

УДК 61.001.12/18

ГИПОТАЛАМУС. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Кутин М.А., Сиднева Ю.Г., Коновалов А.Н., Пронин И.Н., Кадашев Б.А., Калинин П.Л., Шкарубо А.Н., Семенова Ж.Б., Фомичев Д.В., Шарипов О.И., Шульц Е.И., Лубнин А.Ю., Попугаев К.А., Савин И.А., Астафьева Л.И., Клочкова И.С. Мазеркина Н.А., Шишкина Л.В., Добровольский Г.Ф., Ротин Д.В., Саватеев А.Н., Сидорук Е.В

e-mail: kutin@nsi.ru

Резюме. Гетерогенная группа опухолей хиазмально-селлярной области (аденомы гипофиза, менингиомы, краниофарингиомы, глиомы, герминомы, хордомы и другие злокачественные опухоли) является одной из самых сложных категорий современной нейроонкологии как в хирургическом лечении, так и в периоперационном ведении. Наибольшую сложность в лечении представляют пациенты с вовлечением в патологический процесс структур диэнцефальной области, в частности гипоталамуса. О строении и функциях гипоталамуса известно достаточно много, но прогресс современных методик нейроморфологии нейробиологии существенно меняет представления о строении и функциях структур, ранее считавшихся функционально малозначимыми. Понимание роли различных отделов гипоталамуса может повлиять на выбор хирургического доступа, радикальность и результат операции. В обзоре обобщены современные данные о строении и функциональной организации гипоталамуса, а также предложена примерная схема расположения ядер гипоталамуса на магнито-резонансных томограммах.

Ключевые слова: гипоталамус, диэнцефальная область, лимбическая система, краниофарингиома.

HYPOTHALAMUS. MODERN CONCEPTIONS ABOUT ITS SPACE- AND FUNCTIONAL ORGANIZATION (LITERATURE REVIEW)

Kutin M.A., Sidneva Ju.G., Konovalov A.N., Pronin I.N., Kadashev B.A., Kalinin P.L., Shkarubo A.N., Semyonova Zh.B., Fomichev D.V., Sharipov O.I., Shultz E.I., Lubnin A.Ju., Popugaev K.A., Savin I.A., Astafieva L.I., Klochkova I.S., Mazerkina N.A., Shishkina L.V., Dobrovolskii G.F., Rotin D.V., Savateev A.N., Sidoruk E.V.

Summary. Heterogeneous group of chiasmo-cellar area tumors (pituitary adenomas, meningiomas, craniopharyngiomas, gliomas, germinal tumors, chordomas and other malignant tumors) are one of the most complicated categories in modern neuro-oncology as in surgical treatment, as also during postoperative curation. Most difficult for treating are patients with involving in the process the diencephalic structures, particularly hypothalamus. It is known quite a lot about the structure and functions of hypothalamus, but the progress of modern neurobiology neuromorphology methodics significantly changes the perception about the composition and functions of structures which were considered to be not so functionally important before. Understanding of role of different parts of hypothalamus could have an influence at the choice of surgical access, radicality and result of the operation. There are summarized in the review the modern data about the structure and functional organization of hypothalamus, also the approximate scheme of hypothalamus* nucleouses location on magnetic-resonance tomograms is suggested.

Keywords: hypothalamus, diencephalic area, limbic system, craniopharyngioma.

ВВЕДЕНИЕ

Функционально гипоталамус является частью сложно организованной лимбической системы (рис. 1) — одной из наиболее древних систем мозга, регулирующих такие сложные процессы, как память и внимание, обучаемость, эмоции, агрессию и возбуждение, сексуальное поведение, социализацию, голод и жажду, управление гомеостазом [4].

Гипоталамус представляет собой центр одновременно нейрональной и гуморальной регуляции работы множества центров нервной системы и желез внутренней секреции. Столь сложное управление осуществляется одновременно по нейрональным связям и выработкой множества нейропептидов, поступающих из ядер гипоталамуса как в кровь, так и спинномозговую жидкость [4].

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Гипоталамус как функциональное образование мозга человека длительное время оставался неведомым множеству исследователей. Несмотря на то, что еще Гален во II веке н. э. подробно описал все основные образования мозга животного, включая «чудесную» сосудистую сеть гипофиза, до начала XX века ученые полагали, что воронка гипоталамуса создана для фильтрации спинномозговой жидкости в полость носа (1672 г., Ричард Ловер) или в сосуды Виллизиевого круга (1901 г., LoMonaco и VanRynberk) [5].

Ввиду небольшого объема образования и отсутствия заметных анатомиче-

ских ориентиров его изучение и описание стали возможными только по мере развития методик визуализации тканей. Улучшение оптической микроскопии, появление электронной микроскопии, появление иммуно-ферментных методик и иммуно-гистохими позволили обнаружить множество нейрональных ядер, сконцентрированных в небольшом объеме мозговой ткани, окружающей воронку. Только в период 50–70-х гг. сформировалось представление о гипоталамусе как о части лимбической системы и регуляторе работы эндокринной системы.

Существенный вклад в понимание строения и функциональной организации гипоталамуса внес голландский нейробиолог профессор Swaab D., последовательно выпустивший под своей редакцией три объемных монографии в 1974 [10], 1992 [9] и 2003–2004 гг. [7, 8], каждая из которых отражает этапы познания гипоталамуса. Вышедшая в конце 2013 г. монография Dudas B. [3] не добавила ничего существенного нового к созданной Swaab D. фундаментальной базе знаний.

ФОРМИРОВАНИЕ ГИПОТАЛАМУСА

Эмбриологически гипоталамус мигрирует из диэнцефального пузыря и смещается к нервной трубке. Так он оказывается между передне-боковыми выпячиваниями, из которых формируются зрительные нервы и сетчатка, над гипофизом, кпереди от пинеальной железы и таламусов. Структуры гипоталамуса одновременно



Рис 1. Лимбическая система мозга

закладываются в проекции переднего (обонятельного) и среднего (зрительно-го) мозга. Филогенетически гипоталамус относится к аллокортексу [4].

СТРОЕНИЕ ГИПОТАЛАМУСА

Анатомически гипоталамус, являясь частью диэнцефальной области, представляет собой зону мозга объемом около 4 куб. см. Границы гипоталамуса однозначны не определены. Базально гипоталамус ограничен уровнем хиазмы, в сагиттальной плоскости он расположен между конечной пластинкой и мамиллярными телами. Часто верхней границей его описывают гипоталамическую борозду на его медиальной поверхности, расположенную ниже таламуса, хотя уже известно, что гипоталамические структуры расположены выше этого уровня. Условно верхней границей гипоталамуса можно считать горизонтальную плоскость передней спайки, расположение которой весьма вариабельно. Структуры гипоталамуса расположены кнутри от базальных ядер и достигают парамедианных плоскостей, проведенных через обонятельные тракты [3].

Расположенный в базальных отделах гипоталамуса серый бугор содержит воронку переходящую в стебель гипофиза, соединяющий гипоталамус с гипофизом. Воронка со стороны полости III желудочка образует инфундибулярный карман, ограниченный сзади медианным возвышением мозговой ткани [2, 3].

Зоны гипоталамуса

При описании цитоархитектуры гипоталамуса в его продольной плоскости выделяют три региона — хиазмальный или преоптический, туберальный или инфундибулярный и мамиллярный. В поперечной плоскости также выделяют три отдела гипоталамуса: паравентрикулярный, медиальный и латеральный. Паравентрикулярный представлен тонким слоем (до 1 мм) мозговой ткани, выстилающей стенки III желудочка. Медиальный и латеральный гипоталамус, продолжая ход форникса, направлены к мамиллярным

телам, оставаясь по обе стороны от него. Таким образом, в строении гипоталамуса можно выделить девять зон, что позволяет легче представлять и описывать расположение многочисленных ядер гипоталамуса.

Ядра гипоталамуса

По сути своей гипоталамус является сложно организованной системой различных по размеру и легкости визуализации ядер. Помимо перечисленных ниже «основных» ядер и их комплексов следует отметить наличие множества мелких субъединиц этих ядер и просто зон концентрации нейронов, часть из которых расположена между волокон многочисленных проводящих путей, проходящих транзитом через гипоталамус или прилегающие регионы или адресованных ядрам гипоталамуса. Столь сложная функциональная структура обеспечивает основное предназначение гипоталамуса — синхронизацию гуморальных реакций организма с изменением состояний нервной системы в целом и различных структур лимбической системы.

Среди наиболее заметных ядер гипоталамуса выделяют ядра.

Паравентрикулярное ядро расположено в супраоптической зоне в виде тонкой полоски под эпендимой III желудочка непосредственно под гипоталамической бороздой. В сагиттальной плоскости ядро напоминает бумеранг. Большая часть нейронов ядра расположена в медиальном гипоталамусе, меньшая — в паравентрикулярной зоне. Это ядро хорошо визуализируется за счет того, что состоит из крупных нейронов, вырабатывающих вазопрессин и окситоцин. Аксоны этих клеток через стебель гипофиза направляются в нейрогипофиз. Тогда как вазопрессин-вырабатывающие нейроны занимают вентральные отделы ядра, окситоцин-продуцирующие разбросаны редкой сетью по всему оставшемуся объему ядра. Кроме этого, выделяют эктопические паравентрикулярные клетки, расположенные на удалении от основно-

го ядра — их обнаруживают около паллидум и даже у *stria terminalis*.

Рядом с нейронами, вырабатывающими вазопрессин, расположены нейроны, вырабатывающие кортикотропин-рилизинг факторы — паравентрикулярное ядро является основным местом расположения этого типа клеток. В задне-нижних отделах ядра сконцентрированы клетки, вырабатывающие тиреотропин-рилизинг фактор. Выработка обоих рилизинг-гормонов стимулируется выработкой вазопрессина, тогда как окситоцин вызывает ингибирующее воздействие. Еще одним рилизинг-фактором выявленным в нейронах паравентрикулярного ядра является гонадотропин-рилизинг фактор.

Помимо регуляции водного баланса ядро участвует в контроле артериального давления, в регуляции выработки спинномозговой жидкости, терморегуляции, агрессивного поведения.

Выше и ниже паравентрикулярного ядра, непосредственно под эпендимой III желудочка, расположено **перивентрикулярное ядро (зона)**, в составе которого относительно паравентрикулярного ядра выделяют вентральную и дорсальную субъединицы. Нейроны ядра вырабатывают кортикотропин-рилизинг фактор, гонадотропин-рилизинг фактор и соматостатин. Кроме этого, в клетках ядра выявлен еще целый ряд нейропептидов: меланин-концентрирующий гормон, нейропептид Y, гипокретин и еще несколько малоизвестных клиницистам веществ.

Супраоптическое ядро, содержащее такие же крупные нейроны, расположено в латеральном гипоталамусе, в непосредственной близости от зрительного тракта. Также выделяют отдельные скопления крупноклеточных нейронов, расположенных между паравентрикулярным и супраоптическим ядрами. Они также вырабатывают вазопрессин и окситоцин и связаны с нейрогипофизом. Основная функция ядра — регуляция выработки антидиуретического гормона.

Супрахиазмальное ядро состоит из небольших нейронов, занимающих пери-

вентрикулярную зону в самых передних отделах преоптического региона. Располагается непосредственно над хиазмой, под паравентрикулярным ядром и в непосредственной близости к эпендиме III желудочка. Получая напрямую афферентную иннервацию от сетчатки, ядро участвует в регуляции циркадных ритмов. Кроме этого, ядро участвует в регуляции сексуального поведения и регуляции уровня глюкозы. Ядро является частью магноцеллюлярного нейросекреторного комплекса. В нейронах ядра выявлено множество разных пептидов; глутаминовая кислота (GAD) и аминобутировая кислота (GABA); вазопрессин; нейротензин; вазоактивный интестинальный полипептид. Отмечен половой диморфизм — у женщин нейроны этого ядра оказываются более продолговатыми, чем у мужчин.

Промежуточное ядро Брокхауса — небольшое ядро, расположенное в преоптической области между супраоптически и паравентрикулярными ядрами. Ядро является частью магноцеллюлярного нейросекреторного комплекса. Отмечается сексуальный диморфизм нейронов ядра, но информации о функциях этого ядра мы не обнаружили.

Вентромедиальное и дорсомедиальное ядра

Оба ядра расположены в медиальных отделах туберальной области гипоталамуса.

Вентромедиальное ядро имеет грушевидную форму с осью, направленной из верхнемедиальных в нижнелатеральные отделы гипоталамуса. Являясь значимой структурой туберальной области, образует множественные связи с окружающими ядрами проецирует магноцеллюлярный комплекс в кору базальных отделов лобной области, а по некоторым данным, во все отделы коры мозга. Являясь частью дофаминергического комплекса, поддерживает высокий уровень активности коры мозга. Участвует в определении полового поведения, регуляции выработки гонадотропинов и соматостатина, определяет агрессивность поведения.

Дорсомедиальное ядро, покрывая передний и верхний полюса вентромедиального ядра, прилегает к паравентрикулярной области, располагаясь между паравентрикулярным и дугообразным ядрами. Распространяясь в заднюю гипоталамическую область, медиально от форникса достигает мамиллярных тел. Также являясь частью дофаминергической системы, выполняет роль промежуточного или добавочного ядра для вентромедиального ядра. В структуре ядра выявляются единичные нейроны, вырабатывающие кортикотропин-релизинг фактор.

Дугообразное (инфундибулярное) ядро — хорошо визуализируемое скопление клеток в перивентрикулярной зоне инфундибулярного отдела гипоталамуса. Ядро окружает боковые и задние отделы воронки, переходит среднюю линию в области образуемого им медиального возвышения серого бугра. Ядро контактирует спереди с ретрохиазмальным ядром, латерально достигает медиального гипоталамуса, вниз по стеблю гипофиза волокна нейронов достигают нейрогипофиза. Скопления клеток ядра имеют тесную связь с многочисленными сосудами воронки. Ядро является частью дофаминергического комплекса в туберальной зоне и аналогично дорсомедиальному ядру содержит клетки, вырабатывающие кортикотропин-релизинг фактор.

Туберомамиллярное ядро (комплекс). Комплекс нейронов ядра полностью окружает дугообразное ядро. Ядро образует множественные связи с окружающими ядрами. Сопровождая форникс, ядро достигает мамиллярного тела, где неполностью окружает мамиллярные ядра. Несмотря на то, что нейроны туберомамиллярного ядра схожи с нейронами паравентрикулярного и супраоптического ядер, они не вырабатывают вазопрессина и окситоцина. В них выявлена секреция гистамина, галанина, аденозина и меланин-концентрирующего гормона, нейротрансмиттера аминокислоты. Считается, что ядро участвует в

регуляции циркадных ритмов, контроле внимания и пробуждения, памяти, анальгезии, мозгового метаболизма и церебральной гемодинамики, нейроэндокринных функций, контроле аппетита, пищеварения, жажды, полового поведения, терморегуляции.

В задних отделах туберомамиллярного комплекса выделяют **премамиллярное ядро**, вырабатывающее динарфин и субстанцию Р. Считается, что оно определяет целеустремительное поведение, основанное на голоде, регулирует жажду и репродуктивное поведение. В составе ядра выделяют дорзальную и вентральную субъединицы.

В верхних отделах комплекса выделяют **супрамамиллярное ядро**, крупные нейроны которого содержат динарфин, субстанцию-Р, вазоактивный интестинальный пептид.

Ядра мамиллярных тел. В составе мамиллярных тел выделяют **большое медиальное и небольшое латеральное мамиллярные ядра** расположены в дорсолатеральных отделах. Оба ядра разделены тонкой полоской мозговой ткани. Мамиллярные ядра окружены слоем нейронов, образующих туберомамиллярное ядро.

В медиальном мамиллярном ядре выявлена секреция субстанции-Р, нейрокинина-В, галанин, вазоактивный интестинальный пептид.

В латеральном мамиллярном ядре выявлена секреция соматостатина, гистамина, вазоактивного интестинального пептида, гамма-амниобутировой кислоты.

Считается, что мамиллярные ядра отвечают за короткую память, репродуктивные функции в том числе за эрекцию пениса.

Задняя гипоталамическая область расположена позади мамиллярных тел и представлена нейронами, не содержащими гистамина. Считается, что эта область участвует в управлении симпатической нервной системой, что определяет ее влияние на дыхание и сердечно-сосудистую систему.

Латеральная гипоталамическая область

Латеральный гипоталамус составляет значительной объем всего гипоталамуса, содержащий диффузную сеть различных по строению нейронов. Он отделен от медиального гипоталамуса посткомиссуральным фрагментом нисходящего форникса, направляющегося к мамиллярным телам. Наиболее выступающая группа нейронов расположена напротив уже упомянутого супраоптического ядра, образует **боковое туберальное ядро**. Оно располагается латерально от форникса и туберомамиллярного ядра в заднем гипоталамусе и формирует небольшое выпячивание на базальной поверхности гипоталамуса. В клетках бокового гипоталамуса выявлена выработка меланин-концентрирующего гормона, а также орексина А и В, гипокретина 1 и 2, динорфина. Основной функцией является регуляция потребления пищи и массы тела [3].

Взаиморасположение ядер гипоталамуса

Основываясь на представленных в монографиях D.Swaab схемах взаиморасположения ядер гипоталамуса и на изображениях микро- и макропрепаратов диэнцефальной области, предложенных в монографии В. Dudas, мы попытались разместить примерные контуры ядер на МР-изображениях. По нашему мнению, это необходимо для более полного представления о строении гипоталамуса и значимости структур диэнцефальной области (рис. 2). Ввиду сложности визуализации столь небольших структур, как ядра гипоталамуса, даже на современном рентгенологическом оборудовании созданные нами схемы следует считать примерными и подразумевающими последующее уточнение по мере совершенствования методик визуализации.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВЯЗИ ГИПОТАЛАМУСА

Являясь частью лимбической системы мозга гипоталамус (его ядра) формирует множественные двунаправленные свя-

зи не только с окружающими его мозговыми структурами, но и с различными мозговыми центрами, находящимися на значительном удалении. Не исключено, что до настоящего времени нам известны далеко не все связи гипоталамуса. Ниже описаны наиболее изученные и подробно описанные.

Одной из наиболее различимых структур является **свод (Fornix)**. Волокна, образующие форникс, расположены в гиппокампальной борозде и представлены тонким слоем мозгового вещества, покрывающего желудочковую поверхность гиппокампа. Форникс начинается от бахромки гиппокампа, огибает отверстия Монро и, проходя позади передней спайки, превращается в колонки свода, достигающие мамиллярных тел. Ниже мозолистого тела часть волокон перекрещивается. Этот путь необходим для передачи сигналов от гиппокама и области подушки в ядра перегородки, медиальный и латеральный гипоталамус, а также в мамиллярные тела. В обратном направлении передается информация из преоптической области [5].

Прозрачная перегородка, содержащая в медиальных отделах диагональный пучок Брока и собственную систему ядер в латеральных отделах вместе с базальным ядром Мейнерта, расположенным в безымянной субстанции, образуют **магноцеллюлярную систему ядер**. Сеть этих ядер объединяет гиппокамп, миндалевидное тело, гипоталамус и ствол мозга. Диагональный пучок Брока участвует в терморегуляции и в управлении памятью. Собственные ядра перегородки вырабатывают вазопрессин, окситоцин и активно участвуют в формировании полового поведения. В нейронах базального ядра Мейнерта вырабатывается ацетилхолин. Ядра магноцеллюлярного комплекса участвуют в регуляции памяти, цикла сон/бодрствование, пробуждения, возбуждения и агрессии, терморегуляции, работе барорецепторного механизма. Связывая миндалину с гипоталамусом, перегородка определяет эмоциональную окраску гипоталамических реакций и может запу-

скать внезапную жестокость (септальный гнев).

Медиальный пучок переднего мозга. В отличие от форникса его волокна с трудом различимы — пучок представлен редкими безмиелиновыми волокнами, направляющимися спереди назад в латеральном гипоталамусе. Волокна пучка связывают гипоталамус с различными отделами лобной доли, ее ольфакторной области и с островком. Кроме того, частично за счет волокон пучка осуществляется связь гипоталамуса (латерального гипоталамуса и его туберальных отделов) с оливой, а также с теменной и затылочной корой. Задние отделы пучка достигают покрышки, черной субстанции и ретикулярной формации. Часть нисходящих волокон от паравентрикулярного, дорсомедиального ядер, латерального гипоталамуса, латеральных отделов дугообразного ядра и от ретрохиазмальной области достигают спинного мозга — его автономных и соматосенсорных ядер.

Мозговая полоска таламуса (*Stria medullaris*), различимая на верхнемедиальной поверхности таламуса, представлена волокнами передне-заднего направления, расположенными в верхнемедиальных отделах таламуса. Эти волокна, образуясь позади передней спайки, соединяют латеральные преоптические ядра с ядрами (ганглиями) поводка.

Конечная/Концевая полоска (*Stria terminalis*), не следует путать с конечной пластинкой *Lamina terminalis*) представляет собой полоску белого мозгового вещества, объединяющей хвостатое ядро и таламус, расположенную выше уровня конечной вены. Концевая полоска имеет собственную группу ядер и содержит волокна соединяющие оливу и переднюю спайку, достигая которой волокна формируют пре-, пост- и комиссуральный пучки. Волокна конечной полоски напрямую или/и, переключаясь через ядра передней спайки, иннервируют передние отделы гипоталамуса. Как и остальные тракты, концевая полоска является двунаправленным каналом связи вентро-

медиального ядра с группой ядер самой полоски, оливой и безымянной субстанцией.

Перивентрикулярная система волокон. Нисходящие и восходящие волокна от перивентрикулярной области гипоталамуса направляются в ствол мозга, где формируют трудно различимый дорсальный продольный пучок Шульца.

Эта система волокон объединяет перивентрикулярную область и медиальный гипоталамус с периакведуктальным серым веществом (гипоталамомедулярный путь к ядрам черепно-мозговых нервов) и вегетативными центрами спинного мозга (гипоталамоспинальный путь).

Вентральный супраоптический комиссуральный путь объединяет между собой латеральные отделы обеих половин гипоталамуса через волокна, проходящие вдоль заднего края хиазмы. При хирургическом доступе через конечную пластинку волокна этого пути могут быть повреждены.

Через **медиальные отделы зрительного тракта** проходят волокна от механо- и терморцепторов центров ствола мозга в латеральный гипоталамус.

Ретиногипоталамический путь. Множество волокон ганглионарных клеток сетчатки, покидая хиазму, оканчиваются в супраоптическом ядре, участвующем в управлении циркадными ритмами.

Мамиллярные тракты — группа афферентных и эфферентных путей, связывающих ядра мамиллярных тел.

Афферентные связи мамиллярных тел (мамилотегментарный путь) формируются от ретикулярной формации среднего мозга и дорсальных ядер покрышки и достигают латеральных мамиллярных ядер.

Эфферентный мамиллоталамический путь направлен от медиальных отделов мамиллярных тел к переднему гипоталамусу.

Как уже было указано выше, основным каналом связи для мамиллярных тел является свод.

Гипоталамогипофизарный тракт представлен волокнами от нейронов

перивентрикулярной зоны и супраоптического ядра, доставляющими через стебель вазопрессин и окситоцин к задней доле гипофиза. Кроме нейронального пути, воронка и стебель гипофиза содержат систему порталных сосудов, доставляющих релизинг-факторы от гипоталамуса к передней доле гипофиза (к аденогипофизу) и пучки аксонов гипоталамо-гипофизарного пути, достигающих задней доли гипофиза (нейрогипофиз).

КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ ГИПОТАЛАМУСА

Расположенный в центре основания мозга гипоталамус по сути оказывается окружен артериями Вилизиевого круга и получает кровоснабжение из многочисленных тонких артериальных ветвей, отходящих от всех рядом расположенных артерий. Из всех обнаруженных нами описаний кровоснабжения гипоталамуса, несмотря на давность, лучшим оказалось предложенное Л.Б. Бековым в 1979 г. [1].

Передние отделы гипоталамуса, включая переднюю спайку, перегородку, преоптическую область, супраоптические, супрахиазмальные, вентромедиальное и дорзомедиальное ядра, конечную пластинку и хиазму, кровоснабжаются мелкими ветвями от передней мозговой артерии и передней соединительной артерии [1]. В. Dudas разделил эти артерии по группам на латеральные, медианные и медиальные [3].

По Д.Б. Бекову, ретрохиазмальная область, область серого бугра и инфундибулярное ядро, туберомамиллярные и премамиллярные ядра, а также ядра бокового гипоталамуса кровоснабжаются артериальными ветвями, отходящими непосредственно от супраклиноидного отдела внутренней сонной артерии, от задней соединительной артерии и от передней ворсинчатой артерии [1].

В. Dudas дополнительно описывает паравентрикулярные артерии, формирующиеся от внутренней сонной артерии и кровоснабжающие перивентрикулярный и медиальный гипоталамус в тубераль-

ной области, включая перивентрикулярные ядра. Артериальные ветви, формирующиеся от задней соединительной артерии, автор назвал медиальными и латеральными артериями серого бугра, а также таламотуберальными и таламоперфорирующими артериями [3].

Задние отделы перивентрикулярной области и ядра мамиллярных тел кровоснабжаются артериальными ветвями задних мозговых артерий (межжировыми артериями по Д.Б. Бекову).

По описанию Д.Б. Бекова густота капиллярной сети в ядрах гипоталамуса в 3–6 раз превышает густоту наиболее васкуляризированных участков мозговой коры [1].

Верхние гипофизарные артерии формируют капиллярную сеть, распространяющиеся по стеблю вплоть до передней доли гипофиза. Нижние гипофизарные артерии, формирующиеся от внутренней сонной, аналогично верхним формируют капиллярную сеть в дистальных отделах стебля [1, 3].

Из густой капиллярной сети ядер гипоталамуса формируются внутриорганные вены, направляющиеся к заднему продырявленному веществу. Собираясь в более крупные вены в межжировой ямке, они формируют 1–2 крупные вены, впадающие в средние отделы базальных вен мозга. Кроме того, в базальные вены кровь от гипоталамуса попадает через постоптические, премамиллярные и задние перфорирующие вены. Анастомозы базальных вен формируют малый либо большой венозные круги мозга, основным истоком которого становится прямой синус [1, 3].

Дополнительно к описанию Д.Б. Бекова и В. Dudas в монографии D. Swaab мы обнаружили описание, что венозный отток от некоторых ядер гипоталамуса возможен и в систему глубоких вен мозга [8].

Отток венозной крови от гипофиза в основном осуществляется в систему кавернозных синусов напрямую и через передний (от передней доли) и задний (от задней доли) межкавернозные синусы. Но описан еще один путь оттока

венозной крови от первичной капиллярной сети воронки в межножковые вены системы базальных вен мозга [1, 8]. Возможно, именно существование второго пути венозного оттока может объяснить иногда наблюдаемый нами в клинической практике регресс проявлений сахарного диабета, развивавшегося после пересечения стебля гипофиза при удалении краниофарингиом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последние 25–30 лет, благодаря технологическому прогрессу в нейроморфологии и нейрофизиологии, существенно изменилось представление о строении, функциях и роли гипоталамуса. Это позволило более дифференцированно сопоставить все многообразие проявляющейся симптоматики с патологией гипоталамо-гипофизарной области, пересмотреть подходы и тактику лечения этих нарушений. Стали более понятны происхождение, динамика и особенности течения тех или иных клинических проявлений при новообразованиях дна III желудочка, области воронки гипоталамуса и стебля гипофиза, определились алгоритмы ведения таких пациентов и основные направления их реабилитации.

Так, например, появление выраженной гипофизарной недостаточности и сахарного диабета в сочетании с грубым нарушением сосудистого тонуса после отделения опухоли от стенок III желудочка обусловило необходимость применения высоких доз препаратов заместительной терапии (глюкокортикоидных и тиреоидных гормонов) и выбор в качестве вазопрессоров альфа-адреномиметиков вместо бета-адреномиметиков, что существенно изменило выживаемость пациентов в раннем и отдаленном послеоперационном периодах [6].

Становится объяснимым все многообразие и психопатологической симптоматики, которая сопровождает как развитие новообразований, так и течение послеоперационного периода в виде Корсаковского синдрома, галлюцинаторно-бредовой спутанности, возбуждения,

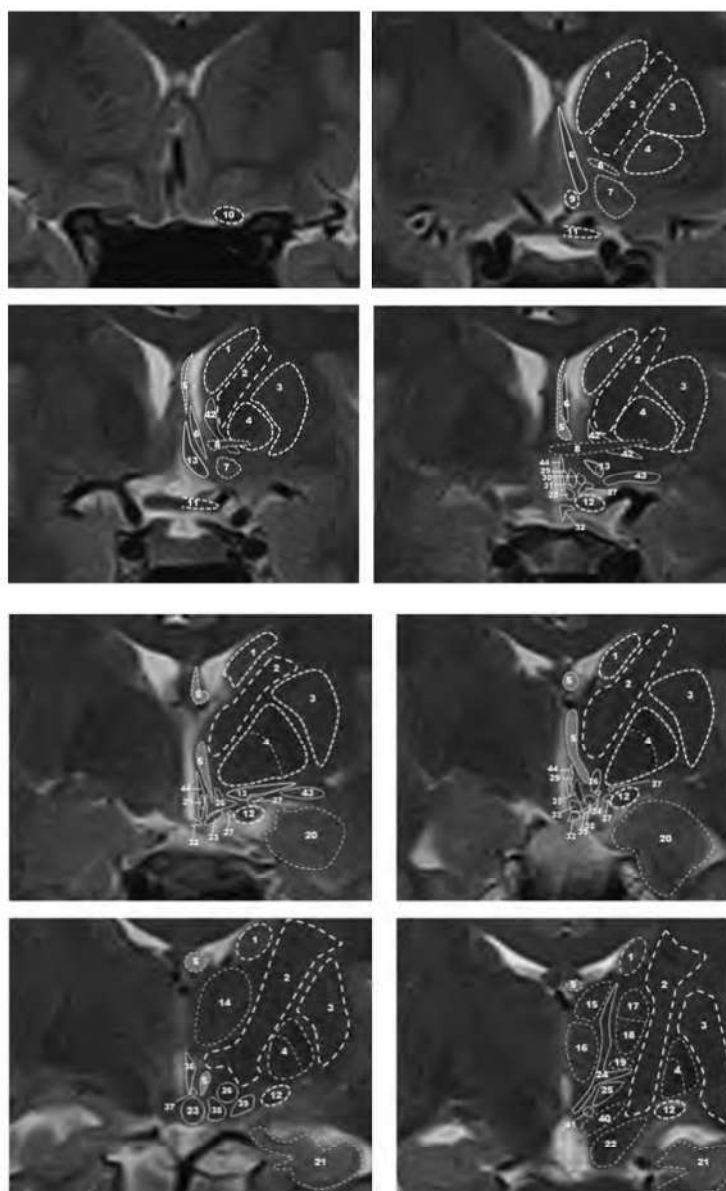
агрессии, аспонтанности, а также развития длительного бессознательного состояния при отсутствии явных признаков поражения корковых и/или ствольных структур при рентгенологическом исследовании (СКТ и МРТ).

«Насыщенность» гипоталамуса функционально значимыми ядрами определяет различия в клинических проявлениях до операции, в функциональном дефиците после операции и в обоснованности радикального удаления глиом гипоталамуса, инфильтрирующих его, но сохраняющих целостность большинства связей, и краниофарингиом, инфильтрирующих мозговую ткань незначительно, но грубо сдавливающих окружающие структуры. Подчас поражает быстрый и достаточно полный регресс имевшихся грубых нарушений после радикального удаления крупных краниофарингиом (рис.3). Знание особенностей кровоснабжения гипоталамуса позволяет выбирать безопасный хирургический доступ в зависимости от исходной точки роста опухоли (над или под дном III желудочка) и вариантов ее проникновения в диэнцефальную область, а учет выраженности инфильтративного роста определяет безопасную радикальность.

Развитие фундаментальных нейронаук на современном этапе, в частности нейроморфологии, нейрофизиологии, нейробиохимии, нейробиофизики в вопросах изучения гипоталамуса существенно обгоняет клиническое представление о значимости гипоталамуса. Уже выполненные фундаментальные работы представляют значительный интерес и являются основой для многочисленных научных клинических исследований в неврологии, нейропсихиатрии, нейроэндокринологии и нейрореаниматологии, нейрохирургии и нейрорентгенологии.

По нашему мнению, краниофарингиомы как доброкачественные новообразования диэнцефальной области, являются удачной моделью прижизненного исследования структур гипоталамо-гипофизарной области человека.

Приложение



A-3 –изображения диэнцефальной области (T2 режим, фронтальная проекция) — последовательные срезы в направлении спереди (А) назад (3).

- 1 — хвостатое ядро
- 2 — внутренняя капсула
- 3 — скорлупа
- 4 — бледный шар
- 5 — форникс
- 6 — ядро прозрачной перегородки
- 7 — прилежащее ядро (nucl. accumbens)
- 8 — передняя спайка
- 9 — преоптическая область
- 10 — зрительный нерв
- 11 — хиазма
- 12 — зрительный тракт
- 13 — диагональный пучок Брока и его ядро
- 14 — переднее ядро таламуса
- 15 — «основное» переднее ядро таламуса (n. anteroprincipal)
- 16 — медиальное дорзальное ядро таламуса
- 17 — латеральное дорзальное ядро таламуса
- 18 — вентролатеральное ядро таламуса
- 19 — «неопределенная» зона — zona incerta
- 20 — олива

- 21 — гиппокамп
- 22 — ножка мозга
- 23 — мамиллярное тело
- 24 — мамилло-теgmentальный тракт
- 25 — субталамическое ядро
- 26 — латеральная гипоталамическая область
- 27 — супраоптическое ядро
- 28 — супрахиазмальное ядро
- 29 — паравентрикулярное ядро
- 30 — латеральная преоптическая область
- 31 — медиальная преоптическая область
- 32 — дугообразное ядро
- 33 — вентромедиальное ядро
- 34 — добавочное крупноклеточное ядро
- 35 — дорсомедиальное ядро
- 36 — задняя гипоталамическая область
- 37 — супрамамиллярное ядро
- 38 — туберомамиллярное ядро
- 39 — латеральное туберальное ядро
- 40 — черная субстанция
- 41 — красное ядро
- 42 — скопление ядер конечной спайки
- 43 — Базальное ядро Мейнерта
- 44 — перивентрикулярное ядро

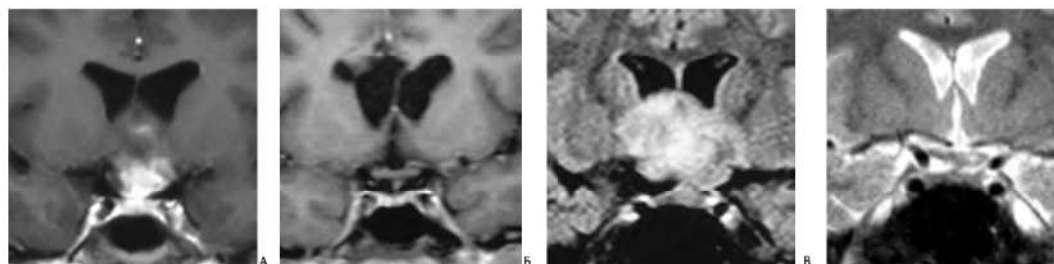


Рис. 3. Примеры радикального удаления стебельно-вентрикулярных краниофарингиом транскаллезным доступом

- А — Клинический пример 1. МРТ до операции — структуры гипоталамуса, инфильтрированные опухолью, не различимы (T1 режим, фронтальная проекция)
 Б — Клинический пример 1. МРТ через 4 мес после операции — структуры гипоталамуса и стебель гипофиза отчетливо визуализируются и явно не повреждены (T1 режим, фронтальная проекция)
 В — Клинический пример 2. МРТ до операции — структуры гипоталамуса, инфильтрированные опухолью, не различимы (T1 режим, фронтальная проекция)
 Г — Клинический пример 2. МРТ через 6 мес после операции — структуры гипоталамуса и стебель гипофиза отчетливо визуализируются и явно не повреждены (T2 режим, фронтальная проекция)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Беков Д.Б., Михайлов С.С.* Атлас артерий и вен головного мозга человека. — М.: Медицина, 1979. — 288 с.
2. *Кадашев Б.А.* Аденомы гипофиза. Клиника, диагностика, лечение. — М.: Триада, 2007. — 367 с.
3. *Dudas B.* The Human Hypothalamus: Anatomy, Functions and Disorders (Neuroscience Research Progress). 1st ed. Neuroscience Research Progress, 2013, Hauppauge, New York: Nova Science Publishers.
4. *Joseph R.* Limbic System: Amygdala, Hippocampus, Hypothalamus, Septal Nuclei, Cingulate, Emotion, Memory, Sexuality, Language, Dreams, Hallucinations, Unconscious Mind 2011: University Press.
5. *Mori S. and M. Aggarwal.* In vivo magnetic resonance imaging of the human limbic white matter. *Front Aging Neurosci*, 2014. 6: p. 321. doi.10.3389/fnagi.2014.00321
6. *Popugaev, K.A., et al.* Hypothalamic injury as a cause of refractory hypotension after sellar region tumor surgery. *Neurocritical care*, 2008. 8(3): p. 366-73. doi.10.1007/s12028-008-9067-x
7. *Swaab D.F.* Human Hypothalamus: Basic and Clinical Aspects. Part I: nuclei of the human hypothalamus. *Handbook of Clinical Neurology*, ed. M.B. Aminoff, F. Swaab, D2003, Amsterdam: Elsevier.
8. *Swaab D.F.* Human Hypothalamus: Basic and Clinical Aspects. Part II: neuropathology of the human hypothalamus and adjacent brain structures. . *Handbook of Clinical Neurology*, ed. M.B. Aminoff, F. Swaab, D2004, Amsterdam: Elsevier. 597.
9. *Swaab D.F. et al.* The human hypothalamus in health and disease. Volume 93 (Progress in Brain Research). *Progress in Brain Research (Book 93)*1992: Elsevier Science.
10. *Swaab D.F. and J.P. Schade.* Integrative Hypothalamic Activity. *Progress in Brain Research*1974, Amsterdam/Oxford/New-York: Elsevier. 511.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кутин Максим Александрович — нейрохирург, старший научный сотрудник, 8е нейрохирургическое отделение НИИ нейрохирургии им.Н.Н. Бурденко, кандидат медицинских наук. Эл.почта: kutin@nsi.ru

Сиднева Юлия Геннадиевна — психиатр, врач, НИИ нейрохирургии им.Н.Н. Бурденко, кандидат медицинских наук;

Коновалов Александр Николаевич — нейрохирург, научный руководитель НИИ нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко, академик РАН;

Пронин Игорь Николаевич — нейрорентгенолог, заведующий отделением нейрорентгенологии, заместитель директора НИИ нейрохирургии им.Н.Н. Бурденко по научной работе, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН.

Кадашев Борис Александрович — нейрохирург, главный научный сотрудник 8го нейрохирургического отделения НИИ нейрохирургии им.Н. Н. Бурденко, доктор медицинских наук, профессор.

Калинин Павел Львович — нейрохирург, заведующий 8го нейрохирургического отделения НИИ нейрохирургии им.Н. Н. Бурденко, доктор медицинских наук;

Шкарубо Алексей Николаевич — нейрохирург, ведущий научный сотрудник 8го нейрохирургического отделения НИИ нейрохирургии им.Н. Н. Бурденко, доктор медицинских наук;

Семенова Жанна Борисовна — нейрохирург, руководитель отделения нейрохирургии НИИ неотложной детской хирургии и травматологии, доктор медицинских наук;

Фомичев Дмитрий Владиславович — нейрохирург, старший научный сотрудник, 8го нейрохирургического отделения НИИ нейрохирургии им.Н. Н. Бурденко, кандидат медицинских наук;

Шарипов Олег Ильдарович — нейрохирург 8-го нейрохирургического отделения НИИ нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко, кандидат медицинских наук.

Шульц Евгений Игоревич — клинический аспирант отделения нейрорентгенологии НИИ нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко.

Лубнин Андрей Юрьевич — анестезиолог, заведующий отделом анестезиологии и нейрореанимации НИИ нейрохирургии им.Н.Н. Бурденко, доктор медицинских наук, профессор.

Попугаев Константин Александрович — реаниматолог, заведующий отделением нейрореанимации и нейроанестезиологии (АРО № 2) ФГБУ «ГНЦ ФМБЦ имени А. И. Бурназяна» ФМБА России.

Савин Иван Анатольевич — реаниматолог, заведующий отделением нейрореанимации НИИ нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко, доктор медицинских наук.

Астафьева Людмила Игоревна — эндокринолог, ведущий научный сотрудник 8-го нейрохирургического отделения НИИ нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко, доктор медицинских наук.

Клочкова Ирина Сергеевна — эндокринолог поликлинического отделения НИИ нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко.

Мазеркина Надежда Александровна — эндокринолог, старший научный сотрудник 1-го нейрохирургического отделения НИИ нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко, доктор медицинских наук.

Шишкина Людмила Валентиновна — морфолог, ведущий научный сотрудник патологоанатомического отделения НИИ нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко, кандидат медицинских наук.

Добровольский Георгий Федорович — морфолог, старший научный сотрудник патологоанатомического отделения НИИ нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко, кандидат медицинских наук.

Ротин Даниил Леонидович — морфолог, заведующий патологоанатомическим отделением ГБОУ МКНЦ ДЗМ, доктор медицинских наук.

Воронина Ирина Александровна — невролог, 8-го нейрохирургического отделения НИИ нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко, кандидат медицинских наук.

Саватеев Александр Николаевич — аспирант 1-го нейрохирургического отделения НИИ нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко.

Сидорук Екатерина Владимировна — студентка ГБОУ ВПО «Первый МГМУ имени И. М. Сеченова МЗ РФ».