

## РЕНТГЕНОВСКАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ И ДЕФОРМАЦИЙ ГЛАЗНИЦЫ

О.В. Левченко<sup>1</sup>, В.В. Крылов<sup>1</sup>, Д.В. Давыдов<sup>2</sup>, Д.А. Лежнев<sup>2</sup>, В.М. Михайлюков<sup>2</sup>,  
Ф.А. Шарифуллин<sup>1</sup>, Д.И. Костенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского,

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова  
Минздрава России

**Цель работы.** Разработать методики измерения линейных размеров глазницы и определения степени эннофтальма/экзофтальма и гипофтальма/гиперофтальма по данным МСКТ.

**Материалы и методы.** Для разработки методик измерения линейных размеров глазницы и определения степени эннофтальма/экзофтальма и гипофтальма/гиперофтальма проведено обследование 25 пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями глазницы до и после хирургического лечения.

**Результаты.** Разработанные методики позволили измерить продольный, вертикальные и горизонтальные размеры глазницы и определить степень эннофтальма/экзофтальма и гипофтальма/гиперофтальма у всех обследованных пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями глазницы.

**Заключение.** Использование методик измерения линейных размеров глазницы и определения степени эннофтальма/экзофтальма и гипофтальма/гиперофтальма по данным МСКТ позволяет проводить сравнительный анализ полученных результатов измерений до и после хирургического лечения, тем самым оценить эффективность хирургической реконструкции глазницы.

**Ключевые слова:** мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), вертикальные и горизонтальные размеры глазницы, определение степени эннофтальма и гипофтальма по данным МСКТ.

One of the most relevant problems at patients with orbital trauma is the estimation of orbit damage degree, including the changes of normal anatomy of bone and soft tissues orbital components according to multispiral computer tomography (MSCT) data. Nowadays there are no common methods to measure the linear dimensions of orbit and to estimate the enophthalmos/exophthalmos and hypophthalmos/hyperphththalmos degree according to MSCT data.

**Objective.** To develop the methods to measure the linear dimensions of orbit and to estimate the enophthalmos/exophthalmos and hypophthalmos/hyperphththalmos degree according to MSCT data.

**Material and methods.** We examined 25 patients with posttraumatic defects and deformations of orbit before and after surgical treatment for developing the methods of measurement of orbital linear dimensions and estimation of enophthalmos/exophthalmos and hypophthalmos/hyperphththalmos degree.

**Results.** The developed methods allowed measuring the longitudinal, vertical and horizontal dimensions of orbit and estimating the enophthalmos/exophthalmos and hypophthalmos/hyperphththalmos degree at all examined patients with posttraumatic defects and deformations of orbit.

**Conclusions.** The usage of offered methods to measure the linear dimensions of orbit and to estimate the enophthalmos/exophthalmos and hypophthalmos/hyperphththalmos degree according to MSCT data allows conducting the comparative analysis of received data of measurements before and after surgical treatment to estimate the efficacy of surgical reconstruction of orbit.

**Key words:** multispiral computer tomography (MSCT), vertical and horizontal dimensions of orbit, estimation of enophthalmos and hypophthalmos degrees according to MSCT data.

### Введение

Основной задачей в реконструктивно-восстановительной хирургии глазницы является восстановление нормальной анатомии костных структур глазницы и положения глазного яблока в случаях его дистопии с целью достижения хороших функциональных и эстетических результатов [4, 7, 8]. Для решения данной задачи необходимо определение количественных параметров глазницы и степени смещения глазных яблок (эннофтальм, гипофтальм). Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) при травмах глазницы позволяет оценить степень повреждения, включая изменение нормальной анатомии костного компонента и мягкотканного содержимого глазницы [10].

**Целью работы** является разработка методики оценки линейных размеров глазницы и степени дистопии глазных яблок по данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) у

пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями глазницы.

### Материалы и методы

В отделении нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского за период с 01.01.2011 по 30.06.2013 г. выполнено 25 реконструктивных операций у пациентов с посттравматическими деформациями глазницы. Мужчин было 19, женщин — 6. Возраст пациентов колебался от 16 до 57 лет, средний возраст 33 года. Сроки с момента получения травмы до оперативного лечения составили от 7 дней до 12 мес, в среднем 1,5 мес.

По локализации были выявлены следующие комбинации повреждений стенок глазницы:

1) посттравматическая деформация скуло-орбитального комплекса (СОК) со смещением скуловой кости в сочетании с:

- дефектом и деформацией нижней стенки ( $n=12$ ),
- дефектом и деформацией нижней и латеральной стенок ( $n=3$ ),
- дефектом и деформацией нижней, латеральной и медиальной стенок ( $n=2$ ),
- дефектом и деформацией верхней, нижней и латеральной стенок ( $n=1$ );
- 2) посттравматическая деформация костей лобной области в сочетании с:
  - дефектом и деформацией верхней стенки ( $n=2$ ),
  - дефектом и деформацией верхней и медиальной стенок ( $n=2$ );
- 3) изолированный дефект и деформация нижней стенки глазницы ( $n=3$ ).

В предоперационном и послеоперационном периодах с целью получения пространственного представления о форме и локализации дефекта, а также о степени деформации и точности восстановления репонированных костных фрагментов СОК всем пациентам выполняли МСКТ лицевого отдела черепа с последующим анализом изображений в аксиальной, фронтальной, сагиттальной плоскостях, произвольных мультипланарных реконструкциях и построенных 3D-реконструкциях. Исследования выполняли на аппаратах Hispeed CT/e (General Electric, США) и Philips Brilliance 64 (Philips, США). Исследования выполняли на базе НИИ СП им. Н.В. Склифосовского и Центра стоматологии и челюстно-лицевой хирургии МГМСУ им. А.И. Евдокимова.

По данным МСКТ были разработаны методики измерения линейных (вертикальных и горизонтальных) размеров глазницы и степени дистопии глазных яблок (энофтальм, гипоптальм) с целью оценки результатов хирургического лечения.

Укладку пациента в процессе исследования осуществляли в стандартном подголовнике в положении лежа на спине с фиксацией взгляда строго прямо. Аксиальную плоскость устанавливали параллельно твердому небу.

#### Методика измерения вертикальных размеров глазницы

На КТ-изображении в аксиальной плоскости, отображающем максимальный поперечный размер глазницы, определяли биссектрису угла, образованного боковыми стенками глазницы, и выставляли плоскость, проходящую по биссектрисе угла (рис. 1).

В соответствии с этой плоскостью выполняли построение мультипланарной реконструкции (МПР) в косо-сагиттальной плоскости. Данная реконструкция отображала максимальный продольный размер глазницы и служила основой для выполнения следующих измерений (рис. 2):

**1. Максимальный продольный размер глазницы (глубина глазницы) (A-A1)** — от нижнеглазничного края до верхнезаднего полюса наружной поверхности костной стенки верхнечелюстной пазухи;

**2. Вертикальный (верхненижний) размер входа в глазницу (B-B1)** — от верхнеглазничного края до нижнеглазничного края глазницы;

**3. Вертикальный размер глазницы по центру глазного яблока (C-C1)** — по линии, пересекающей линии B-B1, D-D1-E-E1, измеряли максимальный переднезадний размер глазного яблока и через его середину проводили измерение вертикального размера параллельно линии входа в глазницу;

**4. Максимальный вертикальный (верхне-нижний) размер глазницы (D-D1)** — от верхней до нижней стенок глазницы в зоне максимального значения параллельно линии входа в глазницу;

**5. Вертикальный размер глазницы по заднему полюсу глазного яблока (E-E1)** — от верхней до нижней стенок глазницы по заднему полюсу глазного яблока параллельно линии входа в глазницу;

**6. Задний вертикальный размер глазницы (F-F1)** — от верхней стенки глазницы до верхнезаднего полюса наружной поверхности костной стенки верхнечелюстной пазухи параллельно линии входа в глазницу.

#### Методика измерения горизонтальных размеров глазницы

Горизонтальные (латеро-медиальные) размеры измеряли на МПР в косо-аксиальной плоскости параллельно твердому небу (рис. 3):

**1. Горизонтальный размер входа в глазницу (G-G1)** — от наружного края латеральной стенки глазницы до лобно-верхнечелюстного шва;



Рис. 1. МСКТ. Изображение в аксиальной плоскости. Построение косо-сагиттальной плоскости (МРР1) для определения вертикальных размеров глазницы.

Fig. 1. Multispiral computer tomography (MSCT), axial view. The making of oblique-sagittal plane (MPR1) for estimation of orbital vertical dimensions.



Рис. 2. МСКТ. МПР в косо-сагиттальной плоскости. А — A-A1 — максимальный продольный размер глазницы, Б — B-B1-вертикальный размер входа в глазницу, C-C1 — вертикальный размер глазницы по центру глазного яблока, D-D1 — максимальный вертикальный размер глазницы, E-E1 — вертикальный размер глазницы по заднему полюсу глазного яблока, F-F1— задний вертикальный размер глазницы.

Fig. 2. MSCT. MPR in oblique-sagittal plane. А — A-A1 — maximal longitudinal dimension of orbit, Б — B-B1- vertical dimension of the opening into orbit, C-C1 — vertical dimension of orbit on center of eye-ball, D-D1 — maximal vertical dimension of orbit, E-E1 — vertical dimension of orbit on posterior pole of eye-ball, F-F1— posterior vertical dimension of orbit.

**2. Горизонтальный размер глазницы от лобно-скулового шва до медиальной стенки глазницы (Н-Н1)** — измеряется параллельно линии измерения горизонтального размера входа в глазницу.

Измерение вертикальных и горизонтальных размеров глазницы выполняли как на стороне повреждения, так и на здоровой стороне.

#### *Методика измерения степени гипопфтальма / гиперопфтальма*

На КТ-изображении в аксиальной плоскости выставляли ось симметрии соответственно сагиттальной плоскости черепа. Далее выставляли плоскость перпендикулярно оси симметрии, проходящую через середину продольного размера глазных яблок. Это необходимо для визуализации наивысшей точки верхней поверхности (верхний полюс глазного яблока) и отображения максимального поперечного размера глазных яблок во фронтальной плоскости (рис. 4, 6).

При наличии у пациента одновременного сочетания эннофтальма и гипопфтальма, проходящую через глазные яблоки, меняли в соответствующем направлении с целью определения наивысшей точки верхней поверхности (верхний полюс глазного яблока) и отображения максимального поперечного размера глазных яблок во фронтальной плоскости (рис. 5, 6).

На МПР во фронтальной плоскости отображались наивысшая точка верхней поверхности (верхний полюс глазного яблока) и максимальный поперечный размер глазных яблок. Для выполнения последующих измерений на МПР во фронтальной плоскости выставляли ось симметрии. Далее проводили линию по поверхности верх-



Рис. 3. МСКТ. МПР в ко-аксиальной плоскости. Расстояние G-G1 — горизонтальный размер входа в глазницу, Н-Н1 — горизонтальный размер глазницы от лобно-скулового шва до медиальной стенки глазницы.

Fig. 3. MSCT. MPR in oblique-sagittal plane. Dimension G-G1 — horizontal dimension of orbit from frontozygomatic suture to medial wall of orbit.

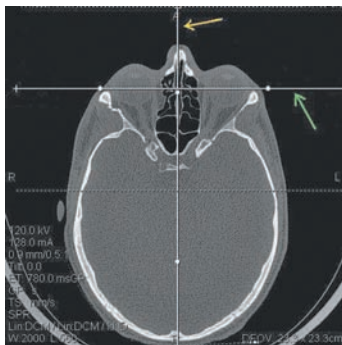


Рис. 4. МСКТ. Изображение в аксиальной плоскости. Методика определения наивысшей точки верхней поверхности глазных яблок (верхний полюс глазного яблока). Желтой стрелкой указана ось симметрии, зеленой стрелкой — плоскость, проходящая через середину продольного размера глазных яблок.

Fig. 4. MSCT in axial plane. The method for estimation of highest point (apex) of eye-balls superior surfaces (upper pole of eye-ball). The symmetry axis is marked by yellow arrow, green arrow shows the plane, passing through the center of eye-balls longitudinal dimension.

ней стенки здоровой стороны перпендикулярно оси симметрии. Следующим этапом определяли центр глазных яблок и проводили измерение от центра глазных яблок перпендикулярно линии, проходящей по поверхности верхней стенки неповрежденной глазницы. По разнице измерений поврежденной и неповрежденной глазниц определяли степень гипопфтальма в мм (см. рис. 6).

Методика измерения степени эннофтальма / экзофтальма

#### *Методика измерения степени эннофтальма / экзофтальма*

На КТ-изображении в аксиальной плоскости, отображающем максимальный размер глазных яблок, выставляли ось симметрии соответственно сагиттальной плоскости черепа. Далее проводили линию перпендикулярно оси симметрии, проходящую на уровне костного отдела носа. Визуально определяли центр глазных яблок. Измерение выполняли от центра глазных яблок перпендикулярно линии, проведенной на уровне костного отдела носа. По разнице измерений поврежденной и неповрежденной глазниц определяли степень эннофтальма/экзофтальма в мм (рис. 7).

По результатам измерений, выполненных по данным МСКТ, наличие гипопфтальма различной степени выраженности отмечено в 21 наблюдении, эннофтальма — в 11 наблюдениях (табл. 1) [3].

Всем пациентам выполняли одномоментное замещение дефектов стенок глазницы и устранение деформации СОК путем репозиции и жесткой фиксации костных фрагментов с использованием титано-

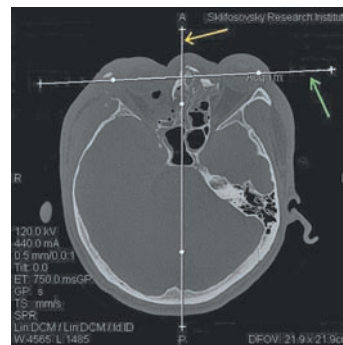


Рис. 5. МСКТ пациента с повреждением назотомоидального комплекса. Изображение в аксиальной плоскости. Методика определения наивысшей точки верхней поверхности глазного яблока (верхний полюс глазного яблока) при одновременном сочетании эннофтальма и гипопфтальма. Желтой стрелкой указана ось симметрии, зеленой стрелкой — плоскость, проходящая через середину продольного размера глазных яблок.

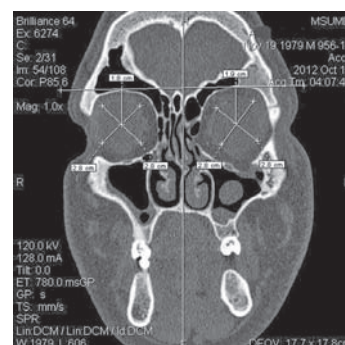


Рис. 6. МСКТ. МПР во фронтальной плоскости. Методика определения степени гипопфтальма / гиперопфтальма.

Fig. 6. MSCT. MPR in frontal plane. The method for estimation of hypophthalmos/hyperphththalmos degree.



вых мини-пластин. В 17 наблюдениях для закрытия костного дефекта использовали имплантаты из армированного пористого полиэтилена, в 1 наблюдении — из политетрафторэтилена, в 7 — титановую сетку.

Таблица 1 / Table 1

Распределение больных по степени выраженности смещения глазного яблока до оперативного лечения (в мм) ( $n=25$ ) / Patients' distribution according to the degree of eye-ball dislocation before operative treatment (mm) ( $n=25$ )

| Степень выраженности клинического признака, (мм) | Клинические симптомы, количество больных |           |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|
|                                                  | гипофтальм                               | энофтальм |
| 0, (0)                                           | 4                                        | 14        |
| 1, (1-2)                                         | 5                                        | 4         |
| 2, (3-4)                                         | 12                                       | 6         |
| 3 (5 и более)                                    | 4                                        | 1         |

Все пациенты с выявленной перед операцией диплопией отметили исчезновение двоения в центральной позиции зрения. При контрольном осмотре через 1, 3 и 6 мес жалоб на двоение не было ни у одного пациента.

В послеоперационном периоде нами выявлено улучшение показателей по критерию «гипофтальм» — у 95,2% пациентов, по критерию «энофтальм» — у 90,9%, что соответствует 0 и 1 степеням выраженности клинических признаков (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Распределение больных по степени выраженности смещения глазного яблока (в мм) ( $n=25$ ) / Patients' distribution according to the degree of eye-ball dislocation (mm) ( $n=25$ )

| Степень выраженности клинического признака, (мм) | Клинические симптомы |                |             |                |
|--------------------------------------------------|----------------------|----------------|-------------|----------------|
|                                                  | гипофтальм           |                | энофтальм   |                |
|                                                  | до операции          | после операции | до операции | после операции |
| 0, (0)                                           | 4                    | 20             | 14          | 21             |
| 1, (1-2)                                         | 5                    | 4              | 4           | 3              |
| 2, (3-4)                                         | 12                   | 1              | 6           | 1              |
| 3 (5 и более)                                    | 4                    | 0              | 1           | 0              |

Корректность полученных данных при анализе измерений линейных размеров глазницы и степени дистопии глазных яблок подтверждена интраоперационно с помощью безрамной навигации по положению костных отломков и в процессе послеоперационного динамического наблюдения.



Рис. 7. МСКТ. Изображение в аксиальной плоскости. Методика определения степени энофтальма/экзофтальма. Fig. 7. MSCT in axial plane. The method for estimation of enophthalmos/exophthalmos degree.

## Обсуждение

Для определения количественных параметров по данным МСКТ существует два вида измерений: линейные и объемные параметры [2]. А.С. Караян (2008) в работе, посвященной одномоментному устранению посттравматических дефектов и деформаций скулоносоглазничного комплекса, для оценки степени смещения костных фрагментов измерял вертикальные и горизонтальные размеры глазничного кольца [5]. По нашему мнению, для оценки степени повреждения и восстановления глазницы необходимо производить измерение вертикальных и горизонтальных размеров на всем протяжении глазницы в связи с возможным распространением деформации на ее глуболежащие отделы.

В изученной нами литературе не найдено общепринятых методик измерения линейных размеров глазницы. Для оценки степени повреждения и восстановления поврежденной глазницы описаны методики измерения объема орбиты по данным МСКТ [11, 13, 15]. Для получения наиболее достоверных результатов при использовании данной методики МСКТ-исследование следует выполнять с толщиной среза не более 1 мм и шагом 1 мм.

Учитывая, что глазница является незамкнуемым объемным пространством, возникает вопрос в определении уровня границы в зоне входа в орбиту и в зоне входа зрительного нерва. Индивидуальные особенности пациента не учитываются. При повреждении нижней стенки глазницы ее содержимое может смещаться в полость верхнечелюстной пазухи, контактируя либо с ее слизистой оболочкой, либо с ее содержимым (гематома, полипы). На КТ-изображениях, как правило, стирается граница между содержимым глазницы и верхнечелюстной пазухи, вследствие чего возникает трудность в определении истинной границы глазницы, что в свою очередь приводит к значимой погрешности в измерениях. В ряде работ при измерении объема глазницы приводятся разные среднестатистические значения. Так, по данным G.Forbes и соавт. (1985), среднее значение нормальной глазницы составляет 30,1 см<sup>3</sup>, по данным М. Futura (2001), среднее значение объема глазницы у мужчин составляет 23,6 см<sup>3</sup>, у женщин — 20,9 см<sup>3</sup>, по данным И.А. Филатовой и соавт. (2005), объем глазницы колеблется от 12,28 до 16,75 см<sup>3</sup>, а по данным А.Ф. Бровкиной и соавт. (2008), средние значения составляют у мужчин 25,8 см<sup>3</sup>, у женщин — 22,96 см<sup>3</sup> [1, 9, 11, 12]. Таким образом, можно сделать вывод о том, что при использовании методики измерения объема глазницы невозможно учесть все индивидуальные особенности пациента, вследствие чего возникает погрешность в измерениях.

Для оценки степени смещения глазного яблока в переднезаднем направлении (энофтальм/экзофтальм) используют методику, основанную на применении экзофтальмометра Гертеля. Е. Nkenk и соавт. (2003) описали сравнительный анализ использования экзофтальмометра Гертеля и МСКТ для определения степени энофтальма/экзофтальма

на 7 пациентах с травматическими повреждениями глазницы и пришли к выводу, что использование экзофтальмометра Гертеля в условиях посттравматических нарушений нормальной анатомии глазницы (повреждение латеральной стенки) дает менее точные результаты исследования, чем МСКТ [16].

Е.С. Кудиновой и А.С. Караяном (2006) описана методика измерения степени экзофтальма с помощью фронтальных срезов МСКТ с использованием миллиметровой сетки, по разнице появления наиболее выступающей точки глазного яблока на здоровой и поврежденной сторонах [6]. Аналогичным образом определяли степень гипофтальма по данным МСКТ в аксиальной плоскости — по разнице появления верхнего полюса глазного яблока на здоровой и поврежденной сторонах. Данная методика не позволяет получить максимально точные результаты, так как неправильная укладка или любое изменение положения головы или глазных яблок пациента во время МСКТ-исследования изменяет плоскость сканирования, что в дальнейшем влияет на точность результатов.

Приводятся и другие методики определения степени экзофтальма/экзофтальма. На КТ-изображении в аксиальной плоскости определяют ось симметрии соответственно сагиттальной плоскости черепа, перпендикулярно которой строят линию, проходящую через наружные края латеральных стенок глазницы. Далее перпендикулярно относительно нее производят измерения до передней поверхности глазных яблок [14, 16, 17]. Данный принцип измерения мы приняли за основу в нашей работе. Однако при использовании данной методики не учитываются индивидуальные особенности пациента, например субатрофия глазного яблока, что приводит к неправильным результатам. Поэтому в нашей работе измерения выполняли от центра глазного яблока.

## Заключение

Разработанные методики измерения линейных размеров глазницы и определения степени экзофтальма/гипофтальма по данным МСКТ позволяют оценить степень деформации глазницы, спланировать индивидуальную траекторию хирургической коррекции выявленных изменений и оценить эффективность хирургического лечения пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями глазницы.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Левченко Олег Валерьевич* — д.м.н., заведующий нейрохирургическим отделением для лечения больных с сосудистыми заболеваниями головного мозга НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского. 129010, Москва, Б. Сухаревская пл., д.3, e-mail: levchenko77@mail.ru

*Давыдов Дмитрий Викторович* — профессор, Московский государственный медико-стоматологический университет. 127206, Москва, ул. Вучетича, д. 9а, Центр стоматологии и ЧЛХ МГМСУ. e-mail: d-davydov3@yandex.ru

*Михайлюков Владимир Михайлович* — аспирант кафедры госпитальной хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, Московский государственный медико-стоматологический университет. 127206, Москва, ул. Вучетича, д. 9а, Центр стоматологии и ЧЛХ МГМСУ, e-mail: 1985.vladimir@mail.ru

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бровкина А.Ф., Яценко О.Ю. Компьютерно-томографическая анатомия орбиты с позиции клинициста // Вестник офтальмологии. — 2008 г. — № 1. — С. 11-14.
2. Васильев А.Ю., Лежнев Д.А. Лучевая диагностика повреждений челюстно-лицевой области: руководство для врачей // М.: ГЭОТАР-Медиа. — 2010. — 80 с.
3. Давыдов Д.В. Медико-биологические аспекты комплексного использования биоматериалов у пациентов с анофтальмом. Автореф. дис. ... докт. мед. наук. — М., 2000.-46 с.
4. Еолциян С.А., Потапов А.А., Серова Н.К., Катаев М.Г., Сергеева Л.А., Захарова Н.Е. Реконструктивная хирургия краниоорбитальных повреждений // Вопросы нейрохирургии. — 2011. — №2. — С. 25-40.
5. Караян А.С. Одномоментное устранение посттравматических дефектов и деформаций скулоносоглазничного комплекса: Автореф. дис. ... д-р. мед. наук. / ГОУ ВПО Центральный научно-исследовательский институт стоматологии МЗ МП РФ. — 2008. — 15 с.
6. Кудинова Е.С. Оптимальные доступы при посттравматических деформациях и дефектах скулоносоглазничного комплекса. // Дисс. ... канд. мед. наук. — М., 2006. — 204 с.
7. Левченко О.В., Шалумов А.З., Крылов В.В. Использование безрамной навигации для пластического устранения костных дефектов лобно-глазничной локализации // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. — 2011. — №3. — С.30-36.
8. Левченко О.В. Хирургическое лечение краниоорбитальных повреждений в остром периоде черепно-мозговой травмы // Дисс. ... д-ра мед. наук. — М., 2012.
9. Филатова И.А., Тишкова А.П., Берая М.З. Новые аспекты в обследовании пациентов методом компьютерной томографии до и после удаления глазного // Сборник научных трудов международного симпозиума. Заболевания, опухоли и травматические повреждения орбиты // М., 2005. — С. 161-165.
10. Яценко О.Ю. Асимметрия показателей объема костной орбиты и орбитальной клетчатки в норме // Вопросы челюстно-лицевой хирургии, пластической хирургии, имплантологии и клинической стоматологии. — 2010 г. — № 2-3. — С. 68-72.
11. Forbes G., Gehring D.G., Gorman C.A., Brennan M.D., Jackson I.T. Volume measurements of normal orbital structures by computed tomographic analysis // Am. J. Roentgenol. — 1985. — Vol. 145. — № 1. — P. 149-154.
12. Futura M. Measurement of orbital volume by computed tomography: especially on the growth of the orbit // Jpn. J. Ophthalmol. — 2001. — Vol. 45. — № 6. — P. 600-606.
13. Hejazi N. Frameless image-guided neuronavigation in orbital surgery: practical applications // Neurosurg. Rev. — 2006 — Vol. 29. — P. 118-122.
14. Kang S.J., Kim J.W. Surgical treatment of enophthalmos using an endoscope and T-shaped porous polyethylene fabricated with a mirror image // Int. J. of Oral and Maxillofac. Surg. — 2012. — Vol. 41. — № 10. — P. 1186-1191.
15. Markiewicz M.R., Dierks E.J., Bell R.B. Does intraoperative navigation restore orbital dimensions in traumatic and post-ablative defects? // J. of Cranio-Maxillofac. Surg. — 2011. — Vol. 56. — P. 1-7.
16. Nkenk E., Benz M., Maier T. et al. Relative en — and exophthalmometry in zygomatic fractures comparing optical non-contact, non-ionizing 3D imaging to the Hertel instrument and computed tomography // J. of Cranio-Maxillofac. Surg. — 2003. — Vol. 31. — № 6. — P. 362-368.
17. Zhang Z., Zhang Y., He Y. et al. Correlation between volume of herniated orbital contents and the amount of enophthalmos in orbital floor and wall fractures // J. of Oral and Maxillofac. Surg. — 2012. — Vol. 70. — P. 68-73.