

УДК 616-006.48

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-3-18-27>

КИСТОЗНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ШИШКОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (ЛУЧЕВАЯ АНАТОМИЯ И ВАРИАНТЫ СТРОЕНИЯ ЭПИФИЗА): ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

¹А. В. Шилова^{✉*}, ^{1,2}Н. И. Ананьева[✉], ¹Л. В. Лукина[✉]¹Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии имени В. М. Бехтерева, Санкт-Петербург, Россия²Научно-клинический и образовательный центр «Лучевая диагностика и ядерная медицина» Института высоких медицинских технологий Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Кисты эпифиза являются частой находкой при проведении МР-исследований, и их генез до сих пор четко не описан в научной литературе. Выдвинута теория, согласно которой неокклюзирующие кисты могут сдавливать глубокие вены головного мозга, что может приводить к внутричерепной гипертензии.

ЦЕЛЬ: Изучение МР-семиотики вариантов строения эпифиза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: 48 добровольцам было выполнено МР-исследование на магнитном томографе Toshiba Exelart Vantage с силой магнитного поля 1,5 Т для оценки наличия МР-маркеров центральной венозной гипертензии с учетом морфологического варианта строения эпифиза и выставлена категория на основе посчитанных пластинчато-валико-кистозного и таламического коэффициентов.

Участники исследования были разделены на три группы: 1-я группа — без кисты эпифиза, 2-я группа — с кистой менее 10 мм, 3-я группа — с крупной кистой более 10 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ: На основании полученных коэффициентов tectum-splenium-cyst и коэффициента ADC было выявлено, что в группе добровольцев с кистами более 10 мм в группы повышенного риска развития центральной венозной гипертензии (категория 3 и 4) попали 8 из 15 человек. Пациенты с 4 категорией имели самый узкий просвет водопровода (1,1–1,2 мм). Во 2-й группе, у лиц с кистой эпифиза менее 10 мм, признаков стеноза водопровода и компрессии тектальной пластинки выявлено не было. В 3-й группе, у лиц без кисты эпифиза, также не было выявлено признаков стеноза водопровода и компрессии тектальной пластинки, однако 3 категория была выставлена 8 добровольцам, что может быть связано с иными причинами нарушения венозного оттока.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Крупная киста эпифиза встречается у пациентов более молодого возраста, а наличие у них сужения водопровода и повышенного риска венозной гипертензии может обуславливать клинические проявления в виде головных болей, головокружений и нарушений сна. При предъявлении пациентами соответствующих жалоб выставление категории на основании DWI и SSFP является дополнительным критерием, отражающим степень воздействия кисты эпифиза на прилежащие структуры.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: эпифиз, шишковидная железа, магнитно-резонансная томография, МРТ, киста, мелатонин

*Для корреспонденции: Шилова Анастасия Витальевна, e-mail: stasya.parf@gmail.com

Для цитирования: Шилова А.В., Ананьева Н.И., Лукина Л.В. Кистозная трансформация шишковидной железы (лучевая анатомия и варианты строения эпифиза): проспективное исследование // *Лучевая диагностика и терапия*. 2022. Т. 13, № 3. С. 18–27, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-3-18-27>.

CYSTIC TRANSFORMATION OF THE PINEAL GLAND (RADIOLOGIC ANATOMY AND EPIPHYSIS CEREBRI STRUCTURAL VARIANTS): A PROSPECTIVE STUDY

¹Anastasia V. Shilova^{✉*}, ^{1,2}Natalia I. Ananyeva[✉], ¹Larisa V. Lukina[✉]¹V. M. Bekhterev National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology, St. Petersburg, Russia²Scientific, Clinical and Educational Center for Radiation Diagnostics and Nuclear Medicine, Institute of High Medical Technologies, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

INTRODUCTION: Pineal cysts are a common finding on brain MRI, but their which remains unclear. A theory has been put forward that non-occlusive cysts can compress the deep cerebral veins, leading to intracranial hypertension.

OBJECTIVE: To study the variant MRI appearance of the pineal gland.

MATERIALS AND METHODS: 48 volunteers underwent an MRI examination using a 1.5 T Toshiba Exelart Vantage device to assess the presence of MRI signs of central venous hypertension, taking into account the morphological variants of the pineal gland structure, and a category was assigned based on the calculated tectum-splenium-cyst ratio and thalamic coefficient. The mean age of men was 41.27 ± 4.63 , of women — 31.5 ± 2.58 years.

The study participants were divided into three groups: the 1st group — no pineal cyst, the 2nd group — pineal cyst less than 10 mm, the 3rd group — a cyst larger than 10 mm.

RESULTS: Based on the obtained tectum-splenium-cyst ratios and the ADC coefficient, it was found that in the volunteer group with cysts larger than 10 mm, 8 out of 15 people were at increased risk of developing central venous hypertension (categories 3 and 4). Category 4 patients had the narrowest aqueduct (1.1–1.2 mm). In the 2nd group, in persons with a pineal cyst less than 10 mm, there were no signs of aqueductal stenosis or tectal plate compression. In the 3rd group, in persons without a pineal cyst, there were also no signs of aqueductal stenosis or tectal plate compression, however, category 3 was assigned to 8 volunteers, which may be due to other causes of venous outflow impairment.

CONCLUSION: A large pineal cysts occur in younger patients, and in the presence of aqueductal narrowing and an increased risk of venous hypertension may cause clinical manifestations such as headaches, dizziness, and sleep disturbances. When patients present with relevant complaints, categorization based on DWI and SSFP is an additional criterion that reflects the degree of impact of the pineal cyst on adjacent structures.

KEYWORDS: pineal gland, epiphysis cerebri, magnetic resonance imaging, MRI, cyst, melatonin

*For correspondence: Anastasia V. Shilova, e-mail: stasya.parf@gmail.com

For citation: Shilova A.V., Ananyeva N.I., Lukin L.V. Cystic transformation of the pineal gland (radiation anatomy and epiphysis cerebri structural variants): a prospective study // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2022. Vol. 13, No. 3. P. 18–27, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-3-18-27>.

Введение. С внедрением в практику методов нейровизуализации, в первую очередь магнитно-резонансной томографии (МРТ), появилась возможность детально оценить структуру различных отделов головного мозга и варианты их строения [1, с. 40; 2, с. 7]. Особое внимание стала привлекать шишковидная железа, как орган, принимающий непосредственное участие в регуляции биоритмов человека, что определяется выработкой гормона мелатонина, а также тесным нейроэндокринным посредничеством с гормональной и нейромедиаторной активностью [3, с. 3].

С внедрением МРТ в рутинную практику все чаще стали выявляться кисты шишковидной железы, генез которых до сих пор остается во многом неясным, как и их клиническое значение, подходы к наблюдению таких пациентов, кратности проведения повторных обследований и прогноз.

При проведении магнитно-резонансной томографии (МРТ) кисты эпифиза являются самой частой находкой и выявляются в 25–40% случаев по данным литературы [4, с. 531]. Кистозная трансформация эпифиза считается морфологическим вариантом строения, который до настоящего времени не могут четко отнести к норме или патологии. Большинство кист обнаруживается в областях глиоза, а некоторые из них покрыты паренхиматозным эпителием или эпендимным эпителием [5, с. 128]. Кисты небольших размеров (менее 10 мм) обычно имеют бессимптомное течение, так при них нет воздействия на окру-

жающие структуры. Клинически значимыми чаще являются кисты более 10 мм, которые могут вызывать сдавление пластинки четверохолмия, вызывающее синдром Парино, окклюзионную гидроцефалию с соответствующей клинической симптоматикой в виде частых головных болей, тошноты, головокружения, повышенной тревожности, проблем со сном и засыпанием. Однако неврологические проявления могут выявляться и у пациентов при наличии кисты, не вызывающей окклюзию. Причина неврологической симптоматики в этих случаях не всегда ясна. В литературе [4, с. 532; 6, с. 208; 7, с. 248] была выдвинута теория, что неокклюзирующие кисты могут сдавливать глубинные вены головного мозга (внутренняя мозговая вена, вена Розенталя, вена Галена), что может вызывать симптомы внутривенной венозной гипертензии и, как следствие, приводить к отеку на территориях, дренируемых сдавленными венами. Однако данные литературы противоречивы и спорны.

Цель. Изучение МР-семиотики вариантов строения эпифиза для определения их клинической значимости у условно-здоровых добровольцев.

Лучевая анатомия пинеальной области. В норме эпифиз, или эпиталамус, занимает хвостовую часть промежуточного мозга по сагиттальной линии, прикрепляется к задней части третьего желудочка. Он расположен над тектальной пластиной в тесной связи с боковыми и III желудочками, базальными цистернами и глубокой венозной системой.

Пинеальная область состоит из двух хабенулярных треугольников, хабенулярной комиссуры, тела шишковидной железы, задней комиссуры, а также верхней и нижней пластинок эпифизарного стебля [8, с. 65]. Схематическая и лучевая анатомия пинеальной области представлена на рис. 1 и 2.

нов между двумя сторонами эпиталамуса, соединяющей оба хабенулярных комплекса и пересекающей срединную линию в верхней пластинке ножки эпифиза [9, с. 249].

Шишковидная железа является паренхиматозным органом, состоящим из долек паренхимы, раз-

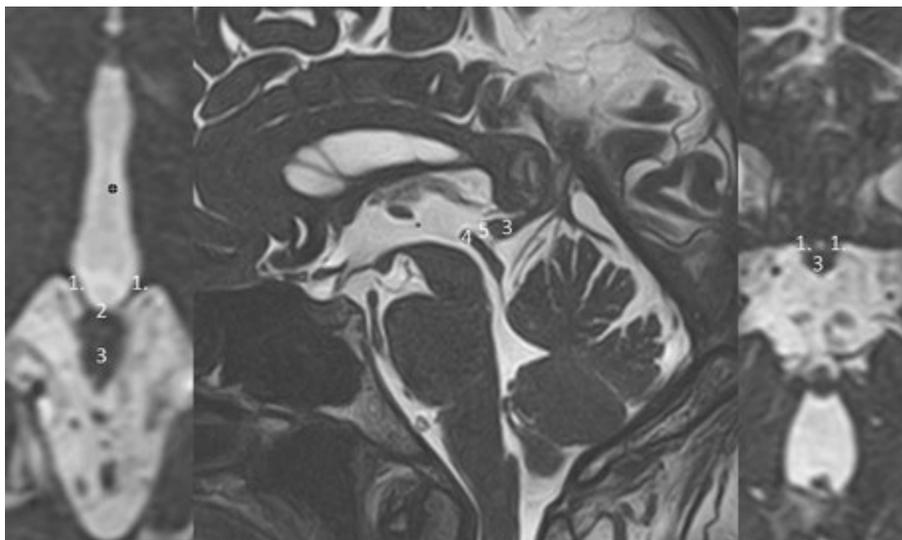


Рис. 1. Анатомия пинеальной области: 1 — хабенулярные треугольники; 2 — хабенулярная комиссура; 3 — тело шишковидной железы; 4 — задняя комиссура; 5 — эпифизарный стебель

Fig. 1. Pineal region anatomy: 1 — habenular triangles; 2 — habenular commissure; 3 — body of the pineal gland; 4 — posterior commissure; 5 — pineal stem

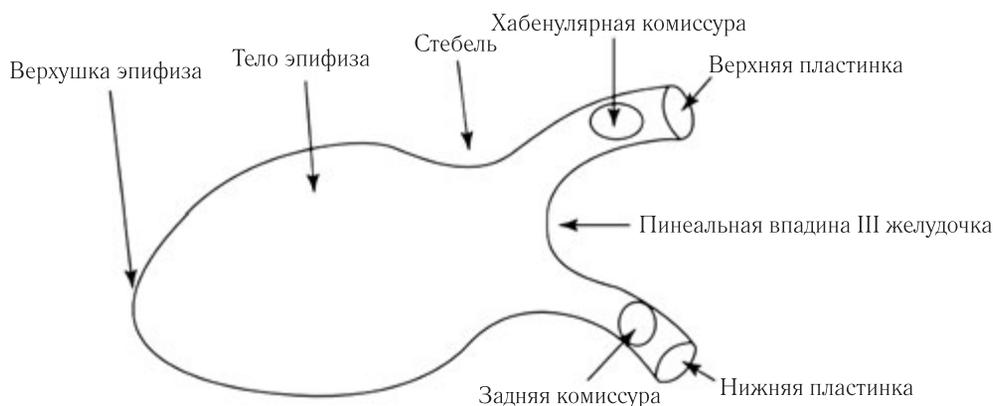


Рис. 2. Схематическая анатомия пинеальной области (цит. по Florian I. S. (ed.). Pineal Region Lesions: Management Strategies and Controversial Issues. Springer International Publishing, 2020, p. 10)

Fig. 2. Schematic anatomy of the pineal region (quoted as in Florian I. S. (ed.). Pineal Region Lesions: Management Strategies and Controversial Issues. Springer International Publishing, 2020, p. 10)

Эпифиз имеет особую гистологическую цитоархитектуру с различными микроскопическими пучками волокон, отвечающими за его более специфические циркадные функции. Хабенулярный треугольник — это парное небольшое треугольное углубление (по одному с каждой стороны), расположенное медиальнее подушки таламуса и верхнемедиально от задней комиссуры. Эти углубления представляют собой небольшие скопления серого вещества медиальнее подушки таламуса ниже желудочковой поверхности промежуточного мозга, каждый из них состоит из медиального и латерального ядер. Хабенулярная комиссура представлена поперечной полосой аксо-

деленных соединительнотканными перегородками. Иногда соединительная ткань становится более развитой, и тогда паренхима представлена в виде отдельных островков. Вместе с соединительнотканными перегородками от капсулы в толщу железы проходят нервные волокна и кровеносные сосуды. Капсула шишковидной железы состоит из мягкой мозговой оболочки [9, с. 230; 10, с. 100].

Островки паренхимы пинеальной железы состоят из двух типов клеток секретообразующих пинеалоцитов, светлых и темных [11, с. 228; 12, с. 384]. При этом до сих пор не выяснено, являются разновидности пинеалоцитов самостоятельными клеточными

типами или же лишь функциональными возрастными разновидностями. Светлые пинеальные клетки, занимающие преимущественно центральную часть дольки, сравнительно крупных размеров, с гомогенной светлоокрашенной цитоплазмой, с небольшими отростками и пузырьвидными крупными ядрами. «Темные» клетки обладают меньшим размером, содержат ацидофильные и базофильные гранулы в цитоплазме. От тел пинеалоцитов отходят длинные отростки, которые подходят к капиллярам и контактируют с ними. На периферии дольки преобладают клетки меньшего размера с уплотненными ядрами и многочисленными отростками различной длины, заканчивающимися булавовидными утолщениями. Эти клетки, скорее всего, имеют нейроглиальный характер.

Эпифиз является одной из шести структур головного мозга, которая не защищена гематоэнцефалическим барьером, поэтому интенсивно накапливает контрастное вещество при проведении магнитно-резонансной томографии [13, с. 5]. Шишковидная железа богато васкуляризирована, некоторые авторы утверждают, что это второй по степени васкуляризации орган в организме человека после почек. Васкуляризация эпифиза обеспечивается задними хориоидальными артериями и внутренними мозговыми венами. При электронной микроскопии в структуре ткани эпифиза, помимо развитой сосудистой сети, было показано наличие периваскулярных пространств [14, с. 532]. Некоторые авторы считают, что эти пространства, а также расположение эпифиза являются механизмом быстрого распределения мелатонина в ликворе, как мощного антиоксиданта для тканей головного мозга.

Лучевая диагностика кисты шишковидной железы. Магнитно-резонансная томография является «золотым стандартом» изучения пинеальной области. Самым частым изменением в этой области является киста эпифиза, которая, по данным литературы, встречается в 25–40% случаев [4, с. 530; 15, с. 113]. Кисты эпифиза принято разделять на типичные и атипичные. При магнитно-резонансной томографии типичные кисты эпифиза выглядят как округлые или овоидные образования с гладкими краями и четко очерченными контурами, которые лучше видны в сагиттальной плоскости. Одиночная однокамерная киста содержит жидкость, которая в 90% случаев имеет изоинтенсивный МР-сигнал к ликвору [16, с. 302; 17, с. 164; 18, с. 452], в 10% случаев сигнал изо- или слегка гиперинтенсивный, что связано с содержанием белка. Такой тип требует дифференциальной диагностики с атипичными кистозными образованиями, опухолями зародышевых клеток и паренхиматозными опухолями пинеальной железы [18, с. 452; 19, с. 242; 20, с. 12].

Киста эпифиза может быть также многокамерной. Наличие внутренних перегородок нередко трудно оценить с помощью обычных МР-последователь-

ностей, но, когда выполняются специализированные тонкосрезовые последовательности с высоким разрешением, такие как трехмерная (3D) быстрая последовательность с использованием сбора данных (SSFP, FIESTA), обнаруживается, что большая часть кист имеет одну или несколько внутренних перегородок [16, с. 304; 21, с. 73]. С помощью данной последовательности можно более детально рассмотреть структуру эпифиза, сделать более точные измерения размеров кисты, рассмотреть особенности ее стенки. Сравнение трехмерной (SSFP) и двухмерной стандартной импульсной последовательности (T2) представлено на рис. 3.

К сожалению, не существует стопроцентно четкого способа дифференцировать кисты пинеальной железы от новообразований, возникающих в этой области, таких как пинеоцитомы, пинеобластомы, герминомы или зрелые тератомы [21, с. 75]. Однако ряд исследований доказали, что кисты менее 10 мм как у взрослых, так и у детей не требуют дальнейшего контроля при отсутствии необычных визуализационных характеристик или клинических симптомов [22, с. 1270]. Другие авторы утверждают, что при обнаружении кисты эпифиза необходимо назначить повторное исследование через 12 месяцев для определения динамики процесса и дифференциальной диагностики с другими образованиями.

Материалы и методы. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ НМИЦ ПиН им. В. М. Бехтерева Минздрава России, протокол № 8 от 21.07.2020 г. Все участники подписали добровольное информированное согласие. Для изучения МР-семиотики вариантов строения эпифиза мы обследовали 149 условно-здоровых добровольцев. Критериями включения являлись: возраст от 18 до 70 лет, подписание добровольного информированного согласия на участие в исследовании, отсутствие в анамнезе любых неврологических и психиатрических заболеваний, онкологических заболеваний, травм головного и спинного мозга, множественных наркозов, отсутствие соматических заболеваний в стадии обострения.

Критериями исключения из исследования стали отказ от подписания добровольного информированного согласия, наличие в анамнезе повторных наркозов, тяжелой гипертонической болезни, тяжелых травм головы, обмороков, судорог, онкологических заболеваний. Также важным фактором являлось указание в анамнезе на лечение в прошлом антидепрессантами, антиконвульсантами и другими психотропными препаратами.

Всем добровольцам было выполнено МР-исследование на магнитном томографе Toshiba Exelart Vantage с силой магнитного поля 1,5 Т. МР-сканирование проходило в 2 этапа. В 2017–2019 г. выборка здоровых добровольцев, состоящая из 124 человека, была собрана в общую гендерно-возрастную базу и запатентована (патент

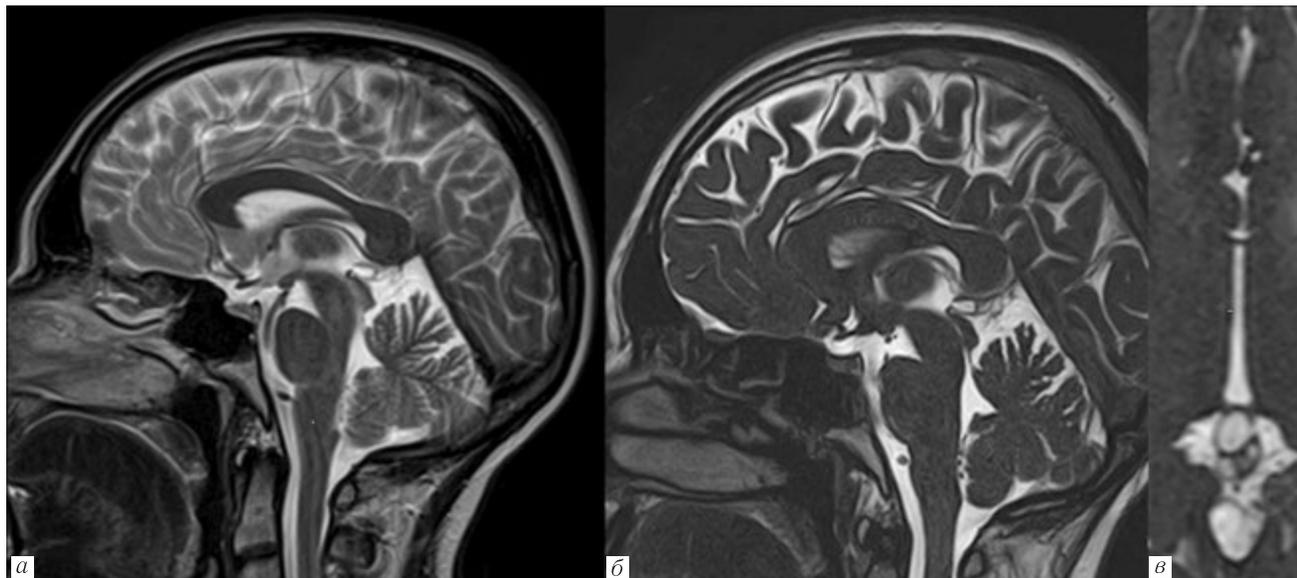


Рис. 3. Сравнение двухмерной и трехмерной импульсных последовательностей у одного и того же пациента — T2 (а) и SSFP (б, в). На изображении (а) киста представляется однокамерной, однако на трехмерной последовательности (б, в) киста эпифиза оказывается многокамерной и больших размеров. Содержимое одной камеры имеет несколько сниженный МР-сигнал, что говорит о повышенном содержании белка. Данную многокамерную кисту можно отнести к атипичным

Fig. 3. Comparison of two-dimensional and three-dimensional pulse sequences in the same patient — T2 (a) and SSFP (б, в). In the two-dimensional image (a), the cyst appears to be unilocular, but in the three-dimensional sequence (б, в), the pineal cyst appears to be multilocular and larger. The contents of one of the loculi have a slightly reduced MR signal, indicating an increased protein content. This multilocular cyst has atypical features

№2021621983). В рамках первого этапа этим лицам было произведено сканирование по протоколу, включающего в себя: Sg T2, 3D-MPRAGE (3D T1-последовательность), fMRT покоя (BOLT-последовательность в состоянии покоя при выключенном свете). Далее в 2020–2021 г. проходил второй этап в рамках нынешнего исследования, в котором на основании уже собранной научной базы данных была дообследована часть пациентов по новому разработанному протоколу. Также в него вошли новые лица с наличием крупной кисты эпифиза (диаметром более 10 мм), выявленной при предыдущих МР-исследованиях или в процессе работы отделения на амбулаторном приеме. В новый разработанный протокол вошли такие импульсные последовательности: Sg T2, Ax FLAIR, Ax T2, Ax HEMO, DWI, 3D-MPRAGE, fMRI. Исследование было также дополнено выполнением прицельной сагиттальной срединной SSFP ИП со следующими параметрами: TR 10,0, TE 5,0, количество срезов 64, PE Matrix 320, толщина среза 1 мм, что позволило детально оценить размеры и строение эпифиза.

В результате группу исследования составили 48 человек, которым было проведено исследование по доработанному протоколу (14 мужчин, 26 женщин в возрасте от 18 до 62 лет). Средний возраст мужчин составил $41,27 \pm 4,63$, женщин — $31,5 \pm 2,58$ года.

Участники исследования на основании размеров кисты эпифиза были разделены на три группы по 16 человек: 1-я группа — без кисты эпифиза, 2-я груп-

па — с кистой менее 10 мм и 3-я группа — с крупной кистой более 10 мм. Все группы исследования были сопоставимы по полу и возрасту.

Кроме того, выделенной группе пациентов был проведен неврологический осмотр с целью исключения признаков органического заболевания головного мозга и внутричерепной венозной гипертензии.

На основе проведенного МР-исследования всем пациентам из 3 групп по выявленным структурным изменениям эпифиза на основе предложенной классификации Sirin.S и соавт. [23, с. 714] было выставлено условное цифро-буквенное обозначение, в котором цифра от 0 до 4 обозначала морфологический вариант строения эпифиза (кисты нет — 0, единичная киста — 1, мультикистозная шишковидная железа (без увеличения) — 2, мультикистозная шишковидная железа (с увеличением без смещения края) — 3, мультикистозная шишковидная железа (с увеличением и смещением края) — 4), а буква (a, b, c) — размеры кисты: a (≤ 5 мм), b (6–9 мм), c (≥ 10 мм). Примеры описанных изменений представлены на рис. 4.

Показатель смещения края оценивался в аксиальной плоскости, на последовательностях SSFP ИП и 3D-MPRAGE. Данный критерий считался положительным, когда киста эпифиза выходила за контуры железы и вдавалась в окружающее ликворное пространство, или когда киста располагалась по периферии железы и хотя бы с одного края кисты не визуализировалась полоска ткани шишковидной железы.

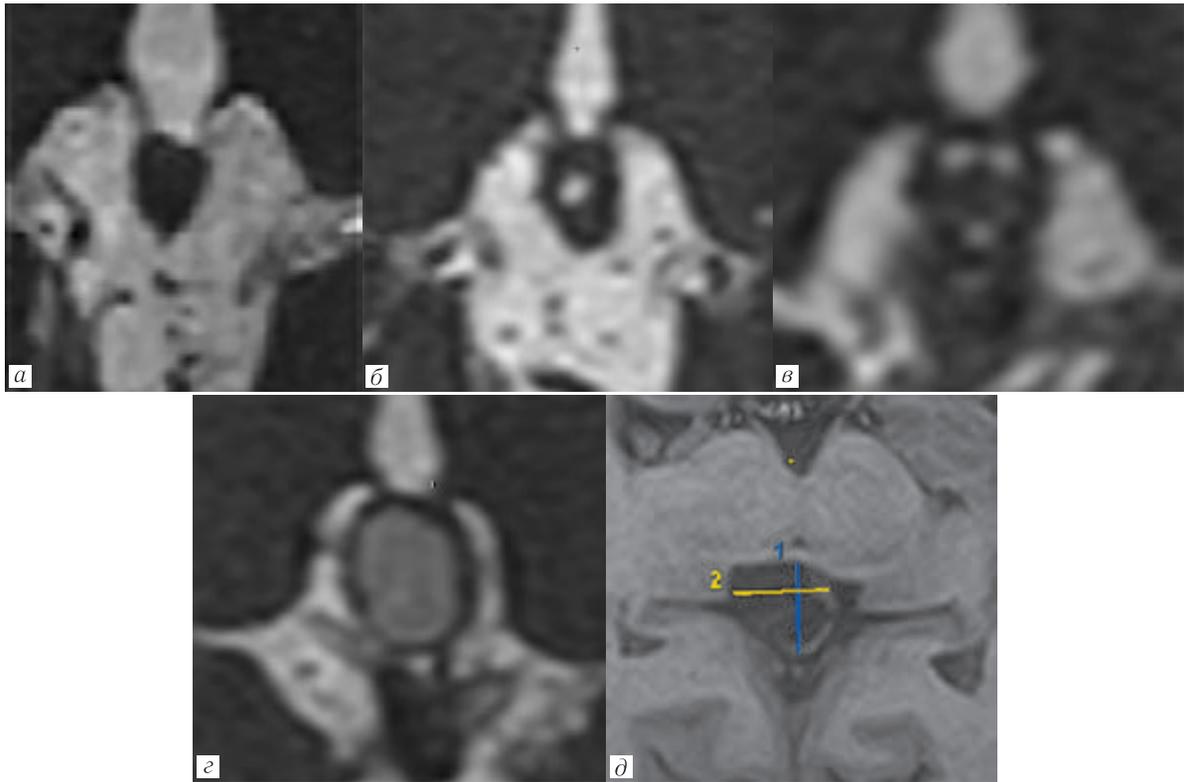


Рис. 4. *a* — Отсутствие кисты — 0; *б* — единичная киста — 1; *в* — мультикистозная шишковидная железа (без увеличения) — 2; *г* — мультикистозная шишковидная железа (с увеличением без смещения края) — 3; *д* — мультикистозная шишковидная железа (с увеличением и смещением края) — 4

Fig. 4. *a* — No cyst — 0; *b* — single cyst — 1; *c* — multicystic pineal gland (without magnification) — 2; *d* — multicystic pineal gland (magnification without edge displacement) — 3; *e* — multicystic pineal gland (magnification with edge displacement) — 4

Кроме морфологического критерия, отдельно оценивались возможные МР-маркеры центральной венозной гипертензии. Для уточнения наличия возможного интерстициального отека использовались карты ИКД (ADC), построенные на основании изображений диффузии с b-фактором 0 и 1000. В предварительно определенных областях головного мозга с обеих сторон определяли отношение ADC, которое представляет собой отношение усредненного ADC из стандартизированной области интереса (ROI), в качестве которого были выбраны таламусы,

к усредненному ADC из стандартизированной области интереса в центральном белом веществе полушария с каждой стороны. Для этого на рабочей станции AW Server компании GE были отдельно посчитаны средний коэффициент рестрикции диффузии на уровне таламусов (Thalamus ADC average) и на уровне центральных отделов белого вещества (white matter ADC average) (идентичные участки выставлялись с помощью функции отражения ROI) (рис. 5). На основании соотношения этих показателей (Thalamus ADS average/ white matter ADC average)

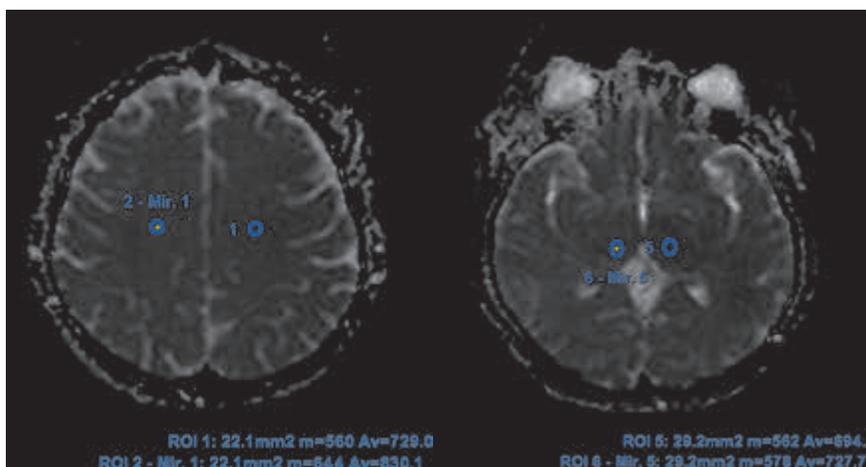


Рис. 5. Пример измерения показателя Talamic ADC Ratio
Fig. 5. Talamic ADC Ratio measurement example

был рассчитан таламический коэффициент (Talamic ADC Ratio).

С помощью последовательности SSFP, которая была выставлена прицельно на пинеальную область, в сагиттальной плоскости измерялся переднезадний размер кисты. Рассчитывался пластинчато-валико-кистозный коэффициент (tectum-splenium-cyst ratio), который является соотношением толщины кисты и наиболее короткой дистанции между пластинкой четверохолмия и валиком мозолистого тела в идентичной срединно-сагиттальной плоскости, т.е. оба эти расстояния измеряли вдоль одной линии в одном срезе, как показано на рис. 6. Кроме того, при наличии кисты эпифиза оценивалась степень компрессии пластинки четверохолмия, которая была классифицирована как отсутствие, умеренная или значительная. Также была произведена оценка стеноза водопровода, критерием которого был взят размер 1,5 мм и менее.

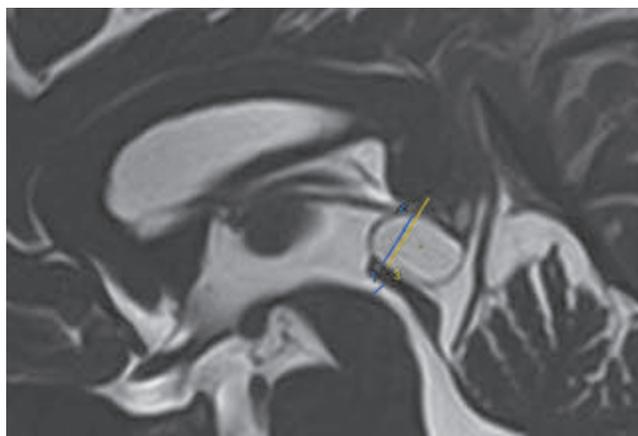


Рис. 6. Пример измерений у пациента с крупной кистой эпифиза: 1 — измерение ширины просвета водопровода; 2 — толщина кисты; 3 — расстояние от валика мозолистого тела до пластинки четверохолмия

Fig. 6. An example of measurements in a patient with a large pineal cyst: 1 — measurement of the aqueduct width; 2 — cyst thickness; 3 — the distance from the splenium of the corpus callosum to the quadrigeminal plate

Также визуализируется сглаженность контуров тектальной пластинки, что свидетельствует в пользу умеренной компрессии.

На основании рассчитанных таламического коэффициента (Talamic ADC Ratio) и пластинчато-валико-кистозного коэффициента (tectum-splenium-cyst ratio) всем пациентам с различными по размерам кистами эпифиза была присвоена категория от 1 до 4, что отражает степень риска центральной венозной гипертензии (по классификации Р.К. Eide). Категории на основании числовых значений коэффициентов представлены в табл. 1.

Результаты. На основе неврологического осмотра все испытуемые были компенсированы по витальным функциям и не имели общемозговой и/или очаговой неврологической симптоматики.

Из 48 добровольцев у 32 были выявлены различные варианты кистозной трансформации эпифиза. Гендерное распределение было смещено в сторону лиц женского пола во всех группах.

Отчетливо меньший средний возраст был отмечен в группе мужчин с крупнокистозной трансформацией эпифиза ($30,5 \pm 12,2$ года), максимальный средний возраст — в группе мужчин без морфологических изменений эпифиза ($46 \pm 13,1$ года). В остальных группах средний возраст существенно не отличался.

В группе с крупными кистами на основе предложенной морфологической классификации кистозной трансформации эпифиза (Sirin S., 2016), из 16 человек у 11 была выставлена категория 4с, где 4 — это мультикистозная шишковидная железа с увеличением размеров и смещением края, с — размер кисты более 10 мм. 4 добровольцам была присвоена категория 3с, где 3 — это мультикистозная шишковидная железа с увеличением размеров и без смещения края.

В группе с мелкими кистами из 16 человек 9 была присвоена степень 1а, 6 — степень 2а, одному — степень 4b.

Таблица 1
Степень выраженности МР-признаков центральной венозной гипертензии

Table 1
Severity of MR signs of central venous hypertension

| Категории | МР-маркеры центральной венозной гипертензии |
|-----------------------|--|
| Категория 1 (Grade 1) | Tectum-splenium-cyst ratio = 0,9 Talamic ADC Ratio = 1,01 |
| Категория 2 (Grade 2) | Tectum-splenium-cyst ratio > 0,9 Talamic ADC Ratio = 1,01 |
| Категория 3 (Grade 3) | Tectum-splenium-cyst ratio = 0,9 Talamic ADC Ratio > 1,01 |
| Категория 4 (Grade 4) | Tectum-splenium-cyst ratio > 0,9 Talamic ADC Ratio > 1,01 |

Средняя толщина эпифиза в группе без кистозной трансформации составил 4,13 мм, в группе с кистой менее 10 мм — 4,71 мм, а с крупными кистами — 8,06 мм.

По результатам выставленных степеней от 1 до 4 на основании полученных коэффициентов tectum-splenium-cyst и коэффициента ADC выявлено, что в группе добровольцев с кистами более 10 мм в группы повышенного риска развития центральной венозной гипертензии (категория 3 и 4) попали 8 из 15 человек. Данные полученных исследований представлены в табл. 2.

В группе с крупными кистами эпифиза более 10 мм на основании посчитанных коэффициентов и выставленных категорий, было выявлено 8 человек с категорией 3 и 4, что составляет 50% этой группы. Интересно, что только в данной группе были пациенты с 4 категорией, которые по результатам осмотра невролога предъявляли жалобы на частые головные боли и головокружения. Ни

Таблица 2

Выявленные при МРТ изменения у пациентов с различными вариантами кист эпифиза

Table 2

Changes detected by MRI in patients with various types of pineal cysts

| Группа пациентов | Количество пациентов, чел. | Средний возраст, лет | Признаки стеноза водопровода, чел. | Признаки сдавления тектальной пластинки, чел. | Категория (3, 4), чел. |
|--|----------------------------|----------------------|------------------------------------|---|-------------------------------------|
| С крупной кистой эпифиза (более 10 мм) | 16 | 31,25 | 8 | 1 | 8, из которых 2 имели 4 категорию |
| С мелкой кистой эпифиза (менее 10 мм) | 16 | 37 | 0 | 0 | 2, из которых все имели 3 категорию |
| Без кисты эпифиза | 16 | 43 | 0 | 0 | 6, из которых все имели 3 категорию |

у одного из пациентов не было выявлено признаков окклюзионной гидроцефалии, хотя у 8 человек определялся не критический стеноз водопровода (1,5 мм и менее). Надо отметить, что пациенты с 4 категорией имели самый узкий просвет водопровода (1,1–1,2 мм). Средняя толщина кисты в этой группе составила 8,06 мм, а среднее расстояние от валика мозолистого тела до тектальной пластинки было наибольшим (10,32 мм) в сравнении с другими группами (7,88 мм во второй и 8,38 мм в третьей).

Во второй группе у лиц с кистой эпифиза менее 10 мм признаков стеноза водопровода и компрессии тектальной пластинки выявлено не было. Однако двум обследуемым выставлена 3 категория на основании Thalamus ADC Ratio более чем 1,01.

В третьей группе контроля, у лиц без кисты эпифиза, также не выявлено признаков стеноза водопровода и компрессии тектальной пластинки, однако 3 категория выставлена 8 добровольцам, что может быть связано с иными причинами нарушения венозного оттока.

Обсуждение. Эпифиз, или шишковидная железа, являясь самостоятельным нейроэндокринным органом, считается одним из самых неизведанных структур головного мозга, входя в состав эпифиза — самой дорсальной части промежуточного мозга. Интерес к этой железе и вырабатываемому ею гормону мелатонину повышается с каждым годом, о чем свидетельствует увеличивающееся количество статей и публикаций на эту тему [24, с. 1692].

Теорий развития кист несколько, среди них выделяют незаращение дивертикула шишковидного тела во время эмбриогенеза, вторичный характер развития кисты на фоне дегенерации, ишемических изменений, глистной инвазии, кровоизлияния [15, с. 113]. На основе генетического исследования, проведенного в 2021 г., был определен список мутаций в 15 генах, которые в основном участвуют в эпигенетической регуляции развития эпифиза, что дает понимание возможного генетического происхождения кисты [24, с. 1697].

На основании проведенного исследования выявлены особенности МР-семиотики строения пинеальной области у лиц с различными вариантами строения эпифиза. Показано, что лица с крупными

кистами имеют в среднем большее расстояние от валика мозолистого тела до тектальной пластинки в сравнении с контрольной и группой с мелкой кистой, при этом данных о норме этого расстояния в литературе не найдено. При выявлении крупной кисты эпифиза измерение этого расстояния может стать одним из дифференциально-диагностических критериев для понимания врожденного характера кисты либо кистовидной опухоли эпифиза (пинеоцитомы). Также у лиц с крупными кистами эпифиза чаще встречались признаки сужения просвета водопровода и более высокие категории (3 и 4), что говорит в пользу повышенного риска развития центральной венозной гипертензии и окклюзионной гидроцефалии при дальнейшем росте кисты.

Заключение. На основании проведенного исследования показано, что наличие кисты эпифиза является частой находкой при МРТ. Крупная киста эпифиза встречается у пациентов более молодого возраста, а наличие у них сужения водопровода и повышенной категории риска центральной венозной гипертензии может обуславливать клинические проявления в виде головных болей, головокружений и нарушений сна.

Надо отметить, что в ряде случаев (31%) у лиц без кист или с мелкой кистой могут выявляться МР-паттерны венозной гипертензии по данным DWI ИП, что, вероятно, может быть обусловлено анатомически более узким расстоянием между тектальной пластинкой, телом железы и валиком мозолистого тела, или иными причинами. Необходимо заметить, что все эти пациенты не предъявляли никаких жалоб при неврологическом осмотре.

Использование расширенного протокола с включением трехмерной импульсной последовательности SSFP (FIESTA) при наличии крупной кисты эпифиза позволяет более детально рассмотреть структуру эпифиза, сделать более точные измерения размеров кисты, рассмотреть особенности ее стенки.

При предъявлении пациентами жалоб, указывающих на центральную венозную гипертензию, выставление категории на основании DWI и SSFP является дополнительным МР-критерием, который косвенно отражает степень воздействия кисты эпифиза на прилежащие структуры к пинеальной области.

Эти пациенты требуют динамического наблюдения с повторным дополнительным обследованием невролога на наличие скрытых признаков нарушения венозного оттока и возможного воздействия на пластинку четверохолмия. Требуется дополнительное

изучение нейропсихологических и лабораторных данных всех групп, учет которых позволит обнаружить различия личностных, нейропсихологических характеристик, а также возможное наличие нарушения обмена мелатонина.

Сведения об авторах:

Шилова Анастасия Витальевна — врач-рентгенолог рентгеновского отделения федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии имени В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, д. 3; e-mail: stasya.pari@gmail.com; ORCID 0000-0001-5413-9460;

Ананьева Наталья Исаевна — доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии имени В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, д. 3; 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9; e-mail: ananieva_n@mail.ru; ORCID 0000-0002-7087-0437;

Лукина Лариса Викторовна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, руководитель отделения нейровизуализационных исследований федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии имени В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, д. 3; e-mail: larisalu@yandex.ru; ORCID 0000-0001-8500-7268.

Information about the authors:

Anastasia V. Shilova — radiologist of the radiological department V.M.Bekhterev National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology; 192019, St. Petersburg, Bekhtereva st., 3. e-mail: stasya.pari@gmail.com; ORCID 0000-0001-5413-9460;

Natalia I. Ananieva — Dr. of Sci. (Med.), professor, Head of the radiological Department V.M.Bekhterev National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology; 192019, St. Petersburg, Bekhtereva st., 3. e-mail: ananieva_n@mail.ru; ORCID 0000-0002-7087-0437;

Larisa V. Lukina — Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher V.M.Bekhterev National Medical Research Center of psychiatry and neurology, 192019, St. Petersburg, Bekhtereva st., 3. e-mail: larisalu@yandex.ru; ORCID 0000-0001-8500-7268.

Вклад авторов: Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: концепция и план исследования — *Н.И. Ананьева, Л.В. Лукина*; сбор и математический анализ данных — *А.В. Шилова*; подготовка рукописи — *А.В. Шилова, Л.В. Лукина, Н.И. Ананьева*.

Authors' contributions. All authors met the ICMJE authorship criteria. Special contribution: *NA, LVL* aided in the concept and plan of the study; *AVSh* provided collection and mathematical analysis of data; *AVSh, LVL, NA* preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure: The author declares no conflict of interest.

Соответствие принципам этики: все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование одобрено этическим комитетом ФГБУ НМИЦ ПИИ им. В. М. Бехтерева Минздрава России, протокол № 8 от 21.07.2020 г.

Adherence to ethical standards. All patients gave written informed consent to participate in the study. The study was approved by the Ethics Committee of the Federal State Budgetary Institution NMHC PiN named after V.M.Bekhterev of the Ministry of Health of the Russian Federation, Protocol No. 8 of 21.07.2020.

Поступила в редакцию/Received: 05.07.2022

Принята к печати/ Accepted: 26.08.2022

Опубликована/ Published: 30.09.2022

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Ананьева Н.И., Ежова Р.В., Гальсман И.Е., Давлетханова М.А., Ростовцева Т.М., Стулов И.К., Вассерман Л.И., Шмелева Л.М., Чуйкова А.В., Сорокина А.В., Иванов М.В. Гиппокамп: лучевая анатомия, варианты строения // *Лучевая диагностика и терапия*. 2015. № 1. С. 39–44. Anan yeva N.I., Yezhova R.V., Gal sman I.Ye., Davletkhanova M.A., Rostovtseva T.M., Stulov I.K., Vasserman L.I., Shmeleva L.M., Chuykova A.V., Sorokina A.V., Ivanov M.V. Gippokamp: luc-hevaya anatomiya, varyanty stroeniya // *Luchevaya diagnostika i terapiya*. 2015. No. 1. S. 39–44 [Ananyeva N.I., Ezhova R.V., Galsman I.E., Davlethanova M.A., Rostovtseva T.M., Stulov I.K., Vasserman L.I., Shmeleva L.M., Chuiikova A.V., Sorokina A.V., Ivanov M.V. Hippocampus: MRI anatomy, structural variants. *Diagnostic radiology and radiotherapy*, 2015, No. 1, pp. 39–44 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2015-1-39-44>.
- Незnanов Н.Г., Ананьева Н.И., Залуцкая Н.М., Андреев Е.В., Ахмерова Л.Р., Ежова Р.В., Саломатина Т.А., Стулов И.К. Нейровизуализация гиппокампа: роль в диагностике болезни Альцгеймера на ранней стадии // *Обзорение психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева*. 2018. № 4. С. 3–11. Neznanov N.G., Ananyeva N.I., Zalutskaya N.M., Andreyev Ye.V., Akhmerova L.R., Yezhova R.V., Salomatina T.A., Stulov I.K. Neuroviziualizatsiya gippokampa: rol v diagnostike bolezni Al'tsgeymera na ranney stadii // *Obozreniye psikhiiatrii i meditsinskoj psikhologii imeni V.M. Bekhtereva*. 2018. No. 4. S. 3–11. [Neznanov N.G., Ananyeva N.I., Zalutskaya N.N., Andreev E.V., Akhmerova L.R., Ezhova R.V., Salomatina T.A., Stulov I.K. Neuroviziualisation of the hippocampus: role in diadnostic of the early Alzheimer disease. *V.M.Bekhterev review of psychiatry and medical psychology*, 2018, No. 4, pp. 3–11 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.31363/2313-7053-2018-4-3-11>.
- Kennaway D.J. A critical review of melatonin assays: Past and present // *Journal Pineal Research*. 2019. Vol. 1. e12572. doi: 10.1111/jpi.12572.
- Damaty E.A., Fleck S., Matthes M., Baldauf J., Schroeder H.W. Pineal Cyst without hydrocephalus: clinical presentation and postoperative clinical course after infratentorial supracerebellar resection // *World neurosurgery*. 2019. Vol. 129. e530–e537. doi: 10.1016/j.wneu.2019.05.200.
- Гайкова О.Н., Ананьева Н.И., Забродская Ю.М. Морфологические проявления общепатологических процессов в нервной системе. СПб., 2015. 158 с. Gaykova O.N., Anan yeva N.I., Zabrodskaya Yu.M. *Morfologicheskiye proyavleniya obshchepatologicheskikh protsessov v nervnoy sisteme*. SPb., 2015. 158 s. [Gaykova O.N., Ananyeva N.I., Zabrodskaya Yu.M. *Morphological manifestations of all-pathological processes in nervous system*. St. Petersburg, 2015. 158 p. (In Russ.)].
- Eide P.K., Pripp A.H., Ringstad G.A. Magnetic resonance imaging biomarkers indicate a central venous hypertension syndrome in patients with symptomatic pineal cysts // *Journal of the Neurological Sciences*. 2016. Vol. 363. P. 207–216. doi: 10.1016/j.jns.2016.02.038.
- Eide P.K., Ringstad G. Increased pulsatile intracranial pressure in patients with symptomatic pineal cysts and magnetic resonance imaging biomarkers indicative of central venous hypertension // *Journal of the Neurological Sciences*. 2016. Vol. 367. P. 247–255. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2016.06.028>.
- Bezuidenhout A.F., Kasper E.M., Baledent O., Rojas R., Bhadelia R.A. Relationship between pineal cyst size and aqueductal CSF flow measured by phase contrast MRI // *Journal of Neurosurgical Sciences*. 2018. Vol. 65. P. 63–68. doi: 10.23736/S0390-5616.18.04258-3.
- Nieuwenhuys R., Voogd J., Huijzen C. Diencephalon: Introduction and Epithalamus // *The human central nervous system*. 2008. P. 247–251. doi: 10.1007/978-3-540-34686-9.
- Westphal M., Emami P. Pineal lesions: a multidisciplinary challenge // *Advances and technical standards in neurosurgery*. 2015. Vol. 42. P. 79–102. doi: 10.1007/978-3-319-09066-5_5.

11. Gheban B.A., Rosca I.A., Crisan M. The morphological and functional characteristics of the pineal gland // *Medicine and pharmacy reports*. 2019. Vol. 92. P. 226. doi: 10.15386/mpr-1235.
12. Gheban B.A., Colosi H.A., Gheban-Rosca I.A., Pop B., Domşa A.T., Georgiu C., Gheban D., Crişan D., Crişan M. Age-related changes of the pineal gland in humans: a digital anatomo-histological morphometric study on autopsy cases with comparison to predigital-era studies // *Medicina*. 2021. Vol. 57. P. 383. doi: 10.3390/medicina57040383.
13. Горбачев В.И., Брагина Н.В. Гематоэнцефалический барьер с позиции анестезиолога-реаниматолога. Обзор литературы. Часть 1 // *Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова*. 2020. № 3. С. 35–45. Gorbachev V.I., Bragina N.V. Gematoentsefalicheskiy bar yer s pozitsii anesteziologa-reanimatologa. Obzor literatury. Chast 1 // *Vestnik intensivnoy terapii imeni A. I. Saltanova*. 2020. No. 3. S. 35–45. [Gorbachev V.I., Bragina N.V. Blood-brain barrier from the point of view of anesthesiologist. Review. Part 1. *Annals of Critical Care*, 2020, No. 3, pp. 35–45 (In Russ.)]. doi: 10.21320/1818-474X-2020-3-35-45.
14. Tan D.X., Manchester L.C., Reiter R.J. CSF generation by pineal gland results in a robust melatonin circadian rhythm in the third ventricle as an unique light/dark signal // *Medical hypotheses*. 2016. Vol. 86. P. 3–9. doi: 10.1016/j.mehy.2015.11.018.
15. Abramov I.T., Pitskhelauri D.I., Serova N.K. Pineal cyst // *Voprosy neirokhirurgii imeni N.N. Burdenko*. 2017. Vol. 81. P. 113–120. doi: 10.17116/neiro2017814113-120.
16. Tan D.X., Xu B., Zhou X., Reiter R.J. Pineal calcification, melatonin production, aging, associated health consequences and rejuvenation of the pineal gland // *Molecules*. 2018. Vol. 23. P. 301. doi: 10.3390/molecules23020301.
17. Takahashi T., Nakamura M., Sasabayashi D., Nishikawa Y., Takayanagi Y., Nishiyama S., Higuchi Y., Furuichi A., Kido M., Noguchi K., Suzuki M. Reduced pineal gland volume across the stages of schizophrenia // *Schizophrenia Research*. 2019. Vol. 206. P. 163–170. doi: 10.1016/j.schres.2018.11.032.
18. Takahashi T., Sasabayashi D., Yücel M., Whittle S., Lorenzetti V., Walterfang M., Suzuki M., Pantelis C., Malhi G.S., Allen N.B. Pineal gland volume in major depressive and bipolar disorders // *Frontiers in Psychiatry*. 2020. Vol. 11. P. 450. doi: 10.3389/fpsy.2020.00450.
19. Matsuoka T., Imai A., Fujimoto H., Kato Y., Shibata K., Nakamura K., Yokota H., Yamada K., Narumoto J. Reduced pineal volume in alzheimer disease: a retrospective cross-sectional MR imaging study // *Radiology*. 2018. Vol. 286. P. 239–248. doi: 10.1148/radiol.2017170188.
20. Maruani A., Dumas G., Beggiano A., Traut N., Peyre H., Cohen-Freoua A., Amsellem F., Elmaleh M., Germanaud D., Launay J.M., Bourgeron T., Toro R., Delorme R. Morning plasma melatonin differences in Autism: beyond the impact of pineal gland volume // *Frontiers in psychiatry*. 2019. Vol. 10. P. 11. doi: 10.3389/fpsy.2019.00011.
21. Bosnjak J., Butkovic S.S., Miskov S., Coric L., Jadrijevic-Tomas A., Mejaski-Bosnjak V. Epilepsy in patients with pineal gland cyst. // *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2018. Vol. 165. P. 72–75. doi: 10.1016/j.clineuro.2017.12.025.
22. Jussila M.P., Olsén P., Salokorpi N., Suo-Palosaari M. Follow-up of pineal cysts in children: is it necessary? // *Neuroradiology*. 2017. Vol. 59. P. 1265–1273. doi: 10.1007/s00234-017-1926-8.
23. Sirin S., de Jong M.C., Galluzzi P., Maeder P., Brisse H.J., Castelijns J.A., de Graaf P., Goericke S.L. MRI-based assessment of the pineal gland in a large population of children aged 0–5 years and comparison with pineoblastoma: part II, the cystic gland // *Neuroradiology*. 2016. Vol. 58. P. 713–721. doi: 10.1007/s00234-016-1683-0.
24. Yan Y., Martinez R., Rasheed M.N., Cahal J., Xu Z., Rui Y., Qualmann K.J., Hagan J.P., Kim D.H. Germline and somatic mutations in the pathology of pineal cyst: A whole-exome sequencing study of 93 individuals // *Molecular Genetics & Genomic Medicine*. 2021. Vol. 9. e1691. doi: 10.1002/mgg3.1691.

Открыта подписка на 1-е полугодие 2023 года.

Подписной индекс:

Объединенный каталог «Пресса России» **42177**