

همخوانی نتایج داپلر ترانس کرaniال و داپلکس کاروتوید

دکتر مهدی فرهودی^۱، دکتر محمد کاظم طرزمنی^۲، دکتر خندان قنادی امامی^۳

^۱ نویسنده مسئول: استادیار گروه نورولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

^۲ استادیار رادیولوژی پزشک عمومی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

چکیده

زمینه و هدف: بیماری‌های عروقی مغز شایع ترین بیماری دستگاه اعصاب و سومین علت مرگ افراد بالاتر از ۴۵ سال می‌باشد. بیشتر سکته‌ها در بزرگسالان ایسکمیک بوده و حدود یک پنجم آن را تنگی‌های داخل یا خارج جمجمه‌ای شریان کاروتوید داخلی تشکیل می‌دهند. اولتراسونوگرافی یک روش غیرتباجمی، مقوّون به صرفه و بخطر بررسی عروق داخل و خارج جمجمه می‌باشد که به دو صورت داپلر ترانس کرaniال (Trans Cranial Doppler) و داپلکس کاروتوید انجام می‌شود. مطالعه حاضر با هدف بررسی کامل بودن روش TCD جهت تشخیص تنگی‌های قابل ملاحظه کاروتوید که ایجاد علامت می‌کنند، انجام شده است.

روش کار: مطالعه به صورت توصیفی-تحلیلی در ۵۰ بیمار متوالی از بیماران بستری در بخش اعصاب بیمارستان امام که هم تحت TCD و هم داپلکس کاروتوید قرار گرفته بودند انجام گرفت، متغیرهای سرعت جریان خون، وجود جریان خون جانبی و میزان تنگی گزارش شده توسط دو روش فوق مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت اطلاعات به دست آمده با کمک نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۱/۵ و با استفاده از آزمون‌های آماری تی، مجذور کای و فیشر تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: از ۵۰ فرد مورد مطالعه ۳۴ مورد (۶۸٪) مرد و بقیه زن بودند. میانگین سنی افراد ۶۶ سال بود. ۷۰٪ بیماران بالای ۶۵ سال و ۶۸٪ سابقه پرفشاری خون داشتند. (بین پارامترهای سرعت جریان خون سیستولی و دیاستولی و نمایه ضربان داری به دست آمده از TCD و داپلکس از شریان کاروتوید داخلی، تفاوت آماری معنی‌دار وجود نداشت). بین درصد تنگی گزارش شده توسط TCD و داپلکس تفاوت آماری معنی‌دار وجود نداشت. در ۵۷/۷۸٪ موارد TCD بیمارانی که تنگی کاروتوید داشتند، جریان خون جانبی وجود داشت.

نتیجه گیری: وجود ارتباط قابل قبول از نظر پارامترهای سرعت جریان بین دو روش TCD و داپلکس کاروتوید و همچنین بین درصد تنگی‌های گزارش شده توسط دو روش ذکر شده در این مطالعه نشان داد که انجام TCD برای تشخیص تنگی‌های قابل ملاحظه کاروتوید (که سبب اختلال همودینامیک می‌شوند) و نیز در غربالگری بیماران دچار حوادث عروق مغزی یک روش مفید می‌باشد، ولی برای ارزیابی دقیق تنگی، نوع پلاک و تشخیص تنگی‌های زیر ۵۰٪ انجام داپلکس کاروتوید نیز ضرورت دارد و در واقع مکمل همدیگرند.

واژه‌های کلیدی: داپلکس کاروتوید، داپلر ترانس کرaniال، تنگی کاروتوید، سکته مغزی

دریافت: ۱۵/۴/۸۴ پذیرش: ۱۷/۲/۸۵ اصلاح نهایی: ۲۹/۴/۸۵

مقدمه

امروزه اولتراسونوگرافی به علت غیر تباجمی بودن جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. دو شکل معمول سونوگرافی عروق در این بیماران به شرح ذیل می‌باشد [۳،۲].

بیماری‌های عروقی مغز شایع ترین بیماری سیستم عصبی هستند و سومین علت مرگ پس از بیماری‌های قلبی و سرطان می‌باشند [۱]. برای بررسی وضعیت عروقی این بیماران روش‌های مختلفی وجود دارد.

- فقدان یا بر عکس شدن جریان در شریان مغزی قدامی طرف در گیری کاروتید
- افزایش PSV یا MV در شریان مغزی قدامی طرف مقابل در گیری کاروتید
- فقدان یا بر عکس شدن جریان خون در شریان افتالمیک طرف گرفتار کاروتید [۷.۶.۳.۲].

در بررسی های مختلف انجام گرفته ارزش اولتراسوند با توجه به غیر تهاجمی بودن، بی خطر بودن و هزینه نسبتاً مناسب آن در مقابل آزمون های دیگر از قبیل آنژیوگرافی (که دقت بالایی دارد) سنجیده شده و نتایج قابل ملاحظه ای به دست آمده است [۹.۸.۵].
جدید بودن نسبی روش TCD، پوشش دادن عروق داخل مغزی علاوه بر عروق کاروتید و انجام آن توسط نورولوژیست که به عالیم بالینی و مکانیسم های مختلف حوادث عروق مغزی آشنا می باشد. این موارد به ذهن می رسد که آیا انجام TCD از نظر تنگی های قابل ملاحظه کاروتید علامت دار کافی خواهد بود؟ در صورت لزوم در چه مواردی باید داپلکس انجام داد و چه TCD اطلاعات بیشتری ارایه می دهد و اینکه یافته های TCD تا چه حدی با روش سونوگرافی موردن بحث در دسترس هر دو روش سونوگرافی موردن نسبی روش TCD می باشد ولی با توجه به جدید بودن نسبی روش TCD کاروتید و انجام آن توسط نورولوژیست می باشد. این مطالعه با هدف بررسی کامل بودن روش TCD جهت تشخیص تنگی های قابل ملاحظه کاروتید که ایجاد علامت می کند، انجام شده است.

روش کار

این مطالعه توصیفی- تحلیلی در بیماران بستری در بخش اعصاب مرکز پزشکی امام خمینی تبریز که هم تحت TCD و هم داپلکس کاروتید قرار گرفته بودند انجام گرفت. متغیرهای سن و جنس بیماران، شکایات زمان مراجعه، یافته های سی تی اسکن، یافته های تصویر برداری رزونанс مغناطیسی، یافته های الکتروکاردیوگرام و عوامل خطر عروقی بیماران و

B-mode کاروتید: ترکیبی از تصویربرداری به همراه سونوگرافی داپلر می باشد که امکان بررسی همزممان وضعیت همودینامیک و آنانوکمیک عروق گردن را فراهم می کند. ترکیب دو روش فوق بسیاری از کمبودهای تشخیصی را که در به کار گیری جداگانه این دو روش وجود داشت برطرف می کند و قدرت تشخیصی آن را در تنگی های کاروتید تا ۹۰٪ بالا می برد [۴].

- داپلر ترانس کرaniال (TCD): این روش برای بررسی عروق داخل جمجمه و عروق کاروتید گردن استفاده می شود و وضعیت همودینامیک عروق (سرعت جریان خون و جهت آن) را ارزیابی می کند [۶.۵.۳.۲]. این روش نیز از اصل داپلر بهره می گیرد، ولی برخلاف داپلکس تصویر دو بعدی از جریان خون عروق ارایه نمی دهد و تنها سرعت و جهت جریان خون را ارزیابی می کند [۲].
برای بیان سرعت جریان در داپلر سونوگرافی پارامتر های PSV^۱ حداکثر سرعت جریان خون هنگام سیستول، EDV^۲ حداقل سرعت جریان خون در انتهای سیکل قلبی و MV^۳ سرعت متوسط که با فرمول MV=[PSV+(۲×EDV)]/3 محاسبه می شود به کار می رود و سرعت جریان خون بر اساس سانتی متر بر ثانیه (cm/sec) بیان می شود. PI^۴ یک پارامتر برای نشان دادن شکل امواج بوده. محدوده ثابت تری نسبت به سه پارامتر فوق دارد و با فرمول PI=[PSV-EDV]/MV در گیری عروق کاروتید خارج جمجمه ای اثراتی روی جریان عروق داخل جمجمه می تواند داشته باشد که شامل:

- کاهش PSV یا MV در شریان مغزی میانی طرف در گیری کاروتید
- کاهش PI در شریان مغزی میانی طرف در گیری کاروتید

¹ Peak Systolic Velocity

² End Diastolic Velocity

³ Mean Velocity (cm/sec)

⁴ Pulsatility Index

تنگی کاروتید سمت راست، چهار مورد (۱۴٪) تنگی کاروتید چپ و ۱۶ مورد (۵۹٪) تنگی دوطرفه داشتند.

در ۳۷ مورد (۷۴٪) TCD غیر طبیعی بود و ۲۶٪ افراد مورد بررسی TCD طبیعی داشتند. از مواردی که نتیجه غیر طبیعی داشتند در ۱۴ مورد (۳٪) تنگی کاروتید گزارش شده بود [چهار مورد (۵٪) تنگی کاروتید سمت راست، هفت مورد (۵٪) تنگی کاروتید سمت چپ و سه مورد (۲٪) تنگی دو طرفه کاروتید]. ۱۳ مورد (۱۵٪) افزایش مقاومت عروقی اینترکرaniال، در ۱۰ مورد (۲٪) تنگی اینترکرaniال سیرکولاسیون قدامی در چهار مورد (۸٪) تنگی در سیرکولاسیون خلفی و در سه مورد (۱٪) تنگی‌های متعدد سیرکولاسیون قدامی و خلفی نشان داده بودند. با توجه به دو طرفه بودن تنگی کاروتید سه بیمار در مجموع ۱۷ مورد گزارش تنگی کاروتید داشتیم که شامل دو مورد (۱۱٪) تنگی کمتر از ۵۰٪، پنج مورد (۲۹٪) تنگی ۵۰-۷۴ درصد، دو مورد (۱۱٪) تنگی بالای ۷۵٪ و هشت مورد (۵٪) تنگی ۱۰۰٪ یا همان انسداد کامل بود.

لازم به ذکر است که در چهار مورد (۵٪) از افرادی که تنگی کاروتید داشتند کاهش میزان جریان در شریان مغزی میانی همان طرف و در سه مورد (۲٪) کاهش سرعت جریان خون سیفون کاروتید در طرف تنگی وجود داشت.

در سه مورد تنگی کاروتید (۲۱٪) تنگی همراه با گردش خون قدامی اینترکرaniال، یک مورد (۱٪) همراه با تنگی در سیستم خلفی و یک مورد (۱٪) همراه با تنگی‌های گردش خون قدامی و خلفی بود. ۱۱ مورد (۵٪) از ۱۴ مورد تنگی کاروتید جریان جانبی نشان داد که شامل معکوس شدن جهت جریان شریان افتالمیک در چهار مورد و معکوس شدن جهت جریان در شریان مغزی قدامی در شش مورد بود. بین وجود تنگی کاروتید و ایجاد جریان خون جانبی در TCD ارتباط آماری معنی دار به دست آمد ($p < 0.001$).

مقادیر PSV، PI و EDV در شریان کاروتید داخلی بررسی گردید و نسبت سرعت CCA/¹ICA/² نیز محاسبه شد. در نهایت با استفاده از این مشخصه‌ها درصد تنگی شریان کاروتید داخلی (ICA) مشخص گردید[۴]، وجود یا عدم وجود جریان جانبی و تغییرات همودینامیک اینترکرaniال ناشی از تنگی کاروتید و ضخامت انتیما- مدیا نیز مد نظر قرار گرفت.

اطلاعات جمع آوری شده به کمک نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۱/۵ و با استفاده از آزمون‌های تی، مجذور کای و فیشر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

از ۵۰ بیمار مورد بررسی ۳۴ بیمار (۶۸٪) مرد و بقیه زن بودند. میانگین سنی افراد مورد بررسی ۶۶ سال بود این میانگین در مردان $65 \pm 2/26$ و در زنان $66 \pm 2/94$ سال به دست آمد. بالاترین سن ۸۵ و پایین ترین سن ۳۵ سال بود.

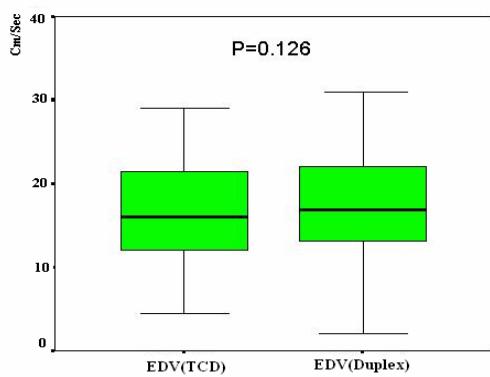
در بررسی نتایج سی‌تی‌اسکن ۲۴ مورد (۴۸٪) سی‌تی‌اسکن منفی و در بقیه موارد سی‌تی‌اسکن غیرطبیعی بود که شامل نه نفر (۶٪) انفارکت در مسیر سیرکولاسیون قدامی، نه نفر (۶٪) انفارکت در مسیر سیرکولاسیون خلفی، چهار نفر (۱۵٪) انفارکت توأم قدامی و خلفی، چهار نفر (۱۵٪) انفارکت لاقونار بودند.

در بررسی نتایج MRI که در ۲۴ نفر (۴۸٪) انجام یافته بود در سه نفر (۱۲٪) نتیجه منفی گزارش شده بود. موارد غیر طبیعی شامل چهار نفر (۱۹٪) انفارکت در مسیر سیرکولاسیون قدامی، پنج نفر (۲۳٪) انفارکت در مسیر سیرکولاسیون خلفی، پنج نفر (۱۹٪) انفارکت لاقونار، چهار نفر (۱۶٪) انفارکت توأم قدامی و خلفی و سه نفر (۱۴٪) انفارکت توأم قدامی و لاقونار بود.

از ۵۰ مورد بررسی شده در ۲۷ مورد (۵۴٪) تنگی کاروتید گزارش شده بود که هفت مورد (۱۴٪)

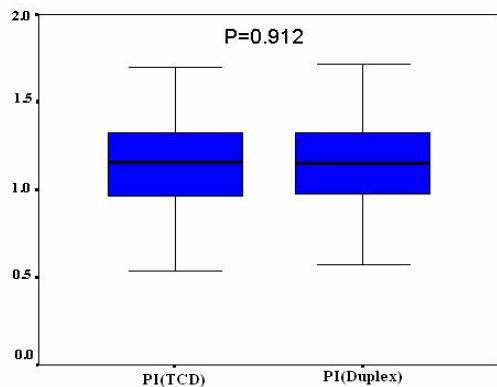
¹ Common Carotid Artery

² Internal Carotid Artery



نمودار ۲. همپوشانی مقادیر سرعت انتهاي دیاستولی در شريان های کاروتید داخلی با روش های TCD و داپلکس

- بین میانگین PI اندازه‌گیری شده توسط دو روش TCD و داپلکس در سمت راست و چپ تفاوت آماری معنی دار نیز وجود نداشت (نمودار ۳).



نمودار ۳. همپوشانی مقادیر ایندکس ضربانداری در شريان های کاروتید داخلی با روش های TCD و داپلکس

- بین میانگین نسبت CCA به ICA به توسط TCD و داپلکس در سمت راست و چپ تفاوت آماری معنی داری به دست آمد ($p=0.43$, $p=0.26$).

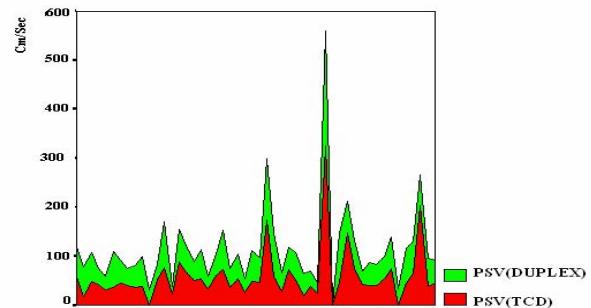
بحث

در مورد نتایج به دست آمده در TCD، در مطالعه حاضر در ۷۸/۵۷٪ از افراد با تنگی کاروتید، جریان کلترال گزارش شده بود. در یک مطالعه در ۰٪/۸ بیماران با درگیری یک طرفه کاروتید (تنگی $\leq 80\%$) و ۵۰٪ بیماران با تنگی دو طرفه کاروتید (تنگی $\leq 80\%$)

در ۱۵ مورد (۵۵/۶٪) تنگی کاروتید کمتر از ۵۰٪ و در ۱۲ نفر (۴۴/۴٪) تنگی های بالاتر از ۵۰٪ گزارش شده بود. بدین ترتیب که در طرف راست، ۲۷ مورد طبیعی، ۱۵ مورد تنگی زیر ۵۰٪، دو مورد ۷۴-۵۰ درصد، سه مورد انسداد درصد، سه مورد ۹۴-۷۵ درصد و سه مورد انسداد ذکر شده بود. در طرف چپ، ۳۰ مورد طبیعی، ۱۳ مورد تنگی مورد تأثیر قرار نداشت. از ۱۵ مورد تنگی زیر ۵۰٪ کاروتید راست و در ۱۲ مورد از ۱۳ مورد تنگی زیر ۵۰٪ کاروتید چپ طبیعی گزارش شده بود و در تنگی های بالای ۵۰٪ گزارش شده توسط داپلکس در اغلب موارد با جواب TCD همخوانی مشاهده گردید. بدین ترتیب که تفاوت معنی داری از نظر آماری بین میزان تنگی کاروتید اندازه گیری شده توسط TCD و میزان تنگی کاروتید گزارش شده توسط داپلکس کاروتید در سمت راست وجود نداشت. در سمت چپ نیز تفاوت آماری معنی داری به دست نیامد.

در مورد ضخامت لایه انتیما- مدیا در چهار مورد (۸٪) افراد مورد بررسی ضخامت طبیعی و در بقیه موارد (۹۲٪) افزایش ضخامت وجود نداشت.

- بین میانگین PSV اندازه گیری شده توسط دو روش فوق در سمت راست و چپ تفاوت معنی داری به دست نیامد (نمودار ۱).



نمودار ۱. همپوشانی مقادیر حداقل سرعت سیستولی در شريان های کاروتید داخلی با روش های TCD و داپلکس

- بین میانگین EDV اندازه گیری شده توسط دو روش فوق الذکر در سمت راست و سمت چپ ارتباط آماری معنی دار به دست نیامد (نمودار ۲).

و در نتیجه گزارش تنگی را توجیه می‌کند (هیپرتیروئیدی با ایجاد حالت هیپرдинامیک سبب افزایش سرعت جریان خون می‌شود) و در یک مورد در داپلکس تنگی در شاخه‌های دیستال ICA پیش‌بینی شده بود، در حالی که در TCD به علت عدم وجود جریان خون در ICA و شاخه‌های آن احتمال تنگی یا انسداد این شریان مطرح شده بود که به نظر می‌رسد مشکل بیمار در قسمت‌های گردنی فوفانی ICA بوده که از توانایی مشاهده توسط داپلکس خارج است و در TCD هم احتمالاً به علت انسداد، جریانی دیده نشده است.

در یک مطالعه ارتباط مستقیم معنی‌داری بین دو روش به کارگرفته شده در TCD و داپلکس در درجه‌بندی تنگی‌های کاروتید به دست آمده است که برای تنگی‌های بالای ۳۰٪ کاربرد داشته است ($p=0.001$) [۱۳].

در یک بررسی تنگی کاروتید با آنژیوگرافی معمول تعیین شده و حساسیت و ویژگی سه روش MRA، داپلکس کاروتید و داپلر کاروتید نسبت به آن سنجیده شده است. برای تنگی‌های ۱۰۰٪ (MRA)، داپلکس و داپلر به ترتیب حساسیت ۸۲٪، ۸۲٪ و ویژگی ۹۸٪ برای هر سه روش) و برای تنگی‌های ۷۰٪ (حساسیت صورت منفی بودن، کار دیگری لازم نیست) [۱۴].

در یک مطالعه دیگر با روش سونوگرافی داپلکس حساسیت ۸۳٪ و ویژگی ۹۳٪ در تشخیص تنگی‌های بالای ۵۰٪ کاروتید گزارش شده است [۱۵]. مطالعه دیگری برای روش داپلر با استفاده از پارامترهای PV و MV حساسیت ۹۶٪ و ویژگی ۹۴٪ برای تنگی‌های بالای ۲۰٪ که در صورت تنگی ۱۰۰٪ حساسیت به ۹۷٪ و ویژگی به ۹۹٪ می‌رسد ذکر کرده است [۱۶] در یک بررسی دیگر برای تنگی‌های بالای ۳۰٪ TCD دارای حساسیت ۹۴/۶٪ و ویژگی ۷٪ بوده، ولی برای تنگی

جریان خون جانبی گزارش شده بود که این میزان در ۲۰٪ تنگی‌های یک طرفه و ۵٪ تنگی‌های دو طرفه شامل دو یا سه مسیر خون جانبی بود [۱۰]. در مطالعه ای در بررسی ۱۷ بیمار با انسداد قسمت پروگزیمال ICA در ۷۰/۶٪ معکوس شدن جت جریان در شریان افتالمیک، در ۸۴/۶٪ افزایش جیرانی سرعت جریان در طرف مقابل، در ۶۶/۷٪ جریان غیر طبیعی خون در شریان مغزی میانی وجود داشت و فقط در یک مورد (۵/۸۸٪) هیچ اختلالی در مسیر جریان شرایین داخل مغزی گزارش نشده بود [۱۱]. در مطالعه دیگری بین وجود جریان خون جانبی با افزایش PSV و EDV که پارامترهای لازم در TCD برای گزارش تنگی هستند ارتباط معنی دار به دست آمد [۹]. در یک بررسی حساسیت TCD برای تشخیص جریان کلترال ۹۵٪ و ویژگی آن ۱۰۰٪ ارزیابی شده است [۱۲]. با بررسی مطالعات فوق این نتیجه به دست آمد که میزان ایجاد جریان خون جانبی به دنبال تنگی‌های کاروتید در مطالعه حاضر با سایر مطالعات همخوانی دارد.

در مورد همخوانی دو روش TCD و داپلکس هم از نظر پارامترهای کمی (PI، EDV، PSV) و هم درصد تنگی ICA تطابق لازم بین دو روش با شرحی که در نتایج داده شد وجود داشت. تنها تفاوت معنی‌دار در پارامتر نسبت ICA به CCA بین TCD و داپلکس وجود داشت که به نظر می‌رسد علت آن بزرگی نسبی زاویه پروب TCD در اندازه‌گیری سرعت جریان شریان کاروتید مشترک بوده باشد، بنابراین عدد گزارش شده کمتر و در نتیجه نسبت بزرگتری به دست آمده و تفاوت حاصل را ایجاد می‌نماید. با توجه به مطالعه حاضر TCD توانایی لازم را در گزارش تنگی‌های کمتر از ۵۰٪ شریان کاروتید داخلی ندارد، ولی در تنگی‌های بالای ۵۰٪ به اندازه داپلکس ارزشمند می‌باشد.

دو مورد گزارش تنگی احتمالی در TCD وجود داشت که داپلکس آنها را گزارش نکرده بود، در بررسی مجدد این دو پرونده معلوم شد که در یکی از موارد بیمار هیپرتیروئید بوده که این افزایش سرعت

را در مورد ارزش این دو روش و مقایسه آن با آنژیوگرافی به همدیگر تعیین داد. به نظر می‌رسد با توجه به بررسی هم‌زمان عروق داخل مغز و تشخیص جریان خون جانبی توسط TCD این روش به عنوان روش مفید در شناسایی تنگی‌های قابل ملاحظه کاروئید ارزشمند است ولی مسلماً توانایی ارزیابی دقیق تنگی‌های قابل ملاحظه کاروئید، بررسی مستقیم پلاک‌ها، اندازه و نوع آن و بررسی IMT را ندارد و تنگی‌های خفیف (زیر ۰.۵٪) را نمی‌تواند تشخیص دهد، بنابراین در موارد مذکور روش داپلکس ارزش خاصی دارد و در کل انجام هم‌زمان دو روش مذکور اطلاعات همودینامیک و آناتومیک کامل را در اختیار پزشک قرار می‌دهد تا تصمیم بهتری درباره درمان بیمار اتخاذ کند و در حقیقت دو روش TCD و داپلکس مکمل همدیگرند.

های کمتر از ۳۰٪ غیر حساس بوده است [۱۵]. در یک مطالعه TCD برای موارد انسداد، حساسیت ۸۲٪ و ویژگی ۷۳٪ داشته است [۱۷].

نتیجه گیری

با توجه به حساسیت و ویژگی‌های بالای گزارش شده برای هر دو روش TCD و داپلکس (به خصوص در تنگی‌های قابل ملاحظه کاروئید)، هر دو روش از نظر تشخیصی ارزشمند می‌باشند. غیر تهاجمی بودن، قیمت مناسب و بی خطر بودن و قابلیت انجام روش‌ها در بیماران بدهال یا دچار اختلال هوشیاری نیز اهمیت خاصی به این آزمون‌ها بخشیده است.

با توجه به اینکه در مطالعه حاضر این دو روش تفاوت معنی‌داری در گزارش نتایج برای تنگی‌های قابل ملاحظه کاروئید ندارند و می‌توان نتایج سایر مطالعات

References

- 1- Maurice V, Allan HR. Principles of Neurology, 7th ed. USA: McGraw-Hill, 2001: 821.
- 2- Wechsler LR. Cerebrovascular diseases. In: Babikian VL, Wechsler LR, editors. Transcranial doppler ultrasonography, 2nd ed. USA: Butterworth-Heinemann, 1999: 91-108.
- 3- Sandra L, Ansert HA. Textbook of diagnostic ultrasonography, 5th ed. London: Mosby, 2001: 483-506.
- 4- Greenberg DA, Aminoff MI, Simon RO. Clinical Neurology, 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2002: 283-353.
- 5- Charles H, Disya R. Ultrasound and cerebral vascular disease. In: Toole JF, editor. Cerebrovascular disease, 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998: 83-128.
- 6- Rajamany K, Gorman M. Transcranial doppler in stroke. Biomed Pharmacother. 2001 Jun; 55(5):247-57.
- 7- Sirven JO, Malamut BA. Clinical neurology of the older adult, 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002:183-220.
- 8- Norrving B, Junggvist G, Olivecrona H, Cronqvist S, Nilsson B. Non-invasive detection of carotid bifurcation disease by continuous-wave doppler with spectral analysis. Acta Neurol Scand. 1985 Aug; 72(2):203-9.
- 9- Byrd S, Wolfe J, Nicolaides A, Stansby G, Cheshire N, Thomas D, et al. Vascular Surgical Society of Great Britain and Ireland: transcranial doppler ultrasonography as a predictor of haemodynamically significant carotid stenosis. Br J Surg. 1999 May;86(5):692-3.
- 10- Rosenkranz K, Langer R, Cordes M, Felix R. Transcranial doppler ultrasound in internal carotid artery and middle cerebral artery disease. Neurosurg Rev. 1992;15(1):37-44.
- 11- Demchuk AM, Christou I, Wein TH, Felberg RA, Malkoff M, Grotta JC, et al. Specific transcranial doppler flow finding related to the presence and site of arterial occlusion. Stroke. 2000 Jan;31(1):140-6.
- 12- Ho SS, Metreweli C, Yu CH. Color velocity imaging quantification in the detection of intracranial collateral flow. Stroke. 2002 Jul; 33(7):1795-8.

- 13- Arbeille P, Bouin-Pineau MH, Herault S. Accuracy of the main doppler methods for evaluating the degree of carotid stenosis. *Ultrasound Med Biol.* 1999 Jan;25(1):65-73.
- 14- Blakely DD, Oddone EZ, Hasselblad V, Simel DL, Matchar DB. Noninvasive carotid artery testing. A meta-analytic review. *Ann Intern Med.* 1995 Mar; 22(15): 360-7.
- 15- Blackshear WM, Seifert KB, Lamb S, Kollipara VS, Murtagh FE, Shah CP, Farber MS. Pulsed doppler frequency and carotid stenosis. *J Surg Res.* 1987 Feb;42(2):179-84.
- 16- Lindegaard KF, Bakke SJ, Grip A, Nornes H. Pulsed doppler techniques for measuring instantaneous maximum and mean flow velocities in carotid arteries. *Ultrasound Med Biol.* 1984 Jul-Aug;10(4):419-26.
- 17- Kelley RE, Namon RA, Mantelle LL, Chang JY. Sensitivity and specificity of transcranial doppler ultrasonography in the detection of high-grade carotid stenosis. *Neurology.* 1993 Jun;43(6):1187-91.