DOI: <https://doi.org/10.34883/Pl.2022.12.1.024>
УДК 616.441-008.61-06-089.8:617.76](045)

Слободянюк А.С.¹, Прусак О.И.²✉, Копчак А.В.¹, Черенько М.С.², Рыков С.А.²,
Чепурной Ю.В.¹, Петренко О.В.²

¹ Институт последипломного образования Национального медицинского универси-
тета имени А.А. Богомольца, Киев, Украина

² Национальный университет здравоохранения Украины имени П.Л. Шупика,
Киев, Украина

Декомпрессия орбиты с использованием хирургических навигационных шаблонов в лечении эндокринной орбитопатии: результаты лечения и профилактика осложнений

Конфликт интересов: не заявлен.

Подана: 18.08.2021
Принята: 14.02.2022
Контакты: olga15if@meta.ua

Резюме

Введение. При эндокринной орбитопатии (ЭО) средней и тяжелой степени тяжести, которая приводит к снижению качества жизни пациентов, применяют хирургическую декомпрессию, частота осложнений которой составляет от 9,3 до 35%. Поэтому поиск новых возможностей для профилактики послеоперационных осложнений является актуальной проблемой челюстно-лицевой хирургии и офтальмологии.

Цель. Оценить результаты лечения и определить частоту осложнений при проведении декомпрессии орбиты с использованием хирургических навигационных шаблонов при лечении пациентов с эндокринной орбитопатией.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели был проведен анализ результатов декомпрессии орбиты у 17 пациентов с ЭО, проходивших лечение на базе Киевской областной клинической больницы и Киевской городской клинической больницы № 1 в период с 2017 по 2021 г. Для проведения исследования нами был использован соответствующий цифровой протокол. Дизайн и изготовление навигационных хирургических шаблонов проводились по данным компьютерной томографии с помощью CAD/CAM-технологии после симуляции костной декомпрессии в пределах «безопасных зон» по отношению к анатомическим структурам орбиты и ее мягкотканному содержанию.

Результаты. По данным предоперационной экзофтальмометрии средняя величина экзофтальма на правом и левом глазу составила $23,75 \pm 3,07$ мм и $24,27 \pm 3,26$ мм соответственно. В послеоперационном периоде средняя величина экзофтальма для правого глаза составила $18,88 \pm 2,18$ мм, для левого – $19,47 \pm 3,01$ мм; статистически достоверного различия в обследуемой группе также не было обнаружено ($p=0,892$). После проведения декомпрессии орбиты величина экзофтальма в среднем уменьшалась на $4,84 \pm 0,27$ мм, достоверно отличаясь в исследуемой группе в сравнении с дооперационными показателями ($p<0,001$).

Среди послеоперационных осложнений в сроки наблюдения 3 месяца у одного пациента нами отмечена диплопия, у трех пациентов сохранялась гипоэстезия в зоне иннервации II ветви тройничного нерва. При проведении декомпрессии 5 орбит было выявлено незначительное кровотечение, которое не нуждалось в дополнительных методах остановки. При этом ни в одном случае мы не наблюдали такого угрожающего послеоперационного осложнения, как ликворея. В то же время улучшение остроты зрения было выявлено при обследовании 8 глаз: среднее значение остроты зрения для обоих глаз перед лечением составляло $0,76 \pm 0,34$, тогда как в послеоперационном периоде (3 месяца после лечения) – $0,82 \pm 0,30$, хотя выявленная разница и не была статистически значимой ($p > 0,05$).

Выводы. Использование CAD/CAM-технологии при лечении пациентов с ЭО позволяет усовершенствовать этап планирования оперативного вмешательства за счет возможности виртуальной симуляции костной декомпрессии орбиты на предоперационном этапе. Применение навигационных хирургических шаблонов при проведении остеотомии позволяет достичь существенного уменьшения экзофтальма (в среднем на $4,84 \pm 0,27$ мм) на фоне уменьшения площади костной резекции, что потенциально может уменьшить риск послеоперационных осложнений.

Ключевые слова: эндокринная орбитопатия, декомпрессия орбиты, Computer-Aided Design (CAD) / Computer-Aided Manufacturing (CAM) технологии, хирургические навигационные шаблоны, персонализированный подход, профилактика осложнений

Slobodianiuk A.¹, Prusak O.² ✉, Kopchak A.¹, Cherenko M.², Rykov S.², Chepurny Y.¹, Petrenko O.²

¹ Bogomolets Institute of Postgraduate Education of the National Medical University, Kyiv, Ukraine

² Shupyk National University of Healthcare of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Orbital Decompression Using Surgical Guides for Management Endocrine Orbitopathy: Treatment Results and Prevention of Complications

Conflict of interest: nothing to declare.

Submitted: 18.08.2021

Accepted: 14.02.2022

Contacts: olga15if@meta.ua

Abstract

Introduction. Orbital decompression still became the main method of treatment of moderate and severe endocrine orbitopathy (EO). The complication rate of orbital decompression EO, which leads to a dramatical decrease in the quality of life of patients, ranges from 9.3 to 35%. Therefore, the search for new opportunities for the prevention of postoperative complications is an actual problem of maxillofacial surgery and ophthalmology.

Purpose. To evaluate the results of treatment and determine the frequency of complications during orbital decompression using surgical guides for management of EO.

Materials and methods. To achieve this goal, the results of treatment of 17 patients with EOP, who underwent orbital decompression with cutting surgical guides at the Kyiv Regional Clinical Hospital and Kyiv City Clinical Hospital № 1 in the period from 2017 to 2021, were analysed. The design and manufacture of surgical guides were carried out according to computed tomography data using CAD/CAM technology after simulating bone decompression within the "safe zones" in relation to the anatomical structures of the orbit and its soft tissue contents.

Results. According to preoperative exophthalmometry, the average value of exophthalmos in the right and left eye was 23.75 ± 3.07 mm and 24.27 ± 3.26 mm, respectively. In the postoperative period the average value of exophthalmos for the right eye was 18.88 ± 2.18 mm, for the left – 19.47 ± 3.01 mm; statistically significant differences in the study group were also not detected ($p=0.892$). The average reduction in exophthalmos in the study group was 4.84 ± 0.27 mm with significant difference between pre- and postoperative values ($p<0.0001$).

Concerning the postoperative complications 3 months after surgery, diplopia were noted only in one patient, and hypoesthesia of the II branch of the trigeminal nerve were detected in three cases. However, were no cases of such threatening postoperative complication as cerebrospinal fluid. At the same time, the improvement of visual acuity 8 eyes was noted after treatment: the average value of visual acuity before treatment was 0.74 ± 0.35 increasing after surgery (observation period 3 months) to 0.82 ± 0.27 ($p>0.05$).

Conclusions. The use of CAD/CAM technology in the treatment of patients with endocrine orbitopathy allows to improve the planning stage of surgery due to the possibility of virtual simulation of bone decompression of the orbit in the preoperative stage.

The use of surgical guides during osteotomy allows to achieve a significant reduction in exophthalmos (on average by 4.84 ± 0.27 mm) against the background of reducing the area of bone resection, which can potentially reduce the risk of postoperative complications.

Keywords: endocrine orbitopathy, orbital decompression, Computer-Aided Design (CAD) / Computer-Aided Manufacturing (CAM) technologies, surgical guides, personalized approach, prevention of complications

■ ВВЕДЕНИЕ

Эндокринная орбитопатия (ЭО) (в англоязычной литературе – Thyroid eye disease (TED), Graves' ophthalmopathy) – это аутоиммунное воспалительное заболевание орбиты и периорбитальных тканей, которое характеризуется ретракцией верхнего века, лагофтальмом, конъюнктивитом и экзофтальмом в результате увеличения объема жировой клетчатки и глазодвигательных мышц. Среди основных звеньев патогенеза данного заболевания выделяют активацию орбитальных фибробластов аутоантителами, что приводит к высвобождению Т-клеточных хемоаттрактантов, дифференциации и пролиферации фибробластов в миофибробласты и липофибробласты. Дальнейший синтез гликозаминогликанов, связывающих воду, способствует отеку тканей и дополнительному увеличению объема мягкотканного содержимого орбиты. В дальнейшем глазодвигательные мышцы и орбитальная жировая клетчатка

проходят стадии от отека и инфильтрации к фиброзу и ремоделированию тканей, что клинически проявляется экзофтальмом и ограничением подвижности глазного яблока.

В 90% случаев ЭО ассоциирована с болезнью Грейвса, когда мишенью иммунной реактивности становятся как ткани щитовидной железы, так и орбитальные фибробласты, кроме того, данная патология может наблюдаться у пациентов с аутоиммунным тиреоидитом, а также с эутиреоидным статусом [1, 2].

Основные симптомы данного заболевания – лагофтальм, экзофтальм, отек периорбитальных тканей, кератоконъюнктивит, ограничение подвижности глазного яблока, прогрессирующая потеря зрения, вызванные дистиреоидной оптической нейропатией, – определяют его большое медико-социальное значение. Снижение остроты зрения и возникновение диплопии существенно снижают качество жизни пациентов с ЭО, затрудняя не только выполнение профессиональных обязанностей, но и привычных действий в быту. Изменения внешнего вида, обусловленные экзофтальмом и отеком окружающих периорбитальных тканей, становятся причиной социальной дезадаптации пациентов. Учитывая ежегодный прирост распространенности тиреоидитов на 100 тыс. населения в Украине за период 2007–2017 гг. в 2,5 раза (с 20,98 до 52,07 случая на 100 тыс. жителей), гипотиреоза – в 1,7 раза (с 17,04 до 28,23 случая на 100 тыс. жителей), гипертиреоза – в 1,5 раза (с 10,62 до 15,44 случая на 100 тыс. жителей), проблема комплексной реабилитации пациентов с ЭО приобретает все большую актуальность [3, 4].

Согласно рекомендациям EUGOGO-2016 (The 2016 European Thyroid Association / European Group on Graves' Orbitopathy guidelines for the management of Graves' orbitopathy) лечение ЭО предполагает мультидисциплинарный подход с привлечением врача по лучевой терапии, эндокринолога, офтальмолога и челюстно-лицевого хирурга и включает применение кортикостероидов, лучевой терапии, а также хирургическое лечение в зависимости от активности и тяжести заболевания. При тяжелой и средней степени ЭО применяют хирургическое лечение, которое включает декомпрессию орбиты и реабилитационную офтальмопластическую хирургию.

В соответствии с данными разных авторов, частота осложнений хирургической декомпрессии орбиты составляет от 9,3 до 35%. Среди основных осложнений данного вида хирургического лечения выделяют появление диплопии (10–35%), реже – гипосезии V2 (9,7–13%), гипосезии V1 (8,0%), ликвореи вследствие повреждения мозговых оболочек в средней или передней черепной ямке (0,67–2,6%), потерю остроты зрения (0,13–3,23%), кровотечения в орбите (0,25%) и др. [5–8].

Таким образом, на сегодняшний день важным и актуальным вопросом является поиск новых возможностей для планирования и проведения хирургической декомпрессии орбиты с целью профилактики вышеуказанных осложнений. Среди современных тенденций развития медицины в аспекте планирования хирургических вмешательств и точной их реализации можно отметить использование Computer-Aided Design (CAD) / Computer-Aided Manufacturing (CAM) технологий, которые помогают решать наиболее сложные клинические задачи в разных отраслях медицины, в частности в челюстно-лицевой и офтальмопластической хирургии [9–12].

Одним из способов реализации данного подхода является использование различных вариантов цифровой интраоперационной навигации. Некоторые из них предусматривают использование навигационных хирургических шаблонов (НХШ),

представляющих собой изделия медицинского назначения, дизайн и изготовление которых проводятся по данным компьютерной томографии с помощью CAD/CAM-технологий, а основной задачей является позиционирование трансплантатов или имплантатов, определение границ проведения резекции или остеотомии.

У пациентов с ЭО при использовании предоперационной виртуальной симуляции возможно прецизионно определить параметры остеотомии, границы «безопасных зон» при проведении оперативного вмешательства в соответствии с индивидуальными особенностями анатомии лицевого скелета. Базируясь на анализе томограмм, в ходе оперативного вмешательства можно учесть расположение контрфорсов орбиты (которые являются «опорой» для глазного яблока), места прикрепления глазодвигательных мышц, расположения канала подглазничного нерва, костные отделы орбиты, которые одновременно являются стенками передней черепной ямки, и т. п. А использование НХШ гарантирует проведение остеотомий за пределами этих анатомических структур, влияющих на возникновение послеоперационных осложнений и результат, достигнутый в ходе декомпрессии орбиты. Использование виртуальной симуляции и НХШ при лечении ЭО обеспечивает точность, уменьшает время и улучшает эффективность будущего оперативного вмешательства, кроме того, потенциально способно обеспечить детерминированность и высокую прогнозируемость хирургического результата – редукцию экзофтальма при уменьшении частоты послеоперационных осложнений. В то же время в доступной нам литературе имеются единичные исследования, посвященные возможности использования компьютерного моделирования и стереотаксической навигации для проведения декомпрессии орбиты, но ограниченное применение данного подхода и небольшое количество пациентов в данных клинических сериях свидетельствуют о противоречивости полученных результатов, отсутствии практических рекомендаций по использованию данного подхода в клинической практике [13–15]. Поэтому вопросы зависимости редукции экзофтальма от площади остеотомии, а также зависимости частоты послеоперационных осложнений от вида планирования и проведения декомпрессии орбиты до сих пор остаются предметом дальнейших научных исследований.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить результаты лечения и определить частоту осложнений при проведении хирургической декомпрессии орбиты с использованием НХШ у пациентов с эндокриной орбитопатией.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для достижения поставленной цели был проведен ретроспективный анализ результатов декомпрессии орбиты 17 пациентов с ЭО, которые проходили лечение на базе Киевской областной клинической больницы и Киевской городской клинической больницы № 1 в период с 2017 по 2021 г. Критерии включения пациентов в исследование были следующими: наличие диагностированной ЭО, отсутствие позитивной динамики в ответ на консервативное лечение, выполненное оперативное вмешательство в объеме костной декомпрессии орбиты, полное клиническое и томографическое документирование случая с проведением перед- и послеоперационной мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ); период наблюдения

не менее 3 месяцев после оперативного вмешательства. Критериями исключения были следующие: дети (до 18 лет), травматические повреждения глазного яблока и орбиты в анамнезе, наличие неопластических процессов периорбитальной области, наличие противопоказаний к проведению оперативного вмешательства, компьютерная томография неудовлетворительного качества, отказ пациента от участия в исследовании.

Вышеуказанным критериям соответствовали 17 пациентов: 6 (35,3%) мужчин и 11 (64,7%) женщин. Средний возраст исследуемой группы составлял $45,7 \pm 9,6$ года (от 28 лет до 61 года). Предоперационное обследование пациентов включало стандартную оценку офтальмологического статуса и консультацию эндокринолога. Для определения топографо-анатомических особенностей орбиты, а также для контроля послеоперационных изменений пациентам, включенным в исследование, выполнялась пред- и послеоперационная мультиспиральная компьютерная томография (на томографе Toshiba Activion 16 и Philips Diamond Select Brilliance CT 64, 0,5 mm slice thickness). Измерения величины экзофтальма в исследуемой группе пациентов проводили по данным МСКТ по методике Ramli et al. (2015) или экзофтальмометром Гертеля до и после операции [12]. Показатели, выявленные на дооперационном этапе (острота зрения, степень экзофтальма), сравнивались с аналогичными, полученными в результате операции.

Для предоперационного планирования нами был использован следующий цифровой протокол. Данные компьютерной томографии экспортировали в программное обеспечение D2P (1.0.2.53, Symbionix Ltd / 3d Systems Inc., Beit Golan, Израиль), где осуществлялись ее сегментация и создание виртуальных моделей орбит. После этого путем редактирования виртуальных моделей проводили симуляцию костной декомпрессии в пределах «безопасных зон» по отношению к анатомическим структурам орбиты и ее мягкотканному содержимому. Далее отредактированные модели орбит в формате STL-файлов экспортировали в программное обеспечение Geomagic Freeform Plus (3d systems, Rock Hill, Южная Каролина, США), после чего создавали дизайн навигационного шаблона, компьютерную модель которого генерировали путем создания плоскости определенной формы и толщины, воссоздавая рельеф стенок орбиты (рис. 1, 2). После согласования вида конструкции модель навигационного шаблона в STL-формате высылали производителю (Imateh Medical Ltd, Киев, Украина) для 3D-печати. Изготовленный навигационный шаблон, пройдя производственную обработку, поддавался стерилизации для дальнейшего использования в условиях операционной.

Хирургическое лечение в исследуемой серии предполагало проведение костной декомпрессии под общим обезболиванием. Стандартным субцилиарным доступом проводили скелетирование стенок орбиты, после чего шаблоны устанавливали в заданное положение, фиксировали к костному ложу с помощью титановых мини-винтов и согласно заданным ориентирам выполняли остеотомию костных стенок орбиты в пределах «безопасных зон». После остеотомии фиксирующие винты и шаблон удаляли из операционной раны (рис. 3). Послеоперационное лечение заключалось в применении противоотечной, обезболивающей и антибактериальной терапии. Из местной терапии применяли инстилляции в конъюнктивальную полость антисептиков и кератопротекторов, а также сосудосуживающие назальные капли.

Рис. 1. Виртуальная трехмерная модель орбиты и глазодвигательных мышц
Fig. 1. Virtual three-dimensional model of the orbit and oculomotor muscles

Рис. 2. Виртуальная симуляция костной декомпрессии (1, 2, 3 – зоны остеотомии; стрелки: 4 – внутриорбитальный контрфорс, 5 – проекция канала подглазничного нерва) и дизайн хирургического навигационного шаблона
Fig. 2. Virtual simulation of bone decompression (1, 2, 3 – osteotomy zones; arrows: 4 – intraorbital buttress, 5 – projection of the infraorbital nerve canal) and design of cutting guide

Анализ полученной информации проводили методами вариационной статистики с определением средних величин и погрешностей средних, проверкой выборки на нормальность распределения на основе критерия Колмогорова – Смирнова и их сравнением с использованием парного критерия Стьюдента.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данное исследование включало анализ результатов лечения 17 пациентов, которым проводилась костная декомпрессия орбит (двусторонняя декомпрессия – 90,3%, односторонняя – 9,7%, таким образом, всего была прооперирована 31 орбита). Основные клинические данные пациентов (частота дистиреоидной оптической нейропатии (ДОН), лагофталма, глазодвигательных нарушений (ГДН), язв роговицы и диплопии), включенных в исследование, до лечения отражены на рис. 4.

По данным предоперационной экзофтальмометрии средняя величина экзофтальма на правом и левом глазу составляла $23,75 \pm 3,07$ мм и $24,27 \pm 3,26$ мм.

Рис. 3. Этапы (1 – проведение скелетирования стенок орбиты после субцилиарного доступа, 2 – установка НХШ в заданное положение и фиксация к костному ложу с помощью титановых мини-винтов, 3 – выполнение остеотомии костных стенок орбиты в пределах «безопасных зон», 4 – костный дефект после удаления мини-винтов и НХШ)

Fig. 3. Stages (1 – skeletonizing the orbital walls after subciliary access, 2 – setting the cutting guides to a predetermined position, 3 – fixing the cutting guides to the bone using titanium miniscrews and performing osteotomy of the bone walls of the orbit within the "safe zones", 4 – suturing the surgical wound after removing miniscrews and cutting guides of orbital decompression using cutting guides)

Рис. 4. Результаты обследования пациентов с ЭО перед лечением (частота дистиреоидной оптической нейропатии (ДОН), лагофталма, глазодвигательных нарушений (ГДН), язв роговицы и диплопии)

Fig. 4. Results of patients's examination with EO before treatment (incidence of dystyroid optic neuropathy (DON), lagophthalmos, oculomotor disorders (OMD), corneal ulcers and diplopia)

Рис. 5. Средние значения величины экзофтальма до и после лечения на правом (OD) и левом (OS) глазу соответственно

Fig. 5. The average value of the exophthalmos before and after treatment on the right (OD) and left (OS) eye, respectively

В послеоперационном периоде выявлено, что средняя величина экзофтальма для правого глаза составляла $18,88 \pm 2,18$ мм, для левого – $19,47 \pm 3,01$ мм ($p=0,892$), при этом данный показатель достоверно не отличался для правой и левой орбит (рис. 5).

Согласно полученным результатам, степень экзофтальма в исследуемой группе достоверно отличалась до и после лечения как в целом, так и для каждой прооперированной стороны ($p<0,001$ для обеих исследуемых совокупностей). Средняя величина уменьшения экзофтальма в исследуемой группе составляла $4,84 \pm 0,27$ мм. Среди встречаемых нами послеоперационных осложнений в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде у одного пациента наблюдалась диплопия, а в трех эпизодах после лечения сохранилась гипестезия в зоне иннервации II ветви тройничного нерва. При проведении декомпрессии 5 орбит было выявлено незначительное кровотечение, которое не требовало применения специальных методов его остановки. При этом ни в одном случае мы не наблюдали такого угрожающего послеоперационного осложнения, как ликворея. В то же время улучшение остроты зрения было выявлено при обследовании 8 глаз: среднее значение остроты зрения для обоих глаз перед лечением составляло $0,76 \pm 0,34$, тогда как в послеоперационном периоде (3 месяца после лечения) – $0,82 \pm 0,30$, хотя выявленная разница и не была статистически значимой ($p>0,05$).

В зависимости от преимущественного поражения жировой орбитальной клетчатки, отека и/или фиброза глазодвигательных мышц или их равномерного сочетания различают липогенную, миогенную и смешанную форму ЭО. Различные типы декомпрессии орбиты (жировая, декомпрессия дна орбиты, латеральная, инферо-медиальная, сбалансированная декомпрессия латеральной и медиальной стенок орбиты в сочетании с жировой декомпрессией, трехстенная и четырехстенная) имеют свои преимущества и недостатки и применяются при различных формах и степенях тяжести ЭО.

Костная декомпрессия орбиты остается одним из основных методов хирургического лечения пациентов с тяжелой ЭО. В классическом ее выполнении она

Рис. 6. Внешний вид пациента с ЭО до и после лечения
Fig. 6. Appearance of a patient with EO before and after treatment

предусматривает максимально возможное удаление костных стенок орбиты: нижней, медиальной или латеральной. Проведение данного вмешательства ставит целью увеличение объема орбиты и создание возможности для выхода мягкотканного содержимого орбиты в рядом расположенные полости. Вместе с тем радикальное удаление костных стенок орбиты сопровождается смещением глазного яблока, изменением фокусного расстояния, повреждением содержимого орбиты, включая подглазничный нерв. В то же время в соответствии с полученными результатами предложенный подход с применением CAD/CAM-технологии продемонстрировал эффективность в отношении уменьшения экзофтальма как ведущего симптома ЭО, который является основной причиной эстетического и функционального дефицита у данной категории пациентов (рис. 6).

Полученные нами результаты средней величины уменьшения экзофтальма в исследуемой группе ($4,84 \pm 0,27$ мм) соответствуют данным F. Gioacchini et al. (2021), которые анализировали эффективность различных традиционных техник декомпрессии орбиты. Так, при декомпрессии лишь нижней стенки орбиты авторы достигали уменьшения экзофтальма в среднем на 4,88 мм (95% ДИ от 5,68 до 4,08 мм), при осуществлении сочетанной остеотомии медиальной и латеральной стенок – на 4,32 мм (95% ДИ от 4,80 до 3,84 мм), тогда как после удаления латеральной стенки орбиты редукция экзофтальма составила 5,45 мм (95% ДИ от 6,16 до 4,74 мм). При сопоставимой величине уменьшения экзофтальма апробированный нами в данном исследовании подход позволил уменьшить площадь костных дефектов при проведении декомпрессии с сохранением внутриорбитального контрфорса и избеганием повреждения подглазничного нерва. При этом проводилась остеотомия преимущественно в средней и апикальной частях нижней и медиальной стенок орбиты, которые включали «ключевую зону» по Hammer (1995), а также латеральной стенки орбиты. В то же время проведение остеотомии предусматривало сохранение канала подглазничного нерва и зон прикрепления глазодвигательных мышц. Одним из результатов предложенного нами подхода стала симметричность в воссоздании послеоперационного результата – величины экзофтальма левого и правого глаза в данном исследовании статистически достоверно не различались.

Детерминированная форма и расположение дефектов, по нашему мнению, позволили избежать значительного количества осложнений, присущих традиционным

методам декомпрессии. В частности, частота впервые выявленной диплопии после декомпрессии орбиты согласно метаанализу F. Gioacchini et al. (2021), включавшему результаты 23 исследований (653 оперативных вмешательств), составляла в среднем 12% (95% ДИ от 7% до 16%) [7], что выше, чем в проанализированной нами серии. Отметим, что частота поздних послеоперационных осложнений в исследуемой группе пациентов также была ниже, чем после проведения классических декомпрессий орбиты. Это свидетельствует о существенной оптимизации оперативного вмешательства благодаря использованию хирургических навигационных шаблонов.

Потребность в индивидуальном подходе при проведении декомпрессии орбиты также обусловлена ее анатомо-топографическими особенностями. В частности, Kamer et al. в своем исследовании определяли морфометрические показатели 140 орбит с помощью компьютерного 3D-моделирования на основе данных КТ. Авторами было отмечено значительное колебание в объеме орбит от 18,9 до 33,4 мл, в объеме глазного яблока – от 6,0 до 10,1 мл, а также угла орбитального конуса – от 39,7 до 65,7°. Принимая это во внимание, можно предположить, что при применении стандартных подходов результаты декомпрессии у разных пациентов могут значительно различаться [16]. Учитывая необходимость индивидуального подхода к пациенту, использование CAD/CAM-технологии в лечении ЭО имеет ряд преимуществ. Получение трехмерных моделей черепа расширяет возможности изучения особенностей анатомии и топографии стенок орбиты, позволяет вычислять ее объем и его изменение после операции, а изготовление резекционных хирургических шаблонов, в свою очередь, помогает спланировать оперативное вмешательство, результатом которого является существенное уменьшение экзофтальма и профилактика послеоперационных осложнений.

В то же время основным ограничением данного исследования следует считать небольшое количество пациентов, которое вынуждает рассматривать его в качестве клинической серии результатов. Однако выявленные преимущества предложенного подхода засвидетельствовали его перспективность в отношении дальнейшего научного поиска и усовершенствования с определением его клинической эффективности в рандомизированных сериях.

■ ВЫВОДЫ

Использование CAD/CAM-технологии при лечении пациентов с ЭО позволяет усовершенствовать этап планирования оперативного вмешательства за счет виртуальной симуляции костной декомпрессии орбиты. Оценка ее анатомо-топографических особенностей на основе данных компьютерного моделирования позволяет реализовать индивидуальный подход при лечении пациентов с ЭО.

Проведение остеотомии с использованием навигационных хирургических шаблонов позволяет достичь существенного уменьшения экзофтальма (в среднем на $4,84 \pm 0,27$ мм) на фоне уменьшения площади костной резекции, что потенциально может снижать риск послеоперационных осложнений.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Bartalena L, Baldeschi L, Boboridis K, Eckstein A, Kahaly G.J., Marcocci C. The 2016 European Thyroid Association/European Group on Graves' Orbitopathy guidelines for the management of Graves' orbitopathy. *Eur Thyroid J.* 2016 Mar;5(1):9–26. doi: 10.1159/000443828.
2. Kahaly G.J. 2018 European Thyroid Association Guideline for the Management of Graves' Hyperthyroidism. *Eur Thyroid J.* 2018;7:167–186. Available at: <https://doi.org/10.1159/000490384>.
3. Tkachenko V.I., Maksymets Ya.A., Vydubets N.V., Kovalenko O.F. Analysis of the prevalence of thyroid pathology and its incidence among the population of Kyiv region and Ukraine for 2007–2017. *International Journal of Endocrinology.* 2018;14(3):279–284. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mezh_2018_14_3_14.
4. Cherenko M.S. Safety of pulse therapy with glucocorticoid hormones in the treatment of endocrine orbitopathy. *Clinical Endocrinology and Endocrine Surgery.* 2018;3(63). Available at: [https://doi.org/10.24026/1818-1384.3\(63\).2018.142675](https://doi.org/10.24026/1818-1384.3(63).2018.142675).
5. Leong S.C., Karkos P.D., Macewen C.J. A systematic review of outcomes following surgical decompression for dysthyroid orbitopathy. *Laryngoscope.* 2009;119:1106–15.
6. Sellari-Franceschini S., Dallan I., Bajraktari A. Surgical complications in orbital decompression for Graves' orbitopathy. Complicanze chirurgiche in pazienti sottoposti a decompressione orbitaria per oftalmopatia di Graves. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2016;36(4):265–274. doi: 10.14639/0392-100X-1082.
7. Gioacchini F.M., Kaleci S., Cassandro E., Scarpa A., Tulli M., Cassandro C., Ralli M., Re M. Orbital wall decompression in the management of Graves' orbitopathy: a systematic review with meta-analysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2021 Feb 18. doi: 10.1007/s00405-021-06698-5.
8. Willaert R., Maly T., Ninclus V., Huvenne W., Vermeersch H., Brusselaers N. Efficacy and complications of orbital fat decompression in Graves' orbitopathy: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2020 Apr;49(4):496–504. doi: 10.1016/j.ijom.2019.08.009.
9. Chepurnyi Y., Chernogorskyi D., Kopchak A., Petrenko O. Clinical efficacy of peek patient-specific implants in orbital reconstruction. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2020;10(2):49–53.
10. Chepurnyi Iu., Chernogorskyi D., Petrenko O., Kopchak A. Reconstruction of Post-Traumatic Orbital Defects and Deformities with Custom-Made Patient-Specific Implants: Evaluation of the Efficacy and Clinical Outcome. *Craniomaxillofac Trauma Reconstruction Open.* 2019;3:e9–e17.
11. Chepurnyi Y., Chernogorskyi D., Prykhodko D., Poutala A., Kopchak A. Reliability of orbital volume measurements based on computed tomography segmentation: Validation of different algorithms in orbital trauma patients. *J Craniomaxillofac Surg.* 2020;48(6):574–81. doi: 10.1016/j.jcms.2020.03.007.
12. Hierl T., Huempfer-Hierl H., Sterker I., Krause M. Decompression in endocrine orbitopathy with a navigated piezosurgical bone grinder. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2017;55:330–332. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2016.09.008>.
13. Millar M.J., Maloof A.J. The application of stereotactic navigation surgery to orbital decompression for thyroid-associated orbitopathy. *Eye (Lond).* 2009 Jul;23(7):1565–71. doi: 10.1038/eye.2009.24.
14. Kahana A., Heisel C.J. Reply re: "Stereotactic Navigation Improves Outcomes of Orbital Decompression Surgery for Thyroid Associated Orbitopathy". *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery.* 2020;36(5):521–522. doi: 10.1097/IOP.000000000000181.
15. Heisel C.J., Tuohy M.M., Riddering A.L., Sha C., Kahana A. Stereotactic Navigation Improves Outcomes of Orbital Decompression Surgery for Thyroid Associated Orbitopathy. *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery.* 2020;36(6):553–556. doi: 10.1097/IOP.0000000000001630.
16. Kamei L. Anatomy-Based Surgical Concepts for Individualized Orbital Decompression Surgery in Graves Orbitopathy. I. Orbital Size and Geometry. *Ophthal Plast Reconstr Surg.* 2010;26(5). doi: 10.1097/IOP.0b013e3181c9bb52.