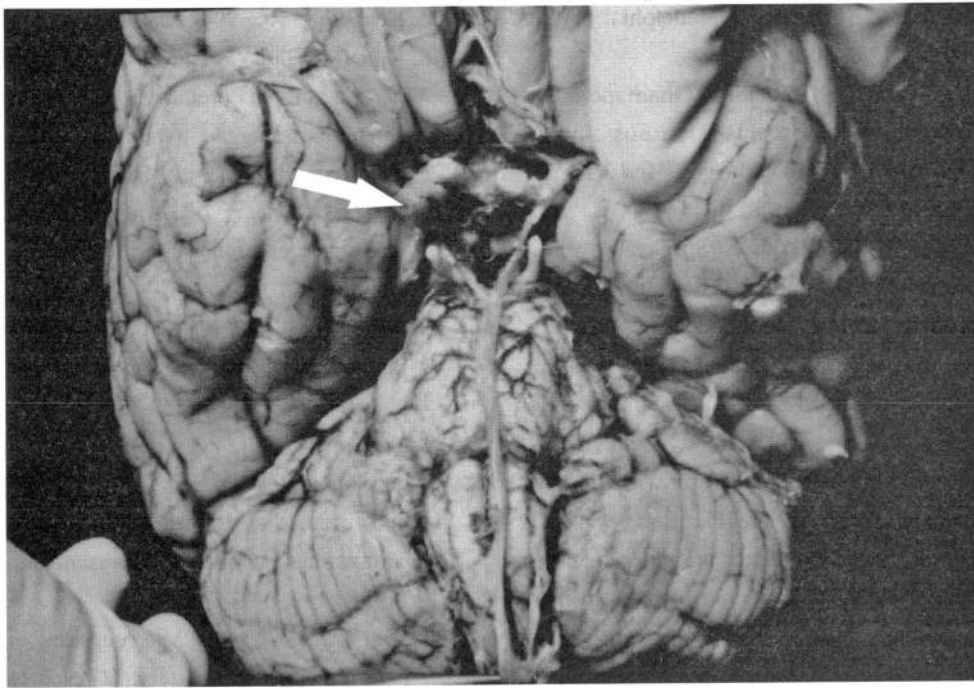
یافته‌های میکروسکوپی نشان داد که بر خلاف شریان سیستمیک کاروتید خارجی، شریان مغزی MCA فاقد لایه الاستیک خارجی و vasa vasorum بود که عدم وجود لایه الاستیک و نازکی لایه adventitia می‌تواند در آسیب پذیری شریانهای مغزی نقش داشته باشد.

شریان مغزی همچنین دارای چندین لایه عضله صاف و فیبرهای کلاژن بود. Macdonald و همکاران با استفاده از میکروسکوپ الکترونی مشاهده نمودند که سلولهای عضله

References

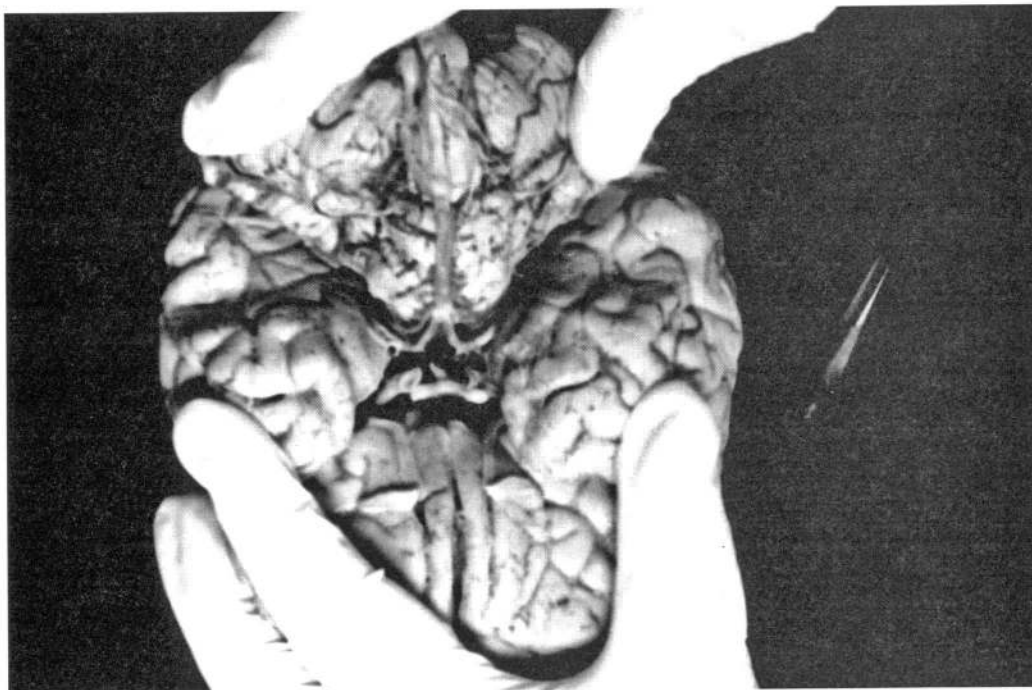
1. Guyton AC. Textbook of medical physiology. W.B.Saunders Comp USA, 1991.
2. Pearce JM. The circle of willis. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2000; 69: 80-4.
3. Vila Moriente N, Millan Torne M, Capellades Font J, Garcia Sanchez S, Ferrer Avelli X. Anatomical variations of the middle cerebral artery: duplication and accessory artery. Implications in the treatment of acute stroke. Rev Neurol 2004; 38(8): 732-5.
4. Horikoshi T, Akiyama I, Yaagata Z, Sugita M, Nukui H. Magnetic resonance angiographic evidence of sex-linked variations in the circle of willis and the Occurrence of cerebral aneurysm J Neurosurgery 2002; 96: 697-703.
5. Moriente VN, Torne MM, Font CJ, Sanchez GS, Ferrer AX. Anatomical variations of the middle cerebral artery duplication and accessory artery. Implication in the treatment of acute stroke. Rev Neurol 2004; 38: 732-5.
6. Voljevica A, Kulenovic A, Kapur E, Talovic E, Vukovic I, Luinovic A. Presentation of variations in the anterior part of the circle of Willis as a result of MRI angiography method. Med Arh 2004; 58: 327-3.
7. Hoksbergen AW, Majoie CB, Hulsman FJ, Legemate DA. Assessment of the collateral function of the circle of willis: three-dimensional time-of-flight MR angiography compared with transcranial color-coded duplex sonography. AJNR Am J Neuroradiol 2003; 24(3): 456-62.
8. Marinkovic SV, Millisarljjevic MM, Kovacevic M. perforating branches of middle cerebral artery. Stroke 1985; 16: 1022-10.
9. Day AL, Morcos JJ, Revilla F. Management of aneurysms of the anterior circulation. In Youmans J,

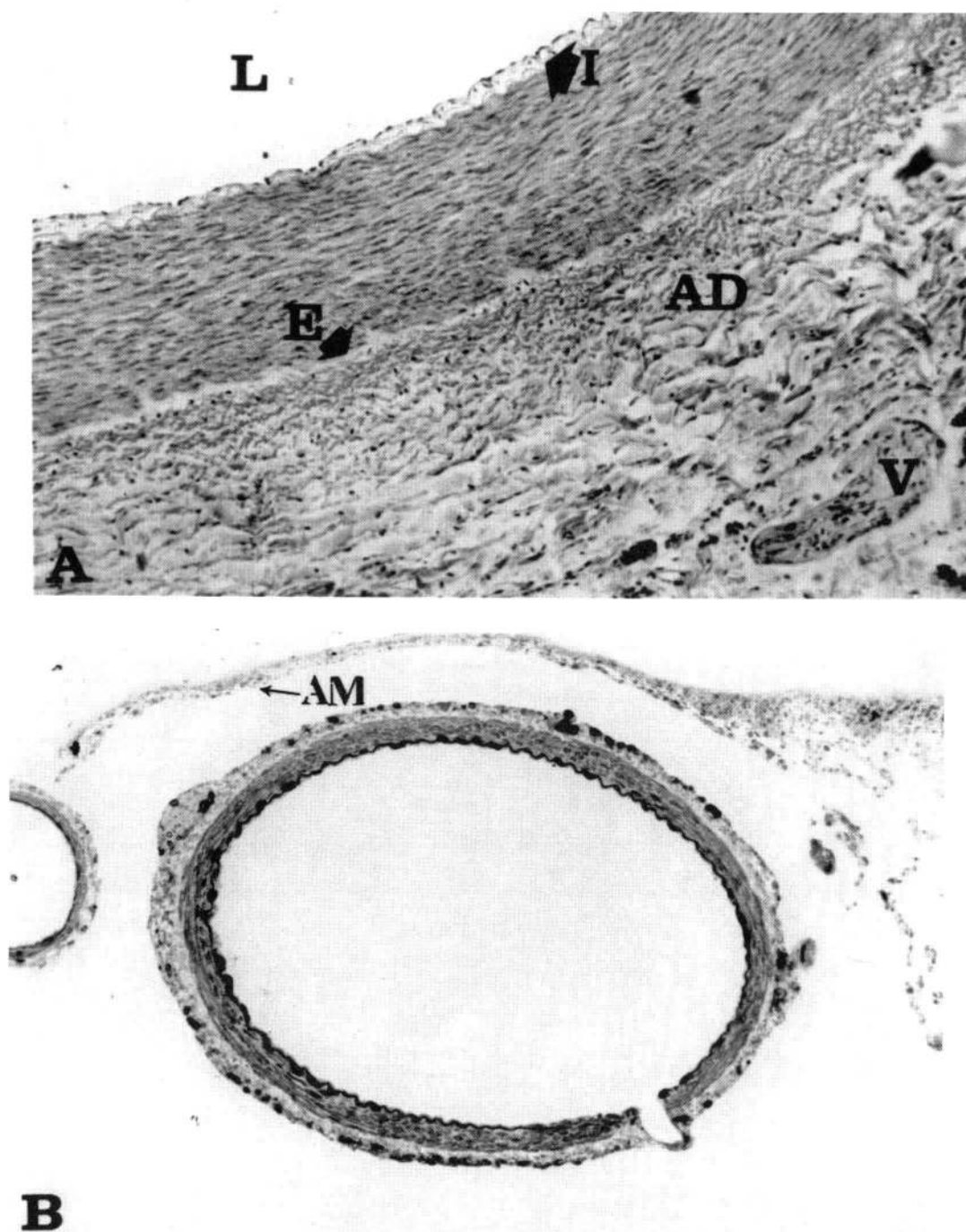
- (ed). Neurological Surgery. Philadelphia: W.B. Saunders, 1996, pp 1272-304.
10. **Khosravi GH, Faknr Tabatabai SA, Ghanfapour M, toufighi H;** Variation in the circulus arteriosus of willis: autopsy findings in 101 human cadavers. *Med J Islamic Rep Ir* 2001; 15: 1-5.
11. **Maurer J. Maurer E, Perneczky A;** Surgically verified variations in the A1 segment of anterior cerebral artery. *J Neurosurg* 1991; 75: 950-3.
12. **Heuber P.** Cerebral Angiography. Translated by George Bosse. New York: George Thieme Verlag. 1982, pp 68-153.
13. **Pearse M.** Practical Neuroangiography. Baltimore: Williams and wilkins. 1997, pp 103-15.
14. **Lang J.** Anatomic variations and anomalies of the cerebral arterial circle of willis and central branches. In: Cerebral vascular spasm (eds) Voth D, Gruyter Inc. NY, 1998, pp 3-10.
15. **Van der Zwan A, Hillen B.** Review of the variability of the territories of the major cerebral arteries. *Stroke* 1991; 22: 1078-84.
16. **Hussain SM, Shorter AM, Bataina ZM.** Circle of willis in adults saud. *Med J* 2001; 22: 895-8.
17. **Vasovic L, Milenkovic Z, Pavlovic S.** Compative morphological variation and abnormalities of circles of willis: a minireview including two personal cases. *Neurosurg Rev* 2002; 25: 247.
18. **Kim GE, Cho YP, Lim SM.** The anatomy of the circle of willis as a predictive factor for intra-operative cerebral ischemia (shunt need) during carotid endarterectomy. *Neurol Res* 2002; 24: 237-24.
19. **Hardy DG, peace DA, Rhoton AL.** Microsurgical of the superior cerebellar artery. *Neurosurgery* 1980; 6: 10-28.
20. **Saeki N, Rhoton AL Hr.** Microsurgical anatomy of the upper basilar artery and posterior circle of willis. *J Neurosurg* 1977; 46: 563-78.
21. **Truemper EJ, Fischer AQ.** Cerebrovascular developmental anatomy and physiology the neonate and child. In: Babikian VL, wechsler LR; (eds), *Transcranial Doppler Ultrasonography*. St Louis: Mosby. 199, pp 245-81.
22. **Zeal AA, AL Jr.** Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery. *J Neurosurg* 1978; 42: 534-59.
23. **Macdonald R, Weir B, Chen M, Grace M.** SEM of normal and Vasoplastic monkey cerebrovascular smooth muscle cells. *Neurosurgery* 1991; 29: 544-55.
24. **Hassler O, Larsson SE.** The external elastic lamella of the cerebral arteries in different age-groups. *Acta Anat* 1962; 48: 1-6.



▲ شکل ۱. نمای قاعده‌ای نیم کره‌های مغز که وضعیت آپلازی را در شریان ارتباطی خلفی چپ نشان می‌دهد.

▼ شکل ۲. نمای قاعده‌ای نیم کره‌های مغز که وضعیت دو شاخه‌ای را در شریان ارتباطی قدامی نشان می‌دهد.





▲ شکل ۳. مقایسه شریانهای مغزی MCA و سیستمیک کاروتید خارجی. (A): شریان سیستمیک که لایه ادوانتین (AD)، رگ تغذیه کننده رگها (V) و غشاء الاستیک خارجی (E) را نشان می دهد. (B): شریان مغزی میانی (MCA) که لایه ادوانتین نازک را به همراه عدم وجود غشاء الاستیک خارجی و رگ تغذیه کننده رگها را نشان می دهد. غشای الاستیک داخلی (I)، غشای عنکبوتیه (AM)، مجرای شریان (L)

