



Оригинальные работы / Original papers

© ① Коллектив авторов, 2025  
УДК 616.432-006.55-089-073.756.8  
<https://doi.org/10.24884/1607-4181-2025-32-3-53-60>

**М. Ю. Курнухина\*, В. Ю. Черебилло, А. Е. Борисов, Г. В. Гаврилов, В. Н. Очколяс**

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова  
197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8

## КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ ПРЕДОПЕРАЦИОННОЙ МР-ОЦЕНКОЙ КОНСИСТЕНЦИИ АДЕНОМЫ ГИПОФИЗА И ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ КАРТИНОЙ ПРИ ТРАНССФЕНОИДАЛЬНОМ УДАЛЕНИИ

Поступила в редакцию 15.05.2025 г.; принята к печати 03.10.2025 г.

### Резюме

**Цель** — выявить предоперационные нейровизуализационные параметры, прогнозирующие консистенцию adenomы гипофиза интраоперационно и определяющие дальнейшую тактику лечения.

**Методы и материалы.** Проведено клиническое исследование 75 больных с гистологически подтвержденным диагнозом adenomы гипофиза. Средний возраст  $51,3 \pm 14,8$  лет, медиана составила 52 (37/65) года. Предоперационно постановка диагноза основывалась на клинико-лабораторных данных, результатах нейровизуализационных методов исследования. В исследовании осуществлен анализ нейровизуализационных предикторов консистенции adenомы в дооперационном периоде, с последующим подтверждением интраоперационно. Интраоперационная интерпретация плотности опухоли основывалась на классификации M. J. Rutkowski (2020).

**Результаты.** Для всех исследуемых пациентов был применен транссфеноидальный доступ с эндоскопической ассистенцией. Радикальное удаление выполнено в 89,3 % случаев ( $N = 67$ ), субтотальное удаление — у 10,7 % ( $N = 8$ ). У всех субтотально оперированных пациентов через 3–6 месяцев при контроле МРТ наблюдался продолженный рост опухоли, что у ряда пациентов потребовало в дальнейшем выполнения повторного транссфеноидального удаления процедива (у 9,4 %), а в 1,3 % — транскраниального удаления (через латеральный супраорбитальный доступ). Корреляции с гистологическими подтипами опухоли и уровнем Ki-67 не отмечено. При анализе интраоперационно преимущественно встречалась мягкая консистенция adenомы гипофиза (74,7 %), средняя и плотная консистенция — реже (10,7 и 13,3 % соответственно). T1-изотенсивный сигнал может являться предиктором интраоперационно более мягкой плотности adenомы гипофиза ( $r = 0,383$ ;  $p = 0,02$ ). Гиперинтенсивность T2-сигнала только в сочетании с повышенными значениями маркеров гипокоагуляции (ГТВ и МНО) может свидетельствовать о мягкой плотности adenомы гипофиза ( $p < 0,04$ ).

**Выводы.** Прогнозирование консистенции опухоли на предоперационном этапе является важным фактором в планировании хирургической тактики, но не единственным. Прогноз плотной структуры опухоли в сочетании с оценкой ее инвазивности — латероселлярного роста в кавернозный синус (Knosp 3–4), супраселлярным распространением в структуры гипоталамуса, желудочковую систему (Hardy 3–4), могут предоперационно свидетельствовать о высокой вероятности продолженного роста, целесообразности транскраниального удаления опухоли, сроках контрольных дообследований, необходимости радиохирургического лечения.

**Ключевые слова:** adenомы гипофиза, консистенция adenомы, предоперационная оценка, МР-оценка, транссфеноидальная хирургия

**Для цитирования:** Курнухина М. Ю., Черебилло В. Ю., Борисов А. Е., Гаврилов Г. В., Очколяс В. Н. Корреляция между предоперационной МР-оценкой консистенции adenомы гипофиза и интраоперационной картиной при транссфеноидальном удалении. Ученые записки ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. 2025;32(3):53–60. <https://doi.org/10.24884/1607-4181-2025-32-3-53-60>.

\* **Автор для связи:** Мария Юрьевна Курнухина, ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова Минздрава России, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8. E-mail: al-mary@mail.ru.

**Mariya Yu. Kurnukhina\*, Vladislav Yu. Cherebillo, Alexandr E. Borisov, Gaspar V. Gavrilov, Vladislav N. Ochkolyas**

Pavlov University  
6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, Russia, 197022

## **CORRELATION BETWEEN THE PREOPERATIVE MR-ASSESSMENT OF THE PITUITARY ADENOMA'S CONSISTENCY AND THE INTRAOPERATIVE CONDITION DURING TRANSSPHENOIDAL REMOVAL**

Received 15.05.2025; accepted 03.10.2025

**The objective** was to identify preoperative neuroimaging parameters that predict the consistency of pituitary adenoma intraoperatively and determine further treatment tactics.

**Material and methods.** A clinical study of 75 patients with a histologically confirmed diagnosis of pituitary adenoma was conducted. The average age was  $51.3 \pm 14.8$  years, the median was 52 (37/65) years. Preoperative diagnosis was based on clinical and laboratory data, the results of neuroimaging research methods. The study analyzed neuroimaging predictors of adenoma consistency in the preoperative period, with subsequent confirmation intraoperatively. Intraoperative interpretation of tumor density was based on the classification of Rutkowski M.J. (2020).

**Results.** Transsphenoidal access with endoscopic assistance was used for all the studied patients. Radical removal was performed in 89.3 % of cases (N = 67), subtotal removal in 10.7 % (N = 8). In all subtotal operated patients, after 3 – 6 months, continued tumor growth was observed in MRI monitoring, which in a number of patients required repeated transsphenoidal removal of the sac (in 9.4 %), and in 1.3 % – transcranial removal (through lateral supraorbital access). There was no correlation with histological subtypes of the tumor and the level of ki-67. During the intraoperative analysis, the soft consistency of pituitary adenoma was predominantly found (74.7 %), medium and dense consistency was less common (10.7 and 13.3 %, respectively). T1-isotensive signal may be a predictor of intraoperatively milder pituitary adenoma density ( $r = 0.383$ ;  $p = 0.02$ ). Hyperintensity of the T2 signal only in combination with elevated values of hypocoagulation markers (PTT and INR) may indicate a soft density of pituitary adenoma ( $p < 0.04$ ).

**Conclusions.** Predicting tumor consistency at the preoperative stage is an important factor in planning surgical tactics, but not the only one. The prognosis of a dense tumor structure combined with an assessment of its invasiveness – laterosellar growth into the cavernous sinus (Knosp 3 – 4), suprasellar spread into the structures of the hypothalamus, ventricular system (Hardy 3 – 4), may preoperatively indicate a high probability of continued growth, the expediency of transcranial removal of the tumor, the timing of follow-up examinations, the need for radiosurgical treatment.

**Keywords:** pituitary adenomas, adenoma consistency, preoperative assessment, MR assessment, transsphenoidal surgery

**For citation:** Kurnukhina M. Yu., Cherebillo V. Yu., Borisov A. E., Gavrilov G. V., Ochkolyas V. N. Correlation between the preoperative MR-assessment of the pituitary adenoma's consistency and the intraoperative condition during transsphenoidal removal. *The Scientific Notes of Pavlov University*. 2025;32(3):53 – 60. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/1607-4181-2025-32-3-53-60>.

\* **Corresponding author:** Mariya Yu. Kurnukhina, Pavlov University, 6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, 197022, Russia. E-mail: al-mary@mail.ru.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Аденомы гипофиза являются одними из наиболее частых доброкачественных внутричерепных новообразований, на долю которых приходится примерно 15 – 20 % опухолей головного мозга [1, 2]. Частота встречаемости данных образований составляет 68 – 115 случаев на 100 тыс. человек [3, 4].

Аденомы гипофиза отличает не только доброкачественность их природы, но и преимущественно медленногрессирующее течение опухолевого роста. Продолженный рост аденомы сопровождается неврологическими, офтальмологическими, эндокринными нарушениями, что зачастую является причиной обращения пациентов за медицинской помощью [5 – 7].

Применение хирургического метода лечения у данных пациентов является значимой проблемой современной нейрохирургии в связи с вовлечением в патологический процесс важнейших анатомических структур, что обуславливает сложность радикального удаления аденомы при минимальном количестве осложнений [5, 7].

Согласно современным данным мировой литературы факторами, определяющими выбор хирургического доступа для удаления аденомы гипофиза, степень радикальности хирургии, являются размер опухоли, инвазивность и ее консистенция [8 – 13].

В настоящее время транссфеноидальный доступ является «золотым стандартом» для удаления большинства опухолей гипофиза [14].

Высокая частота продолженного роста аденом гипофиза в послеоперационном периоде часто обусловлена инвазией в кавернозный синус, что создает затруднения тотального удаления стандартным транссфеноидальным доступом (в 40 % случаев) [7, 14 – 15].

В большинстве случаев аденомы гипофиза – это опухоли мягкой консистенции, что облегчает их удаление, увеличивает радикальность резекции, возможность применения транссфеноидального доступа. Однако по данным мировой литературы у 10 – 15 % пациентов опухоли имеют плотную консистенцию [12, 16 – 17].

Зачастую сложность тотального удаления таким хирургическим доступом обосновывается более

плотной консистенцией новообразования у ка-вернозного синуса и невозможности ее визуализации [16].

Таким образом, к ведущему морфологическому фактору, влияющему на хирургическую тактику, выбор хирургического доступа, тотальность удаления, относят именно консистенцию аденомы гипофиза.

Стремление к улучшению результатов хирургического лечения привело к возрастанию исследований, посвященных изучению плотности опухоли еще на предоперационном этапе, путем анализа клинических, лабораторных и нейровизуализационных параметров.

Подвергая детальному анализу результаты различных мировых исследований, посвященных факторам прогнозирования плотности опухоли, обнаружено, что оценка консистенции опухоли по МР-данным носит противоречивый характер [2, 18–23].

**Цель** настоящего исследования – выявить предоперационные нейровизуализационные параметры, прогнозирующие консистенцию аденомы гипофиза и определяющие дальнейшую тактику лечения.

## МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В настоящее исследование было включено 75 больных (28 мужчин – 37,3%; 47 женщин – 62,7%; гендерное соотношение – 1:1,68), с гистологически подтвержденным диагнозом аденомы гипофиза. Средний возраст  $51,3 \pm 14,8$  лет, медиана составила 52 (37/65) года.

Предоперационно постановка диагноза основывалась на клинико-лабораторных данных, результатах нейровизуализационных методов исследования.

Среди лабораторных данных были изучены изменения параметров гормональной активности (путем оценки значений пролактина, кортизола, ТТГ, Т4, АКТГ, ИФР-1, СТГ, ЛГ, ФСГ, эстрadiола) и коагулограммы.

Из нейровизуализационных методов исследований использована МРТ хиазмально-сellarной области с в/в контрастированием 1,5–3 Тесла, с оценкой режимов T1, T2.

В исследовании осуществлен анализ нейровизуализационных предикторов консистенции аденомы в дооперационном периоде, с последующим подтверждением интраоперационно.

Интраоперационная интерпретация плотности опухоли основывалась на одной из современных классификаций, предложенной M. J. Rutkowski et al. в 2020 г. [17]. Согласно данной классификации выделяют 5 степеней плотности аденомы гипофиза: Grade I – кистозная консистенция (опухоль представлена жидкостным содержимым);

Grade II – мягкая консистенция (аденома легко удаляется аспиратором);

Grade III – средняя консистенция (частично удаляется аспиратором, дополнительно требуется высабливание или механическое удаление; легко выходит из супрасellarного пространства);

Grade IV – плотная консистенция (не удаляется аспиратором, высабливанием или механическим воздействием; опухоль с трудом выходит из супрасellarного пространства; требуется экстракапсулярная техника);

Grade V – кальцифицированная аденома (чрезвычайно твердая опухоль; не поддается удалению кюреткой, требуется иссечение или удаление цельным блоком).

Интраоперационно выполнена оценка такой морфологической характеристики, как васкуляризация опухоли (слабо-/ средне-/ обильноваскуляризируемая аденома).

Степень радикальности операции оценивалась интраоперационно, с последующим подтверждением через 3–6 месяцев после оперативного лечения по данным контрольной МРТ хиазмально-сellarной области с в/в контрастированием.

Результаты исследования были оценены в программе SPSS Statistics 27.0 на нормальность распределения тестом Колмогорова – Смирнова и подвергнуты статистическому анализу с помощью параметрических и непараметрических методов: для качественных переменных –  $\chi^2$  Пирсона; для количественных – W-критерий Уилкоксона и Т-критерий Стьюдента. В исследовании выполнены корреляционные анализы (г) Спирмена (в случае ненормального распределения переменных) и Пирсона (при нормальном распределении переменных). Дополнительно применен мультифакторный дисперсионный анализ (MANOVA). Критический уровень достоверности нулевой статистической гипотезы (об отсутствии различий и влияний;  $p$ ) принимали – 0,05 [24].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для всех исследуемых пациентов был применен транссфеноидальный доступ с эндоскопической ассистенцией. Радикальное удаление выполнено в 89,3% случаев ( $N=67$ ), субтотальное удаление – у 10,7% ( $N=8$ ). У всех субтотально оперированных пациентов через 3–6 месяцев при контроле МРТ наблюдался продолженный рост опухоли, что у ряда пациентов потребовало в дальнейшем выполнения повторного транссфеноидального удаления процедива (у 9,4%), а в 1,3% – транскраниального удаления (через латеральный супраорбитальный доступ). Корреляции с гистологическими подтипами опухоли и уровнем ki-67 не отмечено.

Согласно интраоперационной оценке плотности аденомы гипофиза по M. J. Rutkowski et al. (2020), среди исследуемых пациентов встречались 4 степени консистенции: Grade I – 1,3%, Grade II – 74,7%, Grade III – 10,7%, Grade IV – 13,3%. Таким образом, преимущественно встречается мягкая консистенция аденомы гипофиза (74,7%), средняя и плотная консистенция – реже (10,7% и 13,3% соответственно). Значимая статистическая

Таблица 1

## Взаимосвязь предоперационных данных режимов МРТ и интраоперационной плотности аденомы гипофиза

Table 1

## The relationship between preoperative data of MRI modes and intraoperative pituitary adenoma density

Плотность опухоли	Режим МРТ							
	Grade I		Grade II		Grade III		Grade IV	
	r	p	r	p	r	p	r	p
T1 гипер	0,282	0,139	-0,159	0,361	-0,169	0,332	0,393	0,119
T1 изо	0,487	0,258	0,383	0,02*	-0,193	0,267	-0,314	0,066
T1 гипо	0,174	0,126	-0,253	0,143	0,384	0,123	-0,077	0,858
T2 гипер	0,387	0,144	0,086	0,663	-0,302	0,119	0,236	0,227
T2 изо	0,634	0,366	-0,086	0,663	0,302	0,119	-0,236	0,227

\*  $p<0,05$  – статистически значимое различие.

Таблица 2

## Взаимосвязь предоперационных данных режимов МРТ и лабораторных значений гормонов

Table 2

## The relationship between preoperative data of MRI modes and laboratory hormone values

Секреция	Режим МРТ									
	ТТГ		СТГ		ИФР		Кортизол		АКТГ	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
T1 гипер	-0,094	0,67	0,224	0,317	0,201	0,439	-0,161	0,551	0,114	0,605
T1 изо	0,4	0,855	-0,134	0,552	-0,24	0,345	-0,483	0,058	-0,096	0,662
T1 гипо	0,064	0,773	-0,097	0,669	0,102	0,697	0,617	0,011*	-0,014	0,95
T2 гипер	-0,087	0,722	-0,066	0,769	-0,15	0,606	-0,055	0,851	-0,227	0,365
T2 изо	0,087	0,722	0,066	0,769	0,151	0,606	0,055	0,851	0,227	0,365

\*  $p<0,05$  – статистически значимое различие.

взаимосвязь плотности опухоли с частотой продолженного роста не обнаружена ( $p>0,05$ ).

При анализе взаимосвязи консистенции аденомы гипофиза с различными МР-режимами (табл. 1): у пациентов с T1-изотенсивным сигналом интраоперационно обнаружена более мягкая плотность аденомы гипофиза ( $r=383$ ;  $p=0,02$ ). Взаимосвязь плотности аденомы гипофиза и предоперационных параметров T2-режимов не была обнаружена ( $p>0,05$ ).

Интраоперационно были отмечены различные степени васкуляризации опухоли: слабоваскуляризированными опухоли были у 25,3 % пациентов, средневаскуляризированными – 66,7 %, обильноваскуляризированными – 6,7 %.

Взаимосвязи с интенсивностью МР-сигнала по предоперационной МРТ и васкуляризацией новообразования обнаружено не было ( $p>0,05$ ).

При оценке гормональной активности у исследуемых пациентов преимущественно наблюдались несекретирующие аденомы – 70,7 %. СТГ-секретирующей аденомой обладали 20 % пациентов, АКТГ-секретирующей – 9,3 %. Несмотря на отсутствие значимой корреляции параметров раз-

личных МР-режимов с типом секреции ( $p>0,05$ ), выявлена связь значений кортизола и T1-режимом МРТ. Более высокие значения кортизола (табл. 2) были обнаружены у пациентов с гипоинтенсивным сигналом T1 ( $r=0,617$ ;  $p=0,011$ ).

Анализ лабораторных изменений коагулограммы с режимами МРТ привел к выявлению следующих значимых взаимосвязей: среди пациентов с T2-ВИ гиперинтенсивным сигналом отмечались более высокие значения протромбинового времени ( $r=0,562$ ;  $p=0,005$ ) и МНО ( $r=0,59$ ;  $p=0,004$ ).

При дополнительном сопоставлении показателей коагулограммы и интраоперационной плотности опухоли обнаружено: при более высоких предоперационных значениях ПТВ и МНО интраоперационно фиксировались более мягкие аденомы гипофиза ( $p<0,05$ ).

Это подтверждает значимость различных звеньев гемостаза в росте опухоли, инвазии, неоангиогенезе. Опухолевые клетки могут непосредственно продуцировать различные прокоагулянты, которые активируют свертывание крови. Активируется прокоагулянтное звено системы гемостаза за счет образования рецептора фактора V,

Таблица 3

## Взаимосвязь предоперационных данных режимов МРТ и интраоперационной плотности аденомы гипофиза

Table 3

## The relationship between preoperative data of MRI modes and intraoperative pituitary adenoma density

Коагулограмма/ плотность	Grade I		Grade II		Grade III		Grade IV	
	г	р	г	р	г	р	г	р
ПТВ	0,035	0,794	0,472	<0,001*	0,312	0,016	-0,329	0,011*
ПТИ	-0,13	0,39	0,167	0,167	-	-	-0,442	0,030
МНО	0,119	0,373	0,484	<0,001*	-0,09	0,503	-0,251	0,048

\* p<0,05 – статистически значимое различие.

ускоряющего формирование протромбиназного комплекса. Клетки опухоли синтезируют прокоагулянт, сходный с фактором XIII (усиливает прочность фибрина).

Локальное отложение фибрина образует матрицу для роста опухоли и ангиогенеза.

Таким образом, гиперинтенсивный Т2-сигнал косвенно может свидетельствовать о повышенной гипокоагуляции аденомы гипофиза и, соответственно, о ее мягкой консистенции.

Таким образом, по данным нашего исследования – гиперинтенсивность Т2-сигнала лишь только в сочетании с повышенными значениями маркеров гипокоагуляции (ПТВ и МНО) может являться «предиктором» мягкой аденомы гипофиза.

Прогнозирование консистенции опухоли на предоперационном этапе является важным фактором в планировании хирургической тактики, но не единственным. Прогноз плотной структуры опухоли в сочетании с оценкой ее инвазивности – латероселлярного роста в кавернозный синус (Knosp 3–4), супраселлярным распространением в структуры гипоталамуса, желудочковую систему (Hardy 3–4), могут предоперационно свидетельствовать о высокой вероятности продолженного роста, целесообразности транскраниального удаления опухоли, сроках контрольных дообследований, необходимости радиохирургического лечения.

Исследование подобной комплексной оценки является перспективным и требует детального изучения.

В литературе описано множество попыток выявления плотности опухоли с помощью оценки различных МР-режимов, изменений при выполнении МРТ хиазмально-селлярной области с динамическим контрастированием.

Одни из первых исследований использования магнитно-резонансной томографии для определения консистенции аденом гипофиза были опубликованы R. B. Snow et al. в 1986 г. В его научном труде было высказано мнение, что изоинтенсивный сигнал опухоли на МР-изображениях в режиме Т2-ВИ характерен для фиброзных аденом [25].

Однако выводы последующих исследователей неоднозначны, и зачастую противоречат друг другу.

Так, B. Bahuleyan et al. (2006), Omar M. Mahmoud et al. (2011), Lu Yipinga et al. (2016) не обнаружили корреляций плотности опухоли с различными МРТ. Тем не менее, недостатком данных исследований являлись достаточно небольшие группы исследования [26–27].

A. K. Thotakuraa et al. (2017) изучая плотность опухоли у 100 пациентов с аденомой гипофиза также пришли к выводу достоверно предсказать консистенцию на основе МР-изображений в режиме Т2-ВИ [12].

В еще более современных же исследованиях X.-Y. Chen et al. (2020) при анализе 191 пациента доказал корреляцию соотношения интенсивности сигналов опухоли и ножки мозжечка на Т2-взвешенном изображении (коэффициент ТСТІ) [28].

D. Nie et al. (2022) описали, что наличие «мозаичного знака» на МР-изображениях в режиме Т2-ВИ может свидетельствовать о мягкой консистенции аденомы [29].

Противоречивость исследований, стремления нейрохирургов выявления плотности образований хиазмально-селлярной области привели к появлению нового метода нейровизуализации – МР-эластометрии гипофиза.

M. A. Green et al., S. A. Kruse et al. в 2008 г. впервые описали метод МР-эластометрии как динамический метод, основанный на МРТ и позволяющий определять распространение механически индуцированных S-волн (сдвиговых волн) через ткань гипофиза для расчета плотности новообразований [30–31].

В последние годы МР-эластометрия хиазмально-селлярной области получает все большее распространение в мире и является перспективным, клинически значимым нейровизуализационным методом исследования [32–33]. В настоящее время отсутствуют крупные клинические исследования, позволяющие доказать эффективность МР-эластометрии гипофиза как ключевого метода диагностики на предоперационном этапе для выбора хирургического доступа и дальнейшей тактики лечения.

Таким образом, существует необходимость в изучении эффективности и целесообразности применения МР-эластометрии гипофиза, а также внедрения результатов исследования в клиническую практику.

## ВЫВОДЫ

1. Т1-изотенсивный сигнал может являться предиктором интраоперационно более мягкой плотности аденомы гипофиза ( $r=0,383$ ;  $p=0,02$ ).

2. Гиперинтенсивность Т2-сигнала только в сочетании с повышенными значениями маркеров гипокоагуляции (ПТВ и МНО) может свидетельствовать о мягкой плотности аденомы гипофиза ( $p<0,04$ ).

Таким образом, прогнозирование консистенции опухоли на предоперационном этапе является важным фактором в планировании хирургической тактики, но не единственным. Прогноз плотной структуры опухоли в сочетании с оценкой ее инвазивности – латероселлярного роста в кавернозный синус (Knosp 3–4), супраселлярным распространением в структуры гипоталамуса, желудочковую систему (Hardy 3–4), могут предоперационно свидетельствовать о высокой вероятности продолженного роста, целесообразности транскраниального удаления опухоли, сроках контрольных дообследований, необходимости радиохирургического лечения.

## Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

## Conflict of interest

Authors declare no conflict of interest.

## Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

## Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ostrom Q. T., Cioffi G., Waite K. et al. CBTRUS Statistical Report: Primary Brain and Other Central Nervous System Tumors Diagnosed in the United States in 2014–2018 // Neuro-Oncology. – 2021. – Vol. 23. – P. iii1–iii105. <https://doi.org/10.1093/neuonc/noab200>.
2. Cancela A. A., Berrocal R. V., Pian H. et al. Clinical relevance of tumor consistency in pituitary adenoma // Hormones (Athens). – 2021. – Vol. 20, № 3. – P. 463–473. <https://doi.org/10.1007/s42000-021-00302-5>.
3. Jin G., Hao S., Xie J. et al. Collision tumors of the sella: coexistence of pituitary adenoma and craniopharyngioma in the sellar region // World Journal of Surgical Oncology. – 2013. – Vol. 7, № 11. – P. 178. <https://doi.org/10.1186/1477-7819-11-178>.
4. Banskota S., Adamson D. C. Pituitary Adenomas: From Diagnosis to Therapeutics // Biomedicines. – 2021. – Vol. 9, № 5. – P. 494. <https://doi.org/10.3390/biomedicines9050494>.
5. Калинин П. Л., Кадашев Б. А., Фомичев Д. В. и др. Хирургическое лечение аденом гипофиза // Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н. Н. Бурденко. – 2017. – Т. 81, № 1. – С. 95–107. <https://doi.org/10.17116/neiro201780795-107>.
6. Molitch M. E. Diagnosis and treatment of pituitary adenomas: a review // JAMA. – 2017. – Vol. 317, № 5. – P. 516–524. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.19699>.
7. Cappabianca P., Cavallo L. M., Colao A. et al. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach: outcome analysis of 100 consecutive procedures // Minimally Invasive Neurosurgery. – 2002. – Vol. 45, № 4. – P. 193–200. <https://doi.org/10.1055/s-2002-36197>.
8. Pappy A. L., Savinkina A., Bicknese C. et al. Predictive modeling for pituitary adenomas: single center experience in 501 consecutive patients // Pituitary. – 2019. – Vol. 22, № 5. – P. 520–531. <https://doi.org/10.1007/s11102-019-00982-8>.
9. Lv L., Yin S., Zhou P. et al. Clinical and Pathologic Characteristics Predicted the Postoperative Recurrence and Progression of Pituitary Adenoma: A Retrospective Study with 10 Years Follow-Up // World Neurosurgery. – 2018. – Vol. 118. – P. e428–e435. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.06.210>.
10. Ko C. C., Chen T. Y., Lim S. W. et al. Prediction of recurrence in solid nonfunctioning pituitary macroadenomas: additional benefits of diffusion-weighted MR imaging // Journal of Neurosurgery. – 2019. – Vol. 132, № 2. – P. 351–359. <https://doi.org/10.3171/2018.10.JNS181783>.
11. Черебило В. Ю., Курнухина М. Ю. Исследование качества жизни больных с аденомами гипофиза в до- и послеоперационном периодах // Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н. Н. Бурденко. – 2019. – Т. 83, № 2. – С. 11–16. <https://doi.org/10.17116/neiro20198302111>.
12. Thotakura A. K., Patibandla M. R., Panigrahi M. K., Mahadevan A. Is it really possible to predict the consistency of a pituitary adenoma preoperatively? // Neurochirurgie. – 2017. – Vol. 63, № 6. – P. 453–457. <https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2017.06.003>.
13. Черебило В. Ю., Курнухина М. Ю., Гусев А. А., Пузаков Н. С. Степень инвазии аденомы гипофиза в кавернозный синус как один из факторов, влияющий на качество жизни и интеллектуально-мнестическую функцию в до- и послеоперационные периоды // Голова и шея. Российский журнал. – 2020. – Т. 8, № 2. – С. 16–21. <https://doi.org/10.25792/HN.2020.8.2.16-21>.
14. Toader C., Bratu B. G., Mohan A. G. et al. Comparison of transcranial and transsphenoidal approaches in intra and suprasellar pituitary adenomas – systematic review // Acta Endocrinologica (Buchar). – 2023. – Vol. 19, № 2. – P. 228–233. <https://doi.org/10.4183/aeb.2023.228>.
15. Kitano M., Taneda M. Extended transsphenoidal approach with submucosal posterior ethmoidectomy for parasellar tumors. Technical note // Journal of Neurosurgery. – 2001. – Vol. 94, № 6. – P. 999–1004. <https://doi.org/10.3171/jns.2001.94.6.0999>.
16. Mortini P., Albano L., Barzaghi L. R., Losa M. Pituitary Surgery // La Presse Médicale. – 2021. – Vol. 50, № 4. – P. 104079. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2021.104079>.
17. Rutkowski M. J., Chang K. E., Cardinal T. et al. Development and clinical validation of a grading system for pituitary adenoma consistency // Journal of Neurosurgery. – 2020. – Vol. 134, № 6. – P. 1800–1807. <https://doi.org/10.3171/2020.4>.
18. Snow R. B., Johnson C. E., Morgello S. et al. Is magnetic resonance imaging useful in guiding the operative approach to large pituitary tumors? // Neurosurgery. – 1990. – Vol. 26, № 5. – P. 801–3. <https://doi.org/10.1097/00006123-199005000-00011>.
19. Schur S., Lasry O., Tewfik Marc A., Di Maio S. Assessing the association of tumor consistency and gland ma-

- nipulation on hormonal outcomes and delayed hyponatremia in pituitary macroadenoma surgery // *Interdisciplinary Neurosurgery*. – 2020. – Vol. 20. – P. 100628. <https://doi.org/10.1016/j.inat.2019.100628>.
20. *Cappelletti M., Ruggeri A. G., Spizzichino L. et al.* Fibrous pituitary macroadenomas: predictive role of preoperative radiologic investigations for proper surgical planning in a cohort of 66 patients // *World Neurosurgery*. – 2019. – Vol. 121. – P. e449–e457. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.09.137>.
21. *Rutland J. W., Loewenstein J., Ranti D. et al.* Analysis of 7-tesla diffusion-weighted imaging in the prediction of pituitary macroadenoma consistency // *Journal of Neurosurgery*. – 2021. – Vol. 134, № 3. – P. 771–779. <https://doi.org/10.3171/2019.12.jns192940>.
22. *Yiping L., Ji X., Daoying G., Bo Y.* Prediction of the consistency of pituitary adenoma: A comparative study on diffusion-weighted imaging and pathological results // *Journal of Neuroradiology*. – 2016. – Vol. 43, № 3. – P. 186–94. <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2015.09.003>.
23. *Smith K. A., Leever J. D., Chamoun R. B.* Prediction of Consistency of Pituitary Adenomas by Magnetic Resonance Imaging // *Journal of Neurological Surgery Part B: Skull Base*. – 2015. – Vol. 76, № 5. – P. 340–3. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1549005>.
24. *Наследов А.* IBM SPSS Statistics 20 и Amos: Профессиональный статистический анализ данных. Практическое руководство. – СПб: Питер, 2013, 416 с.
25. *Snow R. B., Lavyne M. H., Lee B. C. et al.* Craniotomy versus transsphenoidal excision of large pituitary tumors: the usefulness of magnetic resonance imaging in guiding the operative approach // *Neurosurgery*. – 1986. – Vol. 19, № 1. – P. 59–64. <https://doi.org/10.1227/00006123-198607000-00008>.
26. *Bahuleyan B., Raghuram L., Rajsekhar V., Chacko A. G.* To assess the ability of MRI to predict consistency of pituitary macroadenomas // *The British Journal of Neurosurgery*. – 2006. – Vol. 20, № 5. – P. 324–6. <https://doi.org/10.1080/02688690601000717>.
27. *Mahmoud O. M., Tominaga A., Amatya V. J. et al.* Role of PROPELLER diffusion-weighted imaging and apparent diffusion coefficient in the evaluation of pituitary adenomas // *The European Journal of Radiology*. – 2011. – Vol. 80, № 2. – P. 412–7. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.05.023>.
28. *Chen X. Y., Ding C. Y., You H. H. et al.* Relationship Between Pituitary Adenoma Consistency and Extent of Resection Based on Tumor/Cerebellar Peduncle T2-Weighted Imaging Intensity (TCTI) Ratio of the Point on Preoperative Magnetic Resonance Imaging (MRI) Corresponding to the Residual Point on Postoperative MRI // *Medical Science Monitor*. – 2020. – Vol. 26. – P. e919565. <https://doi.org/10.12659/MSM.919565>.
29. *Nie D., Fang Q., Cheng J. et al.* The intestinal flora of patients with GHPA affects the growth and the expression of PD-L1 of tumor // *Cancer Immunology, Immunotherapy*. – 2022. – Vol. 71, № 5. – P. 1233–1245. <https://doi.org/10.1007/s00262-021-03080-6>.
30. *Green M. A., Bilston L. E., Sinkus R.* In vivo brain viscoelastic properties measured by magnetic resonance elastography // *NMR in Biomedicine*. – 2008. – Vol. 21, № 7. – P. 755–64. <https://doi.org/10.1002/nbm.1254>.
31. *Kruse S. A., Rose G. H., Glaser K. J. et al.* Magnetic resonance elastography of the brain // *Neuroimage*. – 2008. – Vol. 39, № 1. – P. 231–7. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.08.030>.
32. *Курнухина М. Ю., Черебилю В. Ю., Гаврилов Г. В. и др.* Аденома или холестеатома: трудности предоперационной нейровизуализации образований хиазмально-сellarной области (редкий клинический случай и обзор литературы) // *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. – 2025. – № 4. <https://doi.org/10.33920/med-01-2504-05>.
33. *Cohen-Cohen S., Helal A., Yin Z. et al.* Predicting pituitary adenoma consistency with preoperative magnetic resonance elastography // *Journal of Neurosurgery*. – 2021. – Vol. 136, № 5. – P. 1356–1363. <https://doi.org/10.3171/2021.6>.

## REFERENCES

1. Ostrom Q. T., Cioffi G., Waite K. et al. CBTRUS Statistical Report: Primary Brain and Other Central Nervous System Tumors Diagnosed in the United States in 2014–2018 // *Neuro-Oncology*. 2021;23:iii1–iii105. <https://doi.org/10.1093/neuonc/noab200>.
2. Cancela A. A., Berrocal R. V., Pian H. et al. Clinical relevance of tumor consistency in pituitary adenoma // *Hormones (Athens)*. 2021;20(3):463–473. <https://doi.org/10.1007/s42000-021-00302-5>.
3. Jin G., Hao S., Xie J. et al. Collision tumors of the sella: coexistence of pituitary adenoma and craniopharyngioma in the sellar region // *World Journal of Surgical Oncology*. 2013;7(11):178. <https://doi.org/10.1186/1477-7819-11-178>.
4. Banskota S., Adamson D. C. Pituitary Adenomas: From Diagnosis to Therapeutics // *Biomedicines*. 2021;9(5):494. <https://doi.org/10.3390/biomedicines9050494>.
5. Kalinin P. L., Kadashev B. A., Fomichev D. V. et al. Surgical treatment for pituitary adenomas // *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2017;81(1):95–107. (In Russ.). <https://doi.org/10.1055/s-2002-36197>.
6. Molitch M. E. Diagnosis and treatment of pituitary adenomas: a review // *JAMA*. 2017;317(5):516–524. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.19699>.
7. Cappabianca P., Cavallo L. M., Colao A. et al. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach: outcome analysis of 100 consecutive procedures // *Minimally Invasive Neurosurgery*. 2002;45(4):193–200. <https://doi.org/10.1055/s-2002-36197>.
8. Pappy A. L., Savinkina A., Bicknese C. et al. Predictive modeling for pituitary adenomas: single center experience in 501 consecutive patients // *Pituitary*. 2019;22(5):520–531. <https://doi.org/10.1007/s11102-019-00982-8>.
9. Lv L., Yin S., Zhou P. et al. Clinical and Pathologic Characteristics Predicted the Postoperative Recurrence and Progression of Pituitary Adenoma: A Retrospective Study with 10 Years Follow-Up // *World Neurosurgery*. 2018;118:e428–e435. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.06.210>.
10. Ko C. C., Chen T. Y., Lim S. W. et al. Prediction of recurrence in solid nonfunctioning pituitary macroadenomas: additional benefits of diffusion-weighted MR imaging // *Journal of Neurosurgery*. 2019;132(2):351–359. <https://doi.org/10.3171/2018.10.JNS181783>.
11. Cherebillo V. Yu., Kurnukhina M. Yu. Quality of life in patients with pituitary adenomas in the pre- and postoperative period // *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2019;83(2):11–16. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/neiro20198302111>.
12. Thotakura A. K., Patibandla M. R., Panigrahi M. K., Mahadevan A. Is it really possible to predict the consistency of a pituitary adenoma preoperatively? // *Neurochirurgie*. 2017;63(6):453–457. <https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2017.06.003>.
13. Cherebillo V. Yu., Kurnukhina M. Y., Gusev A. A., Puzakov N. S. The degree of invasion of the pituitary adenoma into the cavernous sinus as one of the factors affecting the quality of life and intellectual-mnemonic function before and after resection // *Head and neck. Russian Journal*. 2020;8(2):16–21. (In Russ.). <https://doi.org/10.25792/HN.2020.8.2.16-21>.
14. Toader C., Bratu B. G., Mohan A. G. et al. Comparison of transcranial and transsphenoidal approaches in intra and suprasellar pituitary adenomas – systematic review // *Acta*

- Endocrinologica (Buchar). 2023;19(2):228–233. <https://doi.org/10.4183/aeb.2023.228>.
15. Kitano M., Taneda M. Extended transsphenoidal approach with submucosal posterior ethmoidectomy for parasellar tumors. Technical note // Journal of Neurosurgery. 2001;94(6):999–1004. <https://doi.org/10.3171/jns.2001.94.6.0999>.
16. Mortini P., Albano L., Barzaghi L. R., Losa M. Pituitary Surgery // La Presse Médicale. 2021;50(4):104079. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2021.104079>.
17. Rutkowski M. J., Chang K. E., Cardinal T. et al. Development and clinical validation of a grading system for pituitary adenoma consistency // Journal of Neurosurgery. 2020;134(6):1800–1807. <https://doi.org/10.3171/2020.4>.
18. Snow R. B., Johnson C. E., Morgello S. et al. Is magnetic resonance imaging useful in guiding the operative approach to large pituitary tumors? // Neurosurgery. 1990;26(5):801–3. <https://doi.org/10.1097/00006123-199005000-00011>.
19. Schur S., Lasry O., Tewfik Marc A., Di Maio S. Assessing the association of tumor consistency and gland manipulation on hormonal outcomes and delayed hyponatremia in pituitary macroadenoma surgery // Interdisciplinary Neurosurgery. 2020;20:100628. <https://doi.org/10.1016/j.inat.2019.100628>.
20. Cappelletti M., Ruggeri A. G., Spizzichino L. et al. Fibrous pituitary macroadenomas: predictive role of preoperative radiologic investigations for proper surgical planning in a cohort of 66 patients // World Neurosurgery. 2019;121:e449–e457. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.09.137>.
21. Rutland J. W., Loewenstein J., Ranti D. et al. Analysis of 7-tesla diffusion-weighted imaging in the prediction of pituitary macroadenoma consistency // Journal of Neurosurgery. – 2021;134(3):771–779. <https://doi.org/10.3171/2019.12.jns192940>.
22. Yiping L., Ji X., Daoying G., Bo Y. Prediction of the consistency of pituitary adenoma: A comparative study on diffusion-weighted imaging and pathological results // Journal of Neuroradiology. 2016;43(3):186–94. <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2015.09.003>.
23. Smith K. A., Leever J. D., Chamoun R. B. Prediction of Consistency of Pituitary Adenomas by Magnetic Resonance Imaging // Journal of Neurological Surgery Part B: Skull Base. – 2015;76(5):340–3. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1549005>.
24. Nasledov A. IBM SPSS Statistics 20 and Amos: Professional statistical analysis of data. Practical guidance. St. Petersburg: Peter, 2013;416. (In Russ.).
25. Snow R. B., Lavyne M. H., Lee B. C. et al. Craniotomy versus transsphenoidal excision of large pituitary tumors: the usefulness of magnetic resonance imaging in guiding the operative approach // Neurosurgery. 1986;19(1):59–64. <https://doi.org/10.1227/00006123-198607000-00008>.
26. Bahuleyan B., Raghuram L., Rajshekhar V., Chacko A. G. To assess the ability of MRI to predict consistency of pituitary macroadenomas // The British Journal of Neurosurgery. 2006;20(5):324–6. <https://doi.org/10.1080/0268869061000717>.
27. Mahmoud O. M., Tominaga A., Amatya V. J. et al. Role of PROPELLER diffusion-weighted imaging and apparent diffusion coefficient in the evaluation of pituitary adenomas // The European Journal of Radiology. 2011;80(2):412–7. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.05.023>.
28. Chen X. Y., Ding C. Y., You H. H. et al. Relationship Between Pituitary Adenoma Consistency and Extent of Resection Based on Tumor/Cerebellar Peduncle T2-Weighted Imaging Intensity (TCTI) Ratio of the Point on Preoperative Magnetic Resonance Imaging (MRI) Corresponding to the Residual Point on Postoperative MRI // Medical Science Monitor. 2020;26:e919565. <https://doi.org/10.12659/MSM.919565>.
29. Nie D., Fang Q., Cheng J. et al. The intestinal flora of patients with GHPA affects the growth and the expression of PD-L1 of tumor // Cancer Immunology, Immunotherapy. 2022;71(5):1233–1245. <https://doi.org/10.1007/s00262-021-03080-6>.
30. Green M. A., Bilston L. E., Sinkus R. In vivo brain viscoelastic properties measured by magnetic resonance elastography // NMR in Biomedicine. 2008;21(7):755–64. <https://doi.org/10.1002/nbm.1254>.
31. Kruse S. A., Rose G. H., Glaser K. J. et al. Magnetic resonance elastography of the brain // Neuroimage. 2008;39(1):231–7. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.08.030>.
32. Kurnukhina M. Y., Cherebillo V. Y., Gavrilov G. V. et al. Adenoma or cholesteatoma: difficulties in preoperative neuroimaging of formations chiasmal-cellular region (a rare clinical case and literature review) // Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery. 2025;4. (In Russ.). <https://doi.org/10.33920/med-01-2504-05>.
33. Cohen-Cohen S., Helal A., Yin Z. et al. Predicting pituitary adenoma consistency with preoperative magnetic resonance elastography // Journal of Neurosurgery. 2021;136(5):1356–1363. <https://doi.org/10.3171/2021.6>.

## Информация об авторах

**Курнухина Мария Юрьевна**, кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-0254-4066; **Черебилло Владислав Юрьевич**, доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой нейрохирургии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0001-6803-9954; **Борисов Александр Евгеньевич**, аспирант, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0009-0008-6207-671X; **Гаврилов Гаспар Владимирович**, доктор медицинских наук, доцент, руководитель нейрохирургического отделения № 2, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-8594-1533; **Очколяс Владислав Николаевич**, доктор медицинских наук, профессор кафедры нейрохирургии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0009-0000-5982-2664.

## Information about authors

**Kurnukhina Mariya Yu.**, Cand. of Sci. (Med), Neurosurgeon, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-0254-4066; **Cherebillo Vladislav Yu.**, Dr. of Sci. (Med), Professor, Head of the Department of Neurosurgery, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0001-6803-9954; **Borisov Alexandre E.**, Postgraduate Student, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0009-0008-6207-671X; **Gavrilov Gaspar V.**, Dr. of Sci. (Med), Associate Professor, Head of Neurosurgical Department № 2, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-8594-1533; **Ochkolyas Vladislav N.**, Dr. of Sci. (Med), Professor of the Department of Neurosurgery, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0009-0000-5982-2664.