

СЪВРЕМЕННА ОБРАЗНА ДИАГНОСТИКА И ОПЕРАТИВНО ЛЕЧЕНИЕ НА АТЕРОСКЛЕРОЗАТА НА КАРОТИДНИТЕ АРТЕРИИ

Веселин В. Петров

Клиника по съдова хирургия, УМБАЛ „Сърце и мозък“ – Бургас

CONTEMPORARY IMAGING DIAGNOSIS AND OPERATIVE TREATMENT OF CAROTID ARTERY ATHEROSCLEROSIS

Veselin V. Petrov

Clinic of Vascular Surgery, Heart and Brain University Hospital, Burgas, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

В настоящия обзор са представени новостите в областта на образната диагностика и хирургическото лечение на болните с атеросклеротична стеноза на каротидните артерии. Към основните модерни диагностични методи спадат ултрасонографията, компютърната томография, компютърнотомографската ангиография, магнитнорезонансното изобразяване и магнитнорезонансната ангиография. Те се прилагат както самостоятелно, така и комбинирано при отделните пациенти с безсимптомна и симптоматична каротидна стеноза. Съпоставени са някои неотдавна публикувани резултати от приложението на стентираването на каротидната артерия, каротидната ендартеректомия и транскаротидната артериална реваскуларизация.

Ключови думи: каротидна атеросклероза, образна диагностика, оперативно лечение, литературен обзор

Свидетели сме на значителен интерес в световен мащаб към проблемите на образната диагностика и оперативното лечение на пациентите с атеросклероза на каротидните артерии като рисков фактор за исхемичния мозъчен инсулт.

Диагностика на атеросклерозата на каротидните артерии

Понастоящем основните методи, използвани самостоятелно или комбинирано за образната диагностика на атеросклеротичната стено-

ABSTRACT

In this review, novelties in the field of imaging diagnosis and surgical treatment of patients with atherosclerotic stenosis of the carotid arteries are presented. Ultrasonography, computed tomography, computed tomographic angiography, magnetic resonance imaging, and magnetic resonance angiography are the main modern diagnostic methods. These methods are applied either alone or in combination to patients with asymptomatic and symptomatic carotid stenosis. Recently published results from the application of carotid artery stenting, carotid endarterectomy, and transcarotid artery revascularization are also discussed.

Keywords: carotid atherosclerosis, imaging diagnosis, operative treatment, literature review

за на каротидните артерии в световен мащаб, са ултрасонографията, компютърната томография, компютърнотомографската ангиография, магнитнорезонансното изобразяване и магнитнорезонансната ангиография.

Разработена е преносима свободна система за триразмерна ултрасонография за автоматична диагностика на атеросклерозата на каротидните артерии на базата на общо 127 сканирания на тези артерии, като патологичните находки се

разграничават от нормалните с помощта на спираловидна неврална мрежа (18). При тази нова система се постига диагностична чувствителност от 0,71, специфичност от 0,85 и прецизност от 0,80. Налице е добра корелация ($r=0,76$) между автоматично измерената степен на стенозата и оценката на експертите.

Предложен е метод за самообучение на основата на регистрацията на сегментираните образи от ултрасонографията на плаките на каротидната артерия с цел измерване на общата площ на тези плаки при болни с висок риск за мозъчен инсулт (8).

Каротидната ултрасонография с едноканален В-модус се използва за автоматично определяне на ограничаващите кутии и сегментацията на лумена на каротидната артерия (17). Автоматичната сегментация на лумена позволява разработването на методи за прецизна сегментация на стенозиращата каротидна плака и за измервания на дебелината на съдовата стена, когато в нея липсват плаки.

Резултатите от многоцентровото, популяционно, крос-секционно проучване през периода между I.I.2017 г. и 30.VI.2022 г. във всички 31 провинции в Китай на общо 10 733 975 души на възраст ≥ 20 г. (на средна възраст от $47,7 \pm 13,4$ г.), 5 861 566 мъже и 4 872 409 жени, изследвани чрез ултрасонография, показват, че болестността от повишена дебелина на каротидната медия и интима възлиза на 26,2% (между 25,0% и 27,4% при доверителен интервал от 95%), тази от плаки на каротидната артерия - на 21,0% (между 19,8% и 22,2% при доверителен интервал от 95%), а тази от стеноза на каротидната артерия - на 0,56% (между 0,36% и 0,76% при доверителен интервал от 95%) (11). Болестността от повишена дебелина на каротидната медия и интима е по-висока във възрастовите групи ≥ 80 г. (92,7%; между 92,2% и 93,3% при доверителен интервал от 95%), при мъжете (29,6%; между 28,4% и 30,7% при доверителен интервал от 95%) и при болните с придружаващи заболявания като напр. артериална хипертония (50,8%; между 49,7% и 51,9% при доверителен интервал от 95%), захарен диабет (59,0%; между 57,8% и 60,1% при доверителен интервал от 95%), дислипидемия (32,1%; между 30,8% и 33,3% при доверителен интервал от 95%) и метаболически синдром (31,0%; между 29,1% и 32,9% при доверителен интервал от 95%).

Ултрасонографията на каротидните артерии, проведена при общо 1334-ма болни през периода между 2017 г. и 2021 г. в гр. Джеда, Саудитска Арабия, открива каротидни плаки при 180 бо-

лни (при 13,49% от случаите) на средна възраст от $69,8 \pm 10,4$ г., 137 мъже и 43 жени (38). Преобладават плаките в каротидния булб (при 113 болни или при 62,78% от случаите). Следва локализацията на плаките във вътрешната (при 51, или при 28,33%), в общата (при 11, или при 6,11%) и във външната каротидна артерия (при петима болни, или при 2,78% от случаите).

Резултатите от ретроспективното проучване при общо 248 болни със съмнение за атеросклероза на каротидните артерии на възраст между 40 г. и 70 г., 138 мъже и 110 жени, през периода между м. август 2020 г. и м. януари 2022 г. в гр. Харбин, Китай, показват прогностичната стойност на цветната каротидна Doppler ултрасонография (42). Честотата на установената атеросклеротична плака е 71,83%, средната дебелина на интимата и медията е $1,26 \pm 0,75$ mm, а средният индекс на плаката е $2,31 \pm 0,95$. Прогностичната чувствителност на съчетанието на средната дебелина на интимата и медията и на атеросклеротичната плака е статистически значимо по-голяма от тази на самостоятелното им използване ($p < 0,05$), а прогностичната специфичност на атеросклеротичната плака е статистически достоверно по-малка както от тази на самостоятелното използване на средната дебелина на интимата и медията, така и на съчетаното използване на средната дебелина на интимата и медията и на атеросклеротичната плака ($p < 0,05$).

Резултатите от кохортното изследване на общо 312-ма души без мозъчен инсулт на средна възраст от $59,85 \pm 13,04$ г., 176 жени и 136 мъже, в общината на гр. Пекин, Китай, посредством магнитнорезонансно изобразяване с висока разделителна способност на съдовата стена, които са проследени в продължение на средно $3,15 \pm 0,59$ г., показват прогресивно развитие на атеросклерозата на интракраниалните артерии при 85 души (при 27,24% от случаите) (43). Поне една каротидна плака се открива първоначално при 167 души (при 53,53% от случаите). Съгласно данните на мултивариационния логистичен анализ плаката е значим предсказващ фактор за прогресивното развитие на тази атеросклероза (отношение на шансовете от 2,04; между 1,06 и 3,92 при доверителен интервал от 95%; $p = 0,032$).

Умерено до силно изразени хиперинтензитети на бялото мозъчно вещество се установяват посредством магнитнорезонансно изобразяване при 221 от общо 622-ма симптоматични болни на средна възраст от $58,7 \pm 10,9$ г., 422-ма мъже и 200 жени (при 35,53% от случаите) в рамките на многоцентрово, крос-секционно проучване (33).

При тези 221 пациенти се касае за статистически значимо по-висока честота на умерено до силно изразената луминална стеноза (17,0% спрямо 10,4%), кръвоизлива вътре в плаката (15,7% спрямо 9,0%), стеснената или руптурирана фиброзна капчица (30,2% спрямо 20,4%), калцификацията (44,4% спрямо 22,2%) и богатото на липиди некротично ядро (63,8% спрямо 51,1%) в каротидната артерия, отколкото при останалите пациенти (при всички $p < 0,05$).

През периода между 2016 г. и 2021 г. в гр. Пекин, Китай, е проведено съпоставително кохортно проучване при 35-има болни на средна възраст от $49,12 \pm 0,63$ г., 26 мъже и девет жени, с ранима плака и при 35-има болни на средна възраст от $47,12 \pm 0,27$ г., 19 мъже и 16 жени, със стабилна плака на коронарната артерия (21). Тези плаки са идентифицирани посредством оптическа кохерентна томография. Унивариационният анализ на прогностичната стойност на неинвазивната каротидна ултрасонография показва статистически значими разлики между болните в двете групи по отношение на някои характеристики на каротидната плака - неравна фиброзна шапчица ($p = 0,034$), хетерогенност ($p = 0,002$), хипоехогенност ($p = 0,001$), калцифициране ($p = 0,034$) и дебелина над 3 mm ($p = 0,015$). Резултатите от мултивариационния логистичен регресионен анализ разкриват, че неравната фиброзна шапчица на каротидната плака (отношение на шансовете от 4,819; между 1,106 и 22,867 при доверителен интервал от 95%; $p = 0,048$) и хипоехогенната каротидна плака (отношение на шансовете от 9,632; между 2,138 и 43,384 при доверителен интервал от 95%; $p = 0,003$) са независими рискови фактори при прогнозирането на появата на раними плаки на коронарната артерия.

Изследването на 39 атеросклеротични каротидни артерии с помощта на контрастно усилен триразмерна фузионна ултрасонография показва среден лумен на съда от $0,63 \pm 0,26$ cm³ и среден обем на плаката от $0,62 \pm 0,26$ cm³ (41). Резултатите, получени с помощта на триразмерната компютърнотомографска ангиография, не се различават значително по отношение на средния лумен на съда, като средната разлика между двата образни метода е от $0,01 \pm 0,02$ cm³ при обхват на границите на съответствие от $\pm 0,11$ cm³. Средната разлика между двата метода се различава статистически достоверно по отношение на средния обем на плаката с $0,12 \pm 0,19$ cm³ ($p = 0,006$) при обхват на границите на съответствие от $\pm 0,39$ cm³.

Резултатите от ретроспективното изследване на болни на възраст ≥ 50 г. със стеноза на кароти-

дните артерии $\geq 50\%$, диагностицирана посредством каротидна Doppler ултрасонография, показват задоволителната диагностична стойност на показателите на позитронната емисионна томография с ¹⁸F-флуородеоксиглюкоза и на позитронната емисионна томография заедно с компютърната томография (31).

При съпоставителното проучване на ролята на означаването на извиването на артерията за неинвазивната визуализация на перфузията на мозъка между времената за единичното и тези за множественото забавяне след това означаване при 117 болни с доказана едностранна стеноза на каротидната артерия се установява, че тези два подхода идентифицират страната на стенозата, като при всеки от тях се касае за хемисферни разлики ($p < 0,001$) и те изобразяват нормализацията на мозъчния кръвоток след проведената терапия ($p > 0,05$) (20).

Оперативно лечение на атеросклерозата на каротидните артерии

Стентирането на каротидната артерия, каротидната ендартеректомия и транскаротидната артериална ревакуларизация се прилагат най-често при лечението на болните със симптоматична и безсимптомна стеноза на каротидните артерии.

В резултат на мултидисциплинарните обсъждания от 61 експерти в рамките на три кръга на международния консенсусен документ по метода на Delphi се постига съгласие по четири основни проблема на лечението на безсимптомната и симптоматичната каротидна стеноза, сред които е този, че и факторите, които не са свързани непосредствено със степента и признаците на безсимптомната стеноза, трябва да се включат в показанията за ревакуларизация (характеристиките на ранимостта на плаката и „немият“ инфаркт, доказан с помощта на компютърната томография на мозъка) (26).

През периода между 1994 г. и 2023 г. в базата данни *Scopus* са реферирани общо 34 503 публикации от общо 7758 автори, посветени на приложението на стентирането на каротидната артерия (23). Основните проблеми, открити след 2017 г., са транскаротидното стентиране, рисковите фактори и характеристиките на каротидната плака. Публикационната активност нараства с повече от 20% годишно.

Периоперативните и средносрочните резултати от приложението на двуслойния, покрит с микромрежа, каротиден стент от ново поколение Roadsaver™ са анализирани при общо 353-ма болни на средна възраст от $74,3 \pm 8,3$ г., 259 мъже и

94 жени, в рамките на наблюдателно, ретроспективно многоцентрово проучване през периода между м. януари 2017 г. и м. декември 2022 г. в три италиански специализирани центъра (в гр. Падуа, Генуа и Неапол) (34). При всички пациенти е използвано приспособление за предпазване от мозъчна емболия. Операцията е успешна при 96,9% от случаите. Транзиторна исхемична атака и ипсилатерален мозъчен инсулт се наблюдават интраоперативно при по шестима болни (при по 1,70% от случаите). Средният болничен престой е $1,8 \pm 0,7$ дни. След 30 дни се установяват по една транзиторна исхемична атака и по един мозъчен инсулт. Повторна стеноза настъпва след две години при петима болни (при 1,42%), а смърт поради каквато и да било причина - при 11 болни (при 3,12% от случаите).

Индивидуализирано трансфеморално стентиране на каротидната артерия е извършено при 185-има болни със симптоматична стеноза на вътрешната каротидна артерия в хода на моноцентрово наблюдателно проучване в гр. Ямагучи, Япония (24). Общо 134-ма болни са на възраст ≥ 70 г., а останалите 51 - на възраст < 70 г. Както проксималното приспособление за предпазване от емболия, така и микромрежестият двуслоен стент и стентът със затворена клетка са използвани статистически достоверно по-често при по-възрастните пациенти ($p < 0,05$). Обширен исхемичен мозъчен инсулт настъпва при седем болни (при 3,78% от случаите).

Резултатите от дванадесетгодишно проспективно проучване, проведено през периода между 2009 г. и 2020 г. в един невросъдов център в гр. Щутгарт, Германия, при общо 1158 пациенти, подложени на стентиране на каротидната артерия по повод на безсимптомна (при 636) и на симптоматична високостепенна стеноза (при 522 пациенти), показват появата на исхемичен мозъчен инсулт при 39 от общо 560 болни, проследени в продължение на петгодишен период (при 6,96% от случаите) (14). Общата преживяемост възлиза на 91,6% след една година, на 77,1% след пет години и на 55,7% след десет години, а преживяемостта без мозъчен инсулт - съответно на 97,9%, 92,7% и 86,6%. По отношение на тези два показателя липсват статистически достоверни разлики между пациентите с безсимптомна и тези със симптоматична каротидна стеноза (съответно $p = 0,304$ и $p = 0,336$).

При ретроспективното изследване на 301 последователни болни на средна възраст от $73,6 \pm 8,7$ г. с безсимптомна или със симптоматична стеноза на вътрешната каротидна артерия през пе-

риода между 2015 г. и 2019 г. се установява статистически достоверно по-често използване на двуслойния отколкото на еднослойния стент (при 66% от всички болни, при 62% от безсимптомните и при 81% от симптоматичните болни ($p < 0,01$)) (7). При симптоматичните болни, при които се използва еднослойният стент, се регистрират шест периоперативни мозъчни инсулта и други два - след една година, докато след приложението на двуслойния стент липсват периоперативни мозъчни инсулта ($p = 0,04$). Честотата на транзиторната исхемична атака е по-ниска след използването на двуслойния стент при тези болни.

Резултатите от систематичния обзор и метаанализ на 14 пълнотекстови статии, включващи общо 1166 болни и реферирани в базите данни *PubMed*, *the Cochrane Library*, *EMBASE* и *Web of Science*, показват висока успеваемост на стентирането на каротидната артерия посредством трансрадиален достъп при 13 проучвания (от 95%; между 92% и 98% при доверителен интервал от 95%) (6). Преминаване към трансфеморален достъп се наблюдава при 12 проучвания с честота от 6% (между 3% и 9% при доверителен интервал от 95%). Безсимптомно запушване на радиалната артерия се среща при осем изследвания и е с честота от 2% (между 0% и 5% при доверителен интервал от 95%).

Съчетанието на тромбоемболичното запушване на голям интракраниален съд с високостепенна стеноза или оклузия на ипсилатералната вътрешна каротидна артерия е свързано с по-лоши оперативни резултати и по-честа инвалидизация и смърт на пациента (40). Незабавното стентиране на каротидната артерия при болните с остър исхемичен мозъчен инсулт по време на ендоваскуларната тромбектомия е икономически ефективно, намалява риска от рецидив и повишава удовлетвореността на пациента. Анализът на систематичните обзори, ретроспективните серии от болни и регистрите на болните показва асоциация между това стентиране, от една страна, и успешната реперфузия и подобрените функционални резултати след 90 дни, от друга страна.

Стентиране на каротидната артерия е извършено при общо 299 болни през периода между м. януари 2012 г. и м. юли 2022 г. в гр. Франкфурт на Майн, Германия (16). Спешна операция по повод на остър исхемичен мозъчен инсулт е проведена при 158 болни, а елективна интервенция поради стеноза на каротидната артерия - при 141 болни на средна възраст от $67,8 \pm 9,1$ г., 97 мъже и 44 жени. Касае се за 123-ма болни със симпто-

матична каротидна стеноза на средна възраст от $68 \pm 2,6$ г., 82-ма мъже и 41 жени, и за 18 болни с безсимптомна каротидна стеноза на средна възраст от $66,7 \pm 7$ г., 15 мъже и три жени. Протекция с помощта на филтърна система е постигната при 134-ма пациенти с елективна процедура (при 95,04% от случаите). Вътреболничната честота на мозъчния инсулт и смъртността при симптоматичните пациенти е 0,8%, докато при безсимптомните пациенти липсват усложнения. Честотата на свързаните с процедурата усложнения след спешната оперативна интервенция (от 7,8%) е статистически достоверно по-голяма от тази след елективното стентирание на каротидната артерия ($p < 0,006$).

През периода между 1.I.2013 г. и 31.X.2020 г. в Медицинския университет – Варна, общо 93-ма болни на средна възраст от $64,42 \pm 6,94$ г. (между 45 г. и 84 г.), 65 мъже и 28 жени, със стеноза на каротидните артерии са подложени на успешно стентирание и ангиопластика на тези артерии (2).

Разработен е нов и опростен метод за извършване на каротидна ендартеректомия при високо разположена шийна стеноза на каротидната артерия чрез разделяне на стерноклейдомастоидния мускул (на стернална и клавикуларна глава) от другите анатомични структури с цел осигуряване на по-широко оперативно поле (32). Ефективността на тази хирургична техника е илюстрирана при двама болни мъже - при един на 74-годишна възраст, с анамнеза за мозъчен инфаркт и със стеноза на лявата вътрешна каротидна артерия, и при друг на 81-годишна възраст, с мозъчен инфаркт и със стеноза на дясната вътрешна каротидна артерия.

През периода между 1.I.2013 г. и 31.X.2020 г. в Медицинския университет – Варна, общо 102-ма болни на средна възраст от $65,97 \pm 7,56$ г. (между 47 г. и 88 г.), 68 мъже и 34 жени, с атеросклероза на каротидните артерии, са оперирани успешно чрез каротидна ендартеректомия (1).

Времето за извършване на трансфеморалното стентирание на каротидната артерия, транскаротидната артериална реваascularизация и каротидната ендартеректомия в зависимост от предоперативната модифицирана скала на Ранкин е определяно през периода между 2012 г. и 2021 г. съответно при 4260, 3130 и 20 012 болни с мозъчен инсулт (36). Преобладават пациентите с минимална инвалидизация (с модифицирана скала на Ранкин от 0–1) (61%), докато само петима болни (1,5% от случаите) са със значителна инвалидизация (с модифицирана скала на Ранкин от 5). След стандартизирането по отношение на демограф-

ските фактори и придружаващите заболявания се установява статистически значимо по-висока вътреболнична смъртност след първия тип отколкото след втория тип (стандартизирано отношение на шансовете от 1,3; между 1,0 и 1,8 при доверителен интервал от 95%; $p = 0,03$) и третия тип на реваascularизация (стандартизирано отношение на шансовете от 1,6; между 1,3 и 1,9 при доверителен интервал от 95%; $p < 0,01$).

Резултатите от систематичния обзор и метаанализ на 38 проучвания, реферирани в базите данни *PubMed*, *Scopus*, *EMBASE* и *Web of Science*, показват честоти на острия исхемичен мозъчен инсулт 30 дни след провеждането на най-доброто медикаментозно лечение, стентирането на каротидната артерия и каротидната ендартеректомия съответно от 9,90% (между 4,31% и 21,16% при доверителен интервал от 95%), от 0,79% (между 0,24% и 2,53% при доверителен интервал от 95%) и от 0,80% (между 0,15% и 4,07% при доверителен интервал от 95%) (13). Разликите между трите групи са статистически достоверни ($p < 0,001$). Съгласно данните от регресионния метаанализ оперативните процедури се характеризират със статистически достоверно по-малка заболяемост от острия исхемичен мозъчен инсулт (стентирането на каротидната артерия спрямо най-доброто медикаментозно лечение; $p = 0,001$ и каротидната ендартеректомия спрямо най-доброто медикаментозно лечение; $p = 0,003$).

Периоперативните тридесетдневни резултати от приложението на стентирането на каротидната артерия (при общо 6419 болни) и на каротидната ендартеректомия (при общо 8832-ма болни) по повод на тежко изразена безсимптомна каротидна стеноза се съпоставят в рамките на систематичен обзор и осъвременен метаанализ на 15 проучвания, публикувани между 2003 г. и 2021 г. и реферирани в базите данни *PubMed*, *EBSCO* и *the Cochrane Library* (5). Липсва значима разлика между двата типа на оперативна интервенция по отношение на появата на смърт, мозъчен инсулт или инфаркт на миокарда (отношение на риска от 1,02; между 0,69 и 1,51 при доверителен интервал от 95%; $p = 0,93$). Стентирането на каротидната артерия е свързано с леко намален риск за инфаркт на миокарда и за парализа на черепно-мозъчен нерв и с леко повишен риск за мозъчен инсулт.

Систематичният обзор на всички публикации, съпоставящи специфичните за пола резултати от приложението на каротидната ендартеректомия и на стентирането на каротидната артерия и реферирани в базата данни *PubMed* през

периода между м. януари 2000 г. и м. декември 2022 г., показва ниска честота на периперативните усложнения (9). Само при две проучвания се касае за по-висока тридесетдневна смъртност след каротидната ендартеректомия при мъжете отколкото при жените. След тази оперативна интервенция се установява по-голяма честота на мозъчносъдовите инциденти (от 7,7% спрямо 6,2%) и по-голяма смъртност (от 1% спрямо 0,%) сред жените, отколкото сред мъжете със симптоматика. След стентиранието на каротидната артерия се установява по-голяма честота на мозъчносъдовите инциденти (до 9,9% спрямо до 7,6%) и на периперативния инфаркт на миокарда (между 0,3% и 7,1% спрямо между 0% и 5,5%). Освен това е налице и по-малка смъртност в дългосрочен план (между 0,6% и 7,1% спрямо между 0,5% и 8,2%) при жените отколкото при мъжете със симптоматика.

Резултатите от систематичния обзор и метаанализ на 17 рандомизирани контролирани проучвания върху лечението на общо 12 277 болни със стеноза на каротидната артерия, реферирани в базите данни *EMBASE*, *PubMed*, *Web of Science* и *the Cochrane Library* до 10.XI.2022 г., показват, че стентиранието на каротидната артерия, приложено при 6514 пациенти, е свързано с по-малък риск от периперативна поява на инфаркт на миокарда (с отношение на риска от 0,47; между 0,29 и ~0,77 при доверителен интервал от 95%) и на парализа на черепно-мозъчен нерв (с отношение на риска от 0,02; между 0,01 и ~0,06 при доверителен интервал от 95%) в сравнение с извършването на каротидната ендартеректомия (при 5763-ма пациенти) (19). От друга страна, първата оперативна интервенция е свързана с по-голям риск от периперативен мозъчен инсулт (с отношение на риска от 1,48; между 1,18 и ~1,87 при доверителен интервал от 95%) и от кумулативна заболяемост от мозъчен инсулт или смърт (с отношение на риска от 1,52; между 1,20 и ~1,93 при доверителен интервал от 95%) в сравнение с втората.

Прогностичната стойност на триглицеридно-глюкозния индекс за повторната стеноза на съдовете след ревакуларизацията по повод на стенозата на екстракраниалните каротидни артерии е анализирана при 422-ма болни, подложени на стентиранието на каротидната артерия, и при 408 болни, подложени на каротидна ендартеректомия в хода на ретроспективно кохортно проучване в гр. Шаанкси, Китай (28). Резултатите от унивариационния анализ показват значително по-висока честота на повторната стеноза при пациентите с висок триглицеридно-глюкозен ин-

декс. Моделите с мултивариационния регресионен анализ по Соx също идентифицират този индекс като независим прогностичен фактор за повторната стеноза, а кривата на операционната характеристика на получателя предсказва тази повторна стеноза с умерена чувствителност (от 57,24%) и специфичност (от 67,99%) (при област под кривата от 0,619; между 0,585 и 0,652 при доверителен интервал от 95%; $p < 0,001$).

Анализът на данните за 910 пациенти, 604-ма мъже и 304 жени, включени в три крупни проспективни проучвания, посветен на резултатите от транскаротидната артериална ревакуларизация, не открива съществени различия между двата пола (35). Унивариационният анализ показва, че предишният ипсилатерален мозъчен инсулт е свързан с по-високи отношения на шансовете за комбинацията между мозъчния инсулт и смъртта (от 4,19; $p = 0,001$) и между мозъчния инсулт, смъртта и инфаркта на миокарда (от 2,78; $p = 0,01$). Наличието на клинична симптоматика е свързано с по-високо отношение на шансовете за комбинацията между мозъчния инсулт и смъртта (от 2,78; $p = 0,02$).

Относителният дял на транскаротидната артериална ревакуларизация в САЩ, проследен през периода между 2015 г. и 2019 г. спрямо стентиранието на каротидната артерия и каротидната ендартеректомия, нараства от 0,69% през 2016 г. до 1,35% през 2019 г. (29). Честотата на вътреболничната смъртност след транскаротидната артериална ревакуларизация е 0,63% (между 0,36% и 1,06%), а на вътреболничния исхемичен мозъчен инсулт и инфаркт на миокарда - съответно 0,42% (между 0,21% и 0,80%) и 1,46% (между 1,04% и 2,05%).

Ретроспективното проучване на 62-ма последователни болни на средна възраст от 71,5 г., 42-ма мъже и 20 жени, със симптоматична стеноза на каротидната артерия >50% през периода между 11.XI.2020 г. и 31.III.2022 г. в гр. Провидънс, Род Айлънд, САЩ, показва отлична ефективност и задоволителна безопасност на транскаротидната артериална ревакуларизация с преобръщане на кръвотока (10). Операцията е успешна при всички пациенти, като само при един от тях се налага интрапроцедурна конверсия към каротидна ендартеректомия. След 30 дни се касае само за един неинвалидиращ мозъчен инсулт, за един цервикален кръвоизлив и за трима починали болни (4,84% от случаите), но смъртта се дължи непосредствено на операцията само при един от тях.

При ретроспективното моноцентрово проучване на 100 последователни болни на сред-

на възраст от 72,5 г. (между 52 г. и 90 г.) с висок риск за провеждане на каротидната ендартеректомия в гр. Чарлиътън, САЩ, се постига техническа успеваемост на транскаротидната артериална реваascularизация с помощта на системата ENROUTE (Silk Road) от 100% (4). Средното време за преобръщане на кръвотока възлиза на 8,5 мин (между 3 и 26 мин). Честотата на периперативния мозъчен инсулт след 30 дни е 2,94%, а честотата на мозъчния инсулт, инфаркта на миокарда и на смъртта е 3,92%. Другите периперативни усложнения включват травма на черепно-мозъчен нерв (при 2,94%), дисекация на каротидната артерия (при 1,96%) и обширен хематом, налагащ извършването на оперативна евакуация (при 5,88% от случаите).

Влиянието на каротидната реваascularизация върху депресията на 157 болни с напреднало заболяване на каротидните артерии е анализирано посредством дългата версия на въпросника за скалата на депресията в гериатрията с 30 въпроса (37). Депресия (с >9 точки по тази скала) е налице първоначално само при 49 болни (при 31,21% от случаите). Средната предоперативна оценка по тази скала възлиза на 15,42±4,40 (между 14,2 и 16,7) при болните с депресия и на 4,28±2,9 между (3,7 и 4,8) - при пациентите без това заболяване. След операцията настъпва статистически значимо подобрене на оценките при болните с депресия след един месец (p=0,002), след шест месеца (p=0,027) и след една година (p<0,001).

Предоперативна образна диагностика на атеросклерозата на каротидните артерии

В рамките на ретроспективно проучване през периода между м. януари 2018 г. и м. октомври 2022 г. в гр. Джеонджу, Южна Корея, на 173-ма последователни болни на средна възраст от 73,98±0,60 г., 135-има мъже и 38 жени, със симптоматична каротидна стеноза, диагностицирана предоперативно с помощта на изобразяване на съдовата стена и ангиография, а след стентирането на каротидната артерия - чрез дифузионно-претеглено магнитно резонансно изобразяване, се установява статистически достоверно по-висока честота на симптоматичните пациенти при наличието отколкото при липсата на кръвоизлив в плаката (62,4% спрямо 45,8%; p=0,031) (15). Степента на стенозата, тромбът в лезията на стенозата, забавянето на кръвотока във вътрешната каротидна артерия и спирането му от тромботичния филтър са значително по-чести при симптоматичните болни. При 20 оперирани болни (при 11,56% от случаите) се наблюдават кли-

нични симптоми, мозъчен инсулт, или инфаркт на миокарда.

Резултатите от систематичния обзор на 14 проучвания, посветени на ролята на каротидната duplex сонография при оценката на повторната стеноза на каротидната артерия след стентирането на артерията и реферирани в базите данни PubMed/MEDLINE и Scopus, показват, че праговете на максималната стойност на систоличния кръвоток за значимата повторна стеноза в стента на вътрешната каротидна артерия след стентирането са по-високи от тези за значимата стеноза на неоперираната артерия (39).

Влиянието на ипсилатералната каротидна реваascularизация върху показателите на контралатералната каротидна duplex сонография е проучено ретроспективно през периода между 2013 г. и 2021 при общо 129 пациенти с двустранна каротидна стеноза (30). Каротидна ендартеректомия е извършена при 98, а стентиране - при 31 пациенти. При 86 болни (при 66,67%) настъпва намаляване на максималната систолична скорост, а при 54-ма болни (при 41,86% от случаите) - промяна на степента на тежест на стенозата в контралатералната артерия.

Резултатите от приложението на каротидната ендартеректомия през периода между м. януари 2003 г. и м. май 2022 г. в гр. Мейууд, САЩ, след самостоятелната диагностика с помощта на duplex сонографията при 33 437 болни и след модерната диагностика (с компютърно-томографска ангиография, магнитно резонансна ангиография или инвазивна ангиография) при 69 715 болни с безсимптомна стеноза на бифуркацията на каротидната артерия не показват съществени различия между двете групи по отношение на 90-дневната смъртност, комбинираните с нея периперативни неврологични усложнения и повторната хоспитализация (27).

Проспективното наблюдателно кохортно проучване в гр. Рим, Италия, съпоставя резултатите от приложението на каротидната ендартеректомия при 116 последователни болни и на стентирането на каротидната артерия при 95 последователни болни по отношение на диагностичната роля на дифузионно претегленото магнитно резонансно изобразяване (12). Каротидната ендартеректомия е свързана със статистически значимо по-малка честота на диагностицираното разсейване на микроемболи от мозъчния инфаркт (13,8% спрямо 51%; p<0,001) и на невропсихологичните нарушения след шест месеца (0,8 спрямо 7,4; p=0,04) при безсимптомните отколкото при симптоматичните болни. Заболяе-

мостта от мозъчен инсулт е подобна при каротидната ендартеректомия и стентирането на каротидната артерия след 30 дни (1,7% спрямо 4,1%) и след шест месеца (2,6% спрямо 5,3%).

Резултатите от систематичния обзор на проучванията върху диагностиката и лечението на безсимптомната стеноза на каротидната артерия, реферирани в базите данни *PubMed/PubMed Central, EMBASE* и *Scopus* до 1.VIII.2023 г., показват, че най-доброто медикаментозно лечение е от съществено значение, независимо от това дали евентуално ще се използват оперативните методи каротидна ендартеректомия, стентиране на каротидната артерия и транскаротидна артериална реваскуларизация, които се препоръчват при пациентите с висок риск за появата на мозъчен инсулт (25). При тези болни се касае за тежко изразена стеноза ($\geq 80\%$), микроемболи, идентифицирани посредством транскраниална Doppler ултрасонография, ехопрозрачност на плаката при duplex сонографията, „неми“ мозъчни инфаркти при изследването с компютърна томография или магнитнорезонансна ангиография, повишени размери на юксталуминалната хипоехогенна област, прогресивно развитие на стенозата, разязвяване на каротидната плака, кръвоизлив в платата и намален мозъчносъдов резерв. Лечението на безсимптомната стеноза на каротидната артерия трябва да е индивидуализирано.

Изследването на общо 21 860 болни, подложени на стентиране на каротидните артерии през периода между 2016 г. и 2021 г., не показва никаква калцификация при 28% от случаите (22). Калцификация между 1% и 50% се открива при 34%, между 51% и 99% - при 35%, а от 100% (по цялата обиколка на съда) - при 3% от случаите. При болните с калцификация във втората и третата група се касае за статистически достоверно по-високи отношения на шансовете за вътреболничен инсулт или смърт (съответно от 1,3; между 1,02 и 1,6 при доверителен интервал от 95%; $p=0,034$ и от 1,9; между 1,1 и 2,9 при доверителен интервал от 95%; $p=0,004$) отколкото при тези без калцификация.

При 78-годишна жена с помощта на дуплекс сонография на екстракраниалните каротидни артерии и екстракаротидна компютърнотомографска ангиография по повод на туморна формация в шийната област се диагностицира аневризма на вътрешната сънна артерия (3). Провежда се успешно оперативно лечение с каротиден достъп. След проксималния клампаж на вътрешната, външната и общата каротидна артерия се извършва преаневризмална артериото-

мия на вътрешната каротидна артерия и се поставя шънт между общата и вътрешната каротидна артерия.

Интензивните изследвания по тази интердисциплинарна проблематика с нарастваща медико-социална значимост продължават.

ЛИТЕРАТУРА

1. Йорданов, Е. Приложение на каротидната ендартеректомия при болни с атеросклероза на каротидните артерии. Варн. мед форум. 2021;10(2):68-73.
2. Йорданов, Е. Нашият опит от стентирането и ангиопластиката при болните със стеноза на каротидните артерии. Варн. мед форум. 2021a;10(2):74-79.
3. Петров, В., Йорданов, Е., Чешмеджиев, М., Панайотов, П., Андонова, С. Случай на оперативно лечение на аневризма на вътрешна сънна артерия. Сърце-бял дроб. 2016;22:51-56.
4. AbuRahma AF, AbuRahma ZT, Santini A, Beasley M, Davis M, Lee A, et al. A single-center experience of 30-day perioperative and one year clinical outcomes of transcarotid artery revascularization in 100 consecutive patients. *Vascular*. 2023;31(6):1161-1172.
5. Aggarwal A, Whitler C, Jain A, Patel H, Zughaib M. Carotid artery stenting versus carotid artery endarterectomy in asymptomatic severe carotid stenosis: an updated meta-analysis. *Cureus*. 2023;15(12):e50506. doi: 10.7759/cureus.50506.
6. Batista S, Oliveira LB, Sousa MP, Pinheiro AC, Borges J, Santana L, et al. Transradial artery access for carotid artery stenting: a pooled analysis. *Neuroradiol J*. 2024 Jan 3:19714009231224410. doi: 10.1177/19714009231224410.
7. Bramucci A, Fontana A, Massoni CB, Vecchiati E, Freyrie A, Tusini N. Dual-vs single-layer stents for endovascular treatment of symptomatic and asymptomatic internal carotid artery stenosis. *Cardiovasc Revasc Med*. 2023;57:34-40.
8. Ding J, Zhou R, Fang X, Wang F, Wang J, Gan H, et al. An image registration-based self-supervised Su-Net for carotid plaque ultrasound image segmentation. *Comput Methods Programs Biomed*. 2024;244:107957. doi: 10.1016/j.cmpb.2023.107957.
9. Etkin Y, Iyeke L, Yu G, Ahmed I, Matera P, Aminov J, et al. Sex disparities in outcomes after carotid artery interventions: a systematic review. *Semin Vasc Surg*. 2023;36(4):476-486.
10. Feler J, Torabi R, Moldovan K, Poggi J, Shaaya E, Anderson M, et al. Initial experience with transcarotid arterial revascularization with flow reversal in the management of

- symptomatic carotid stenosis. *J Neurosurg.* 2023;139(5):1287-1293.
11. Fu J, Deng Y, Ma Y, Man S, Yang X, Yu C, et al. National and provincial-level prevalence and risk factors of carotid atherosclerosis in Chinese adults. *JAMA Netw Open.* 2024;7(1):e2351225. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2023.51225.
 12. Gabrielli R, Siani A, Smedile G, Rizzo AR, Accrocca F, Bartoli S. Carotid artery stenting versus carotid endarterectomy in terms of neuroprotection DW-MRI detected and neuropsychological assessment impairment. *Ann Vasc Surg.* 2024;98:68-74.
 13. Gupta R, Hassankhani A, Khozy S, Tolba H, Kobeissi H, Kanitra J, et al. Effect of treatment choice on short-term and long-term outcomes for carotid near-occlusion: a meta-analysis. *World Neurosurg.* 2024;181:e1102-e1129.
 14. Hajiyev K, Cimpoa A, Ernemann U, Bözner H, Henkes H, von Gottberg P. Long-term outcomes of carotid stenting in a single neurovascular center: up to 12-year retrospective analysis with a focus on the influence of comorbidities. *Neuroradiology.* 2024;66(1):117-127.
 15. Jeon S, Park H, Kwak HS, Hwang SB. Findings of angiography and carotid vessel wall imaging associated with post-procedural clinical events after carotid artery stenting. *Neurointervention.* 2024 Jan 17. doi: 10.5469/neuroint.2023.00486.
 16. Keil F, Stahn S, Reitz SC, Lieschke F, du Mesnil de Rochemont R, Hattingen E, et al. Elective carotid stenting fulfills quality standards defined in guidelines. *Röfo.* 2023 Nov 14. doi: 10.1055/a-2175-4029.
 17. Kiernan MJ, Al Mukaddim R, Mitchell CC, Maybock J, Wilbrand SM, Dempsey RJ, et al. Lumen segmentation using a Mask R-CNN in carotid arteries with stenotic atherosclerotic plaque. *Ultrasonics.* 2024;137:107193. doi: 10.1016/j.ultras.2023.107193.
 18. Li J, Huang Y, Song S, Chen H, Shi J, Xu D, et al. Automatic diagnosis of carotid atherosclerosis using a portable freehand 3-D ultrasound imaging system. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control.* 2024;71(2):266-279.
 19. Li W, Wu C, Deng R, Li L, Wu Q, Zhang L, et al. Comparison of perioperative safety of carotid artery stenting and endarterectomy in the treatment of carotid artery stenosis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *World Neurosurg.* 2024;181:e356-e375.
 20. Lindner T, Cheng B, Heinze M, Entelmann W, Hau L, Thomalla G, et al. A comparative study of multi and single post labeling delay pseudocontinuous arterial spin labeling in patients with carotid artery stenosis. *Magn Reson Imaging.* 2024;106:18-23.
 21. Liu FJ, Chen Q, Cheng Y. Noninvasive carotid ultrasound for predicting vulnerable plaques of the coronary artery based on optical coherence tomography images. *Quant Imaging Med Surg.* 2024;14(1):316-324.
 22. Mota L, Wang SX, Cronenwett JL, Nolan BW, Malas MB, Schermerhorn ML, et al. Association of stroke or death with severity of carotid lesion calcification in patients undergoing carotid artery stenting. *J Vasc Surg.* 2024;79(2):305-315.
 23. Nana P, Spanos K, Kouvelos G, Georgakopoulou VE, Lempesis IG, Trakas N, et al. Carotid artery stenting and endarterectomy surgery techniques: a 30-year time-lapse. *Med Int (Lond).* 2023;3(6):61. doi: 10.3892/mi.2023.121.
 24. Nishimoto T, Oka F, Okazaki K, Sadahiro H, Oku T, Ishihara H. Safety of tailored transfemoral carotid artery stenting for symptomatic elderly patients: a single center observational study. *World Neurosurg.* 2024;181:e1038-e1046.
 25. Paraskevas KI, Brown MM, Lal BK, Myrcha P, Lyden SP, Schneider PA, et al. Recent advances and controversial issues in the optimal management of asymptomatic carotid stenosis. *J Vasc Surg.* 2023:S0741-5214(23)02203-6. doi: 10.1016/j.jvs.2023.11.004.
 26. Paraskevas KI, Mikhailidis DP, Ringleb PA, Brown MM, Dardik A, Poredos P, et al. An international, multispecialty, expert-based Delphi Consensus document on controversial issues in the management of patients with asymptomatic and symptomatic carotid stenosis. *J Vasc Surg.* 2024;79(2):420-435.
 27. Penton A, Driscoll M, Li R, DeJong M, Blecha M. Carotid endarterectomy for asymptomatic stenosis based on Duplex ultrasound alone achieves equivalent perioperative and long-term outcomes relative to advanced imaging based endarterectomy. *Ann Vasc Surg.* 2024;98:44-57.
 28. Qu XP, Wu YL, Shen LL, Wang C, Gao L, Ma JQ, et al. Utility of the triglyceride-glucose index for predicting restenosis following revascularization surgery for extracranial carotid artery stenosis: A retrospective cohort study. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2024;33(3):107563. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2024.107563.
 29. Ramsay IA, Burks JD, Lu VM, Silva M, Abdelsalam A, Starke RM, et al. Perioperative outcomes in transcarotid artery revascularization versus carotid endarterectomy or stenting nationwide. *Oper Neurosurg (Hagerstown).* 2023;25(5):453-460.
 30. Ratner M, Rockman C, Chandra P, Cayne N, Jacobowitz G, Lamparello PJ, et al. The effect of ipsilateral carotid revascularization on contralateral carotid Duplex parameters in patients with bilateral carotid stenosis. *Ann Vasc Surg.* 2024;99:414-421.
 31. Ryu J, Han SA, Han S, Choi S, Moon DH, Oh M. Comparison of $SUV_{A/V}$ and SUV_{A-V} for evaluating atherosclerotic inflammation in ^{18}F -FDG PET/CT. *Nucl Med Mol Imaging.* 2024;58(1):25-31.

32. Sato A, Sasaki T, Ogiwara T, Hongo K, Horiuchi T. Sternocleidomastoid muscle-splitting method for high cervical carotid endarterectomy: illustrative cases. *J Neurosurg Case Lessons*. 2024;7(2):CASE23563. doi: 10.3171/CASE23563.
33. Shen R, Tong X, Zhao C, Qiao H, Ning Z, Li J, et al. Atherosclerotic plaque characteristics in extracranial carotid artery may indicate closer association with white matter hyperintensities than intracranial arteries: a CARE-II study. *Eur J Radiol*. 2024;170:111208. doi: 10.1016/j.ejrad.2023.111208.
34. Silvestri O, Accarino G, Turchino D, Squizzato F, Piazza M, Bastianon M, et al. Mid-term results of an Italian multicentric experience with the Roadsaver™ dual-layer carotid stent system. *Healthcare (Basel)*. 2024;12(1):120. doi: 10.3390/healthcare12010120.
35. Smith JA, Chung JM, Schneider PA, Kwolek CJ, Arko FR, Henao S, et al.; ROADSTER Trial Investigators. Female and male patients have similar outcomes after transcarotid artery revascularization in prospective trials. *J Vasc Surg*. 2024;79(1):81-87.
36. Solomon Y, Conroy PD, Rastogi V, Yadavalli SD, Schneider PA, Wang GJ, et al. Outcomes following carotid revascularization for stroke stratified by Modified Rankin Scale and time of intervention. *J Vasc Surg*. 2024;79(2):287-296.
37. Succar B, Chou YH, Hsu CH, Rapcsak S, Trouard T, Zhou W. Carotid revascularization is associated with improved mood in patients with advanced carotid disease. *Ann Surg*. 2024 Jan 23. doi: 10.1097/SLA.0000000000006216.
38. Sultan SR. The prevalence of extracranial carotid atherosclerosis detected via ultrasound imaging: a single-centre study in Jeddah, Saudi Arabia. *Saudi Med J*. 2024;45(1):69-73.
39. Szegedi I, Potvorszki F, Mészáros ZR, Daniel C, Csiba L, Oláh L. Role of carotid Duplex in the assessment of carotid artery restenosis after endarterectomy or stenting. *Front Neurol*. 2023;14:1226220. doi: 10.3389/fneur.2023.1226220.
40. van Elk T, Maes L, van der Meij A, Lemmens R, Uyttenboogaart M, de Borst GJ, et al. Immediate carotid artery stenting or deferred treatment in patients with tandem carotid lesions treated endovascularly for acute ischaemic stroke. *EJVES Vasc Forum*. 2023;61:31-35.
41. Yeung K, Eiberg JP, Collet-Billon A, Sandholt BV, Jessen ML, Sillesen HH, et al. 3-D Contrast-enhanced fusion ultrasound for accurate volume assessment of vessel lumen and plaque in carotid artery disease as compared with computed tomography angiography. *Ultrasound Med Biol*. 2024;50(3):399-406.
42. Yu JB, Wang XL, An ZJ, Zhu DL, Xu L, Xu T, et al. Predicting coronary artery disease by carotid color Doppler ultrasonography. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2023;27(24):11713-11721.
43. Yu M, Yang D, Zhang R, Jiang Y, Qiao H, Zhao X, et al. Carotid atherosclerotic plaque predicts progression of intracranial artery atherosclerosis: a MR imaging-based community cohort study. *Eur J Radiol*. 2024;172:111300. doi: 10.1016/j.ejrad.2024.111300.

Адрес за кореспонденция:
 Веселин В. Петров
 Клиника по съдова хирургия
 УМБАЛ „Сърце и мозък“ – Бургас
 ул. „Стефан Стамболов“ 73
 Бургас, 8001
 e-mail: veselinpetrov90@gmail.com