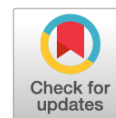


DOI: <https://doi.org/10.17816/OV88012>

Научная статья



# Методика прогнозируемого расчёта величины выстояния глазных яблок при планировании операции декомпрессии орбиты у больных эндокринной офтальмопатией

© Д.В. Давыдов<sup>1, 2</sup>, Д.А. Лежнев<sup>2</sup>, К.А. Коновалов<sup>3</sup><sup>1</sup> Российский университет дружбы народов, Москва, Россия;<sup>2</sup> Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Москва, Россия;<sup>3</sup> 1586-й военный клинический госпиталь, Подольск, Московская область, Россия

**Введение.** Наиболее эффективным методом хирургического лечения липогенной и смешанной формы отёчного экзофтальма в настоящий момент является внутренняя декомпрессия орбиты. В ходе данного оперативного вмешательства выполняется удаление избыточной патологически изменённой жировой клетчатки из наружного и внутреннего хирургических пространств орбиты. Многими учёными разрабатываются методики расчёта объёма орбитальной клетчатки, но остаётся актуальным вопрос разработки методики прогнозируемого выстояния глазного яблока после выполнения внутренней декомпрессии орбиты, которая может быть использована без применения дополнительного оборудования и программного обеспечения, проста в освоении и не требует длительного времени для расчёта. Эта методика должна учитывать индивидуальные особенности строения орбит пациента и применяться для расчётов при коррекции двустороннего экзофтальма.

**Цель** — разработать и оценить эффективность новой методики расчёта положения глазных яблок у пациентов после выполненной операции декомпрессии орбит.

**Материалы и методы.** Обследовали 64 больных (126 орбит) липогенной и смешанной формами эндокринной офтальмопатии. Всем пациентам была выполнена внутренняя декомпрессия орбиты, с удалением орбитальной клетчатки, объём которой рассчитывали по разработанной авторами оригинальной методике. Пациентам проводили офтальмологическое обследование и выполняли мультиспиральную компьютерную томографию до оперативного лечения и через 6 мес. после операции.

**Результаты.** В результате декомпрессии орбиты у всех пациентов обследуемой группы отмечалось уменьшение степени экзофтальма, а рассчитанные по методике величины выстояния глазных яблок соответствовали положению глазных яблок у пациентов после оперативных вмешательств через 6 мес. Уровень статистической значимости, рассчитанный согласно *t*-критерию Стьюдента, планируемого послеоперационного положения глазного яблока по отношению к фактическому послеоперационному экзофтальму составил 0,98 ( $p > 0,05$ ), то есть можно утверждать, что группы не отличаются и статистически значимых различий не выявлено.

**Выводы.** Разработанная методика расчёта предполагаемого послеоперационного выстояния глазного яблока работает без помощи дополнительного программного обеспечения. Данная методика позволяет рассчитать эффект симметричного положения глазных яблок в послеоперационном периоде и снизить риск развития осложнений.

**Ключевые слова:** эндокринная офтальмопатия; внутренняя декомпрессия орбиты; липогенная и смешанная форма отёчного экзофтальма.

## Как цитировать:

Давыдов Д.В., Лежнев Д.А., Коновалов К.А. Методика прогнозируемого расчёта величины выстояния глазных яблок при планировании операции декомпрессии орбиты у больных эндокринной офтальмопатией // Офтальмологические ведомости. 2021. Т. 14. № 3. С. 41–47. DOI: <https://doi.org/10.17816/OV88012>

DOI: <https://doi.org/10.17816/OV88012>

Scientific article

# The method of the exophthalmos value predicted calculation when planning the orbital decompression procedure in patients with endocrine ophthalmopathy

© Dmitry V. Davydov<sup>1, 2</sup>, Dmitriy A. Lezhnev<sup>2</sup>, Konstantin A. Konovalov<sup>3</sup><sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia;<sup>2</sup> A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia;<sup>3</sup> 1586 Military Clinical Hospital, Podolsk, Russia

**BACKGROUND:** The most effective method of surgical treatment of lipogenic and mixed forms of edematous exophthalmos is currently the internal orbital decompression. During this surgical procedure, the excessive pathologically altered adipose tissue is removed from the external and the internal surgical spaces of the orbit. Many scientists are developing methods for calculating the volume of orbital fat, but the question on developing a method for predicted exophthalmos after internal orbital decompression, which could be used without attracting additional equipment and software, is easy to learn and does not require a long calculation time, remains actual. This method has to take into account the individual features of the patient's orbital structure and be used for calculations in the bilateral proptosis correction.

**AIM:** To develop and evaluate the effectiveness of a new method for calculating the eyeball position after orbital decompression.

**MATERIALS AND METHODS:** 64 patients (126 orbits) with lipogenic and mixed forms of endocrine ophthalmopathy were examined. All patients underwent internal orbital decompression, during which the orbital fat was removed, the volume of which was calculated according to the developed original method. Patients underwent ophthalmological examination and MSCT before surgery and 6 months after it.

**RESULTS:** As a result of orbital decompression in the examined group, a decrease in proptosis was observed in all patients, and the exophthalmos calculated by the method corresponded to the eyeball position in patients in 6 months after surgery. The level of statistical significance of the planned postoperative eyeball position in relation to the actual postoperative exophthalmos calculated according to the Student's *t*-test was 0.98 ( $p > 0.05$ ), that is, it can be argued that the groups do not differ, and no statistically significant differences were found.

**CONCLUSIONS:** The developed method for calculating the estimated postoperative exophthalmos is effective without using additional software. This technique allows you to achieve a symmetrical eyeball position in the postoperative period and to reduce the risk of complications.

**Keywords:** endocrine ophthalmopathy; internal orbital decompression; lipogenic and mixed forms of edematous exophthalmos.

## To cite this article:

Davydov DV, Lezhnev DA, Konovalov KA. The method of the exophthalmos value predicted calculation when planning the orbital decompression procedure in patients with endocrine ophthalmopathy. *Ophthalmology Journal*. 2021;14(3):41-47. DOI: <https://doi.org/10.17816/OV88012>

Received: 14.07.2021

Accepted: 11.09.2021

Published: 29.09.2021

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент понятие «эндокринная офтальмопатия» (ЭОП) — самостоятельное прогрессирующее аутоиммунное заболевание с преимущественным поражением жировой клетчатки орбиты и глазодвигательных мышц, а также слёзной железы со вторичным вовлечением глаза (развитие оптической нейропатии, поражение роговицы и повышение внутриглазного давления) [1].

Одной из форм проявления ЭОП, согласно классификации акад. РАН А.Ф. Бровкиной, является отёчный экзофтальм, который подразделяется на три варианта течения: мышечный, смешанный и липогенный [2]. Наиболее эффективный метод хирургического лечения липогенной и смешанной формы отёчного экзофтальма в настоящий момент — это внутренняя декомпрессия орбиты [3]. В ходе данного оперативного вмешательства выполняется удаление избыточной патологически измененной жировой клетчатки из наружного и внутреннего хирургических пространств орбиты [4]. На сегодняшний день предложены и описаны различные варианты проведения этой операции [5, 6].

Для определения объёма орбитальной клетчатки разработаны различные программы, основанные на обработке результатов обследования пациентов с применением методов магнитно-резонансной томографии [7–11] и мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) [12–15]. Однако все предложенные методики расчёта объёмов мягкотканного содержимого не адаптированы к расчётам прогнозирования послеоперационного выстояния глазного яблока, весьма трудоёмки и операторзависимы [3].

В литературе найдены единичные публикации с описанием методики расчётов, применяемые при планировании внутренней декомпрессии орбиты у пациентов с ЭОП. Так, в 2009 г. акад. РАН А.Ф. Бровкина и соавт. [16] предложила формулу расчёта избыточного объёма орбитальной клетчатки, удаляемой при декомпрессиях у пациентов. Однако данную формулу они использовали только при одностороннем экзофтальме, при этом методика расчёта трудоёмка, и рекомендовали использовать специальную компьютерную программу.

В 2021 г. В. Li и соавт. [17] предложили новый, радиологический метод для оценки пластического эффекта модифицированной трансконъюнктивальной операции по декомпрессии орбитального жира у пациентов с неактивной ЭОП. По результатам спиральной компьютерной томографии до и через 6 мес. после операции на рабочей станции системы Infiniti авторы измеряли величину выстояния глазного яблока. Согласно результатам, полученным с помощью инструментов измерения эллиптической площади и линейного сегмента Philips IntelliSpace Portal, для расчёта внутреннего объёма мышечного конуса использовалась стандартная формула объёма эллиптического конуса. Изучены изменения выпячивания глазного

яблока и внутреннего объёма мышечного конуса до и после операции [17]. При этом данная методика предназначена для оценки эффективности проведенной операции и не исследована в прогностическом плане.

Таким образом, остаётся актуальным вопрос разработки методики прогнозируемого выстояния глазного яблока после выполнения внутренней декомпрессии орбиты, которая может быть использована без применения дополнительного оборудования и программного обеспечения, проста в освоении и не требует длительного времени для расчёта. Эта методика должна учитывать индивидуальные особенности строения орбит пациента и применяться для расчётов при коррекции двустороннего экзофтальма.

*Цель* — разработать и оценить эффективность новой методики расчёта положения глазных яблок после выполненной декомпрессии орбит.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено обследование 66 больных (128 орбит) эндокринной офтальмопатией, 54 женщины и 12 мужчин в возрасте от 28 до 62 лет (средний возраст  $41 \pm 8$  лет). Нами диагностирован липогенный вариант течения ЭОП у 45 человек и у 21 — смешанный. У всех пациентов ЭОП была в стадии ремиссии. При выявлении миогенной формы нами использован иной алгоритм действий и эта группа пациентов в данное исследование не вошла. 62 пациентам нами выполнены одномоментные (двусторонние) внутренние декомпрессии орбиты и 4 пациентам — операция на одной орбите. В предоперационном периоде было проведено стандартное офтальмологическое обследование: определение остроты зрения, внутриглазного давления, оценка век и периорбитальной области (табл. 1).

Всем пациентам выполняли МСКТ орбит на различных аппаратах: Philips Brilliance 64, Somatom Sensation 40 и Aquilion One 640 (табл. 2).

МСКТ-исследование проводили по следующей методике средней зоны лица. Перед началом исследования голову пациента освобождали от всех съёмных элементов, в положении больного лежа на спине, голову располагали ровно в стандартном подголовнике, позиционирование осуществляли по лазерным меткам в трёх взаимно перпендикулярных проекциях. Контролировали, чтобы у пациента были открыты глаза на момент сканирования и его взгляд был фиксирован центрально. Для разметки области исследования выполняли топограмму в боковой проекции, зона сканирования включала в себя череп (от верхней границы мягких тканей свода черепа до нижнего контура зубов верхней челюсти), челюсти находились в привычной окклюзии. Томографию проводили в аксиальной плоскости в спиральном или объёмном режиме сканирования (в зависимости от типа аппарата) с толщиной среза 0,5–1,0 мм (в зависимости

**Таблица 1.** Клинические признаки у пациентов с эндокринной офтальмопатией в зависимости от варианта заболевания  
**Table 1.** Clinical signs of patients depending on the course of endocrine ophthalmopathy

Клинические признаки	Смешанный вариант (42 орбиты)	Липогенный вариант (84 орбиты)
Острота зрения, средняя	0,81 ± 0,3	0,99 ± 0,04
Внутриглазное давление, мм рт. ст.	22 ± 1,0	21 ± 1,2
Степень выстояния глаза, мм	27,6 ± 2,0	23,6 ± 1,7
Лагофтальм	8	—
Наличие ограничений подвижности глаза	27	1
Конъюнктивальный хемоз	3	—
Особенности границ и наличие отёка диска зрительного нерва	24	—

**Таблица 2.** Параметры мультиспиральной компьютерной томографии исследования глазниц

**Table 2.** The parameters of the MDCT analysis of the orbit

Параметр	Тип аппарата		
	Somatom Sensation 40	Aquilion One 640	Philips Brilliance 64
Режим томографирования	Спиральный	Объёмный	Спиральный
Толщина среза, мм	1	0,5	0,9
Угол наклона Гентри	0	0	0
Поле исследования, см	20–30	16	20
Напряжение, кВ	100	100	120
Сила тока, мА	60	60	100
Время одного оборота трубки, с	0,37	до 0,275	0,5
Продолжительность исследования, с	4–5	1–2	3–4
Тип реконструкции	Костный, мягкотканый	Костный, мягкотканый	Костный, мягкотканый

от возможности аппарата) с применением реконструкции в костном и мягкотканном режимах. К полученным данным МСКТ в аксиальной плоскости добавляли мультипланарные реконструкции в корональной и сагиттальной плоскостях. Виртуальные 3D-модели строили с использованием стандартного программного обеспечения каждого томографа.

### Методика расчёта

На основе полученных в результате МСКТ-исследования данных выполняли 3D-реконструкцию в костном режиме в аксиальной плоскости. На скулоорбитальный шов выставляли метку (рис. 1), через которую выстраивали фронтальную плоскость (рис. 2) и весь массив данных, расположенных за этой плоскостью, удаляли

из дальнейшего анализа. Затем выполняли контурирование входа в орбиту и также весь массив данных, расположенный вне получившейся окружности, исключали из дальнейших расчётов (рис. 3). В аксиальной плоскости от вершины роговицы опускали перпендикуляр на фронтальную плоскость. Полученный отрезок является величиной экзофтальма (АВ — до операции). Из этой же точки (от вершины роговицы) проводили параллельный отрезок АС, который являлся предполагаемой величиной экзофтальма после операции (рис. 4). Через точку С проводили еще одну фронтальную плоскость и тот фрагмент изображения, в который входила точка А, удаляли. У получившегося дискообразного фрагмента вычисляли объём (рис. 5), полученные данные вносили в таблицу (табл. 3).

**Таблица 3.** Анализ результатов предоперационных и послеоперационных измерений структур орбит

**Table 3.** Analysis of the results of preoperative and postoperative measurements of orbital structures

Параметры	Значения
Экзофтальм до операции, мм	24,94 ± 2,5
Рассчитанный по методике удаляемый объём, мл	3,323 ± 0,9
Удалённый объём жировой клетчатки в ходе операции, мл	3,319 ± 0,9
Предполагаемый по методике послеоперационный экзофтальм, мм	21,63 ± 2,2
Результат хирургического лечения выстояния глазного яблока через 6 мес., мм	21,65 ± 2,2
Уровень статистической значимости	0,98



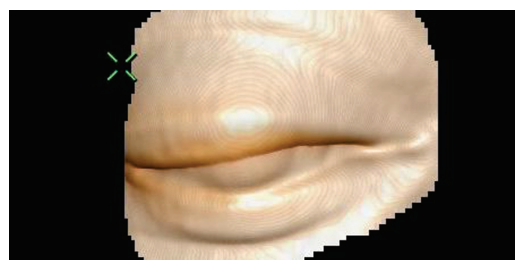
**Рис. 1.** Мультиспиральная компьютерная томограмма. Костный режим. 3D-реконструкция. Вид спереди. Метка на скулоорбитальном шве (стрелка)

**Fig. 1.** MSCT. 3D reconstruction in the bone mode. Placing a mark on the orbital seam of one of the orbits (arrow)



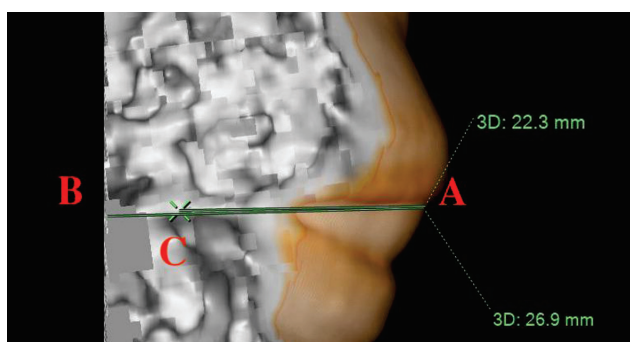
**Рис. 2.** Мультиспиральная компьютерная томограмма. Костный режим. 3D-реконструкция. Вид сверху. Создание фронтальной плоскости

**Fig. 2.** MSCT. 3D reconstruction in the bone mode. Alignment of the frontal plane and removal of the data array located behind this plane



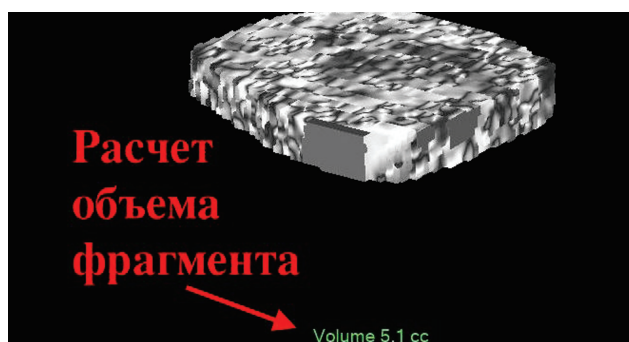
**Рис. 3.** Мультиспиральная компьютерная томограмма. Мягкотканый режим. 3D-реконструкция. Метка установлена на костном крае, изображения за окружностью исключены

**Fig. 3.** MSCT. 3D reconstruction in soft tissue mode. Noted the zone of entry into the orbit along the bone edge, images outside the circle were excluded from the analysis



**Рис. 4.** Мультиспиральная компьютерная томограмма. Мягкотканый режим. 3D-реконструкция. Величина экзофтальма правой орбиты (отрезок АВ) до операции и планируемое положение после операции (отрезок АС)

**Fig. 4.** MSCT. 3D reconstruction in soft tissue mode. Measurement of the magnitude of the exophthalmos of the right orbit (AB segment) before surgery and the estimated exophthalmos (AC segment) after surgery



**Рис. 5.** Мультиспиральная компьютерная томограмма. Мягкотканый режим. 3D-реконструкция. Необходимый к удалению объем жировой орбитальной клетчатки. Стандартная программа томографа

**Fig. 5.** MSCT. 3D reconstruction in soft tissue mode. The amount of fatty tissue calculated using standard programs MSCT, which must be removed during surgery

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С 2014 по 2020 г. нами было обследовано и проанализировано 128 орбит у 66 больных экзофтальмом при ЭОП, которым выполнили хирургические вмешательства в объеме внутренней декомпрессии орбиты. Согласно полученным нами данным выявлено, что дооперационный экзофтальм у больных варьировал от 18,6 до 33,0 мм (в среднем  $24,94 \pm 2,5$  мм).

В работе О.Ю. Яценко и соавт. [12] была представлена методика, на основании которой авторы опубликовали расчёты объёмов костной орбиты, жировой клетчатки и других мягкотканых структур, но данный способ трудоёмок и требует дополнительного оборудования, также данный способ не использовался авторами при одномоментной двусторонней декомпрессии или при анофтальмическом синдроме парной стороны [12]. При планировании необходимого для удаления объёма (среднее значение  $3,319 \pm 0,9$  мл) мы учитывали форму течения ЭОП, исходную величину выстояния глазного яблока и статистические данные ранее прооперированных пациентов.

Объём удаляемой жировой клетчатки в ходе операции полностью совпадал с планируемым при МСКТ-исследовании объёмом. Предполагаемое послеоперационное положение глазного яблока (среднее значение  $21,63 \pm 2,2$  мм), которое мы получили при планировании, незначительно отличалось от фактического результата у пациентов (среднее значение  $21,65 \pm 2,2$  мм) при контрольном исследовании МСКТ через 6 мес. Уровень статистической значимости планируемого послеоперационного положения глазного яблока относительно горизонтальной плоскости по отношению к фактически полученному положению глаза составил 0,98, то есть  $p > 0,05$  и, таким образом, можно утверждать, что исследуемые группы статистически не отличаются и значимых различий не выявлено. Погрешность расчётов составила в среднем  $0,1 \pm 0,1$  мм. В результате выполненных оперативных вмешательств экзофтальм уменьшился на  $3,3 \pm 0,9$  мм. Коэффициент корреляции между удалёнными объёмами жировой клетчатки и величинами, на которые изменился экзофтальм, равен ( $r$ ) 0,44, то есть можно говорить, что эти величины связаны (сила связи умеренная).

## ВЫВОДЫ

Разработанная методика расчёта предполагаемого послеоперационного выстояния глазного яблока позволяет определить необходимое количество удаляемой жировой клетчатки до операции для достижения желаемого результата, не применяя трудоёмких расчётов и без помощи дополнительного программного обеспечения.

С помощью этой методики можно рассчитать планируемый объём удаляемой жировой клетчатки из каждой орбиты больного для симметричного положения глазных яблок в послеоперационном периоде на основании данных МСКТ пациента.

Разработанная методика позволяет в послеоперационном периоде снизить риск развития осложнений, таких как диплопия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саакян С.В., Пантелеева О.Г., Сирмайс О.С. Особенности клинического течения эндокринной офтальмопатии в детском возрасте // Российская педиатрическая офтальмология. 2014. Т. 9, № 3. С. 20–23.
2. Бровкина А.Ф., Стоюхина А.С. Классификация эндокринной офтальмопатии // Проблемы эндокринологии. 2006. Т. 52, № 5. С. 11–15.
3. Давыдов Д.В., Лежнев Д.А., Коновалов К.А., и др. Новая методика расчёта избыточного объёма мягких тканей орбиты у больных с эндокринной офтальмопатией при планировании операции // Офтальмология. 2019. Т. 16, № 4. С. 442–448. DOI: 10.18008/1816-5095-2019-4-442-448
4. Кочетков П.А., Савватеева Д.М., Лопатин А.С. Декомпрессия орбиты: обзор хирургических доступов и анализ их эффективности // Российская ринология. 2013. Т. 21, № 1. С. 28–34.
5. Бровкина А.Ф. Современные аспекты патогенеза и лечения эндокринной офтальмопатии // Вестник Российской академии наук. 2003. Т. 73, № 5. С. 52–54.
6. Kazim M., Trokel S.L., Acaroglu G., Elliott A. Reversal of dysthyroid optic neuropathy following orbital fat decompression // Br J Ophthalmol. 2000. Vol. 84. No. 6. P. 600–605. DOI: 10.1136/bjo.84.6.600
7. Comerci M., Elefante A., Strianese D., et al. Semiautomatic Regional Segmentation to Measure Orbital Fat Volumes in Thyroid-Associated Ophthalmopathy: A Validation Study // The Neuroradiology Journal. 2013. Vol. 26. No. 4. P. 373–379. DOI: 10.1177/197140091302600402
8. Cai Q.Y., Chen Z.Y., Jiang W., et al. A novel method for quantitative measurement of orbital fat volume based on magnetic resonance images // Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao. 2017. Vol. 37. No. 9. P. 1248–1251. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4254.2017.09.18
9. Shen J., Jiang W., Luo Y.S., et al. Establishment of MRI 3D Reconstruction Technology of Orbital Soft Tissue and Its Preliminary Application in Patients with Thyroid-Associated Ophthalmopathy // Clin Endocrinol. 2018. Vol. 88, No. 5. P. 637–644. DOI: 10.1111/cen.13564

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Д.В. Давыдов — научное редактирование, хирургические вмешательства; Д.А. Лежнев — научное редактирование, подготовка иллюстраций; К.А. Коновалов — написание текста, оформление библиографии, подготовка иллюстраций.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

10. Садовская О.П., Дравица Л.В., Альджам Х.А.А. МРТ-диагностика объёма ретробульбарной клетчатки у пациентов с эндокринной офтальмопатией // Современные технологии в офтальмологии. 2020. № 4. С. 148–149. DOI: 10.25276/2312-4911-2020-4-148-149
11. Shen J., Jiang W., Luo Y., et al. Establishment of magnetic resonance imaging 3D reconstruction technology of orbital soft tissue and its preliminary application in patients with thyroid-associated ophthalmopathy // Clin Endocrinol (Oxf). 2018. Vol. 88. No. 5. P. 637–644. DOI: 10.1111/cen.13564
12. Яценко О.Ю. Объёмно-топографические и структурные изменения мягких тканей вершины орбиты при оптической нейропатии у пациентов с отёчным экзофтальмом // Офтальмология. 2014. Т. 11, № 2. С. 48–54.
13. Bontzos G., Mazonakis M., Papadaki E., et al. *Ex vivo* orbital volumetry using stereology and CT imaging: A comparison with manual planimetry // Eur Radiol. 2019. Vol. 29, No. 3. P. 1365–1374. DOI: 10.1007/s00330-018-5691-9
14. Regensburg N.I., Kok P.H., Zonneveld F.W., et al. A new and validated CT-based method for the calculation of orbital soft tissue volumes // Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008. Vol. 49. No. 5. P. 1758–1762. DOI: 10.1167/iovs.07-1030.
15. Garau L.M., Guerrieri D., De Cristofaro F., et al. Extraocular muscle sampled volume in Graves' orbitopathy using 3-T fast spin-echo MRI with iterative decomposition of water and fat sequences // Acta Radiol Open. 2018. Vol. 7. No. 6. ID 2058460118780892. DOI: 10.1177/2058460118780892
16. Бровкина А.Ф., Яценко О.Ю., Аубакирова С.А. Методика расчёта объёма орбитальной клетчатки, удаляемой при декомпрессивной операции у больных с эндокринной офтальмопатией // Вестник офтальмологии. 2009. Т. 125, № 3. С. 24–26.
17. Li B., Feng L., Tang H., et al. A new radiological measurement method used to evaluate the modified transconjunctival orbital fat decompression surgery // BMC Ophthalmol. 2021. Vol. 21. No. 1. ID176. DOI: 10.1186/s12886-021-01911-9

## REFERENCES

1. Saakyan SV, Panteleeva OG, Sirmays OS. Clinical features of endocrine ophthalmopathy in children. *Russian Pediatric Ophthalmology*. 2014;9(3):20–23. (In Russ.)
2. Brovkina AF, Stoyukhina AS. Classification of endocrine ophthalmopathy. *Problems of Endocrinology*. 2006;52(5):11–15. (In Russ.)
3. Davydov DV, Lezhnev DA, Kononov KA, et al. New method of calculating the excess amount of soft tissues of the orbit in patients with endocrine ophthalmopathy when planning operations. *Ophthalmology in Russia*. 2019;16(4):442–448. (In Russ.) DOI: 10.18008/1816-5095-2019-4-442-448
4. Kochetkov PA, Savvateeva DM, Lopatin AS. Orbital decompression: review of surgical approaches and analyse of effective. *Russian Rhinology*. 2013;21(1):28–34. (In Russ.)
5. Brovkina AF. Sovremennye aspekty patogeneza i lecheniya ehndokrinoi oftal'mopatii. *Vestnik Rossijskoj Akademii nauk*. 2003;73(5):52–54. (In Russ.)
6. Kazim M, Trokel SL, Acaroglu G, Elliott A. Reversal of dysthyroid optic neuropathy following orbital fat decompression. *Br J Ophthalmol*. 2000;84(6):600–605. DOI: 10.1136/bjo.84.6.600
7. Comerci M, Elefante A, Strianese D, et al. Semiautomatic Regional Segmentation to Measure Orbital Fat Volumes in Thyroid-Associated Ophthalmopathy: A Validation Study. *The neuroradiology journal*. 2013;26(4):373–379. DOI: 10.1177/197140091302600402
8. Cai QY, Chen ZY, Jiang W, et al. A novel method for quantitative measurement of orbital fat volume based on magnetic resonance images. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*. 2017;37(9):1248–1251. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4254.2017.09.18
9. Shen J, Jiang W, Luo YS, et al. Establishment of MRI 3D Reconstruction Technology of Orbital Soft Tissue and Its Preliminary Application in Patients with Thyroid-Associated Ophthalmopathy. *Clin Endocrinol*. 2018;88(5):637–644. DOI: 10.1111/cen.13564
10. Sadovskaya OP, Dravitsa LV, Alkhadzh KAA. MRI diagnosis of orbital fat volume in patients with graves orbitopathy. *Modern technologies in ophthalmology*. 2020;(4):148–149. (In Russ.) DOI: 10.25276/2312-4911-2020-4-148-149
11. Shen J, Jiang W, Luo Y, et al. Establishment of magnetic resonance imaging 3D reconstruction technology of orbital soft tissue and its preliminary application in patients with thyroid-associated ophthalmopathy. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2018;88(5):637–644. DOI: 10.1111/cen.13564
12. Yatsenko OYu. Volumetric, topographic and structural changes of orbital apex soft tissues in optic neuropathy caused by edematous exophthalmos. *Ophthalmology in Russia*. 2014;11(2):48–54. (In Russ.)
13. Bontzos G, Mazonakis M, Papadaki E, et al. Ex vivo orbital volumetry using stereology and CT imaging: A comparison with manual planimetry. *Eur Radiol*. 2019;29(3):1365–1374. DOI: 10.1007/s00330-018-5691-9
14. Regensburg NI, Kok PH, Zonneveld FW, et al. A new and validated CT-based method for the calculation of orbital soft tissue volumes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49(5):1758–1762. DOI: 10.1167/iops.07-1030
15. Garau LM, Guerrieri D, De Cristofaro F, et al. Extraocular muscle sampled volume in Graves' orbitopathy using 3-T fast spin-echo MRI with iterative decomposition of water and fat sequences. *Acta Radiol Open*. 2018;7(6):2058460118780892. DOI: 10.1177/2058460118780892
16. Brovkina AF, Yatsenko OYu, Aubakirova AS. Procedure for calculating the volume of the orbital fat to be removed at decompressive surgery in patients with endocrine ophthalmopathy. *The Russian annuals of ophthalmology*. 2009;125(3):24–26. (In Russ.)
17. Li B, Feng L, Tang H, et al. A new radiological measurement method used to evaluate the modified transconjunctival orbital fat decompression surgery. *BMC Ophthalmol*. 2021;21(1):176. DOI: 10.1186/s12886-021-01911-9

## ОБ АВТОРАХ

\***Константин Андреевич Коновалов**, начальник офтальмологического отделения; Россия, 142110, Московская область, Подольск, ул. Маштакова, д. 4; e-mail: kkononov82@mail.ru  
**Дмитрий Викторович Давыдов**, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой реконструктивно-пластической хирургии с курсом офтальмологии;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5506-6021>;  
eLibrary SPIN: 1368-2453; e-mail: d-davydov3@yandex.ru  
**Дмитрий Анатольевич Лежнев**, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7163-2553>;  
eLibrary SPIN: 6648-9613; e-mail: lezhnev@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

## AUTHORS' INFO

\***Konstantin A. Kononov**, Head of the ophthalmological Department; address: 4, Mashtakova str., Podolsk, Moscow Region, 142110, Russia; e-mail: kkononov82@mail.ru  
**Dmitry V. Davydov**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department of Reconstructive and Plastic Surgery with an Ophthalmology Course; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5506-6021>;  
eLibrary SPIN: 1368-2453; e-mail: d-davydov3@yandex.ru

**Dmitry A. Lezhnev, Dr. Sci. (Med.)**, Professor, Head of Department of Radiology;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7163-2553>;  
eLibrary SPIN: 6648-9613; e-mail: lezhnev@mail.ru