

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

УДК: 616.8-089

А.В. Дубовой

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр нейрохирургии», г. Новосибирск, Россия

### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ

Подробно описана история развития ревазуляризации головного мозга в мире; приведены ранее неопубликованные факты из истории церебральной ревазуляризации. Даны ссылки на оригиналы литературных источников; указаны авторы внедрения методик, даты их первого выполнения и журнальных публикаций.

**Ключевые слова:** церебральная ревазуляризация, церебральные анастомозы, история ревазуляризации головного мозга, история церебральных анастомозов.

Факты окклюзии внутренней сонной артерии были известны науке в течение длительного времени. Так, ещё в 1818 году John Abercombie [1] сообщил об окклюзии внутренней сонной артерии, как о причине стойких нарушений функции головного мозга, связав окклюзию с формированием очага ишемии в головном мозге. Позднее, в 1872 году Julius Cohnheim [2] и в 1881 году Carl Wernicke [3] полагали, что изменения в головном мозге могут быть вызваны окклюзией кровоснабжающих его сосудов. И только в 1905 году было опубликовано систематическое патологическое исследование окклюзий сонных артерий [4]. Однако лишь с появлением метода ангиографии стало возможным изучение патологии сосудов мозга. Между тем, из-за отсутствия технических возможностей о хирургии при этой патологии не было и речи.

История развития церебральной ревазуляризации начинается с попыток улучшения мозгового кровообращения, которые были предприняты в 1939 году William J. German и Max Taffel [5]. Они проводили операцию установки мышечного лоскута на сосудистой ножке (височная мышца) на кору головного мозга в теменно-височной области у обезьян (*Macaca mulatta*), что по сути было первой зафиксированной в литературе попыткой непрямой ревазуляризации – создания энцефаломиосинангиоза.

В апреле 1942 года Frederick E. Kredel [6] опубликовал статью, где описывал оперативное лечение трёх пациентов с ишемическим инсультом,

выполняя им энцефаломиосинангиоз, однако в последующем он отказался от подобной операции в связи с частым развитием эпилептических припадков в послеоперационном периоде. Также одни из наиболее ранних попыток создания дополнительного пути коллатерального кровообращения (энцефаломиосинангиоза) для лечения ишемизированного бассейна предпринял Henschen в 1944 году. Считалось, что со временем мышца обеспечит небольшие микрососудистые соединения с мягкой мозговой оболочкой и паренхимой головного мозга. В 1950 году он же доказал факт новообразования сосудов между височной мышцей и мозгом [7]. Послеоперационные ангиограммы у детей, перенесших эту процедуру, действительно показывают улучшение кровотока в коре головного мозга.

Теоретическая идея операции по созданию экстра-интракраниального микрососудистого анастомоза впервые была высказана в 1912 году R. Crutrie.

Канадский невролог Charles Miller Fisher описал взаимоотношения поверхностных и внутричерепных сосудов, что явилось обоснованием для выполнения этой операции. В своей статье 1951 года «Окклюзия внутренней сонной артерии» [8] он заявил: «Вполне возможно, что когда-нибудь сосудистая хирургия найдет способ обойти окклюзированную часть артерии. Должен быть возможен анастомоз наружной сонной артерии или одной



из её ветвей с внутренней сонной артерией выше области сужения”.

Сосудистый хирург Julius H. Jacobson и Ernesto L. Suarez в 1960 году описали технику создания микрососудистого анастомоза с использованием операционного микроскопа [9]. В эксперименте на животных, которые проводились в лаборатории R. M. Peardon Donaghy (в университете Вермонта), они создали действующий 2-мм артериальный анастомоз. Впоследствии Julius H. Jacobson совместно с R. M. Peardon Donaghy выполняют первую в мире микронеурохирургическую операцию – эндартерэктомию из средней мозговой артерии, к сожалению, неудачно.

В 1961 году нейрохирург James Lawrence Pool и радиолог D. Gordon Potts в своей работе «Аневризмы и артериовенозные аномалии головного мозга: диагностика и лечение» при лечении гигантской аневризмы описали выполненный ими анастомоз между поверхностной височной артерией и передней мозговой артерией с использованием вставки из пластиковой трубки. Пациент после хирургического вмешательства поправился и даже вернулся к работе. Однако ангиограммы, выполненные спустя 2 недели после операции, показали окклюзию графта [10].

Затем, в 1963 году E. Woringer (нейрохирург из Кольмара, Франция) и J. Kunlin (сосудистый хирург из Парижа, Франция) впервые создали высокопоточный обходной шунт из общей сонной артерии в интракраниальную часть внутренней сонной артерии, используя вставку из большой подкожной вены, у пациента с окклюзией внутренней сонной артерии на шейном уровне [11]. Операция проводилась в условиях гипотермии. В послеоперационном периоде пациент умер от тромбоэмболии лёгочной артерии, однако на секции была подтверждена проходимость шунта.

В 1965 году в журнале «Journal of Neurosurgery» была опубликована работа канадского нейрохирурга William M. Loughheed (Торонто, Канада), описывавшая удачный опыт открытой эмболэктомии из внутренней сонной, передней и средней мозговых артерий у 42-летней пациентки с ишемическим инсультом [12].

Работая в отделении нейрохирургии в Цюрихе (Швейцария), турецкий нейрохирург Mahmut Gazy Yaşargil интересовался вариантами применения техник микрососудистой хирургии в нейрохирургической практике. В частности, ему была интересна эмболэктомию из кортикальных отделов мозговых артерий. Доктор Åke Senning, заведующий

отделением сердечно-сосудистой хирургии, посоветовал ему разработать методику, которая позволила бы выполнить такую процедуру.

Энтузиазм Mahmut Gazy Yaşargil возрос после сообщения E. Woringer и J. Kunlin о проведённой ими операции экстра-интракраниального шунтирования [11]. Во время Всемирного Конгресса нейрорадиологов в 1964 году, доктора William Sweet и Theodore Rasmussen посоветовали Mahmut Gazy Yaşargil связаться с профессором R. M. Peardon Donaghy. В конце концов, в 1965 году Mahmut Gazy Yaşargil посетил лабораторию профессора R. M. Peardon Donaghy в Берлингтоне, штат Вермонт (США), и начал своё обучение микрососудистым методикам. Его первоначальное обучение включало использование операционного микроскопа, микроинструментов и микрососудистых методик во время экспериментов на бедренных и сонных артериях мелких животных.

В 1966 году в лаборатории появился биполярный коагулятор, разработанный доктором Len Malis. В широком доступе появился тонкий нейлоновый шовный материал 9/0. Современные микрохирургические инструменты, аневризматические клипсы, используемые для остановки кровотока по реципиентной и донорской артериям, а также новый микроскоп со сбалансированной «плавающей» головой «OPMI-I» (созданный компанией «Carl Zeiss» в 1953 году) способствовали совершенствованию микрохирургической техники соединения сосудов. Совершенствовались и методы адевентициальной препаровки артерий. Сочетание этих условий позволило оперировать в сухом, не залитом кровью операционном поле и более тщательно выполнять тонкую работу по созданию сосудистых анастомозов.

Первоначально Mahmut Gazy Yaşargil пытался создавать обходной шунт между общей сонной артерией и средней мозговой артерией с использованием вставки из бедренной артерии, используя в качестве подопытных мелких животных. Но шунты подвергались тромбозу вскоре после запуска кровотока. Тогда и родилась идея выполнения анастомоза между поверхностной височной артерией и корковым сегментом средней мозговой артерии. Таким образом, в 1966 году Mahmut Gazy Yaşargil создал первый работающий анастомоз между поверхностной височной артерией и кортикальным сегментом средней мозговой артерии на собаке [13]. А к концу 1966 года им было выполнено уже более 30 подобных операций на собаках.



Профессор Mahmut Gazy Yaşargil вернулся в Цюрих, и 30 октября 1967 года выполнил операцию по созданию анастомоза между поверхностной височной артерией и корковым сегментом средней мозговой артерии у пациента с окклюзией средней мозговой артерии на фоне синдрома Марфана [14]. Позже он опубликует статью, описывающую первые 9 случаев подобного анастомоза, из которых семь было выполнено по поводу окклюзии внутренней сонной артерии и два как вспомогательная методика при лечении сложных аневризм [15].

Одним днём позже, 31 октября 1967 года, подобная операция была выполнена также и профессором R. M. Peardon Donaghy [14]. С этого времени началось бурное применение техники микрососудистого анастомоза для лечения ишемической болезни головного мозга.

В 1972 году профессор Mahmut Gazy Yaşargil применяет методику создания анастомоза между поверхностной височной и средней мозговой артериями для лечения 4-летнего ребёнка с правосторонней гемиплегией и анертрией на фоне болезни моя-моя. Принцип лечения заключался в создании анастомоза по типу «конец-в-конец» между поверхностной височной артерией и M2 сегментом средней мозговой артерии. Церебральная ангиография, выполненная ребёнку через 2 года, показала хорошее функционирование анастомоза, улучшение васкуляризации бассейна средней мозговой артерии. Симптомы гемипареза и анертрии у пациента регрессировали.

В 1973 году Jun Karasawa и Haruhiko Kikuchi публикуют в японском журнале «No Shinkei Geka» [16] свой опыт лечения болезни моя-моя с помощью создания прямого анастомоза между поверхностной височной артерией и кортикальной ветвью средней мозговой артерии. Несколько позже в Европе (в журнале «Surgical Neurology») профессор Hugo Krausenbühl публикует свой подобный опыт лечения болезни моя-моя [17].

Параллельно этому продолжалось развитие новых техник церебральной реваскуляризации. Так, в 1974 году Robert Francis Spetzler и Norman Chater описали анастомоз между затылочной артерией и корковым сегментом средней мозговой артерии у пациентов с проблемной поверхностной височной артерией [18]. Впоследствии Norman Chater опишет скелетотопические ориентиры точки, наиболее удобной для создания классического анастомоза между поверхностной височной артерией и корковыми сегментами

средней мозговой артерии в области угловой извилины (Chater's point) [19, 20].

В 1971 году вышеупомянутый канадский нейрохирург William M. Loughheed в журнале «Journal of Neurosurgery» публикует случай успешного лечения 54-летней пациентки с окклюзией правой внутренней сонной артерии. Для восстановления мозгового кровотока была использована методика обходного шунтирования между общей сонной артерией и супраклиноидным отделом внутренней сонной артерии сразу же дистальнее переднего наклонённого отростка. В качестве графта была использована большая подкожная вена, взятая с ноги пациентки. В вене предварительно были удалены клапаны [21]. Для выполнения интракраниальной части анастомоза были использованы два непрерывных шва шёлковой нитью 8/0. В послеоперационном периоде ангиография показала хорошее функционирование венозного графта. Неврологический статус пациентки остался на дооперационном уровне. Так началась эра создания высокопоточных обходных шунтов (high-flow bypass).

Продолжалось развитие и упрощение техники высокопоточной реваскуляризации головного мозга для лечения хронической ишемии головного мозга. Так, в 1978 году американский нейрохирург Jim L. Story, работавший в Сан-Антонио (штат Техас, США), опубликовал в журнале «Neurosurgery» статью, где описывал случай успешной операции у пациента с хронической окклюзией правой внутренней сонной и правой позвоночной артерий. Заболевание проявлялось транзиторными ишемическими атаками в бассейне правой средней мозговой артерии. 29 августа 1977 года пациенту был создан обходной шунт между общей сонной артерией и 2-мм кортикальным сегментом средней мозговой артерии с помощью графта из большой подкожной вены [22].

Leo Nelson Hopkins в 1979 году в журнале «Neurosurgery» публикует статью, где описывает результаты лечения 11 пациентов с аневризмами внутренней сонной и средней мозговой артерий, которым проводилось создание обходного высокопоточного шунта с последующей окклюзией средней мозговой артерии или шейного отдела внутренней сонной артерии [23].

В 1980 году Robert Francis Spetzler в «Journal of Neurosurgery» описывает вариант экстра-интракраниального обходного шунтирования между подключичной артерией и корковой ветвью средней мозговой артерии [24]. В качестве вста-

вочного графта использовалась большая подкожная вена, которая проводилась позади ушной раковины в подкожном тоннеле. Расположение венозного графта соответствовало оси вращения головы, что исключало его перегиб и перекручивание при поворотах головы.

В том же 1980 году Robert Francis Spetzler выполнил необычную операцию ревазуляризации у 55-летнего пациента с окклюзией общей сонной, наружной сонной и внутренней сонной артерий слева. Используя вставку из большой подкожной вены он анастомозировал поверхностную височную артерию с правой стороны с ветвью левой средней мозговой артерии. Графт, переходящий справа налево расположился поверх конвексимальной поверхности черепа под сухожильным шлемом. Robert Francis Spetzler дал данной процедуре название «bonnet bypass» [25]. Восемь месяцев спустя анастомоз был состоятелен: пульсация графта прощупывалась под кожей на голове у пациента, ангиографически функционирование анастомоза также было подтверждено.

Robert Francis Spetzler также был пионером в использовании барбитуратов для метаболической нейропротекции при использовании длительного временного клипирования, а также в применении гепаринов для графтов [20, 26].

Интерпозиционные графты также применялись и для ревазуляризации бассейна передней мозговой артерии, до которого сложно было дотянуть поверхностную височную артерию. Так, Ryoji Ishii (университет города Ниигата, Япония) в 1983 году публикует случай лечения 30-летней пациентки с окклюзией правой передней мозговой артерии на фоне болезни мойамойа. Для лечения был использован обходной шунт между поверхностной височной артерией и правой каллэзо-маргинальной артерией. В качестве вставочного графта применялась подкожная вена предплечья (*vena cephalica*) [27].

Техники, применяемые для ревазуляризации бассейна передней циркуляции, вполне годились для применения и в задней циркуляции. Так, в мае 1978 года James Ivan Ausman, работавший в то время руководителем отделения нейрохирургии госпиталя имени Генри Форда в Детройте (штат Мичиган, США), публикует в журнале «Surgical Neurology» статью, где описывает случай создания высокопоточного обходного шунта между экстракраниальным отделом позвоночной артерии и задней нижней мозжечковой артери-

ей. В качестве вставочного графта использовался участок лучевой артерии [28].

Затем в 1982 году Thoralf M. Sundt (Рочестер, штат Миннесота, США) в журнале «Neurosurgery» публикует статью, где описывает 14 случаев применения ревазуляризации заднего бассейна: 13 у пациентов с симптомными окклюзиями и стенозами базилярной артерии и 1 у пациента с гигантской аневризмой позвоночной артерии. Во всех случаях в качестве графта использовалась большая подкожная вена, а обходной шунт создавался между наружной сонной артерией и проксимальным сегментом задней мозговой артерии. Из 14 пациентов у пяти венозный графт подвергся окклюзии, которая послужила причиной малых инсультов в вертебро-базиллярном бассейне у двух пациентов, больших инсультов ещё у двух пациентов, а также в одном случае привела к летальному исходу. У семи пациентов зафиксирован отличный результат ревазуляризации, у двух хороший [29].

Позднее, в 1993 году, Yoshiyasu Iwai совместно с Laligam N. Sekhar (Питтсбург, штат Пенсильвания, США) в журнале «Acta Neurochirurgica» опубликовали статью, где описывали опыт обходного шунтирования поражённой интракраниальной части позвоночной артерии с помощью венозного графта. В одном случае позвоночная артерия была со всех сторон плотно окружена менингеальной, в другом – поражена гигантской аневризмой [30].

Tetsuya Morimoto в 1988 году публикует работу, описывающую использование технологии треппинга аневризм внутренней сонной артерии с предварительной ревазуляризацией высокопоточным обходным шунтом с использованием графта из лучевой артерии [31].

В 1990 году Robert Francis Spetzler описывает в журнале *Neurosurgery* опыт создания обходных шунтов между каменистым и супраклиноидным отделами внутренней сонной артерии с использованием вставки из подкожной вены бедра у 18 пациентов [32]. Из 18 оперированных пациентов с гигантскими аневризмами, стенозами внутренней сонной артерии, а также опухолями кавернозного синуса, у 2 обходной шунт тромбировался (у одного интраоперационно и был реканализирован путём удаления тромба, у другого в раннем послеоперационном периоде). Robert Francis Spetzler не забывает упомянуть, что пионером подобного типа обходного шунта является американский нейрохирург японского происхождения Takanori Fukushima, который впервые продемон-



стрировал его на 6-ом мастер-классе по хирургии основания черепа в октябре 1986 года. И несмотря на то, что эти данные нигде не опубликованы (имеется только ссылка на материалы мастер-класса [33]), в литературе закрепилось название данного типа обходного шунта как "Fukushima bypass".

Начиная с 1990 года в литературе появляются публикации относительно возможностей церебральной ревазуляризации при лечении сложных опухолей основания черепа [32]. Так, японские нейрохирурги Shinichiro Miyazaki и Takanori Fukushima в журнале *Journal of Neurosurgery* публикуют описание двух случаев резекции параганглиом с вовлечением внутренней сонной артерии, расположенных под основанием черепа (мужчина 23 лет и женщина 45 лет) с помощью предварительного создания обходного шунта между непоражённой частью шейного отдела внутренней сонной артерии и каменистой частью внутренней сонной артерии с использованием вставки из аутоветны [34].

Важным шагом в микрохирургической церебральной ревазуляризации стало появление технологии ELANA (Excimer Laser-Assisted Nonocclusive Anastomosis). Технология эта была внедрена в клиническую практику профессором Cornelis A. F. Tulleken из университетского медицинского центра города Утрехт (Нидерланды). Технология начала разрабатываться с 1979 года и была призвана уменьшить количество ишемических осложнений, связанных с длительной окклюзией реципиентных артерий при формировании экстра-интракраниального или интра-интракраниального анастомоза. Для формирования отверстия в боковой стенке реципиентной артерии применялся Nd:YAG неодимовый (иттрий-алюминиево-гранатовый) лазер. Кровоток по реципиентной артерии при этом не перекрывался, а вырезанный лазером участок сосудистой стенки реципиентной артерии засасывался отсосом. Первый клинический случай применения техники ELANA на человеке опубликован в журнале *Journal of Neurosurgery* в 1993 году. Пациентке 60 лет с двухсторонней окклюзией внутренних сонных артерий был выполнен анастомоз между стволом поверхностной височной артерии и супраклиноидным отделом внутренней сонной артерии. В качестве вставки была использована эпигастральная артерия. Контрольная ангиография, выполненная через 5 дней после операции, показала хорошее функционирование анастомоза [35].

В 1994 году японским нейрохирургом Hiroyasu Kamiyama был предложен вариант создания временного высокопоточного обходного шунта [36]. Суть метода заключалась в таком расположении руки пациента, когда предплечье находится в непосредственной близости к операционному полю на голове. Лучевая артерия выделялась, пересекалась только в дистальном участке, затем её конец вшивался дистальнее аневризмы. После запуска обходного кровотока проводились хирургические манипуляции на аневризме. После их окончания и запуска естественного (антеградного) кровотока, лучевая артерия отсекалась от зоны церебрального анастомоза. В случае же необходимости постоянного функционирования обходного шунта, лучевая артерия пересекалась в проксимальном участке (на предплечье) и создавался проксимальный анастомоз с наружной или общей сонной артериями на шейном уровне. В дальнейшем эта методика была усовершенствована другими японскими авторами и периодически применяется в мире и по сей день [37].

В 1996 году японский нейрохирург Hiromu Hadeishi («НИИ Мозга и кровеносных сосудов», Акита, Япония) в журнале *Journal of Neurosurgery* опубликовал случай создания высокопоточного обходного шунта между V3 сегментом позвоночной артерии и M2 сегментом средней мозговой артерии [38]. Операция была проведена в экстренном порядке у 57-летнего онкологического пациента (карцинома шеи) с массивным кровотечением из правой внутренней сонной артерии на фоне её постлучевого некроза. Внутреннюю сонную артерию пришлось перевязать. Поверхностная височная артерия была повреждена ввиду использования её на предыдущих этапах лечения для химиотерапии, поэтому для ревазуляризации бассейна правого каротидного бассейна был выбран указанный тип обходного высокопоточного шунта. В качестве вставочного графта использовалась лучевая артерия пациента. Ангиограммы, выполненные спустя 6 дней после операции, показали хорошее функционирование обходного шунта и заполнение всего бассейна правой внутренней сонной артерии.

Следующим этапом развития церебральной ревазуляризации стало внедрение в клиническую практику интра-интракраниальных анастомозов. Первые публикации, описывающие анастомозирование интракраниальных артерий, относятся к 1981-1982 годам. Так, Zentaro Ito («НИИ Мозга и кровеносных сосудов», Акита, Япония) в 1981

году в журнале «Neurologia Medico-Chirurgica» описывает 5 случаев создания интра-интракраниальных анастомозов между А2 или А3 сегментами передних мозговых артерий, два из которых были выполнены по поводу сложных аневризм передней соединительной артерии, а три — по поводу спонтанной односторонней окклюзии прекоммуникантного или коммуникантного сегментов передней мозговой артерии. Первый случай подобного вмешательства профессор Ito датирует 1974 годом, где было выполнено отсечение левого А2 сегмента от мешка сложной аневризмы передней соединительной артерии. Затем отсечённый сегмент был реимплантирован в А2 сегмент правой передней мозговой артерии. Все техники интракраниальных анастомозов были теоретически разделены им на 4 типа: 1) анастомозы А2-А2 «конец-в-бок»; 2) анастомозы А2-А2 «бок-в-бок»; 3) анастомозы А3-А3 «конец-в-бок»; 4) анастомозы А3-А3 «бок-в-бок» [39].

В 1982 году Robert R. Smith из медицинского центра университета Миссисипи (Джексон, штат Миссисипи, США) публикует случай успешного лечения 67-летнего пациента с фузиформной аневризмой правой перикаллезной артерии путём реанастомозирования – иссечения поражённого 7-миллиметрового участка и сшивания артерии по типу «конец-в-конец» [40].

Поиски литературных источников о пионере интра-интракраниальных анастомозов привели снова к легендарному нейрохирургу Mahmut Gazy Yaşargil. Так, в своей книге «Microsurgery: applied to Neurosurgery» (страница 118) Mahmut Gazy Yaşargil описывает случай создания им интра-интракраниального анастомоза между двумя фронто-полярными артериями у пациента с отсутствующей передней соединительной артерией для лечения гигантской фузиформной аневризмы кавернозного отдела левой внутренней сонной артерии [14].

В 1985 году Jose Cabezudo Artero и James Ivan Ausman в журнале *Surgical Neurology* публикуют статью, в которой на анатомическом материале обосновываются всевозможные типы интра-интракраниальных анастомозов в бассейне средней мозговой артерии («конец-в-конец», «конец-в-бок», «бок-в-бок») [41].

С начала XXI века ведутся поиски альтернативных донорских источников для реваскуляризации. В 2001 году в журнале «Annals of Vascular Surgery» («Annals of Vascular Surgery») турецкие анатомы и нейрохирурги публикуют статью, по-

свящённую использованию нового типа донорского источника для реваскуляризации – верхнечелюстной артерии. Исследование проводилось на трупном материале. В качестве вставочного графта использовалась большая подкожная вена. Анастомозы создавались между верхнечелюстной артерией и супраклиноидным отделом внутренней сонной артерии [42]. Одним из основных преимуществ авторы указывали на короткую длину вставочного графта – 4-5 см, что уменьшало степень вероятности его тромбоза в результате перекручивания или сдавления в мягких тканях. При этом пересекалась верхнечелюстная артерия и проксимальный анастомоз со вставочным графтом создавался по типу «конец-в-конец».

Позднее, в 2004 году те же турецкие авторы публикуют в журнале «Acta Oto-Laryngologica» статью, посвящённую анатомическому исследованию возможности создания анастомоза между верхнечелюстной артерией и P2 сегментом задней мозговой артерии с использованием вставочного графта из лучевой артерии. В этом исследовании также был использован кадаверный материал [43]. Отличием стало не только использование лучевой артерии в качестве вставочного графта, а также выполнение трансзигматической краниотомии, то есть удаление скуловой дуги.

Начиная с 2010 года в публикации появляются статьи, посвящённые уже не анатомическим исследованиям возможности использования анастомозов с верхнечелюстной артерией, а клиническим. Пионером клинического применения верхнечелюстной артерии в качестве донора стал американский нейрохирург Saleem Abdulrauf («Университет Сент-Луиса», Сент-Луис, штат Миссури, США). В 2010 году в журнале «Neurosurgery» выходит его статья, описывающая клиническое применение анастомоза с верхнечелюстной артерией у 55-летней пациентки с двухсторонними фузиформными аневризмами внутренних сонных артерий кавернозно-клиноидной локализации, крупнее справа. Перед треппингом аневризмы правой ВСА был создан обходной шунт между верхнечелюстной артерией и М3 сегментом средней мозговой артерии. Примечательно то, что и проксимальный и дистальный анастомоз были выполнены по типу «конец-в-бок», то есть с сохранением кровотока по верхнечелюстной артерии, а в качестве вставочного графта была использована лучевая артерия [44]. Существенным минусом доступа к верхнечелюстной артерии стала его сложность, заключающаяся в том,

что для поиска использовалось высверленное в дне средней черепной ямки (большом крыле клиновидной кости) отверстие.

Почти одновременно, китайские авторы (Xiang'en Shi, 2011 год) из Sanbo Brain Hospital (Пекин, Китай) публикуют свой клинический опыт использования верхнечелюстной артерии в качестве донора в трёх случаях [45], а к 2017 году количество таких операций при гигантских аневризмах у авторов достигает 32 [46]. Помимо этого, авторы использовали верхнечелюстную артерию

для реваскуляризации при лечении симптомной окклюзии внутренней сонной артерии.

Появляющиеся в дальнейшем в литературе публикации указывают на широкое внедрение в клиническую практику анастомозов с верхнечелюстной артерией [47, 48].

Развитие новых техник реваскуляризации головного мозга продолжается до сих пор, позволяя нейрохирургам решать всё новые задачи, умело применяя как уже существующие, так и новые техники, а также комбинируя различные их варианты.

#### REFERENCE

- Berguer R., Kieffer E. Surgery of the Arteries to the Head // Surgery of the Arteries to the Head. 1992.
- Cohnheim J. Untersuchungen ueber die embolischen Prozesse // Verlag von August Hirschwald, Berlin. 1872. URL: <https://archive.org/details/untersuchungeneue00cohn>
- Kletter G. The Extra-Intracranial Bypass Operation for Prevention and Treatment of Stroke // Springer-Verlag, Wien. 1979.
- Chiari H. Ueber das Verhalten des Teilungswinkels der Carotis communis bei der Endarteritis chronica deformans // Verh Dtsch Ges Pathol. 1905. V. 9. P. 326–330.
- German W.J., Taffel M. Surgical Production of Collateral Intracranial Circulation. An Experimental Study // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1939. V. 42, № 1. P. 349–353.
- Kredel F.E. Collateral cerebral circulation by muscle graft: Technique of operation with report of 3 cases. // South Surg. 1942. V. 10. P. 235–244.
- Henschen C. Operative Revaskularisation des zirkulatorisch geschädigten Gehirns durch Auflage gestielter Muskellappen (Encephalo-Myo-Synangiose) // Langenbecks Arch. für Klin. Chir. 1950. V. 264. P. 392–401.
- Fisher M. Occlusion of the internal carotid artery // AMA Arch Neurol Psychiatry. V. 65(3). P. 346–377.
- Jacobson J.H., Suarez E.L. Microsurgery in the anastomosis of small vessels // Surg. Forum. 1960. V. 11. P. 243–245.
- J. Lawrence Pool D.G.P. Aneurysms and Arteriovenous Anomalies of the Brain: diagnosis and treatment. Harper & Row, 1965.
- Woringer E., Kunlin J. Anastomosis between the common carotid and the intracranial carotid or the Sylvian artery by a graft, using the suspended suture technic // Neurochirurgie. 1963. V. Apr-Jun, № 9. P. 181–188.
- Lougheed W.M., Gunton R.W., Barnett H.J. Embolectomy of internal carotid, middle and anterior cerebral arteries. Report of a case. // J. Neurosurg. 1965. V. 22, № 6. P. 607–609.
- Crowell R.M., Yasargil M.G. End to side anastomosis of superficial temporal artery to middle cerebral artery branch in the dog // Neurochirurgia (Stuttg). 1973. V. 16, № 3. P. 73–77.
- Yasargil M.G. Microsurgery Applied to Neurosurgery. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1969. 95–118 p.
- Yasargil M.G., Krayenbühl H.A., Jacobson 2nd J.H. Microneurosurgical arterial reconstruction. // Surgery. 1970. V. 67, № 1. P. 221–233.
- Kikuchi H., Karasawa J. STA-cortical MCA anastomosis for cerebrovascular occlusive disease // No Shinkei Geka. 1973. V. 1. P. 15–19.
- Krayenbühl H. The Moyamoya syndrome and the neurosurgeon // Surg. Neurol. 1975. V. Oct (4). P. 353–360.
- Spetzler R.F., Chater N. Occipital artery-middle cerebral artery anastomosis for cerebral artery occlusive disease // Surg Neurol. 1974. V. 2. P. 235–238.
- Rotman L.E., Harrigan M.R. Dr. Norman Chater and Chater's Point // World Neurosurg. Elsevier Inc., 2017. V. 106. P. 281–284.
- Spetzler R., Chater N. Microvascular bypass surgery // J. Neurosurg. 2009. V. 45, № 5. P. 508–513.

21. Lougheed W.M. et al. Common carotid to intracranial internal carotid bypass venous graft. Technical note. // *J. Neurosurg.* 1971. V. 34, № 1. P. 114–118.
22. Story J.L. et al. Cerebral revascularization: common carotid to distal middle cerebral artery bypass // *Neurosurgery.* 1978. V. 2(2). P. 131–135.
23. Nelson Hopkins L., Grand W. Extracranial-intracranial arterial bypass in the treatment of aneurysms of the carotid and middle cerebral arteries // *Neurosurgery.* 1979. V. 5, № 1 I. P. 21–31.
24. Spetzler R.F. et al. Subclavian to middle cerebral artery saphenous vein bypass graft // *J. Neurosurg.* 1980. V. 53, № 4. P. 465–469.
25. Spetzler R.F. et al. The "bonnet bypass" // *J. Neurosurg.* 2009. V. 53, № 5. P. 707–709.
26. Chater N. et al. Microvascular bypass surgery. I. Anatomical studies // *J. Neurosurg.* 1976. V. 44, № 6. P. 712–714.
27. Ishii R. et al. Anastomosis of the superficial temporal artery to the distal anterior cerebral artery with interposed cephalic vein graft: Case report // *J. Neurosurg.* 1983. V. 58, № 3. P. 425–429.
28. Ausman J.I., Nicoloff D.M., Chou S.N. Posterior fossa revascularization: anastomosis of vertebral artery to PICA with interposed radial artery graft. // *Surg Neurol.* 1978. V. May;9(5). P. 281–286.
29. Sundt T.M. et al. Interposition saphenous vein grafts for advanced occlusive disease and large aneurysms in the posterior circulation // *J. Neurosurg.* 1982. V. 56, № 2. P. 205–215.
30. Iwai Y. et al. Vein graft replacement of the distal vertebral artery // *Acta Neurochir. (Wien).* 1993. V. 120, № 1–2. P. 81–87.
31. Morimoto T. et al. Radial artery graft for an extracranial-intracranial bypass in cases of internal carotid aneurysms. Report of two cases // *Surg. Neurol.* 1988. V. 30, № 4. P. 293–297.
32. Spetzler R.F. et al. Petrous carotid-to-intradural carotid saphenous vein graft for intracavernous giant aneurysm, tumor, and occlusive cerebrovascular disease // *J. Neurosurg.* 1990. V. 73, № 4. P. 496–501.
33. Fukushima T. Direct operative approach to the vascular lesions in the cavernous sinus: summary of 27 cases // *Mt Fuji Workshop Cerebrovas Dis* 6. 1988. P. 169–189.
34. Miyazaki S., Fukushima T., Fujimaki T. Resection of high-cervical paraganglioma with cervical-to-petrous internal carotid artery saphenous vein bypass // *J. Neurosurg.* 1990. V. 73. P. 141–146.
35. Tulleken C.A.F. et al. Use of the excimer laser in high-flow bypass surgery of the brain // *J. Neurosurg.* 1993. V. 78, № 3. P. 477–480.
36. Kamiyama H. Bypass with radial artery graft // *No Shinkei Geka.* 1994. V. Oct;22(10). P. 911–924.
37. Hiramoto J., Tanaka Y. Temporary cerebral revascularization using a radial artery in the hand-eyeshade posture: Technical note // *Neurol. Med. Chir. (Tokyo).* 2014. V. 54, № 6. P. 507–509.
38. Hadeishi H., Yasui N., Okamoto Y. Extracranial-intracranial high-flow bypass using the radial artery between the vertebral and middle cerebral arteries // *J. Neurosurg.* 1996. V. 85, № 5. P. 976–979.
39. Ito C. A New Technique of Intracranial Interarterial Anastomosis between Distal Anterior Cerebral Arteries (ACA) for ACA Occlusion and Its Indication // *Neurol. Med. Chir. (Tokyo).* 1981. V. 21. P. 931–939.
40. Smith R.R., Parent A.D. End-to-end anastomosis of the anterior cerebral artery after excision of a giant aneurysm // *J. Neurosurg.* 1982. V. 56. P. 577–580.
41. Artero J.C. et al. Middle cerebral artery reconstruction // *Surg. Neurol.* 1985. V. 24, № 1. P. 5–11.
42. Karabulut A.K. et al. Saphenous vein graft for bypass of the maxillary to supraclinoid internal carotid artery: An anatomical short study // *Ann. Vasc. Surg.* 2001. V. 15, № 5. P. 548–552.
43. Ulku C.H.A.N. et al. Radial Artery Graft for Bypass of the Maxillary to Proximal Posterior Cerebral Artery: An Anatomical and Technical Study // *Acta Otolaringol.* 2004. P. 858–863.
44. Abdulrauf S.I. et al. Short Segment Internal Maxillary Artery to Middle Cerebral Artery Bypass: A Novel Technique for Extracranial-to-Intracranial Bypass // *Neurosurgery.* 2011. V. 68, № 3. P. 804–809.
45. Shi X. et al. Bypass of the maxillary to proximal middle cerebral artery or proximal posterior cerebral artery with radial artery graft // *Acta Neurochir. (Wien).* 2011. V. 153, № 8. P. 1649–1655.
46. Wang L. et al. Internal Maxillary Artery Bypass with Radial Artery Graft Treatment of Giant Intracranial Aneurysms // *World Neurosurg.* Elsevier Inc, 2017. V. 105. P. 568–584.



47. Nossek E. et al. Internal maxillary artery-middle cerebral artery bypass: Infratemporal approach for subcranial-intracranial (SC-IC) bypass // Neurosurgery. 2014. V. 75, № 1. P. 87–95.
48. Meybodi A.T., Lawton M.T., Rubio R.R. Internal Maxillary Artery to Upper Posterior Circulation Bypass Using a Superficial Temporal Artery Graft: Surgical Anatomy and Feasibility Assessment // World Neurosurg. Elsevier Inc., 2017.

*А.В. Дубовой*

*«Федералдық нейрохирургия орталығы» федералдық мемлекеттік бюджеттік мекемесі,  
Новосибирск қ., Ресей*

### **ЦЕРЕБРАЛДЫҚ РЕВАСКУЛИЗАЦИЯНЫҢ ДАМУ ТАРИХЫ**

Церебралды ревазуляризацияның әлемдік даму тарихы егжей-тегжейлі сипатталған; церебралды ревазуляризация тарихынан бұрын жарияланбаған фактілер келтіріледі. Әдеби дереккөздердің түпнұсқаларына сілтемелер келтірілген; әдістемелерді енгізудің авторлары, оларды енгізудің алғашқы күндері және журналдық басылымдар көрсетіледі.

**Негізгі сөздер:** церебралды ревазуляризация, церебралды анастомоздар, церебралды ревазуляризация тарихы, церебралды анастомоздар тарихы.

*A.V. Dubovoy*

*FSBI "Federal Center for Neurosurgery", Novosibirsk, Russia*

### **HISTORY OF CEREBRAL REVASCULARIZATION**

The history of the development of cerebral revascularization in the world is described in detail's; the article is provides previously unpublished facts from the history of cerebral revascularization. References to the originals of literary sources are given; the authors of the methods implementation, the dates of their first implementation and journal publications are indicated.

**Key words:** cerebral revascularization, cerebral anastomoses, history of cerebral revascularization, history of cerebral anastomoses.