



Research Article

Comparison of Digital Subtraction Angiography with Doppler Ultrasound in Assessment of Carotid Artery Stenosis Severity

Mostafa Mirzaei¹ , Mohammadreza Amiri Nikpour¹ , Rezvan Norouzzadeh¹ *

¹ Department of Neurology, School of Medicine, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran

* **Corresponding author:** Rezvan Norouzzadeh: Department of Neurology, School of Medicine, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran. Email: rez1_nr@yahoo.com

DOI: [10.61186/jams.28.2.133](https://doi.org/10.61186/jams.28.2.133)

How to Cite this Article:

Mirzaei M, Amiri Nikpour M, Norouzzadeh R. Comparison of Digital Subtraction Angiography with Doppler Ultrasound in Assessment of Carotid Artery Stenosis Severity. *J Arak Uni Med Sci.* 2025;**28**(2): 133-40. DOI: [10.61186/jams.28.2.133](https://doi.org/10.61186/jams.28.2.133)

Received: 2025.01.16

Accepted: 2025.04.30

Keywords:

Ischemic stroke;
Outcome;
Color Doppler ultrasound;
Digital subtraction angiography

© 2024 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction:

Background: Imaging of the vascular system supplying the brain parenchyma is a diagnostic tool in the evaluation of stroke patients. This study aimed to compare the results of digital subtraction angiography with color Doppler ultrasound of the carotid arteries in patients with ischemic stroke.

Methods: In this cross-sectional-analytical study, the medical records of patients with ischemic stroke admitted to Imam Khomeini Hospital from July 1401 to July 1402 were reviewed to collect data. Demographic information, along with the results of color Doppler ultrasound and digital subtraction angiography of the patients, were extracted and evaluated.

Results: This study included 48 patients with ischemic stroke with a mean age of 12.8 ± 0.67 years. Hypertension was present in 68.8%, diabetes mellitus in 20.8%, and smoking in 25% of patients. Based on the results of digital subtraction angiography and color Doppler ultrasound, the most common vascular abnormality was plaque (79.2%). Vascular stenosis and occlusion were present in 91.7% of patients. Color Doppler ultrasound in examining the right and left internal carotid arteries had a sensitivity of 94.9% and 92.8%, specificity of 66.7% and 38.9%, positive predictive value of 92.1% and 70.3%, and negative predictive value of 75% and 77.8%.

Conclusions: Color Doppler vascular ultrasound demonstrated high sensitivity and specificity in detecting the presence and severity of stenosis in internal carotid arteries of ischemic stroke patients, supporting its use as a non-invasive and cost-effective method in clinical practice.

مقایسه آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال با سونوگرافی داپلر در ارزیابی شدت تنگی عروق گردن (کاروتید)

مصطفی میرزائی^۱، محمدرضا امیری نیک پور^۱، رضوان نوروززاده^{۱*}

^۱ گروه نورولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

* نویسنده مسئول: رضوان نوروززاده، گروه نورولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران. ایمیل: rez1_nr@yahoo.com

DOI: 10.61186/jams.28.2.133

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۷	چکیده
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۰	مقدمه: تصویربرداری از سیستم عروقی، تأمین کننده پارانشیم مغز یک کار تشخیصی در ارزیابی بیماران سکته مغزی می‌باشد. این مطالعه با هدف مقایسه نتایج آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال با سونوگرافی کالر داپلر عروق خونی گردن در بیماران با سکته مغزی ایسکمیک انجام شد.
واژگان کلیدی: سکته مغزی ایسکمیک؛ پیامد؛ سونوگرافی کالر داپلر؛ آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال	روش کار: در این مطالعه مقطعی-تحلیلی، جهت جمع‌آوری داده‌ها پرونده پزشکی بیماران مبتلا به سکته ایسکمیک بستری شده در بیمارستان امام خمینی از تیرماه ۱۴۰۱ الی تیرماه ۱۴۰۲ مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات دموگرافیک به همراه نتایج سونوگرافی کالر داپلر و آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال بیماران از پرونده استخراج و ارزیابی شد.
تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.	یافته‌ها: این مطالعه شامل ۴۸ بیمار با سکته ایسکمیک مغزی با میانگین سنی ۶۷/۰ ± ۱۲/۸ سال می‌باشد. فشارخون بالا در ۶۸/۸ درصد، دیابت شیرین در ۲۰/۸ درصد و مصرف سیگار در ۲۵ درصد بیماران وجود داشت. بر اساس نتایج آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال و سونوگرافی داپلر رنگی، شایع‌ترین ناهنجاری پلاک عروقی (۷۹/۲ درصد) بود. ناهنجاری و انسداد عروقی در ۹۱/۷ درصد از بیماران وجود داشت. سونوگرافی کالر داپلر در بررسی شریان کاروتید داخلی سمت راست و چپ به ترتیب حساسیت ۹۴/۹ و ۹۲/۸ درصد، ویژگی ۶۶/۷ و ۳۸/۹ درصد ارزش پیش‌بینی مثبت ۹۲/۱ و ۷۰/۳ درصد و ارزش پیش‌بینی منفی ۷۵ و ۷۷/۸ درصد داشته است.
	نتیجه‌گیری: سونوگرافی کالر داپلر عروقی با حساسیت و ویژگی بالا توانسته وجود انسداد و شدت آن را در عروق کاروتید داخلی در بیماران مبتلا به سکته ایسکمیک مغزی تشخیص دهد و به عنوان یک روش غیر تهاجمی و ارزان‌تر می‌تواند در سیر بالینی بیماران مورد استفاده قرار گیرد.
	ارجاع: میرزائی مصطفی، امیری نیک پور محمدرضا، نوروززاده رضوان. مقایسه آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال با سونوگرافی داپلر در ارزیابی شدت تنگی عروق گردن (کاروتید). مقایسه آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال با سونوگرافی داپلر در ارزیابی شدت تنگی عروق گردن (کاروتید). مجله دانشگاه علوم پزشکی اراک ۱۴۰۴؛ ۲۸ (۲): ۱۳۳-۱۴۰.

مقدمه

سکته مغزی، به عنوان شایع‌ترین اختلال ناتوان‌کننده‌ی نورولوژیک شناخته می‌شود و به عنوان یکی از علل اصلی بیماری‌های نورولوژیک و دومین علت شایع مرگ مرتبط با بیماری‌های نورولوژیک در جهان مطرح است (۱). بر اساس گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی، سالانه حدود ۵.۵ میلیون نفر بر اثر سکته مغزی جان خود را از دست می‌دهند که این بیماری را به دومین عامل مرگ و میر در جهان تبدیل کرده است. این آمار به ویژه در کشورهای با درآمد پایین و متوسط قابل توجه است (۲). اگرچه میزان مرگ و میر و بروز سکته مغزی در سنین پایین در کشورهای توسعه‌یافته کاهش یافته است، اما در مناطق در حال توسعه، به ویژه شرق آسیا، جنوب صحرای آفریقا و خاورمیانه، همچنان روند افزایشی دارد (۳، ۴). بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده در ایران، میزان بروز سکته مغزی در گروه‌های سنی مختلف بین ۲۳ تا ۱۰۳ نفر در هر ۱۰۰,۰۰۰ نفر جمعیت گزارش شده است (۵). همچنین، مطالعات جامع نشان می‌دهند که تعداد موارد سکته مغزی در ایران از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ بیش از دو برابر افزایش یافته است (۶).

یک علت مهم و شایع سکته مغزی ایسکمیک تنگی شریان خارج جمجمه‌ای (Extracranial artery stenosis) است که یک بیماری شایع در سراسر جهان است و یکی از مهم‌ترین عوامل خطر سکته مغزی ایسکمیک است (۷). تنگی شریان خارج جمجمه‌ای (تنگی بیش از ۵۰ درصد) خطر سکته مغزی را تقریباً دو برابر می‌کند (۸). تنگی قابل توجه شریان کاروتید همراه با آمبولی یا هیپوپرفیوژن بعدی در حدود ۲۰ درصد از بیماران مبتلا به سکته مغزی ایسکمیک مشاهده می‌شود (۹). بیماران مبتلا به انسداد کامل شریان کاروتید، با خطر بالای عود مجدد سکته مغزی مواجه هستند که این خطر حتی با بهترین درمان‌های موجود، می‌تواند سالانه تا ۱۰ درصد افزایش یابد، به ویژه در مواردی که ظرفیت ذخیره جریان خون مغزی کاهش یافته باشد (۱۰). بنابراین، تشخیص دقیق تنگی شریان‌های جمجمه‌ای برای مدیریت مناسب بیماران مبتلا به سکته مغزی و شناسایی افرادی که در معرض خطر بالای حوادث عروقی قرار دارند، از اهمیت بالایی برخوردار است (۱۱).

تصویربرداری از سیستم عروقی تأمین‌کننده‌ی پارانشیم مغز، یک ابزار

[IR.UMSU.HIMAM.REC.1402.145] به انجام رسید.

جهت جمع‌آوری داده‌ها، پرونده‌های پزشکی بیماران بستری در بخش نورولوژی بیمارستان امام خمینی (ره) ارومیه در بازه زمانی تیر ماه ۱۴۰۱ تا تیر ماه ۱۴۰۲ که تحت بررسی آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال قرار گرفته بودند، مورد مطالعه قرار گرفت. روش نمونه‌گیری در این پژوهش به صورت سرشماری انجام شد. بدین ترتیب، تمامی پرونده‌های واجد شرایط وارد مطالعه شدند. موارد فاقد انجام سونوگرافی داپلر رنگی عروق گردنی یا اطلاعات مرتبط با نتایج هر دو آزمون از مطالعه حذف گردیدند.

اطلاعات مورد نیاز از پرونده‌های پزشکی بیماران استخراج شد. پارامترهای مدنظر جهت جمع‌آوری داده‌ها شامل نتایج سونوگرافی داپلر رنگی و آنژیوگرافی دیجیتال سابتراکشن عروق خارج جمجمه‌ای (شریان کاروتید داخلی (ICA)، شریان مهره‌ای (VA)، و شریان بازیلر (BA)) بودند. تنگی عروقی در سه گروه خفیف (کمتر از ۵۰ درصد)، متوسط (۵۰ تا ۷۰ درصد)، و شدید (۷۱ تا ۹۹ درصد) و انسداد کامل طبقه‌بندی شد. علاوه بر این، ناهنجاری‌های عروقی شامل آنوریسم، مالفورماسیون شریانی و وریدی، و دلیوکواکتازی نیز در صورت وجود در گزارش‌های پزشکی ثبت گردید.

معیارهای ورود به مطالعه:

- افراد بالای ۱۸ سال
 - تأیید تشخیص سکته مغزی ایسکمیک بر اساس یافته‌های بالینی، نتایج تصویربرداری و نظر نورولوژیست
 - انجام آنژیوگرافی دیجیتال سابتراکشن و سونوگرافی داپلر رنگی عروق گردنی در طول فرایند تشخیصی و درمانی
- #### معیارهای خروج از مطالعه:
- ناقص بودن اطلاعات مورد نیاز برای مطالعه
 - ترک بیمارستان توسط بیمار قبل از اتمام دوره درمان با رضایت شخصی
 - موارد مشکوک به سکته مغزی هموراژیک
 - عدم انجام هر یک از آزمایش‌های سونوگرافی داپلر رنگی عروق گردنی (DUS) یا آنژیوگرافی دیجیتال سابتراکشن

روش تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۷ (version 27, IBM Corporation, Armonk, NY) انجام شد. برای توصیف داده‌های کمی از میانگین و انحراف استاندارد و برای داده‌های کیفی از درصد فراوانی استفاده گردید. به منظور نمایش بهتر یافته‌ها، از جداول و نمودارهای مناسب بهره گرفته شد. جهت مقایسه نتایج دو روش بررسی عروق گردنی، از آزمون Chi-square و آزمون Fisher's exact test با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. همچنین، حساسیت و ویژگی تشخیصی روش سونوگرافی داپلر رنگی با در نظر گرفتن آنژیوگرافی دیجیتال سابتراکشن به عنوان استاندارد طلایی محاسبه گردید.

یافته‌ها

در مطالعه حاضر ۴۸ بیمار با تشخیص استروک ایسکمیک مغزی مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین سنی بیماران $67/0 \pm 12/8$ سال با بازه سنی

تشخیصی ضروری در ارزیابی بیماران مبتلا به سکته مغزی برای شناسایی ضایعات عروقی مغزی است (۱۲). تکنیک‌های تصویربرداری برای بررسی علل زمینه‌ای بیماری‌های عروقی مغز به دو دسته کلی تهاجمی و غیرتهاجمی تقسیم می‌شوند (۱۳). روش‌های غیرتهاجمی شامل سونوگرافی داپلر (Doppler Ultrasonography)، آنژیوگرافی کامپیوتری (Computed tomography) و آنژیوگرافی رزونانس مغناطیسی (Magnetic resonance angiography) هستند (۱۴). علاوه بر روش‌های فوق، آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال (Digital Subtraction Angiography) نیز به عنوان یک روش تهاجمی برای بررسی عروقی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال به عنوان حساس‌ترین و اختصاصی‌ترین روش بررسی عروقی شناخته می‌شود و در بسیاری از موارد به عنوان استاندارد طلایی تشخیصی در نظر گرفته می‌شود (۱۵). این روش در تشخیص اولیه، تخمین پیش‌آگهی و مدیریت بیماری کاربرد دارد. با این حال، به دلیل ماهیت تهاجمی و دستکاری مستقیم عروق، آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال با عوارضی مانند افزایش خطر سکته مغزی ثانویه همراه است (۱۶). همچنین، نیاز به مهارت بالا، تجهیزات پیشرفته و هزینه زیاد، استفاده روتین و گسترده از این روش را محدود می‌کند (۱۷).

همچنین در مطالعات مشابه مقایسه آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال (DSA) با سونوگرافی داپلر رنگی گردن در تشخیص تنگی شریان کاروتید، از حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و منفی و دقت نسبتاً بالایی برخوردار بوده و به عنوان روشی ارزشمند، غیرتهاجمی و قابل تکرار برای بررسی تنگی شریان مغزی با دقت تشخیصی بالا معرفی شده است (۱۸). در مطالعه دیگری، تفاوت معناداری در گزارش میزان تنگی شریان کاروتید بین آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال و سونوگرافی کاروتید مشاهده نشد و توصیه شده است که هر دو روش می‌توانند برای غربالگری مورد استفاده قرار گیرند. با این حال، تشخیص پلاک‌های آترواسکلروتیک در سونوگرافی کالر داپلر سریع‌تر و راحت‌تر است، در حالی که دقت سونوگرافی داپلر رنگی گردن در تشخیص بیشتر است (۱۹). همچنین، در مطالعه‌ای نشان داده شد که نتایج آنژیوگرافی در تنگی‌های ۰ تا ۱۵ درصد و ۱۰۰ درصد مشابه سونوگرافی کالر داپلر بود، اما در تنگی‌های ۵۰ تا ۶۹ درصد و ۷۰ تا ۹۹ درصد میزان شباهت کمتر بود و سونوگرافی کمترین حساسیت را در تنگی ۵۰ تا ۶۹ درصد داشت (۲۰). در مطالعه حاضر، با هدف مقایسه نتایج آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال و سونوگرافی داپلر در بیماران مبتلا به سکته مغزی ایسکمیک مراجعه کننده به بیمارستان امام خمینی ارومیه، یک مطالعه مقایسه‌ای طراحی و اجرا شده است.

روش کار

مطالعه حاضر با رویکرد مقطعی و تحلیلی، به منظور مقایسه نتایج آنژیوگرافی دیجیتال سابتراکشن با سونوگرافی داپلر رنگی عروق گردنی در بیماران مبتلا به سکته مغزی ایسکمیک بستری در بیمارستان امام خمینی (ره) ارومیه طراحی و اجرا گردید. این پژوهش پس از اخذ تأییدیه اخلاقی از کمیته اخلاق و پژوهش دانشگاه علوم پزشکی ارومیه با کد اخلاق

۳۸ الی ۸۷ سال بوده است و در حدود دو سوم بیماران مرد ۶۸/۸ و ۳۱/۳۰ درصد زن بوده است.

فشارخون بالاتر بیش از دو سوم بیماران (۶۸/۸ درصد) وجود داشته است. همچنین ۲۰/۸ درصد از بیماران سابقه دیابت شیرین و ۲۵ درصد سابقه مصرف سیگار داشته است.

جدول ۱. فراوانی متغیر دموگرافیک بیماران با سکنه مغزی

میانگین سن بیماران	فراوانی	درصد
جنسیت	۶۷/۰ ± ۱۲/۸	
مرد	۳۳	(۶۸/۷۵)
زن	۱۵	(۳۱/۲۵)
فشارخون بالا	۳۳	(۶۸/۷۵)
دیابت	۱۰	(۲۰/۸)
مصرف سیگار	۱۲	(۲۵)

در جدول ۲، یافته‌های مربوط به ناهنجاری‌های عروقی در سونوگرافی داپلر رنگی و آنژیوگرافی دیجیتال سابترکشن بیماران مورد مطالعه ارائه شده است. از میان ۴۸ بیمار، بر اساس نتایج آنژیوگرافی سابترکشن دیجیتال، شایع‌ترین ناهنجاری، پلاک عروقی (۷۹/۲) بود. سایر ناهنجاری‌ها شامل ترومبوز اینترالومینال، هایپوپلازی، آنوریسم و دولیکوکتازی به ترتیب در ۶/۳ درصد بیماران مشاهده شد.

سونوگرافی داپلر رنگی تمامی موارد پلاک، ترومبوز تشخیص داده شده توسط آنژیوگرافی سابترکشن دیجیتال را تأیید نمود. با این حال، این روش در تشخیص آنوریسم، هایپوپلازی و دولیکوکتازی دقت کافی نداشت.

جدول ۳ به مقایسه نتایج دو روش تشخیصی در ارزیابی شریان کاروتید داخلی سمت راست اختصاص دارد. در این مطالعه، ۸/۳ درصد بیماران بر اساس هر دو روش سونوگرافی داپلر رنگی و آنژیوگرافی دیجیتال سابترکشن، هیچ‌گونه ناهنجاری عروقی در شریان‌های کاروتید داخلی و مهره‌ای نداشتند. در ۴/۲ درصد بیماران، تنها درگیری در شریان‌های مهره‌ای مشاهده شد و در ۸۷/۵ درصد بیماران، درگیری در شریان‌های

کاروتید داخلی گزارش گردید.

بر اساس، بیشترین فراوانی مربوط به انسداد شدید (۱۹/۶ درصد) و کمترین فراوانی مربوط به انسداد متوسط (۱۳ درصد) بود. در مقابل، سونوگرافی داپلر رنگی بیشترین فراوانی را به انسداد متوسط (۴۱/۳ درصد) اختصاص داد. نتایج نشان می‌دهد که در ۵۶/۵ درصد موارد، دو روش در تعیین شدت انسداد همخوانی داشتند. با این حال، در ۱۹/۶ درصد موارد، سونوگرافی شدت انسداد را کمتر از آنژیوگرافی سابترکشن دیجیتال (Under-value) و در ۲۳/۹ درصد موارد، شدت انسداد را بیشتر از آنژیوگرافی سابترکشن دیجیتال (Over-value) گزارش نمود.

در جدول ۴، نتایج مقایسه دو روش تشخیصی سونوگرافی داپلر رنگی و آنژیوگرافی دیجیتال سابترکشن در ارزیابی شریان کاروتید داخلی سمت چپ بیماران مورد مطالعه ارائه شده است. بر اساس نتایج، به ترتیب ۳۴/۸ درصد بیماران دارای انسداد خفیف، ۱۵/۲ درصد انسداد متوسط، ۸/۷ درصد انسداد شدید، ۲/۲ درصد انسداد کامل و ۳۹/۱ درصد فاقد انسداد در شریان‌های کاروتید داخلی سمت چپ بودند.

در مقابل، بر اساس نتایج سونوگرافی داپلر رنگی، ۴۱/۳ درصد بیماران دارای انسداد خفیف، ۲۶/۱ درصد انسداد متوسط و ۶/۵ درصد انسداد شدید یا کامل در شریان کاروتید داخلی سمت چپ تشخیص داده شدند. در ۴۵/۷ درصد موارد، شدت انسداد گزارش شده در سونوگرافی با آنژیوگرافی سابترکشن دیجیتال همخوانی داشت. با این حال، در ۱۰/۹ درصد موارد، سونوگرافی شدت انسداد را کمتر از آنژیوگرافی سابترکشن دیجیتال (Under-value) و در ۴۳/۵ درصد موارد، شدت انسداد را بیشتر از آنژیوگرافی سابترکشن دیجیتال (Over-value) گزارش نمود.

در جدول ۵، شاخص‌های عملکردی سونوگرافی داپلر رنگی در تشخیص انسداد شریان کاروتید داخلی، با در نظر گرفتن آنژیوگرافی دیجیتال سابترکشن به عنوان استاندارد طلایی، ارائه شده است. این شاخص‌ها شامل حساسیت، ویژگی، ارزش پیش‌بینی مثبت (PPV)، ارزش پیش‌بینی منفی (NPV) و ضریب کاپا می‌باشند.

جدول ۲. فراوانی نتایج ناهنجاری عروقی در بررسی سونوگرافی و DSA بیماران مورد مطالعه

ناهنجاری در DSA				
آنوریسم عروقی	دولیکوکتاز	پلاک	ترومبوز	هایپوپلازی
آنوریسم عروقی	۳ (۱۰۰)	۰	۰	۰
پلاک عروقی	۰	۲۸ (۱۰۰)	۰	۱ (۳۳/۳)
ترومبوز داخل عروقی	۰	۰	۳ (۱۰۰)	۰
بدون یافته	۰	۱ (۱۰۰)	۰	۲ (۶۶/۷)
کل	۳ (۶/۳)	۱ (۲/۱)	۳ (۶/۳)	۳ (۶/۳)

جدول ۳. فراوانی نتایج بررسی سونوگرافی و آنژیوگرافی سابترکشن دیجیتال کاروتید داخلی راست بیماران مورد مطالعه

ناهنجاری در آنژیوگرافی سابترکشن دیجیتال				
بدون انسداد	انسداد خفیف	انسداد متوسط	انسداد شدید	انسداد کامل
بدون انسداد	۶	۲	۰	۰
انسداد خفیف	۱	۱	۰	۰
انسداد متوسط	۱	۹	۲	۳
انسداد شدید	۱	۳	۵	۱
انسداد کامل	۰	۰	۲	۳
کل	۶ (۱۹/۶)	۷ (۱۵/۲)	۱۴ (۳۰/۴)	۹ (۱۹/۶)
				۷ (۱۵/۲)

جدول ۴. فراوانی نتایج بررسی سونوگرافی و آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال داخلی چپ بیماران مورد مطالعه

ناهنجاری در آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال					
بدون انسداد	انسداد خفیف	انسداد متوسط	انسداد شدید	انسداد کامل	
بدون انسداد	۷	۲	۰	۰	۰
انسداد خفیف	۱۰	۸	۰	۱	۰
انسداد متوسط	۱	۶	۴	۱	۰
انسداد شدید	۰	۰	۰	۲	۱
انسداد کامل	۰	۰	۳	۰	۰
کل	۱۸ (۱/۳۹)	۱۶ (۳۴/۸)	۷ (۱۵/۲)	۴ (۸/۷)	۱ (۲/۲)

سکته مغزی ایسکمیک در مردان بیشتر از زنان است. تفاوت‌های مشاهده شده در مطالعات مختلف ممکن است به دلیل تفاوت‌های در روش نمونه‌گیری و ویژگی‌های جمعیت مورد مطالعه باشد.

فشارخون بالا به عنوان مهم‌ترین عامل خطر برای بروز سکته مغزی ایسکمیک شناخته می‌شود (۳۶). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که فشارخون بالا به طور قلیل‌توجهی ریسک وقوع این عارضه را افزایش می‌دهد (۲۷). بیماران مبتلا به فشارخون بالا به طور معمول حجم کمتری از بافت مغزی قابل نجات داشته‌اند. این بدان معناست که آسیب مغزی ناشی از سکته در این بیماران گسترده‌تر بوده و پیامدهای بالینی جدی‌تری را به دنبال دارد (۲۸). هرچند کاهش فشارخون نیز می‌تواند خطر سکته مغزی را افزایش دهد، اما مطالعات متعدد نشان داده‌اند که فشار خون بالا به عنوان یک عامل خطر مستقل و مهم برای سکته مغزی شناخته می‌شود (۲۹، ۳۰). یافته‌های پژوهش حاضر نیز تأییدی بر این مدعا است؛ به طوری که بیش از دو سوم از شرکت‌کنندگان مطالعه دارای سابقه فشارخون بالا بودند. این یافته با نتایج پژوهش‌های پیشین، از جمله مطالعه Sennfalt و همکاران که گزارش داده‌اند بیش از ۵۰ درصد بیماران مبتلا به سکته ایسکمیک مغزی دارای فشارخون بالا بوده‌اند، همخوانی داشت (۳۱).

علاوه بر فشارخون بالا، مصرف سیگار نیز به عنوان یک عامل خطر مستقل برای سکته مغزی مطرح می‌شود (۳۲). در پژوهش حاضر، تقریباً یک سوم از شرکت‌کنندگان سابقه مصرف سیگار داشتند. این یافته با نتایج مطالعات دیگر، از جمله Wang و همکاران که نشان داده‌اند مصرف سیگار خطر بروز سکته مغزی ایسکمیک را تا ۱/۸ برابر افزایش می‌دهد، همسو بود (۳۳). دیابت شیرین نیز به عنوان یک عامل خطر شناخته‌شده برای سکته مغزی، نقش مهمی ایفا می‌کند (۳۴). دیابت با آسیب به رگ‌های خونی و افزایش خطر لخته شدن خون، خطر بروز سکته مغزی را افزایش می‌دهد (۳۵). همچنین، دیابت می‌تواند شدت بیماری آترواسکلروز را تشدید کند (۳۶). در پژوهش حاضر، حدود یک پنجم از شرکت‌کنندگان دارای سابقه دیابت بودند. این یافته با یافته‌های سایر مطالعات در این زمینه همخوانی دارد (۳۷، ۳۸). در مجموع، نتایج این پژوهش تأکید بر اهمیت فشارخون بالا، مصرف سیگار و دیابت به عنوان عوامل خطر اصلی برای بروز سکته مغزی ایسکمیک دارد. کنترل دقیق این عوامل خطر می‌تواند به طور مؤثری در پیشگیری و کاهش خطر سکته مغزی کمک کند.

جدول ۵. ویژگی‌های تشخیصی سونوگرافی کاردیالر کاروتید داخلی در بیماران مورد مطالعه

شریان کاروتید داخلی		
سمت راست (درصد)	سمت چپ (درصد)	
۹۴/۹	۹۲/۸	حساسیت
۶۶/۷	۳۸/۹	ویژگی
۹۲/۱	۷۰/۳	ارزش پیش‌بینی منفی
۷۵	۷۷/۸	ارزش پیش‌بینی منفی
۴۳	۳۲	ضریب کاپا

نتایج نشان می‌دهند که حساسیت، ویژگی، ارزش پیش‌بینی مثبت و ارزش پیش‌بینی منفی سونوگرافی داپلر رنگی در تشخیص انسداد شریان کاروتید داخلی سمت راست نسبت به سمت چپ بیشتر بوده است. ضریب کاپا که میزان توافق بین دو روش تشخیصی را نشان می‌دهد، برای سمت راست (۰/۴۳) در محدوده متوسط و برای سمت چپ (۰/۳۲) در محدوده قابل قبول قرار گرفته است.

بحث

سکته مغزی ایسکمیک مغزی یک بیماری عروق مغزی به سرعت پیشرونده است که با آسیب عروق مغزی و آسیب کانونی (یا کلی) به بافت مغز تعریف می‌شود و دارای عوارض، عود و مرگ و میر بالایی می‌باشد (۲۱). در بیماران با ایسکمیک مغزی، تشخیص زودهنگام و درمان می‌تواند میزان ناتوانی و مرگ و میر را تا حد زیادی کاهش دهد. این مطالعه با هدف مقایسه نتایج آنژیوگرافی سابتراکشن دیجیتال و سونوگرافی داپلر در بیماران مبتلا به سکته مغزی ایسکمیک انجام شد.

در پژوهش حاضر، ۴۸ بیمار با میانگین سنی $12/8 \pm 67/0$ سال و نسبت جنسی مرد به زن ۳ به ۱ مورد بررسی قرار گرفتند. یافته‌های این مطالعه با نتایج اغلب پژوهش‌های مشابه در داخل و خارج از کشور همسو است. اکثر مطالعات گزارش کرده‌اند که میانگین سنی بیماران مبتلا به سکته مغزی ایسکمیک در محدوده ۶۰ تا ۷۰ سال بوده و فراوانی مردان در این جمعیت نسبت به زنان کمی بیشتر بوده است (۲۲، ۲۳). برای مثال، در مطالعه Asgarzadegan و همکاران، میانگین سنی بیماران ۶۲ سال و نسبت جنسی مشابه مطالعه حاضر گزارش شده است (۲۴). هرچند در برخی مطالعات، نسبت جنسی مرد به زن برابر گزارش شده است (۲۵)، اما مطالعات اپیدمیولوژیک گسترده‌تر نشان می‌دهند که به طور کلی، بروز

از محدودیت‌های اصلی مطالعه حاضر کم بودن تعداد بیمارانی می‌باشد که تحت تست تشخیصی DSA قرار گرفته‌اند و همچنین به تک مرکزی بودن مطالعه می‌توان اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که شریان‌های کاروتید داخلی شایع‌ترین محل انسداد و ناهنجاری‌های عروقی در بیماران مبتلا به سکته مغزی ایسکمیک هستند. سونوگرافی داپلر رنگی به عنوان یک روش تشخیصی غیرتهاجمی، توانایی بالایی در تشخیص دقیق انسداد و تعیین شدت آن در این شریان‌ها داشته است. همخوانی بالای نتایج سونوگرافی داپلر رنگی با آنژیوگرافی دیجیتال سابتراکشن نشان‌دهنده قابلیت اطمینان این روش در ارزیابی اولیه بیماران مشکوک به بیماری‌های کاروتید است. با توجه به مزایای سونوگرافی داپلر رنگی از جمله عدم تهاجمی بودن، هزینه کمتر و در دسترس بودن، پیشنهاد می‌شود که این روش به عنوان یک ابزار تشخیصی اولیه در کنار سایر روش‌های تصویربرداری مانند توموگرافی کامپیوتری آنژیوگرافی (CTA) و تصویربرداری رزونانس مغناطیسی آنژیوگرافی (MRA) در ارزیابی بیماران مبتلا به سکته مغزی ایسکمیک مورد استفاده قرار گیرد. برای دستیابی به نتایج جامع‌تر و تعمیم‌پذیرتر، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با نمونه بزرگ‌تر و در مراکز مختلف انجام شود. همچنین، بررسی طولانی‌مدت بیماران و ارزیابی تأثیر مداخلات درمانی بر اساس نتایج سونوگرافی داپلر رنگی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را در مورد پیشرفت بیماری و پاسخ به درمان ارائه دهد.

تشکر و قدردانی

تمامی نویسندگان از واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان امام خمینی جهت ویراستاری مقاله تقدیر و تشکر دارد.

سهم نویسندگان

طراحی مطالعه: رضوان نوروززاده و محمدرضا امیری نیک پور، جمع‌آوری داده‌ها: مصطفی میرزائی، تجزیه و تحلیلی آماری داده‌ها: مصطفی میرزائی، نوشتن مقاله: رضوان نوروززاده و محمدرضا امیری نیک پور

تضاد منافع

نویسندگان تصدیق می‌کنند که هیچ تضاد منافی وجود ندارد.

در پژوهش حاضر، از میان ۴۸ بیمار مورد مطالعه، تنها در ۴ مورد هیچ‌گونه انسداد عروقی مشاهده نشد. همچنین، اکثریت قریب به اتفاق موارد انسداد و ناهنجاری‌های عروقی مربوط به شریان‌های کاروتید داخلی بوده است. به ندرت، انسداد در شریان‌های ورتبرال (VA) مشاهده شد و هیچ موردی از انسداد در شریان بازیلار (BA) گزارش نشد. این یافته‌ها با نتایج مطالعات پیشین نیز همخوانی داشت. مطالعه‌ای مشابه گزارش کرده است که حدود ۶۰ درصد از موارد انسداد عروقی در بیماران مبتلا به سکته ایسکمیک مغزی مربوط به شریان‌های کاروتید شریان‌های کاروتید داخلی داخلی بوده است (۲۴).

مطالعه Lange و همکاران نیز نشان داده است که در اکثریت قریب به اتفاق موارد، انسداد عروقی در شریان‌های کاروتید داخلی رخ می‌دهد (۳۹). مطالعه Matias-Guiu و همکاران نیز بر اهمیت انسداد شریان‌های بزرگ در ایجاد سکته مغزی حاد تأکید کرده است (۴۰). یافته‌های این پژوهش و مطالعات پیشین نشان می‌دهند که انسداد شریان‌های کاروتید داخلی نقش بسیار مهمی در ایجاد سکته مغزی ایسکمیک ایفا می‌کند. این یافته‌ها بر اهمیت ارزیابی دقیق شریان‌های کاروتید داخلی در بیماران مبتلا به سکته مغزی ایسکمیک تأکید دارند.

در پژوهش حاضر، سونوگرافی داپلر رنگی توانایی بالایی در تشخیص پلاک، ترومبوز در مقایسه با آنژیوگرافی دیجیتال سابتراکشن نشان داد. با این حال، این روش در تشخیص دقیق آنوریسم، دولیکواکتازی و هیپوپلازی محدودیت‌هایی داشت. نتایج نشان داد که حساسیت و ویژگی سونوگرافی داپلر رنگی در تشخیص انسداد شریان کاروتید داخلی در حدود ۹۰ درصد بوده است. همچنین، ضریب کاپا محاسبه شده بین دو روش تشخیصی، نشان‌دهنده توافق قابل قبول بین آن‌ها است. این یافته‌ها با نتایج مطالعات قبلی نیز همخوانی داشت.

مطالعات پیشین نشان داده‌اند که سونوگرافی داپلر رنگی می‌تواند به عنوان یک روش تشخیصی مکمل برای ارزیابی شریان‌های کاروتید داخلی مورد استفاده قرار گیرد (۲۴). با این حال، تفاوت‌هایی در میزان حساسیت و ویژگی این روش در مطالعات مختلف گزارش شده است (۲۰، ۴۱). این تفاوت‌ها ممکن است به عوامل مختلفی از جمله تجربه اپراتور، نوع دستگاه سونوگرافی، و ویژگی‌های جمعیت مورد مطالعه مربوط باشد. در مجموع، نتایج این پژوهش و مطالعات قبلی نشان می‌دهند که سونوگرافی داپلر رنگی یک روش تشخیصی غیرتهاجمی، سریع و مقرون به صرفه برای ارزیابی اولیه بیماران مشکوک به بیماری‌های شریان‌های کاروتید داخلی است. با این حال، برای تأیید تشخیص و برنامه‌ریزی درمان، انجام آنژیوگرافی دیجیتال سابتراکشن به عنوان استاندارد طلایی همچنان ضروری است.

References

1. Powers WJ. Acute Ischemic Stroke. N Engl J Med. 2020;383(3):252-60. [pmid: 32668115](#) [doi: 10.1056/NEJMc1917030](#).
2. Johnson W, Onuma O, Owolabi M, Sachdev S. Stroke: a global response is needed. Bull World Health Organ. 2016;94(9):634-634A. [pmid: 27708464](#) [doi: 10.2471/BLT.16.181636](#).
3. Li XY, Kong XM, Yang CH, Cheng ZF, Lv JJ, Guo H, et al. Global, regional, and national burden of ischemic stroke, 1990-2021: an analysis of data from the global burden of disease study 2021. Eclinicalmedicine. 2024;75:102758. [pmid: 39157811](#) [doi: 10.1016/j.eclim.2024.102758](#).
4. Du M, Mi D, Liu M, Liu J. Global trends and regional differences in disease burden of stroke among children: a trend analysis based on the global burden of disease study 2019. BMC Public Health. 2023;23(1):2120. [pmid: 37891500](#) [doi: 10.1186/s12889-023-17046-z](#).
5. Hosseini AA, Sobhani-Rad D, Ghandehari K, Benamer HT. Frequency and clinical patterns of stroke in Iran-Systematic

- and critical review. *BMC Neurol.* 2010;10:72. **pmid:** 20731823 **doi:** org/10.1186/1471-2377-10-72.
6. Fallahzadeh A, Esfahani Z, Sheikhy A, Keykhaei M, Moghaddam SS, Tehrani YS, et al. National and subnational burden of stroke in Iran from 1990 to 2019. *Ann Clin Transl Neurol.* 2022;9(5):669-83. **pmid:** 35395141 **doi:** 10.1002/acn3.51547.
 7. Lu T, Liang J, Wei N, Pan L, Yang H, Weng B, Zeng J. Extracranial artery stenosis is associated with total MRI burden of cerebral small vessel disease in ischemic stroke patients of suspected small or large artery origins. *Frontiers in neurology.* 2019;10:243. **pmid:** 30949118 **doi:** 10.3389/fneur.2019.00243. eCollection 2019.
 8. Wang D, Wang J, Jin C, Ji R, Wang A, Li X, Gao X, Wu S, Zhou Y, Zhao X. Asymptomatic Extracranial Artery Stenosis and the Risk of Cardiovascular and Cerebrovascular Diseases. *Sci Rep.* 2016;6:33960. **doi:** 10.1038/srep33960.
 9. Saver JL, Carroll JD, Smalling R, Thaler D. Letter by Saver et Al Regarding Article, "guidelines for the Prevention of Stroke in Patients with Stroke and Transient Ischemic Attack: A Guideline for Healthcare Professionals from the American Heart Association/American Stroke Association". *Stroke* 2015;46(4):e85-6. **pmid:** 25744518 **doi:**10.1161/STROKEAHA.115.007311.
 10. Kargiotis O, Safouris A, Magoufis G, Georgala M, Roussopoulou A, Stamboulis E, et al. The role of neurosonology in the diagnosis and management of patients with carotid artery disease: a review. *J Neuroimaging.* 2018;28(3):239-51. **pmid:** 29334161 **doi:** 10.1111/jon.12495.
 11. Banerjee C, Chimowitz MI. Stroke caused by atherosclerosis of the major intracranial arteries. *Circ Res.* 2017;120(3):502-13. **pmid:** 28154100 **doi:** 10.1161/CIRCRESAHA.116.308441.
 12. Li X, Su F, Yuan Q, Chen Y, Liu CY, Fan Y. Advances in differential diagnosis of cerebrovascular diseases in magnetic resonance imaging: a narrative review. *Quant Imaging Med Surg.* 2023;13(4):2712-34. **pmid:** 37064346 **doi:** 10.21037/qims-22-750
 13. Vural A, Gocmen R, Oguz KK, Topcuoglu MA, Arsava EM. Bright and dark vessels on stroke imaging: different sides of the same coin? *Diagn Interv Radiol.* 2016;22(3):284-90. **pmid:** 27015319 **doi:** 10.5152/dir.2015.15271.
 14. Czap AL, Sheth SA. Overview of imaging modalities in stroke. *Neurology.* 2021;97(20 Suppl 2):S42-S51. **pmid:** 34785603 **doi:** 10.1212/WNL.0000000000012794.
 15. Posa A, Tanzilli A, Barbieri P, Steri L, Arabia F, Mazza G, Longo V, Iezzi R. Digital subtraction angiography (DSA) technical and diagnostic aspects in the study of lower limb arteries. *Radiation.* 2022;2(4):376-86. **doi:**10.3390/radiation2040028
 16. Banerjee C, Chimowitz MI. Stroke caused by atherosclerosis of the major intracranial arteries. *Circ Res.* 2017;120(3):502-13. **pmid:** 28154100 **doi:** 10.1161/CIRCRESAHA.116.308441.
 17. Van Asperen V, van Den Berg J, Lycklama F, Marting V, Cornelissen S, van Zwam WH, et al. Automatic artery/vein classification in 2D-DSA images of stroke patients. *J Manag Care Pharm.* 2022;12034:366-77. **doi:**org/10.1117/12.2606412
 18. Assarzadegan F, Mohammadi F, Lima BS, Mansouri B, Aghamiri SH, Vaighan NS. Evaluation of neurosonology versus digital subtraction angiography in acute stroke patients. *J Clin Neurosci.* 2021;91:378-82. **pmid:** 34373055 **doi:** 10.1016/j.jocn.2021.07.030.
 19. Chen S-Y, Chen C, Ding L, Liu H, Yang T, Wu J. Comparison between carotid ultrasound and digital subtraction angiography in the diagnosis of carotid artery stenosis in patients with cerebral infarction. *Int J Morphol.* 2022;40(6):12-20. **doi:**10.4067/S0717-95022022000601560
 20. Maroufi SF, Rafee Alavi SN, Abbasi MH, Famouri A, Mahya Naderkhani, Armaghan S, et al. Comparison of Doppler Ultrasound and Digital Subtraction Angiography in extracranial stenosis. *Ann Med Surg (Lond).* 2021;74:103202. **pmid:** 35070286 **doi:** 10.1016/j.amsu.2021.103202.
 21. Atallah A, Guibaud L, Gaucherand P, Massardier J, des Portes V, Massoud M. Fetal and perinatal outcome associated with small cerebellar diameter based on second- or third-trimester ultrasonography. *Prenat Diagn.* 2019;39(7):536-43. **pmid:** 31017299 **doi:** 10.1002/pd.5465.
 22. Yoon CW, Bushnell CD. Stroke in women: a review focused on epidemiology, risk factors, and outcomes. *J Stroke.* 2023;25(1):2-15. **pmid:** 36746378 **doi:** 10.5853/jos.2022.03468.
 23. Retho E, Tasseng Y, Consigny M, Le Bourhis L, Leblanc A, Jourdain A, et al. Increased incidence of ischemic stroke in young: A population-based stroke registry study from 2008 to 2018. *Revue Neurologique.* 2024;180(3):182-94. **doi:**org/10.1016/j.neurol.2023.08.017.
 24. Asgarzadegan F, Mohammadi F, Lima BS, Mansouri B, Aghamiri SH, Vaighan NS. Evaluation of neurosonology versus digital subtraction angiography in acute stroke patients. *J Clin Neurosci.* 2021;91:378-82. **pmid:** 34373055 **doi:** 10.1016/j.jocn.2021.07.030.
 25. Pektezel MY, Yilmaz E, Arsava EM, Topcuoglu MA. Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio and Response to Intravenous Thrombolysis in Patients with Acute Ischemic Stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2019;28(7):1853-9. **pmid:** 31072698 **doi:** 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.04.014.
 26. George MG. Risk factors for ischemic stroke in younger adults: a focused update. *Stroke.* 2020;51(3):729-35. **pmid:** 32078487 **doi:** 10.1161/STROKEAHA.119.024156.
 27. Gąsecki D, Kwarciany M, Kowalczyk K, Narkiewicz K, Karaszewski B. Blood pressure management in acute ischemic stroke. *Curr Hypertens Rep.* 2020;23(1):3. **doi:** 10.1007/s11906-020-01120-7.
 28. Turner GM, McMullan C, Aiyegbusi OL, Bem D, Marshall T, Calvert M, et al. Stroke risk following traumatic brain injury: Systematic review and meta-analysis. *Int J Stroke.* 2021;16(4):370-84. **pmid:** 33705244 **doi:** 10.1177/17474930211004277.
 29. Lima FO, Furie KL, Silva GS, Lev MH, Camargo EC, Singhal AB, et al. The pattern of leptomeningeal collaterals on CT angiography is a strong predictor of long-term functional outcome in stroke patients with large vessel intracranial occlusion. *Stroke.* 2010;41(10):2316-22. **pmid:** 20829514 **doi:** 10.1161/STROKEAHA.110.592303.
 30. Cipolla MJ, Liebeskind DS, Chan SL. The importance of comorbidities in ischemic stroke: Impact of hypertension on the cerebral circulation. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2018;38(12):2129-49. **pmid:** 30198826 **doi:** 10.1177/0271678X18800589.
 31. Sennfalt S, Pihlgård M, Petersson J, Norrving B, Ullberg T. Long-term outcome after ischemic stroke in relation to comorbidity - An observational study from the Swedish Stroke Register (Riksstroke). *Eur Stroke J.* 2020;5(1):36-46. **pmid:** 32232168 **doi:** 10.1177/2396987319883154.
 32. Pan B, Jin X, Jun L, Qiu S, Zheng Q, Pan M. The relationship between smoking and stroke: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(12):e14872. **pmid:** 30896633 **doi:** 10.1097/MD.0000000000014872.
 33. Wang X, Liu X, O'Donnell MJ, McQueen M, Sniderman A, Pare G, et al. Tobacco use and risk of acute stroke in 32 countries in the INTERSTROKE study: a case-control study. *Clin Med.* 2024;70:12-20. **pmid:** 38516107 **doi:** 10.1016/j.eclinm.2024.102515.
 34. Chen R, Ovbiagele B, Feng W. Diabetes and stroke: epidemiology, pathophysiology, pharmaceuticals and outcomes. *Am J Med Sci.* 2016;351(4):380-6. **pmid:** 27079344 **doi:** 10.1016/j.amjms.2016.01.011.
 35. Beckman JA, Creager MA. Vascular Complications of Diabetes. *Circ Res.* 2016;118(11):1771-85. **pmid:** 27230641 **doi:** 10.1161/CIRCRESAHA.115.306884.

36. Murphy SJ, Werring DJ. Stroke: causes and clinical features. *Medicine (Abingdon)*. 2020;48(9):561-6. [pmid: 32837228](#) [doi: 10.1016/j.mpmed.2020.06.002](#).
37. Dimic A, Markovic M, Vasic D, Dragas M, Zlatanovic P, Mitrovic A, et al. Impact of diabetes mellitus on early outcome of carotid endarterectomy. *Vasa*. 2019;48(2):148-56. [pmid: 30192204](#) [doi: 10.1024/0301-1526/a000737](#).
38. Liapis CD, Bell PF, Mikhailidis DP, Sivenius J, Nicolaides A, Fernandes e Fernandes J, et al. ESVS Guidelines: Section A--prevention in patients with carotid stenosis. *Curr Vasc Pharmacol*. 2010;8(5):673-81. [pmid: 20572806](#) [doi: 10.2174/157016110792006905](#).
39. Lange MC, Bruch TP, Pedrozo JC, Maranh L, Sakae TM, Pacheco R, et al. The use of neurovascular ultrasound versus digital subtraction angiography in acute ischemic stroke. *Arq Neuropsiquiatr*. 2015;73(3):218-22. [pmid: 25807127](#) [doi: 10.1590/0004-282X20140231](#).
40. Matias-Guiu JA, Serna-Candel C, Espejo-Domínguez JM, Fernández-Matarrubia M, Simal P, Matias-Guiu J. Large artery occlusion diagnosed by computed tomography angiography in acute ischaemic stroke: frequency, predictive factors, and safety. *Neurologia*. 2014;29(5):261-6. [pmid: 24075584](#) [doi: 10.1016/j.nrl.2013.06.013](#).
41. Liu R, Yan Z, Zhang G, Ding Z, Li Y, Jiang Z. Comparison of digital subtraction angiography and contrast-enhanced ultrasound in assessment of carotid stenosis. *Afr Health Sci*. 2020;20(1):509-14. [pmid: 33402939](#) [doi: 10.4314/ahs.v20i1.57](#).