

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКА РАЗВИТИЯ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОГО ЭНОФТАЛЬМА НА ОСНОВАНИИ РАСЧЁТОВ ОБЪЁМОВ ОРБИТ ПО ДАННЫМ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

© Д.В. Давыдов¹, Н.С. Серова², О.Ю. Павлова²

¹ Российский университет дружбы народов, кафедра реконструктивно-пластической хирургии с курсом офтальмологии, Москва;

² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета, Москва

Для цитирования: Давыдов Д.В., Серова Н.С., Павлова О.Ю. Прогнозирование риска развития посттравматического эннофтальма на основании расчётов объёмов орбит по данным мультиспиральной компьютерной томографии // Офтальмологические ведомости. — 2018. — Т. 11. — № 3. — С. 26–33. doi: 10.17816/OV11326-33.

Поступила в редакцию: 22.07.2018

Принята к печати: 03.09.2018

✧ **Цель** — разработать методику измерения объёмов орбит у пациентов с травмой средней зоны лица на до- и послеоперационном этапах лечения на основе данных мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ); изучить возможности измерения объёмов орбиты для получения дополнительной диагностической информации и оценки риска развития эннофтальма. **Материалы и методы.** В клинике Сеченовского университета был обследован 71 пациент (100 %) с травмой орбиты. На до- и послеоперационном этапах обследования всем пациентам ($n = 71$, 100 %) была выполнена МСКТ на аппарате Toshiba Aquilion One 640 с толщиной среза 0,5 мм в костном и мягкотканном режимах. Для измерения объёмов орбиты МСКТ-данные обрабатывали на рабочей станции Vitrea: выполняли маркировку костных границ правой и левой орбиты до и после хирургического лечения на каждом аксиальном срезе с представлением объёмов орбит в миллиметрах. **Результаты.** Обработка МСКТ-данных на предоперационном этапе показала увеличение объёма травмированной орбиты у 64 пациентов (90 %), различия объёмов здоровой и травмированной орбит составили от 2 до 14 мл. Данной группе пациентов было проведено реконструктивное хирургическое лечение. У 7 пациентов (10 %) с травмами средней зоны лица лёгкой степени тяжести разница в объёмах орбиты не превышала 2 мл, что является положительным прогностическим фактором, данные пациенты получали консервативное лечение. После хирургического лечения у 55 пациентов (77 %) объём травмированной орбиты восстановился, разница объёмов здоровой и травмированной орбит составила менее 2 мл. В 9 случаях (13 %) разница объёмов здоровой и травмированной орбит составила более 2 мл, что является неблагоприятным прогностическим фактором и говорит о сохраняющемся риске развития эннофтальма. У пациентов данной группы необходимо проведение дополнительного диагностического обследования и планирование хирургической коррекции остаточного эннофтальма с МСКТ-контролем в послеоперационном периоде. **Выводы.** Разработанная методика обработки МСКТ-данных даёт возможность определять изменения объёмов здоровой и травмированной орбит на до- и послеоперационном этапах лечения. В результате методика оценки объёмов орбит позволяет получать дополнительную диагностическую информацию для оценки риска развития эннофтальма.

✧ **Ключевые слова:** травма орбиты; объёмы орбиты; эннофтальм; МСКТ.

RISK PREDICTION OF POSTTRAUMATIC ENOPHTHALMOS DEVELOPMENT ON THE BASIS OF ORBITAL VOLUME CALCULATIONS USING MULTISLICE COMPUTED TOMOGRAPHY DATA

© D.V. Davydov¹, N.S. Serova², O.Yu. Pavlova²

¹ Peoples Friendship University of Russia, Department of reconstructive-plastic surgery with the course of ophthalmology, Moscow, Russia;

² Sechenov University, Radiology Department, Moscow, Russia

For citation: Davydov DV, Serova NS, Pavlova OYu. Risk prediction of posttraumatic enophthalmos development on the basis of orbital volume calculations using multislice computed tomography data. *Ophthalmology Journal*. 2018;11(3):26-33. doi: 10.17816/OV11326-33

Received: 22.07.2018

Accepted: 03.09.2018

✦ **Purpose.** To elaborate a method of orbital volume measurement in patients with midface trauma at pre- and postoperative stages on the basis of multislice computed tomography (MSCT); to investigate the capabilities of orbital volume measurement to acquire additional diagnostic information and to estimate the risk of postoperative enophthalmos development. **Materials and methods.** A total of 71 patients (100%) with midface trauma were examined at the Sechenov University clinic. At pre- and postoperative stages, all patients ($n = 71$, 100%) were examined using MSCT (Toshiba Aquilion One 640) with 0.5 mm slice thickness in bone and soft tissue regimen. To measure orbital volume, MSCT data were processed using Vitrea workstation: bone borders of the right and left orbit were marked before and after surgical treatment on every axial slice, and orbital volumes were presented in ml. **Results.** Preoperative MSCT data management revealed increased orbital volume due to orbital trauma in 64 patients (90%), the difference between healthy and traumatized orbit was between 2 ml and 14 ml. In these patients, reconstructive surgical procedure was performed. In 7 patients (10%) with mild midface trauma, the difference between orbital volumes was less than 2 ml, this was considered as a positive prognostic factor, and these patients were not subjects to surgical treatment. After surgery, in 55 patients (77%) the orbital volume restored, the difference between orbital volumes was less than 2 ml. In 9 cases (13%), the difference in orbital volume was more than 2 ml, considered as adverse prognostic factor which means that there still was a risk of postoperative enophthalmos development. In this patient group, additional diagnostic examination was necessary, and patients required planning of residual enophthalmos surgical correction with MSCT control during the post-op period. **Conclusion.** Postprocessing of the MSCT data gave the possibility to calculate pre- and postoperative orbital volume changes and present it in mathematical units (ml) in 3D mode. As the result the additional information can be acquired in order to identify the risk of postoperative enophthalmos.

✦ **Keywords:** orbital trauma; orbital volume; enophthalmos; MSCT.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема травматических повреждений средней зоны лица не теряет своей актуальности [1, 4, 6–8, 11, 13, 14, 17, 22, 24]. Травмы лица могут быть причиной не только эстетических нарушений, но и стойких функциональных повреждений, в том числе частичной или полной потери зрения, различных нарушений глазодвигательного аппарата, деформаций околоносовых синусов и воздухоносных путей [1–5, 11, 15, 18, 23]. В большинстве случаев повреждения средней зоны лица имеют сочетанный характер и способны привести к инвалидизации пациента [1–3, 4, 9, 12, 19, 25]. Согласно данным ВОЗ частота травм челюстно-лицевой зоны всё ещё увеличивается, несмотря на все прилагаемые меры по их сокращению, а контингент пострадавших составляют в основном мужчины трудоспособного возраста [1, 2, 4, 6, 8, 10, 16, 20]. Таким образом, своевременная диагностика с помощью мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) составляет неотъемлемую часть реабилитации пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица [3–7, 10, 21]. На современном этапе перед специалистами стоит задача не только корректной и своевременной диагностики таких состояний, но и разработки новых методик обработки дан-

ных КТ с целью получения дополнительной диагностической информации для решения вопроса о необходимости проведения орбитального хирургического вмешательства [3, 4, 20–25].

Цель — создание специальной методики обработки данных МСКТ у пациентов с травмой средней зоны лица для получения дополнительной диагностической информации при планировании реконструктивных орбитальных вмешательств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В клинике Сеченовского университета был обследован 71 пациент (100 %) с травматическими повреждениями средней зоны лица. На до- и послеоперационном этапах обследования всем пациентам ($n = 71$, 100 %) была выполнена МСКТ на аппарате Toshiba Aquilion One 640.

Параметры сканирования: область исследования — лицевой скелет, режим томографирования — объёмный, толщина среза — 0,5 мм, угол наклона гентри — 00, поле исследования — 16 см, напряжение — 100 кВ, сила тока — 60 мА, время исследования — 1–2 с, тип реконструкции — костный. При проведении исследования пациент находился в положении лёжа на спине, голова фиксирована на подголовнике.

Для измерения объёмов орбиты МСКТ-данные обрабатывали на рабочей станции Vitrea: выполняли маркировку костных границ правой и левой орбиты до и после хирургического лечения на каждом аксиальном срезе с представлением объёмов орбит в миллиметрах. По разработанной методике расчёта объёмов орбит был получен патент RU (11) 2 638 623 (13) С1, 14.12.2017, Бюл. № 35.

Методика измерения объёмов орбит:

1. На изображениях определяли костные границы орбит, по которым будет проходить маркировка. Необходимым условием правильного выполнения исследования является симметричность костных границ для обеих орбит. Для определения наружной границы маркировки проводили линию через всю длину орбиты и перпендикуляр к её длине (построения выполняли сразу для обеих орбит) (рис. 1).

2. На каждом аксиальном срезе выполняли маркировку всех костных границ орбит, начиная с верхней стенки до уровня дна орбиты (рис. 2). Для точности измерения необходимо чётко соблюдать костные границы и учитывать анатомические вариации строения, а также участки повреждения целостности стенок орбиты.

3. После измерения объёмов орбит сравнивали результаты до и после реконструктивной операции (рис. 3). При разнице объёмов более 2 мл западение глазного яблока увеличивается на 1 мм и, как следствие, повышается риск развития энтофтальма, что является достоверным прогностическим фактором и может быть использовано для оценки эффективности хирургического лечения.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Обработка МСКТ-данных на предоперационном этапе показала увеличение объёма травмированной орбиты у 64 пациентов (90 %), разница объёмов здоровой и травмированной орбит составила от 2 до 14 мл. Данной группе пациентов было проведено реконструктивное хирургическое лечение. У 7 пациентов (10 %) с травмами средней зоны лица лёгкой степени тяжести разница в объёмах орбиты не превышала 2 мл, что является положительным прогностическим фактором, поэтому данные пациенты получали консервативное лечение.

После хирургического лечения у 55 пациентов (77 %) объём травмированной орбиты восстановился, разница объёмов здоровой и травмированной орбит составила менее 2 мл. В 9 случаях (13 %) разница объёмов здоровой и травмиро-

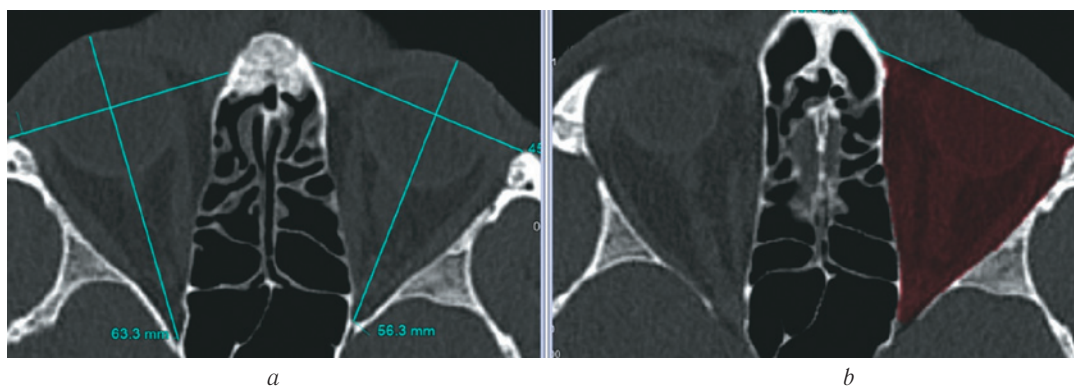


Рис. 1. МСКТ, средняя зона лица, костный режим. Аксиальная реконструкция. Определение наружных границ орбит

Fig. 1. MSCT, midface, bone window. Axial reconstruction. Marking of orbital bone borders

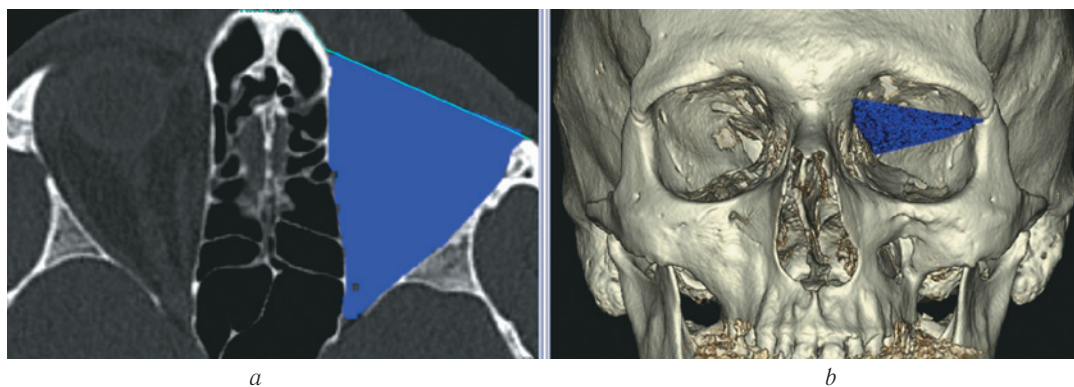


Рис. 2. МСКТ, средняя зона лица, костный режим. Аксиальная (а) и 3D-реконструкция (б). Маркировка костных границ орбиты

Fig. 2. MSCT, midface, bone window. Axial (a) and 3D (b) reconstruction. Marking of orbital bone borders

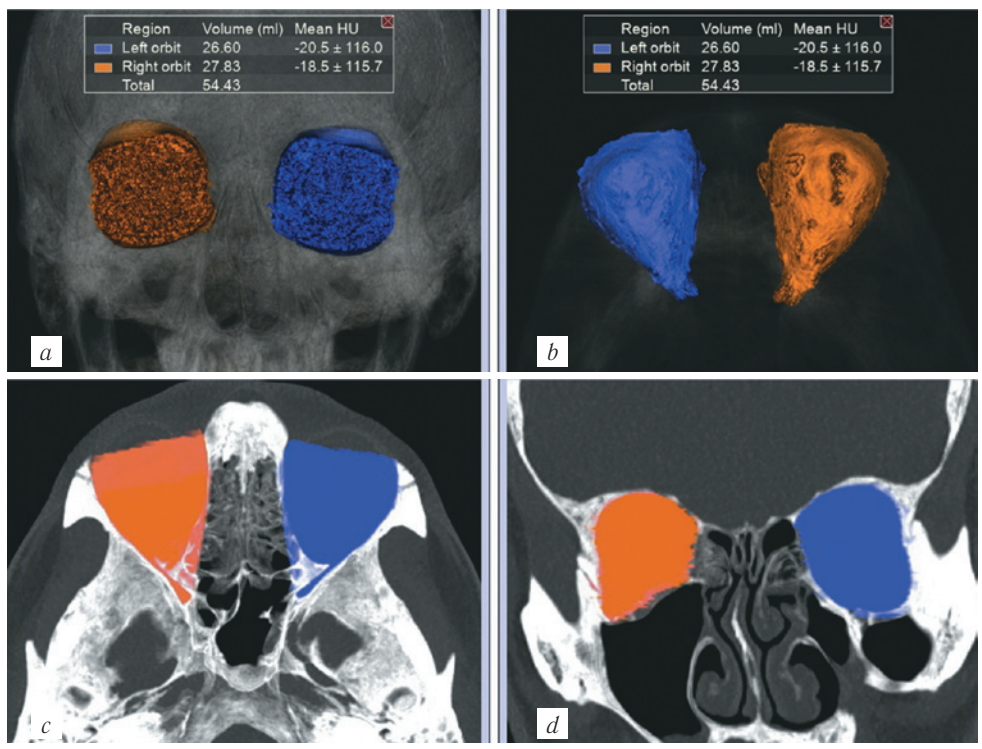


Рис. 3. МСКТ, средняя зона лица, костный режим. 3D-реконструкция (a), аксиальная (b, c) и коронарная (d) реконструкции. Сравнение значений объёмов обеих орбит

Fig. 3. MSCT, midface, bone window. 3D (a), axial (b, c), and coronal (d) reconstructions. Comparison of both orbital volume values

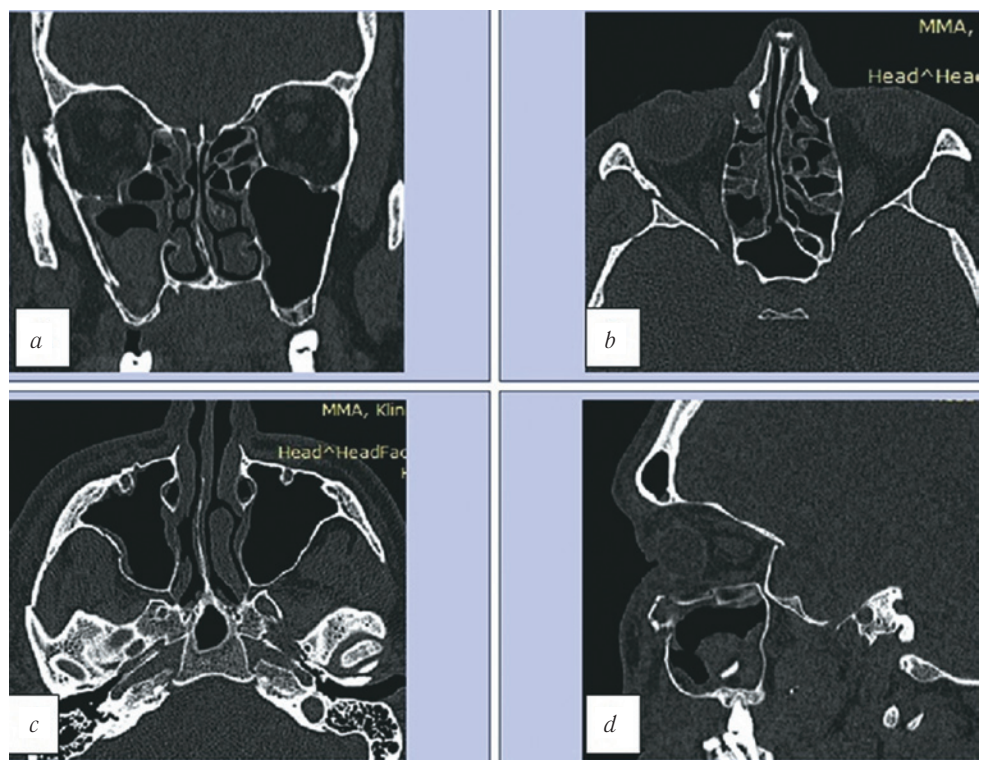


Рис. 4. МСКТ, средняя зона лица, костный режим. Коронарная (a), аксиальная (b, c) и сагиттальная (d) реконструкции. Травматические повреждения лицевого скелета справа: перелом латеральной и нижней стенок правой орбиты, перелом латеральной и передней стенок правого верхнечелюстного синуса в области скуловых дуг и двойной перелом правой скуловой дуги

Fig. 4. MSCT, midface, bone window. Coronal (a), axial (b, c), and sagittal (d) reconstructions. MSCT revealed fracture of right orbital floor and of lateral wall, of anterior and lateral maxillary sinus walls, and fractures of zygomatic arch. There was no herniation of orbital content into the maxillary sinus

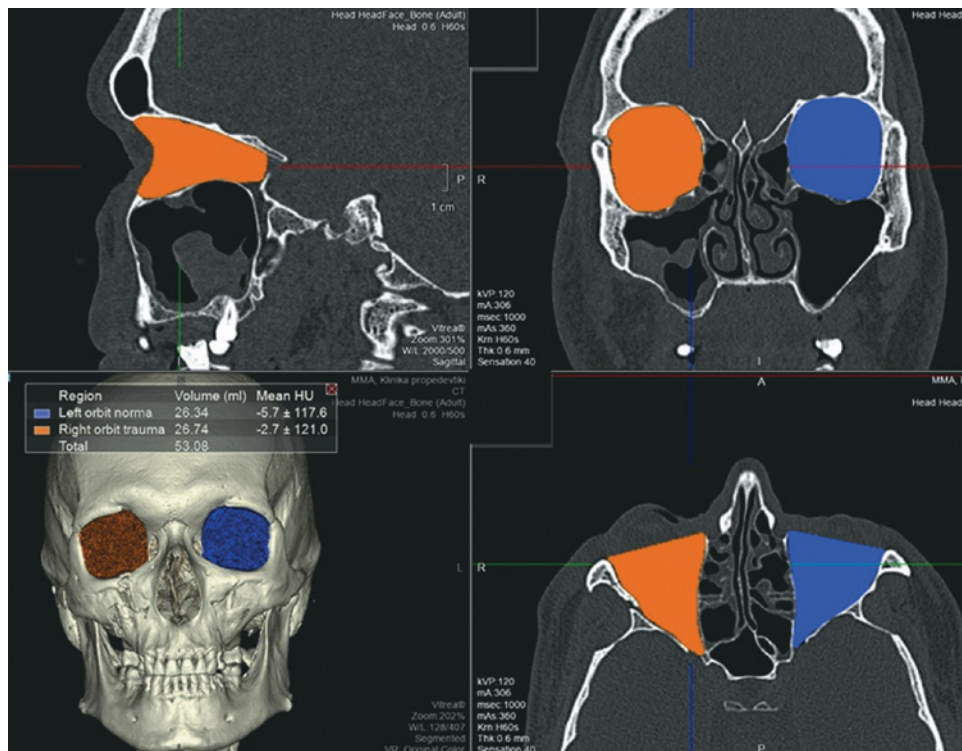


Рис. 5. МСКТ, средняя зона лица, костный режим. Измерение объёмов орбит после травмы на рабочей станции. При подсчёте объёмов повреждённой и здоровой орбит у данного пациента разница объёмов в течение 48 часов после травмы составила 0,4 мл

Fig. 5. MSCT, midface, bone window. Orbital volume assessment after trauma at a workstation. Upon volume calculation of the affected and the normal orbit 48 hours after trauma in this patient, the volume difference was 0.4 ml

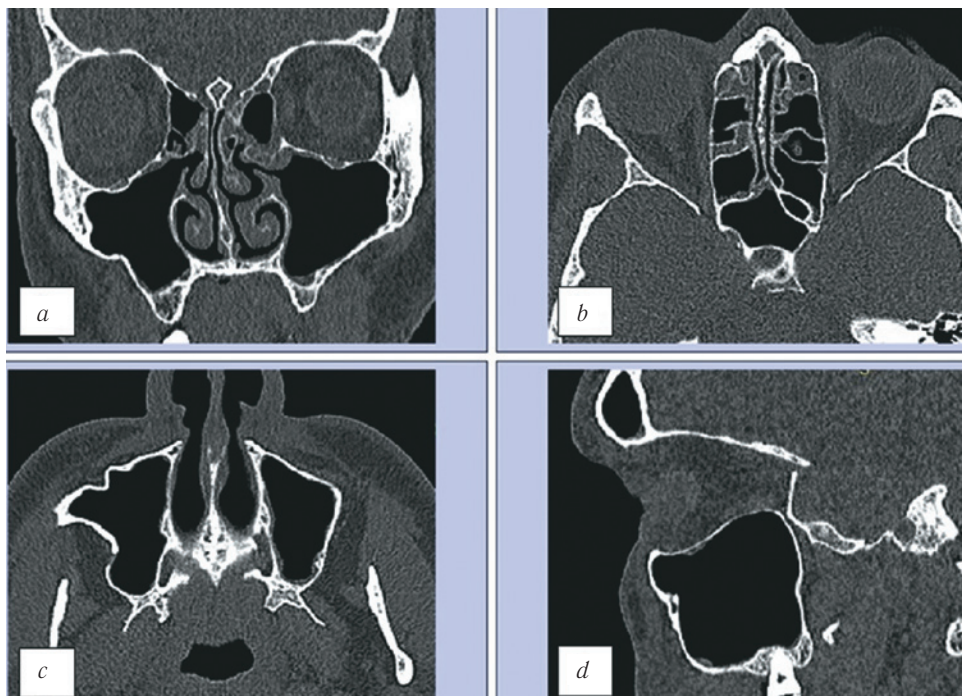


Рис. 6. МСКТ, средняя зона лица, костный режим. Коронарная (a), аксиальная (b, c) и сагиттальная (d) реконструкции. На полученных изображениях отмечается восстановление костных стенок правой орбиты, а также восстановление стенок правого верхнечелюстного синуса и скуловой дуги; при этом визуализируется деформация латеральной стенки синуса. Протлачивания мягких тканей правой орбиты в верхнечелюстной синус не определяется

Fig. 6. MSCT, midface, bone window. Coronal (a), axial (b, c), and sagittal (d) reconstructions. On obtained images, there is a bony walls' repair of the right orbit, as well as of those of right maxillary sinus and of zygomatic arch; at the same time there is a deformation of maxillary sinus lateral wall. There is no herniation of right orbit soft tissues into the maxillary sinus

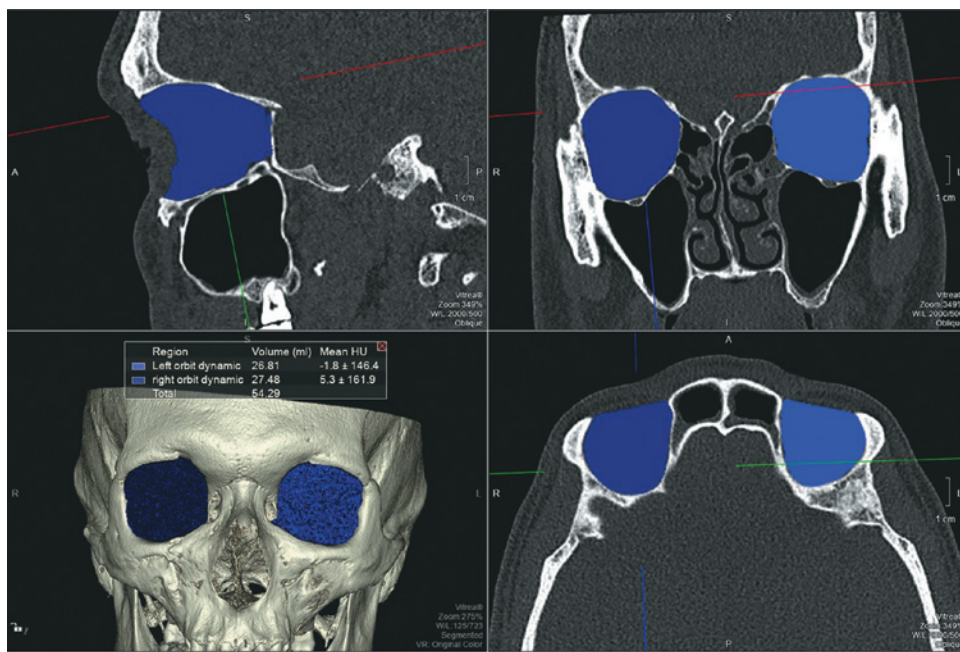


Рис. 7. МСКТ, средняя зона лица, костный режим. Измерение объёмов орбит после травмы на рабочей станции. Измерение объёмов орбит через 2 года после травмы. В позднем посттравматическом периоде разница объёмов травмированной и здоровой сторон составила 0,67 мл

Fig. 7. MSCT, midface, bone window. Orbital volume assessment after trauma at a workstation 2 years after trauma. In the late post-traumatic period, the volume difference between the affected and the normal side was 0.67 ml

ванной орбит составила более 2 мл, что является неблагоприятным прогностическим фактором и говорит о сохраняющемся риске развития энтофтальма. У пациентов данной группы необходимо проведение дополнительного диагностического обследования, планирования и выполнения хирургической коррекции остаточного энтофтальма с МСКТ-контролем в послеоперационном периоде.

Клинический пример

Пациент, мужчина, 1959 г. р., поступил в клинику Сеченовского университета в течение 48 часов после получения травмы лица в результате падения с высоты (два этажа). При клиническом обследовании у пациента определили изменение конфигурации лица и увеличение правой параназальной области из-за отёка мягких тканей, ссадины на кожных покровах, гематомы в области верхнего и нижнего век, сужение правой глазной щели, онемение кожных покровов подглазничной области. Нарушений зрения, диплопии или нарушений движения правого глазного яблока не выявили.

МСКТ проводили на аппарате Toshiba Aquilion One 640 в объёмном режиме с толщиной среза 0,5 мм в режиме костной и мягкотканной реконструкции. Исследование дополняли мультипланарными и трёхмерными реконструкциями. Для

последующей обработки КТ-данных использовали рабочую станцию Vitrea.

У пациента было диагностировано повреждение лицевого скелета справа: перелом латеральной и нижней стенок правой орбиты, перелом латеральной и передней стенки правого верхнечелюстного синуса и двойной перелом правой скуловой дуги. Перелом нижней стенки орбиты классифицировался по типу «взрывного» с локализацией в центрально-латеральном отделе, пролабирования мягкотканых структур орбиты в верхнечелюстной синус не выявили (рис. 4). По данным компьютерной томографии не представлялось возможным оценить изменение объёма правой орбиты для сравнения с контралатеральной стороной. С этой целью была применена разработанная нами методика обработки МСКТ-изображений, расчёта объёмов обеих орбит и представления их в миллиметрах для детальной оценки посттравматических изменений структур средней зоны лица.

После загрузки МСКТ-данных на рабочую станцию на изображениях определяли костные границы орбит, по которым проходила маркировка. Необходимым условием правильного выполнения исследования являлась симметричность костных границ для обеих орбит. Для этого проводили линию через всю длину орбиты и перпендикуляр к её длине для определения наружной

границы маркировки для обеих орбит. На каждом аксиальном срезе выполняли маркировку всех костных границ орбит, начиная с верхней стенки до уровня дна орбиты. Для точности измерения чётко соблюдали костные границы и учитывали анатомические варианты строения стенок орбит. После измерения объёмов орбит сравнивали полученные результаты правой и левой орбиты и определяли разницу в миллиметрах между здоровой и травмированной орбитами.

При подсчете объёмов поврежденной и здоровой орбит у данного пациента разница объёмов после травмы составила 0,4 мл (рис. 5). По литературным данным считается, что при разнице объёмов орбит более 2 мл западение глазного яблока увеличивается на 1 мм и, как следствие, повышается риск развития энофтальма. Таким образом, у данного пациента риск развития посттравматического энофтальма минимален. Ввиду отсутствия нарушений зрительных функций и осложнений со стороны костных и мягкотканых структур орбиты, у данного пациента проводили консервативную терапию и осуществляли динамический контроль в посттравматическом периоде.

В рамках динамического обследования пациенту была проведена МСКТ через 2 года после получения травмы. На изображениях отмечается восстановление костных стенок правой орбиты, а также восстановление стенок правого верхнечелюстного синуса и скуловой дуги, при этом визуализируется деформация латеральной стенки синуса (рис. 6). Пролабирования мягких тканей правой орбиты в верхнечелюстной синус не определяли.

Для оценки изменения объёма правой орбиты нами была применена методика расчёта объёмов орбиты с помощью обработки МСКТ-изображений на рабочей станции (рис. 7). В позднем посттравматическом периоде разница объёмов травмированной и здоровой сторон составила 0,67 мл, что находится в диапазоне допустимых значений и свидетельствует о минимальном риске развития энофтальма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка специализированной методики оценки объёмов орбиты по МСКТ-данным позволяет получить достоверную диагностическую информацию о состоянии костных структур орбиты после травмы средней зоны лица. Методика даёт возможность спрогнозировать риск развития западения глазного яблока, что является одним из самых трудноустраняемых посттравматических осложнений и вызывает стойкие функциональные и эстетические нарушения в орбитальных структу-

рах. По нашему мнению, разработанная методика оценки объёмов орбит должна быть включена в обязательный протокол обследования у каждого пациента, получившего травму орбиты, в рамках диагностического алгоритма, предоперационного планирования и оценки проведённого хирургического лечения.

Источник финансирования и конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. who.int [интернет]. Дорожно-транспортные травмы [доступ от 30.09.2018]. Доступ по ссылке: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/ru/>. [Who.int [Internet]. Road traffic injuries [cited 2018 Sep 30]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/ru/>. (In Russ.)]
2. Дубровин М.С., Копецкий И.С., Полуни В.С. Медико-социальная характеристика больных с повреждениями челюстно-лицевой области // Вестник Росздравнадзора. – 2013. – № 2. – С. 46–48. [Dubrovin MS, Kopetskiy IS, Polunin VS. Medical and social characteristics of patients with maxillofacial injuries. *Vestnik Roszdravnadzora*. 2013;(2):46-48. (In Russ.)]
3. Караян А.С. Одномоментное устранение посттравматических дефектов и деформаций скуло-носо-глазничного комплекса: Дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2008. [Karayan AS. Odnomomentnoe ustraneniye posttravmaticheskikh defektov i deformatsiy skulo-noso-glaznichnogo kompleksa. [dissertation] Moscow; 2008. (In Russ.)]
4. Серова Н.С. Лучевая диагностика сочетанных повреждений костей лицевого черепа и структур орбиты: Дис. ... канд. мед. наук. – М., 2006. [Serova NS. Luchevaya diagnostika sochetannykh povrezhdeniy kostey litsevoogo cherepa i struktur orbity. [dissertation] Moscow; 2006. (In Russ.)]
5. Kubal WS. Imaging of orbital trauma. *Radiographics*. 2008;28(6):1729-1739. doi: 10.1148/rg.286085523.
6. Whitehouse RW, Batterbury M, Jackson A, Noble JL. Prediction of enophthalmos by computed tomography after "blow out" orbital fracture. *Br J Ophthalmol*. 1994;78(8):618-620. doi: 10.1136/bjo.78.8.618.
7. Давыдов Д.В., Левченко О.В., Михайлюков В.М Реконструктивная хирургия посттравматических дефектов и деформаций глазницы с использованием интраоперационной безрамной навигации // Вестник офтальмологии. – 2014. – 130. – № 2. – С. 20–26. [Davydov DV, Levchenko OV, Mikhaylyukov VM. Surgical reconstruction of posttraumatic defects and deformities of the orbit using frameless navigation. *Annals of ophthalmology*. 2014;130(2):20-26. (In Russ.)]
8. Kolk A, Pautke C, Schott V, et al. Secondary post-traumatic enophthalmos: high-resolution magnetic resonance imaging compared with multislice computed tomography in postoperative orbital volume measurement. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007;65(10):1926-1934. doi: 10.1016/j.joms.2006.06.269.

9. Павлова О.Ю., Серова Н.С. Многосрезовая компьютерная томография в диагностике переломов глазниц // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2015. – № 3. – С. 12–17. [Pavlova OYu, Serova NS. Multislice computed tomography in the diagnosis of orbital fractures. *Vestn Rentgenol Radiol.* 2015;(3):12-17. (In Russ.)]
10. Nistri AL, Gurney B. Current concepts in midface fracture management. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016;24(4):368-375. doi: 10.1097/MOO.0000000000000267.
11. Клевно В.А. Эффективные инструменты определения степени тяжести вреда, причинённого здоровью человека // Судебно-медицинская экспертиза. – 2009. – Т. 52. – № 1. – С. 3–5. [Klevno VA. Efficacious tools for the evaluation of severity of harm to human health. *Sud Med Ekspert.* 2009;52(1):3-5. (In Russ.)]
12. Луцевич Е.Э., Альхумиди К. Современные аспекты диагностики и лечения переломов орбиты // Вестник офтальмологии. – 2013. – 129. – № 6. – С. 89–95. [Lutsevich EE, Al'khumidi K. Modern aspects of diagnostics and treatment of orbital fractures. *Annals of Ophthalmology.* 2013;129(6):89-95. (In Russ.)]
13. Кобзева И.В. Особенности диагностики и планирования лечения пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями средней зоны лица: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2013. [Kobzeva IV. Osobennosti diagnostiki i planirovaniya lecheniya patsientov s posttravmaticheskimi defektami i deformatsiyami sredney zony litsa. [dissertation] Moscow, 2013. (In Russ.)]
14. Костенко Д.И. Современные лучевые технологии диагностики и послеоперационного контроля у пациентов с деформациями средней зоны лица: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2017. [Kostenko DI. Sovremennye lucheveye tekhnologii diagnostiki i posleoperatsionnogo kontrolya u patsientov s deformatsiyami sredney zony litsa. [dissertation] Moscow, 2017. (In Russ.)]
15. Николаенко В.П., Астахов Ю.С. Орбитальные переломы: руководство для врачей. – СПб.: Эко-Вектор, 2012. [Nikolaenko VP, Astakhov YS. Orbital'nye perelomy: rukovodstvo dlya vrachey. Saint Petersburg: Eko-Vektor; 2012. (In Russ.)]
16. Сангаева Л.М., Серова Н.С., Выклюд М.В., Буланова Т.В. Лучевая диагностика травм глаза и структур орбиты // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2007. – № 2. – С. 60–64. [Sangaeva LM, Serova NS, Vyklyuk MV, Bulanova TV. Lucheavaya diagnostika travm glaza i struktur orbity. *Vestn Rentgenol Radiol.* 2007;(2):60-64. (In Russ.)]
17. Furuta M. Measurement of Orbital Volume by Computed Tomography Especially on the Growth of the Orbit. *Jpn J Ophthalmol.* 2001;45(6):600-606. doi: 10.1016/s0021-5155(01)00419-1.
18. Ploder O, Klug C, Voracek M, et al. Evaluation of computer-based area and volume measurement from coronal computed tomography scans in isolated blowout fractures of the orbital floor. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;60(11):1267-1272. doi: 10.1053/joms.2002.35722.
19. Павлова О.Ю., Серова Н.С. Протокол мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике травм средней зоны лица // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2016. – Т. 6. – № 3. – С. 48–53. [Pavlova OY, Serova NS. MSCT protocol in midface trauma diagnostics. Russian electronic journal of radiology. 2016;6(3):48-53. (In Russ.)] doi:10.21569/2222-7415-2016-6-3-48-53.
20. Яценко О.Ю., Тюрин И.Е. Рентгеноанатомия орбиты. Часть 1. Костная орбита и её вершина // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2015. – № 3. – С. 5–11. [Yatsenko OY, Tyurin IE. Orbital radiographic anatomy. Part 1. The osseous orbit and its apex. *Vestn Rentgenol Radiol.* 2015;(3):5-11. (In Russ.)]
21. Sidebottom AJ. The TN Chawla Lecture — The current management of midfacial trauma. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2013;3(3):120-122. doi: 10.1016/j.jobcr.2013.07.006.
22. Essig H, Dressel L, Rana M, et al. Precision of posttraumatic primary orbital reconstruction using individually bent titanium mesh with and without navigation: a retrospective study. *Head Face Med.* 2013;9:18. doi: 10.1186/1746-160X-9-18.
23. Wagner ME, Lichtenstein JT, Winkelmann M, et al. Development and first clinical application of automated virtual reconstruction of unilateral midface defects. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015;43(8):1340-1347. doi: 10.1016/j.jcms.2015.06.033.
24. Raskin EM, Millman AL, Lubkin V, et al. Prediction of late enophthalmos by volumetric analysis of orbital fractures. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg.* 1998;14(1):19-26.
25. 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/iov.07-1030.

Сведения об авторах

Дмитрий Викторович Давыдов — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой пластической хирургии с курсом офтальмологии. ФГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва. E-mail: davydovdv@gmail.com.

Наталья Сергеевна Серова — д-р мед. наук, член-корреспондент РАН, директор Института электронного медицинского образования, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета. Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета, Москва. E-mail: dr.olgapavlova@gmail.com.

Ольга Юрьевна Павлова — ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета. Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва. E-mail: dr.olgapavlova@gmail.com.

Information about the authors

Dmitriy V. Davydov — Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Department of Plastic Surgery with the Course of Ophthalmology. Russian University of Friendship of Peoples, Moscow, Russia. E-mail: davydovdv@gmail.com.

Natalya S. Serova — MD, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of Electronic Medical Education Institute, Professor Radiology Department. Sechenov University, Radiology Department, Moscow, Russia. E-mail: dr.olgapavlova@gmail.com.

Ol'ga Yu. Pavlova — research assistant of the Radiology Department, Sechenov University, Moscow, Russia. E-mail: dr.olgapavlova@gmail.com.