

УДК: 612.172.2

ВОЗМОЖНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА В КАРОТИДНОЙ ХИРУРГИИ



Каримов Шавкат Ибрагимович, Юлбарисов Абдурасул Абдужалилович, Алиджанов Хожиакбар Кашипович, Муминов Рустам Тулкинбаевич, Джуманиязова Дилфуза Азатбаевна, Джалилов Абдували Абдумуталович, Абдурахмонов Сарвар Шахриддинович
Республиканский специализированный Центр хирургической ангионеврологии, Республика Узбекистан, г. Ташкент

ТУРЛИ ХИЛ НУР ТАШХИСЛАШ УСУЛЛАРИНИНГ, БОШ МИЯ ҚОН АЙЛАНИШИНИ ЎРГАНИШДА УЙҚУ АРТЕРИЯЛАРИ ЖАРРОХИЛИГИДАГИ ИМКОНИАТЛАРИ

Каримов Шавкат Ибрагимович, Юлбарисов Абдурасул Абдужалилович, Алиджанов Хожиакбар Кашипович, Муминов Рустам Тулкинбаевич, Джуманиязова Дилфуза Азатбаевна, Джалилов Абдували Абдумуталович, Абдурахмонов Сарвар Шахриддинович
Республика ихтисослаштирилган хирургик ангионеврология Маркази, Ўзбекистон Республикаси, Тошкент ш.

POSSIBILITIES OF VARIOUS RADIATION METHODS FOR INVESTIGATION OF BRAIN FLOW SUPPLY IN CAROTID SURGERY

Karimov Shavkat Ibragimovich, Yulbarisov Abdurasul Abdusalilovich, Alijanov Khojiakbar Kashipovich, Muminov Rustam Tulkinbaevich, Djumaniyazova Dilfuza Azatbaevna, Jalilov Abduvali Abdumutalovich, Abdurakhmonov Sarvar Shakhriddinovich
Republican Specialized Center for Surgical Angioneurology, Republic of Uzbekistan, Tashkent

e-mail: <https://angioneurology.uz/>

Резюме. Ишемик инсулт, бош миyaning қон айланиши бузилиши билан боғлиқ асосий патологик зарарланишларидан бири ҳисобланади. Ушбу касалликнинг асорати асосида қон томир тизимининг функционал ва морфологик ўзгаришлари ётади, бу эса ҳаёт сифати ва давомийлигига узвий боғлиқ деб ҳисобланади. Церебрал қон айланишини ўрганиш долзарб масала бўлиб, ўз вақтида бош миья қон айланиши бузишларини, ушбу касалликдан келиб чиқадиган ногиронликни олдини олиш, ҳамда ўлим даражасини пасайтиришида кейинги изланишларни талаб қилмоқда. Баён қилинган изланишнинг мақсади - каротид хавзасидаги жаррохликда қўлланиладиган ангио ва нейровизуализация усулларининг ахамияти, ҳамда бўлиши мумкин бўлган ишемик инсулт оқибатларини олдиндан аниқлаш ва олдини олиш деб ҳисобланади.

Калит сўзлар: Атеросклероз, ишемик инсулт, церебрал перфузион резерв, виллизиев ҳалқаси.

Abstract. Ischemic stroke is one of the main pathological brain lesions associated with disordered blood supply. Mean of this disease, as a complication, are functional and morphological changes in the vascular system, which inevitably affects the duration and quality of life. The study of cerebral circulation in carotid surgery remains relevant and

requires further study for the timely prevention of cerebrovascular accidents, reducing mortality and disability of the population from this pathology. The purpose of this publication was to provide information on the methods of angio and neuroimaging with the assessment and prediction of ischemic outcomes in carotid surgery.

Key words: *Atherosclerosis, ischemic stroke, cerebral perfusion reserve, circle of Willis.*

Согласно представленным данным ВОЗ, атеросклеротическое поражение сосудов головного мозга (ГМ) является одной из частых причин возникновения ишемических инсультов (ИИ) и остаётся одним из лидирующих факторов его возникновения в мире [1].

На протяжении последних лет, каждый год в нашей Республике регистрируется более 88 000 инсультов, 54 000 из них характеризуются как ишемические, причем смертность достигает 44,6%, инвалидизация 42,2%, а полное выздоровление отмечается лишь в 10,2% случаев [2]. ИИ до последнего времени считается медико-социальной проблемой в связи с высоким уровнем инвалидности и смертности как во всем мире, так и в Узбекистане [3]. Основными факторами возникновения острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) считаются расщипление атеросклеротической бляшки (АСБ), приводящее к артерио-артериальной эмболии, а также церебральная гипоперфузия, вызванная гемодинамическим снижением кровотока и механизмов ауторегуляции кровоснабжения ГМ [4].

В различных публикациях приведено множество причин развития ишемического инсульта. Некоторые специалисты связывают его развитие анатомическим строением Виллизиева круга, а другие показывают данные о том, что структура Виллизиева круга не так важна, как возможности ауторегуляции головного мозга. К сожалению, даже сегодня этот вопрос остается дискуссионным [5]. К тому же, многие учёные считают, что развитие ИИ зависит от поражения экстракраниальных артерий, в то время как другие авторы утверждают, что, кроме патологии артерий шеи в возникновении ИИ, существенную роль играют анатомическое строение Виллизиева круга и ауторегуляторные способности сосудов ГМ [6]. Более 50% всех ИИ и транзиторных ишемических атак (ТИА) связаны с патологией экстракраниальных артерий и в основной своей степени с атеросклерозом. Однако ИИ и/или ТИА довольно часто регистрируются при гемодинамически-незначимых стенозах сонных и позвоночных артерий. Связано это с тем, что у определенной части населения, нарушение кровообращения ГМ определяется различными вариантами патологических деформаций (ПД) прецеребральных артерий, такие как перегибы под различными углами, петлеобразования и другие.

Несомненно, головной мозг является самым важным органом организма человека.

Следовательно, кровоснабжение ГМ определяется как одной из основных методов регулирования функций сердечно-сосудистой системы. Известно, что кровоснабжение мозга осуществляется из двух основных источников, а именно – внутренней, наружной сонной артерии и вертебробазилярного бассейна. Для профилактики катастрофических последствий при стенозировании или закупорки одной из крупных артерий, между этими двумя системами существуют анастомозы, формирующие у основания мозга всем известный Виллизиев круг (ВК), описанный английским врачом Т. Уиллисом 3 столетия назад. При замкнутости ВК возникает способность компенсировать питание ГМ за счет перераспределения гемодинамики по анастомозам из одного полушария в другое.

Варианты строения ВК. Замкнутый ВК, в котором нет отсутствующих или недоразвитых артерий, наблюдается только у 20–25% населения. Существует большое количество различных вариантов развития и анатомического строения ВК. Из данных вариантов наиболее распространены нижеуказанные:

- гипоплазия одной или двух задних соединительных артерий;
- гипоплазия или аплазия сегмента 1- сегмента передней мозговой артерии;
- гипоплазия передней соединительной артерии;
- аплазия одной из задних соединительных артерий.

Довольно часто встречаются гипоплазия соединительных артерий, аплазия и гипоплазия первых сегментов ПМА (А1) и ЗМА (Р1).

Учитывая, что на сегодняшний день существует довольно много методов визуализации сосудов головного мозга, изучение анатомии и морфологии артериального русла ГА является актуальной задачей диагностики и профилактики ИИ, для выявления его этиопатогенетических особенностей и выбора тактики того или иного метода лечения.

К наиболее значимым методам диагностики кровоснабжения ГМ и аномалий развития Виллизиева круга относятся:

- МСКТ-ангиография;
- Селективная ангиография;
- МРТ ангиография;
- Транскраниальное дуплексное сканирование.

МСКТ-ангиография. Данный метод исследования предполагает внутривенное

болосное введение рентгеноконтрастного вещества. При этом осуществляется контроль его поступления в исследуемую область (контрастный премоиторинг) и КТ-сканировании сосудов после наполнения последних контрастом. Применяемый метод исследования даёт возможность быстро и малоинвазивно провести ангиографию сосудов, а также состояния окружающих тканей и уточнить диагноз.

Селективная ангиография – до настоящего времени остаётся золотым стандартом исследования сосудов, при котором специальный катетер проводится в определённый сосудистый бассейн ГМ и получают изображение контрастное изображения под контролем рентгена. Данный метод наиболее часто используется в ходе оперативного лечения (стентирование, ангиопластика).

МРТ ангиография - представляет собой неинвазивное, высокоинформативное исследование системы мозгового кровообращения особенно его внутричерепных отделов. При этом МРТ ангиография считается неоспоримо ценным методом обследования больных, перенесших как геморрагический так и ишемический инсульт. Проводят исследование на магнитном томографе, а его ограничения к использованию считаются - высокая степень ожирения, клаустрофобия, наличие в организме металлических имплантатов, воздействующих на магнитное поле. Полученные ангиографические снимки не позволяют провести количественную оценку кровотока по сосудам, однако с этой задачей справляется транскраниальное дуплексное сканирование. По этому поводу, A.W. Hoksbergen et al в 2017 году опубликовали результаты исследования, в котором изучалось функционирование передней и задней соединительных артерий у пациентов с перенесенным инсультом и без такового с применением транскраниального дуплексного сканирования. Примечательно, что, авторы пришли к заключению, что число нефункционирующих коллатералей Виллизиева круга у пациентов с инсультом выше, чем у здоровых лиц. Также было отмечено, что нефункционирующие анастомозы при тандемном поражении сонных артерий значительно увеличивают риск развития инсульта.

Иного мнения придерживаются L.M. Jorgen и соавт. (2018), выполнившие перфузионное КТ ГМ 88 пациентам с симптомными каротидными стенозами более 50% и отметили, что региональный мозговой кровоток обратно пропорционален степени стеноза, а среднее время прохождения контраста возрастает при его увеличении выраженности. Следует отметить, что авторы не зафиксировали взаимосвязи между

параметрами перфузии вещества ГМ и строением Виллизиева круга и тем самым пришли к выводу, что при разомкнутом ВК компенсация осуществляется с помощью других коллатеральных путей. Тем не менее изучено, что у пациентов с перенесенным ИИ и аномалиями ВК наблюдается достоверное уменьшение диаметров артерий основания ГМ, их асимметрическое строение и обеднение коллатерального кровотока, захватывающее не только зону перенесенной ишемии, но и другие отделы.

Транскраниальное дуплексное сканирование (ТКДС) – считается неинвазивным методом качественной и количественной оценки кровотока в сосудах ГМ. В 1980-х годах данный метод внедрялся довольно активно. А в настоящее время ТКДС используется в основном в ангионеврологии и кардиохирургии. Принцип данного исследования основан на доплеровском эффекте. Данный метод имеет достаточное количество преимуществ, а именно: отсутствие лучевой нагрузки, отсутствие противопоказаний, доступность, легкое дублирование, мониторинг. Главной уникальностью метода является возможность количественной оценки гемодинамики в сосудах ГМ. Для определения церебрального перфузионного резерва ТКДС в унисон с компрессионными пробами [33].

ЦДК позволяет определить направление и характер кровотока в сосудах ГМ, однако данное исследование не дает необходимой информации о строении артерий ВК. Его важным преимуществом считается отсутствие противопоказаний. Вследствии, можно предполагать, что аномалии развития или же патологические изменения ВК приводят не к локальному нарушению мозгового кровотока, а к изменению функционирования всей мозговой гемодинамики. Учитывая патогенетическую характеристику ишемического инсульта при ЦВП, возможно прийти к выводу, что наличие аномалии ВК являются предпосылкой для развития ИИ по гемодинамическому типу, особенно это выражено при наличии других сопутствующих факторов, таких как сужение или окклюзия артерий ГМ [8].

Как видно, у каждого из приведенных методов исследования есть как преимущества, так и недостатки, в этой связи данные методики комбинируют для получения точных выводов. Таким образом комплексный подход позволяет определить анатомию сосудов, характер и направление кровотока по ним, что очень важно при оценке степени риска сосудистых катастроф и дальнейшего прогноза заболевания [9].

Хирургическое лечение гемодинамически значимых поражений артерий ГМ сводится к каротидной эндартерэктомии или стентированию, что доказано при проведении данных интервенций у значительного числа как симптомных так бессимптомных пациентов. Своевременная реваскуляризация сонных артерий доказала свою эффективность в снижении риска развития ишемического инсульта. Тем не менее, подобные вмешательства могут привести к периоперационным осложнениям, основным из которых считается ИИ [10].

Особенностью каротидных реконструкций является временное выключение кровотока, что может спровоцировать гемодинамические нарушения и развитие ИИ [11]. В этой связи выжым считается контроль функционального состояния головного мозга во время пережатия сонных артерий, что дает возможность своевременно принять меры для коррекции нарушений мозговой гемодинамики [12]. В то же время нет единой точки зрения о наиболее информативных показателях, отражающих степень ишемии ГМ на основном этапе каротидной реконструкции. Считается, что предиктирование осложнений связанных с острой ишемией ГМ возможно посредством оценки церебральной гемодинамики.

Существует ряд методов определения церебрального перфузионного резерва, мониторинга гемодинамики, а также метаболизма ГМ. Данные методы исследования представляются: транскраниальным дуплексным сканированием, электроэнцефалографией, МРТ ГМ головного мозга с оценкой перфузии, позитронно-эмиссионной томографией и однофотонной эмиссионной томографией. Также, большинство исследований являются инвазивными, имеют противопоказания, требуют определенных технических навыков и доступны только в узкоспециализированных медицинских учреждениях. К сожалению, несмотря на давно отработанную технику оперативных вмешательств, сохраняется достаточно высокий риск возникновения ИИ во время операции и летального исхода. Так согласно данным многих авторов, даже при тщательном отборе пациентов, частота ОНМК в каротидной хирургии составляет от 1,5 до 9,0% [13].

Наиболее частой причиной ИИ считается артерио-артериальная эмболия дистального русла артерий ГМ [14,15].

Тем не менее, не остаются до конца решенными вопросы и проблемы защиты ГМ в интраоперационном периоде [16]. Одним из наиболее эффективных способов защиты ГМ от ишемии является использование временного каротидного шунта (ВКШ). ВКШ имеет ряд

преимуществ и недостатков [17]. Мнения в необходимости применения ВКШ разнятся. Существуют работы, в которых приводятся данные что все каротидные реконструкции выполнялись использованием ВКШ, в тоже время другой лагерь специалистов не применяет временный шунт даже сопутствующем критическим стенозом и/или окклюзии противоположной сонной артерии. Опосредственно в других исследованиях предлагается дифференцированное применение временного каротидного шунта на основании существенно важных показателей, таких как состояние контралатеральных сонных артерий, строении ВК, данных интраоперационного мониторинга (ЭЭГ, оксиметрия, величина ретроградного давления ВСА, а также ТКДС) [18]. Вследствие, важным является эффективный контроль функционального состояния ГМ во время операции, что позволяет своевременно выявлять эпизоды гипоперфузии ГМ и принимать необходимые меры [19]. Так же до сих пор нет единой точки зрения о наиболее информативных исследованиях, отражающих степень ишемии ГМ при пережатии СА [20]. Поэтому для уточнения механизмов интраоперационной ишемии ГМ в каротидной хирургии необходимо учитывать особенности коллатерального кровообращения и перфузии ГМ путем оценки динамики комплексных нейромониторинговых показателей.

Методы оценки перфузии и насыщения мозговой ткани кислородом следует разделить на 2 основные категории, т.е. инвазивные и неинвазивные [21-31]. Инвазивные методы включают оксиметрию в ВЯВ, прямое измерение напряжения кислорода в ткани ГМ, измерение ретроградного давления в ВСА, микродиализ ткани головного мозга, перфузионную КТ. К неинвазивным методам относят пульсоксиметрию, церебральную оксиметрию, транскраниальное дуплексное картирование.

На сегодняшний день в каротидной хирургии для мониторинга мозговой перфузии наиболее часто применяется церебральная оксиметрия и транскраниальное дуплексное сканирование.

Метод церебральной оксиметрии (ЦО) исследование основанное на принципе оптической спектроскопии с использованием инфракрасных лучей от 650 до 1100 нм. Основным принципом определения насыщения кислородом регионарного гемоглобина является изменение оптических свойств гемоглобина при его связывании с кислородом и следующее изменение картины поглощения для определенных длин волн света. ЦО позволяет выявить гипоксию головного мозга на ранней стадии и начать терапию для ее восстановления. Так как прогноз неврологическо-

го исхода в таких дисциплинах как ангионеврология, кардиохирургия и ангиохирургия, остается проблематичным, анестезиологи, работающие в этих областях, начали использовать его для получения непрерывной информации о состоянии перфузии головного мозга.

При церебральной оксиметрии измеряется региональное насыщение гемоглобина кислородом (rSO_2) в лобных долях с помощью специально разработанных датчиков. Датчики ЦО содержат диоды (LED) или лазерные источники света, излучающие фотоны в ближнем ИК-спектре, способные проникать на несколько сантиметров через черепную кость в подлежащую ткань ГМ. Свет от датчиков оксиметра частично отражается, перенаправляется, рассеивается и поглощается. В зависимости от состояния оксигенации гемоглобина, контакт с молекулами гемоглобина вызывает изменение светового спектра. Далее определенная часть этого результирующего света возвращается на поверхность и улавливается датчиками, закрепленными в клейкие подушечки. В последующем, как свет проходит от излучателя к детектору, монитор различает две формы оксигенированного и деоксигенированного гемоглобина, используя специальные вычислительные алгоритмы расчета для определения rSO_2 в лобных долях. Сатурация крови в ГМ, отражающая изменения соотношения потребности и снабжения кислородом, измеряется на глубине около 1,5 см. Существующие в настоящее время приборы используют аналогичную технологию, но с различиями в алгоритмах расчета, в количестве, а также абсолютном значении длин волн.

Параметры регионарного насыщения гемоглобина кислородом (rSO_2) выражаются в процентах. Исследователями были выполнены проверочные исследования ЦО, которые искали корреляцию rSO_2 с другими показателями церебральной оксигенации, такими как региональное парциальное давление кислорода в тканях мозга (то есть $tiPO_2$) и $SjvO_2$. Но конечно же ясно, что оба эти параметра несовместимы с rSO_2 , так как прямое инвазивное измерение $tiPO_2$ проводится в белом веществе, а значение $SjvO_2$ представляет собой соотношение потребности и снабжения кислородом как серого, так и белого вещества, где имеются значительные различия в расходе и потреблении кислорода. Также значение $SjvO_2$ в какой-то степени может быть «загрязнено» артериовенозными коммуникациями или/и экстракраниальной венозной кровью из венозных притоков вблизи яремной вены. Кроме того, оксиметрия яремных вен измеряет не только сатурацию венозной крови из ипсилатерального полушария, с которым для сравнения получают значения rSO_2 ,

но также измеряет значительное количество венозной крови, поступающей с контралатеральной стороны. Поэтому нельзя ожидать абсолютной прямой корреляции показателей rSO_2 с показателями $tiPO_2$ и $SjvO_2$. Регионарная оксигенация в мозговом микроциркуляторном русле представлена как совершенно новая контролируемая переменная. Кроме того, в исследованиях, включающих пациентов с черепно-мозговой травмой, неоднородное распределение зон ишемии при диффузных поражениях ГМ может привести к плохой корреляции. Но тем не менее, некоторые клинические и экспериментальные исследования на людях показали, что rSO_2 вполне удовлетворительно отслеживает эти два различных показателя церебральной оксигенации [31].

При выполнении КЭАЭ в процессе определения показаний к временному шунтированию с помощью ЦО в настоящее время используют не абсолютное значение показателя rSO_2 , а его интегральное значение – снижение rSO_2 на 20% от исходного значения, которое оценивается через 2 минуты от начала пробного пережатия ВСА. По данным некоторых авторов порогом снижения rSO_2 считают снижение rSO_2 на 16% по сравнению с исходным уровнем [32]. При мониторинге оксигенации ГМ метод ЦО обладает рядом преимуществ: неинвазивность и возможность отслеживать динамику изменения оксигенации тканей в режиме реального времени, что более рационально и информативно, чем интерпретация абсолютных данных единичных измерений. Тем не менее в настоящее время вопрос об оптимальном безопасном уровне показателей rSO_2 во время выполнения КЭАЭ требует дальнейшего изучения.

К компрессионным пробам которые применяются на практике, относятся три основные функциональные пробы: определение коллатерального резерва ВК, функционирование коммуникантных артерий, ауторегуляция ВК (прикроватный тест Гилера).

Однако компрессию ОСА не рекомендуется проводить при окклюзии или критическом стенозе контралатеральной ВСА, также при наличии осложненных атеросклеротических бляшек, изъязвлениями, или кровоизлияниями.

Коллатеральный резерв ГМ оценивается по величине максимального снижения скорости кровотока (Vps , лучше TAMX) в СМА при пережатии ОСА. При пережатии ипсилатеральной ОСА, отчетливое снижение кровотока в СМА можно наблюдать при неразвитых коллатералях и низкой устойчивости головного ГМ к ишемии. Конечно же основным показанием к проведению теста является оценка переносимости пациентом пережатия ОСА во время каротидной эндартерэктомии. По данным некоторых исследователей при сдавлении ОСА скорость

кровотока в средней мозговой артерии у лиц с адекватным коллатеральным резервом характеризуется снижением менее 50% по сравнению с показателем до компрессии ОСА, у лиц с малым коллатеральным резервом она снижена на 50-80% и с недостаточным коллатеральным резервом - менее чем на 80% [34].

Также есть данные, что для оценки переносимости пациентом интраоперационной компрессии ОСА ангиохирурги при пережатии ипсилатеральной ОСА, часто ориентируются на абсолютное значение средней скорости кровотока в СМА. Предельным значением считается 20 см/с, а снижение кровотока в СМА ниже этого значения свидетельствует о декомпенсации коллатерального кровообращения в мозге [35].

Функциональная активность коммуникантных артерий оценивается по реакции кровотока в передней или задней мозговых артериях на компрессию ОСА. А1-сегмент ПМА считается функционирующим если при компрессии ОСА скорость кровотока (V_{ps}) в А1-сегменте контралатеральной ПМА возрастает на 20 см/с и более, но не менее чем на 20%, и/или если в ипсилатеральной ПМА выявляется ретроградный кровоток. Также ЗКоА считается функционирующей, если в момент пережатия ОСА скорость кровотока (V_{ps}) в Р1-сегменте ипсилатеральной ЗМА возрастает на 20 см/с и более, но не менее чем на 20%. А для оценки состоятельности ауторегуляции МК используется Прикроватная проба Гилера (тест реактивной гиперемии при компрессии ОСА) [36]. Данный тест может использоваться для оценки ауторегуляции мозгового кровообращения у больных находящих на постельном режиме после перенесенного инсульта, но с учетом вышеуказанных ограничений. Состоятельность ауторегуляции мозгового кровообращения оценивается по приросту скорости кровотока в СМА после прекращения пережатия ипсилатеральной ОСА – это так называемый коэффициент овершута (КО). Пережатие ОСА осуществляется на протяжении пяти сердечных циклов: КО рассчитывается отношением ТАМХ начального пика кровотока в СМА после прекращения компрессии к средней ТАМХ кровотока до компрессии. По данным исследователей: КО < 1 свидетельствует о выраженном нарушении/срыве ауторегуляции [37].

Однако наряду с достоинствами данного метода исследования существуют и ограничения, к которым можно отнести отсутствие ультразвуковых височных окон, а также основной недостаток ТКДС в том, что метод оценивает не объемные, а скоростные показатели кровотока и, в основном, в

средней мозговой артерии и редко в других крупных артериях ГМ. Г.И. Кунцевич и соавт., предложили использовать глазничную артерию для оценки мозгового кровотока в области реконструируемой ВСА, учитывая данные об отсутствии окна ультразвукового исследования у 9-25% пациентов. Основываясь на результаты интраоперационного ТКДС-основными критериями оценки гемодинамических показателей в ГА и СМА являлись исходные показатели периферического сопротивления в артериях и их изменения в процессе хирургического вмешательства. Показанием к использованию временного артериального шунта было снижение ЛСК в ГА и СМА на 50% и более от исходного уровня. Результаты этих исследований показывают, что наибольшее диагностическое значение имеет мониторинг кровотока через глазничную артерию.

По данным некоторых авторов, отмечено, что у части пациентов по данным мониторинга ТКДГ, несмотря на значительное снижение кровотока в СМА, во время КЭАЭ показатели транскраниальной церебральной оксиметрии не изменились, что свидетельствует о поддержании адекватного уровня церебрального кровотока за счет активизации коллатерального кровообращения [38].

В заключении важно отметить, что на сегодняшний день, несмотря на количество научных работ по определению церебрального перфузионного резерва и толерантности ГМ в каротидной хирургии данная проблема до конца не решена. Данная научная задача требует продолжения исследований в этом направлении для создания конкретных алгоритмов определяющих дооперационное состояние перфузии ГМ в чем заключается комплексное использование ряда методов оценки цереброваскулярного резерва для прогнозирования интраоперационной ишемии которое будет доказано с научной и практической точки зрения.

Литература:

1. Brott T. G., Hobson 2nd R. W., Howard G., Rubbin G. S., Clark W. M., Brooks W., et al. CREST Investigators. Stenting versus endarterectomy for treatment of carotid-artery stenosis *N Engl J Med.* - 2017. – P. 363.
2. Каримов Ш.И., Маджидова Ё.Н. Хроническая сосудисто-мозговая недостаточность: тактика лечения и отдаленные результаты Современные вопросы хронической сосудисто-мозговой недостаточности». – Ташкент, 2019. - С. 46-51.
3. Покровский А.В., 2017 Каримов Ш.И., 2021 Национальные рекомендации по лечению заболеваний экстракраниальных артерий *Ангиология и сосудистая хирургия.* – 2011. – Том 17.

- a. Altinbas A., Algra A., Brown M. M. Effects Of Carotid Endarterectomy Or Stenting On Hemodynamic Complications In The International Carotid Stenting Study: A Randomized Comparison *Int J Stroke*. – 2014. – Vol. 9 №3. – P. 284-290.
4. 5-Тимаран Н., Шарма С., Гайдлайн по сердечно-сосудистой хирургии 2020.
5. Домати Т.В. Гайдлайн по сердечно-сосудистой хирургии 2021.
6. Олеся Валерьевна Ковальчук, к.м.н Москва 2019 Гайдлайн по сердечно-сосудистой хирургии.
7. Е.Н. Попова, Л.А. Шерман, Т.В. Маратканова, Е.Е. Исакова, М.В. Вишнякова, В.В. Оценка состояния мозговой гемодинамики у пациентов с ишемическим инсультом и врожденными аномалиями Виллизиева круга. 2017.
8. Cerebral arterial circle // Foundational Model of Anatomy Uston, Cagatay. Dr. Thomas Willis' Famous Eponym: The Circle of Willis (англ.) // *Turkish Journal of Medical Sciences : journal*. -2004-20 February (vol. 34). -P. 271-274. Purves, Dale; George J. Augustine, David Fitzpatrick, William C. Hall, Anthony-Samuel LaMantia, James O. McNamara, Leonard E. White. *Neuroscience*, 4th Ed (неопр.). — Sinauer Associates (англ.)рус., 2008.С. 834-835. ISBN 978-0-87893-697-7
9. Caplan L.R., Caplan L. R., Wong K. S., Gao S., Hennerici M. G. Is hypoperfusion an important cause of strokes? If so, how? // *Cerebrovasc Dis*. – 2012. – Vol. 21. – P. 145–153.
10. Chen D. C., Armstrong E. J., Singh G. D., Amsterdam E. A., Laird J. R. Adherence to guideline-recommended therapies among patients with diverse manifestations of vascular disease *Vasc Health Risk Manag*. – 2015. – Vol. 11. – P. 185-192.
11. Latacz P., Stroke Risk After Coronary Artery Bypass Graft Surgery And Extent Of Cerebral Artery Atherosclerosis *J Am Coll Cardiol*. – 2017. – Vol. 57, №18. – P. 1811-1818.
12. Luebke T., Brunkwall J. Carotid artery stenting versus carotid endarterectomy: an updated meta-analysis, meta-regression and trial sequential analysis of short term and intermediate to long-term outcomes of randomised trials // *J Cardiovasc Surg*. – 2016. – Vol. 57. – P. 519-539.
13. Покровский А. В., Белоярцев Д. Ф., Талыблы О. Л. Анализ результатов эверсионной каротидной эндартерэктомии в отдаленном периоде // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2014. – Том 20, №4. - С. 100-111.
14. Meschia J. F., Bushnell C., Boden-Albala B., Braun L. T., Bravata D. M., Chaturvedi S., et al. Guidelines for the primary prevention of stroke: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association / American Stroke Association // *Stroke*. – 2016. – Vol. 45. – P. 3754-3832.
15. Каримов Ш. И., Суннатов Р. Д., Ирнazarov А. А. и др. Этапные операции при мультифокальном атеросклерозе. // Сборник материалов Республиканской научной конференции «Некоторые вопросы диагностики и лечения хронической сосудисто-мозговой недостаточности». Ташкент, 2014. - С. 32-35.
16. Naylor A. R., Sillesen H., Schroeder T. V. Clinical and imaging features associated with an increased risk of early and late stroke in patients with symptomatic carotid disease // *Eur J Vasc Endovasc Surg*. – 2015. – Vol. 49. – P. 513-523.
17. Silva GS, Nogueira RG. «Endovascular Treatment of Acute Ischemic Stroke». Karimov SI, Sunnatov RD, Irnazarov AA, et al. «Remote results of surgical management of chronic cerebrovascular insufficiency».
18. Duncan LA, Ruckley C V, Wildsmith JA. Cerebral oximetry: a useful monitor during carotid artery surgery. *Anaesthesia*. 1995.
19. Delgado López PD, Blanco de Val B, LópezMartínez JL, ArausGaldós E, Rodríguez Salazar A. Importance of cerebral angiography and intraoperative neuromonitoring in carotid endarterectomy.
20. Banik S, Rath GP, Lamsal R, Bithal PK. Effect of dexmedetomidine on dynamic cerebral autoregulation and carbon dioxide reactivity during sevoflurane anesthesia in healthy patients. *Korean J Anesthesiol*.
21. Zipfel J, Bantle SJ, Magunia H, et al. Non-Invasive Cerebral Autoregulation Monitoring During Awake Carotid Endarterectomy Identifies Clinically Significant Brain Ischaemia. *Eur J VascEndovascSurg Off J EurSocVasc Surg*. 2020;60(5):647-654. doi:10.1016/j.ejvs.2020.07.076.
22. Jonsson M, Lindström D, Wanhainen A, Djavan G, Gidlund K, Gillgren P. Near Infrared Spectroscopy as a Predictor for Shunt Requirement During Carotid Endarterectomy. *Eur J VascEndovascSurg Off J EurSocVasc Surg*. 2017;53(6):783-791. doi:10.1016/j.ejvs.2017.02.033.
23. Tantry TP, Bg M, Karanth H, et al. Prophylactic measures to prevent cerebral oxygen desaturation events in elective beach-chair position shoulder surgeries; a systematic review and meta-analysis. *Korean J Anesthesiol*. June 2021. doi:10.4097/kja.21069.
24. Cho H, Nemoto EM, Yonas H, Balzer J, Sciabassi RJ. Cerebral monitoring by means of oximetry and somatosensory evoked potentials during carotid endarterectomy. *J Neurosurg*. 1998;89(4):533-538. doi:10.3171/jns.1998.89.4.0533.
25. Axel L. Cerebral blood flow determination by rapid-sequence computed tomography. *Radiology* 1980, 137:679–686.
26. Miles KA, Eastwood JD, Konig M (eds). *Multidetector Computed Tomography in Cerebrovascular Disease. CT Perfusion Imaging*. Informa UK, 2007. Shetty SH, Lev MH. CT perfusion. In: Gonzalez RG, Hirsch JA, Koroshetz WJ et al (eds) *Acute Ischemic*

Stroke. Imaging and Intervention. Springer–Verlag Berlin Heidelberg, 2006.

27.Hoeffner EG, Case I, Jain R et al. Cerebral Perfusion CT: Technique and Clinical Applications. Radiology 2004;231:632–644.

28.Wintermark M, Reichhart M, Cuisenaire O et al. Comparison of admission perfusion computed tomography and qualitative diffusion- and perfusion-weighted magnetic resonance imaging in acute stroke patients. Stroke 2002; 33:2025–2031.

29.Wintermark M, Thiran JP, Maeder P, Schnyder P, Meuli R. Simultaneous measurement of regional cerebral blood flow by perfusion CT and stable xenon CT: a validation study. Am J Neuroradiol 2001; 22:905–914.

30.Michel P, Reichhart M, Schindler C, Bogousslavsky J, Meuli R, Wintermark M. CT-perfusion guided intravenous thrombolysis for unknown onset of stroke symptoms : clinical results of a pilot study. International Journal of Stroke, 2008; Volume 3, Issue s1 (Abstracts of the 6th World Stroke Congress and Xth International Symposium on Thrombolysis and Acute Stroke Therapy, 24–27 September 2008 Vienna, Austria and 21–23 September 2008, Budapest, Hungary): p. 271.

31.Padhy SK, Ajayan N, Hrishikesh AP, Thakkar KD, Sethuraman M. Novel application of near-infrared spectroscopy in detecting iatrogenic vasospasm during interventional neuroradiological procedures. Brain Circ. 2019;5(2):90-93. doi:10.4103/bc.bc_12_19.

32.Shchanitsyn IN, Larin I V, Bakharev RM, Lukin OY. Role of cerebral oximetry in prediction of hyperperfusion syndrome after carotid endarterectomy. AngiolSosudKhir. 2018;24(4):19-25.

33.Franjić BD, Lovričević I, Brkić P, Dobrota D, Aždajić S, Hranjec J. Role of Doppler Ultrasound Analysis of Blood Flow Through the Ophthalmic and Intracranial Arteries in Predicting Neurologic Symp-

toms During Carotid Endarterectomy. J ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med. December 2020. doi:10.1002/jum.15599)

34-. Куликов В.П. Основы ультразвукового исследования сосудов. Москва 2015.

35-Кунцевич Г.И., 199637-Giller С.А., 199138-Свистов Д.В., Семенютин В.Б., 200339-Bakhmet'ev AS, Kovalenko VI, Chekhonatskaia ML, et al. [Floating structure of the carotid artery as a cause of micro-embolism in the basin of cerebral arteries]. AngiolSosudKhir. 2021;27(1):164-168. doi:10.33529/ANGIO2021124

ВОЗМОЖНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА В КАРОТИДНОЙ ХИРУРГИИ

Каримов Ш.И., Юлбарисов А.А., Алиджанов Х.К., Муминов Р.Т., Джуманиязова Д.А., Джаллилов А.А., Абдурахмонов С.Ш.

Резюме. Ишемический инсульт является одним из основных патологических поражений головного мозга связанный с нарушением кровоснабжения. В основе данного заболевания, как осложнения лежат функциональные и морфологические изменения сосудистой системы, что неотъемлемо влияет на продолжительность и качество жизни. Исследование церебрального кровообращения в каротидной хирургии остаётся актуальным и требует дальнейшего изучения для своевременной профилактики нарушений мозгового кровообращения, снижения смертности и инвалидизации населения от данной патологии. Целью данной публикации явилось предоставление информации о методах ангио и нейровизуализации с оценкой и прогнозированием ишемических исходов в каротидной хирургии.

Ключевые слова: Атеросклероз, ишемический инсульт, церебральный перфузионный резерв, виллизиев круг.