

Рентгеноанатомия орбиты.

Часть 1. Костная орбита и ее вершина

О.Ю. Яценко^{1, 2}, д. м. н., доцент кафедры офтальмологии;

И.Е. Тюрин¹, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики, лучевой терапии и медицинской физики

¹ ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования»

Министерства здравоохранения РФ,

ул. Баррикадная, 2/1, Москва, 125993, Российская Федерация;

² Филиал № 1 ГКБ им. С.П. Боткина,

Мамоновский пер., 7, Москва, 123001, Российская Федерация

Orbital radiographic anatomy.

Part 1. The osseous orbit and its apex

O.Yu. Yatsenko^{1,2}, MD, PhD, DSc, Associate Professor of Department of Ophthalmology;

I.E. Tyurin¹, MD, PhD, DSc, Professor, Chief of Department of Radiation Diagnosis, Radiotherapy and Medical Physics

¹ Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Ministry of Health of the RF, ul. Barrikadnaya, 2/1, Moscow, 125993, Russian Federation;

² Branch № 1 S.P. Botkin City Hospital,

Mamonovskiy pereulok, 7, Moscow, 123001, Russian Federation

Цель исследования – изучить характеристики костной орбиты и ее вершины в норме.

Материал и методы. Исследованы компьютерные томограммы 210 человек (266 орбит) без орбитальной патологии.

Результаты. Определены линейные показатели (горизонтальный вход, вертикальный вход, длина) костной орбиты и ее вершины в норме. Выявлено, что объем костной орбиты и ее вершины в норме у мужчин и женщин имеют статистически значимые отличия. Индивидуальная асимметрия объемов костных орбит в норме выявлена у 80,95% мужчин и 82,85% женщин, асимметрия объема орбитальной клетчатки – у 47,61 и 51,42% соответственно.

Заключение. Асимметрия средних объемов костных орбит в популяции в норме имеет место только в пределах статистической погрешности. При этом индивидуальная асимметрия объемов костных орбит в норме достигает 3,0 см³, индивидуальная асимметрия объемов вершин костных орбит не превышает 1,0 см³. Линейные и объемные характеристики костной орбиты и ее вершины полезны при оценке степени выраженности клинических симптомов. Их необходимо учитывать при проведении дифференциальной диагностики истинного и ложного экзофтальма, также они могут иметь решающее значение при выборе тактики хирургического вмешательства.

Objective: to study the characteristics of the osseous orbit and its apex in health.

Material and methods. The computed tomography scans of 210 individuals (266 orbits) without orbital disease were examined.

Results. The paper presents linear indicators (horizontal input, vertical input, length) of the osseous orbit and its apex in health. It is emphasized that the volume of the osseous orbit and its apex in healthy men and women has statistically significant differences. Individual asymmetry of osseous orbital volumes in health was detected in 80.95% of the men and in 82.85% of the women; asymmetry of orbital fat volume was in 47.61% of the men and in 51.42% of the women.

Conclusion. The asymmetry of the mean normal osseous orbital volumes in the population is only within the margin of statistical error. At the same time the individual asymmetry of osseous orbital volumes in health is as much as 3.0 cm³; that of osseous orbital apical volumes is not greater than 1.0 cm³. The linear and volume characteristics of the osseous orbit and its apex are useful in estimating the degree of clinical symptoms. These should be kept in mind in the differential diagnosis of true and false exophthalmos and these can also play a crucial role in choosing surgical tactics.

Изучение (уточнение) анатомических показателей костной орбиты и ее содержимого в норме остается крайне актуальным до настоящего времени. С одной стороны, это обусловлено изменением в последние годы технической базы – появлением качественно новых компьютерных томографов, способствующих повышению информативности метода, а также разработкой различных методов обработки томограмм, позволяющих решать

многие диагностические задачи [1–4]. С другой стороны, несмотря на относительно большое количество работ, касающихся вопросов нормальной анатомии орбиты, в большинстве из них приводятся линейные характеристики костной орбиты [5–10]. Сообщений же, посвященных объемным характеристикам орбитальных структур, значительно меньше [11–14].

Следует также отметить и значительный разброс полученных

результатов. Так, по данным G. Forbes et al., объем нормальной костной орбиты взрослого человека составляет в среднем 30,1 см³ [15]. В работе подчеркивается, что существуют небольшие

Ключевые слова:

компьютерная томография, костная орбита, вершина орбиты

Index terms:

computed tomography, osseous orbit, orbital apex



Рис. 1. Компьютерная томограмма орбит (аксиальная проекция). Указан горизонтальный вход в левую орбиту и ее длина.

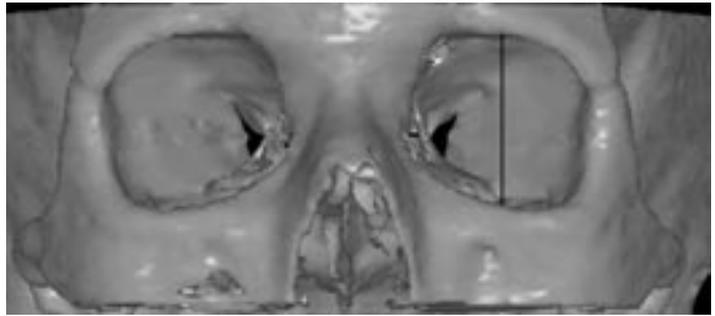


Рис. 2. Трехмерная реконструкция КТ-изображения костных орбит. Отмечен вертикальный вход в левую орбиту.

различия между объемами у мужчин и женщин, а также отсутствуют различия между правой и левой орбитами, что подтверждается данными К. Audin et al. [16]. По данным же И.А. Филатовой и соавт., объем костной орбиты в норме колеблется от 12,28 до 16,75 см³ [17]. В то же время М. Fuguta установил, что объемы костных орбит у мужчин и женщин имеют статистически значимые различия и равняются в среднем 23,6±2,0 и 20,9±1,3 см³ соответственно [18]. Различия в объеме орбит у мужчин и женщин подтверждают и Y. Ji et al. (объем костной орбиты у мужчин в среднем равен 26,02 см³, у женщин – 23,32 см³) [19].

Между тем в орбите располагается чрезвычайно большое количество важнейших структур органа зрения, и, соответственно, она может быть поражена разнообразными по своему гистогенезу заболеваниями, имеющими достаточно схожую клиническую картину. Все это придает особую значимость знанию нормальной анатомии орбиты, без которого проведение уточненной диагностики патологических процессов в данной области является крайне затруднительным.

Принимая во внимание важность данного вопроса, мы считали целесообразным изучить характеристики костной орбиты и ее вершины в норме.

Материал и методы

Для изучения нормальных показателей костной орбиты и ее вершины исследованы компью-



Рис. 3. На аксиальном срезе КТ определена длина горизонтального входа в вершину орбиты.

терные томограммы 210 человек (266 орбит). Среди них было 86 мужчин и 124 женщины, средний возраст обследованных составил 41,2±10,4 года. У 56 пациентов без орбитальной патологии были изучены обе орбиты (112 орбит). У 154 пациентов с односторонним поражением орбиты для определения показателей нормы была исследована интактная орбита (154 орбиты).

Компьютерную томографию выполняли по стандартной методике, с получением аксиальных и фронтальных срезов. Толщина срезов составляла 1,0 мм, шаг – 1,0 мм.

Обработку полученных данных осуществляли на рабочей станции компьютерного томографа с использованием программы Syngo Via фирмы Siemens и на персональном компьютере с использованием программы 3D-DOCTOR.

Линейные размеры горизонтального входа в орбиту определяли на аксиальных срезах КТ

(уровень нейроокулярного среза), от гребня слезной кости до внутренней пластинки наружной стенки на уровне орбитального края. Длину орбиты рассчитывали путем проведения перпендикуляра от линии поперечного входа до внутреннего кольца канала зрительного нерва (рис. 1). Размер вертикального входа определяли на 3-мерном блоке костной орбиты, построенном программой в полуавтоматическом режиме. Для этого во фронтальной проекции реконструированного блока посередине каждой орбиты измеряли расстояние от верхнего до нижнего орбитального края (рис. 2).

Длина вершины орбиты равнялась половине длины орбиты, рассчитанной по аксиальным срезам КТ. Горизонтальный размер входа в вершину орбиты соответствовал расстоянию от ее внутренней стенки до наружной стенки на уровне ее входа – линия, разделяющая орбиту на передний отдел и вершину (рис. 3).

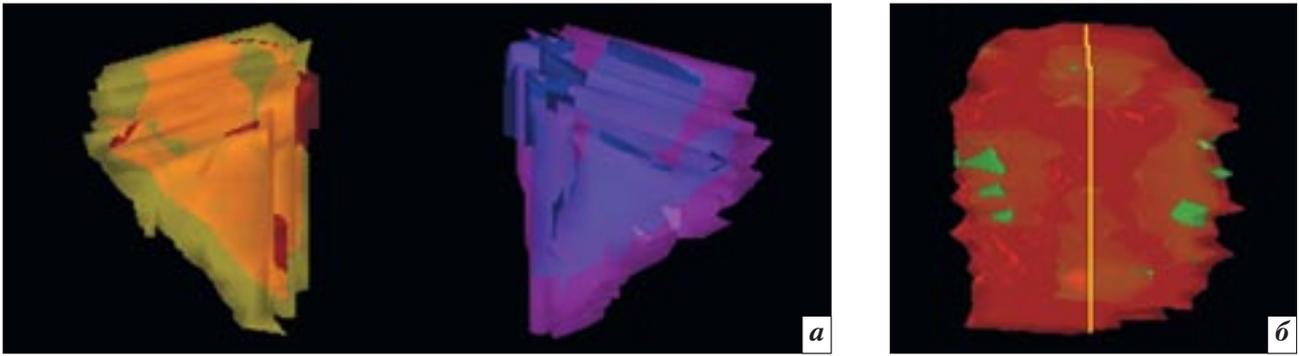


Рис. 4. Трехмерная реконструкция блока тканей вершины орбиты: а – вид снизу спереди; б – выделен вертикальный вход в вершину орбиты.

Вертикальный размер входа в вершину орбиты определяли на полученном трехмерном блоке тканей вершины орбиты в аксиальной проекции от верхней до нижней точки по средней линии (рис. 4).

Объем костной орбиты и ее вершины получали после построения их трехмерной реконструкции (рис. 5).

Результаты и обсуждение

Проведенные расчеты показали, что у мужчин размер горизонтального входа в орбиту колеблется от 34,33 до 40,9 мм и составляет в среднем $38,24 \pm 0,25$ мм. У женщин этот показатель оказался на 1,58 мм меньше и равнялся в среднем $36,66 \pm 0,22$ мм (от 32,2 до 40,4 мм). Полученные результаты несколько отличаются от приведенных В.В. Вальским [20], по данным которого в 94% случаев ширина поперечного входа составляет от 31 до 36 мм. Вертикальный вход в орбиту в норме имел интервал колебания более значительный по сравнению с горизонтальным входом: у мужчин он составлял в среднем $36,45 \pm 0,25$ мм при крайних значениях от 32 до 44 мм, у женщин – $34,9 \pm 0,21$ мм (от 29 до 41 мм) (табл. 1). Следует отметить, что в норме строение входа в орбиту имеет множественные варианты, при которых в ряде случаев расчет по унифицированной методике является не совсем корректным. На рисунке 6 представлены наиболее часто встречающиеся виды входа в орбиту.

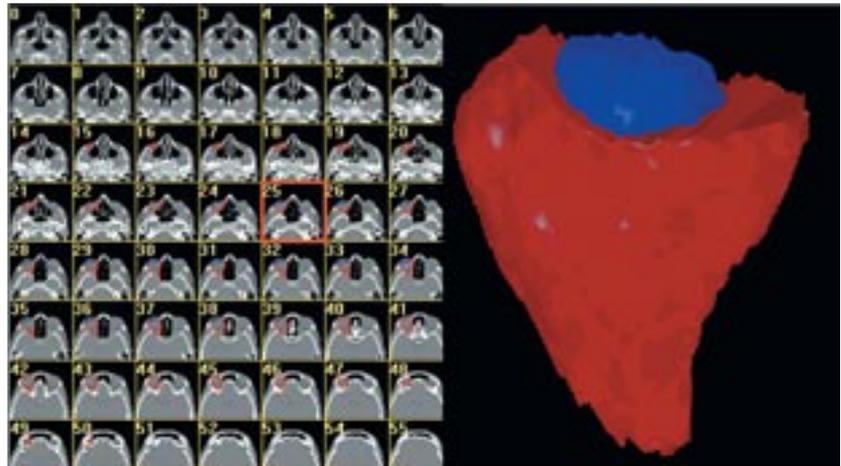


Рис. 5. Трехмерная реконструкция костной орбиты и внеорбитальной части глаза.

Таблица 1
Линейные параметры костной орбиты и ее вершины

| Показатель | Мужчины | | Женщины | |
|---|---------|--------------|---------|--------------|
| | n | значение, мм | n | значение, мм |
| Размер горизонтального входа в орбиту | | | | |
| узкий | 19 | 33,0–36,0 | 14 | 31,0–34,0 |
| средний | 45 | 37,0–39,0 | 62 | 35,0–37,0 |
| широкий | 14 | 40,0–43,0 | 16 | 38,0–40,0 |
| Длина орбиты | | | | |
| короткая | 13 | 32,0–37,0 | 18 | 30,0–35,0 |
| средняя | 44 | 38,0–42,0 | 57 | 36,0–40,0 |
| длинная | 21 | 43,0–48,0 | 17 | 41,0–46,0 |
| Размер вертикального входа в орбиту | | | | |
| низкий | 28 | 32,0–35,0 | 15 | 29,0–32,0 |
| средний | 43 | 36,0–39,0 | 59 | 33,0–37,0 |
| высокий | 7 | 40,0–44,0 | 18 | 38,0–41,0 |
| Размер горизонтального входа в вершину орбиты | | | | |
| узкий | 6 | 17,0–20,5 | 9 | 17,0–19,5 |
| средний | 26 | 21,0–25,0 | 40 | 20,0–24,0 |
| широкий | 4 | 25,5–28,0 | 5 | 24,5–26,0 |
| Размер вертикального входа в вершину орбиты | | | | |
| низкий | 7 | 18,0–20,5 | 9 | 19,0–21,5 |
| средний | 25 | 21,0–25,0 | 38 | 22,0–25,0 |
| высокий | 4 | 25,5–28,0 | 7 | 25,5–28,0 |
| Длина вершины орбиты | | | | |
| короткая | 7 | 16,0–18,5 | 10 | 15,0–17,5 |
| средняя | 20 | 19,0–21,0 | 35 | 18,0–20,0 |
| длинная | 9 | 21,5–24,0 | 9 | 20,5–23,0 |

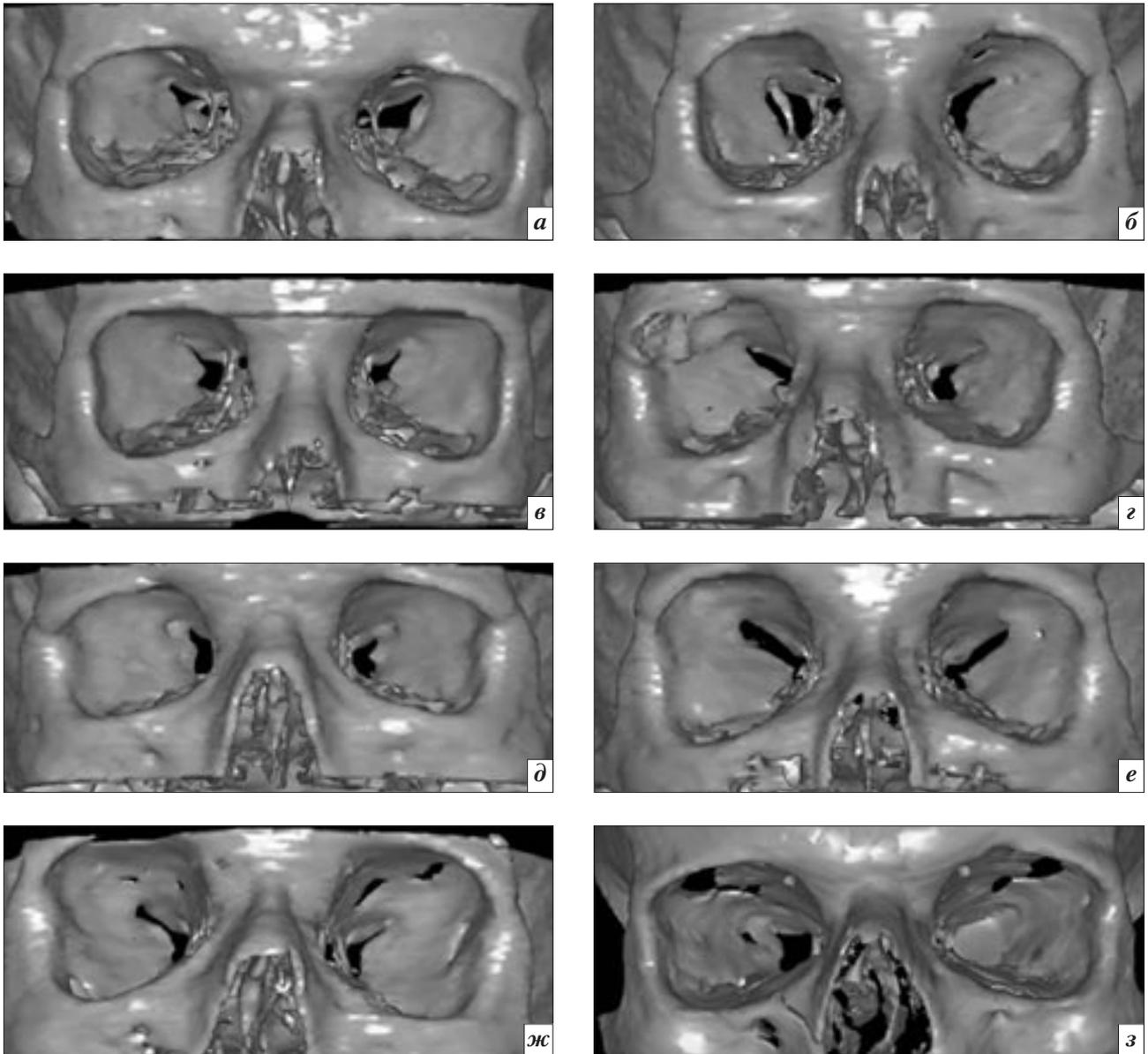


Рис. 6. Трехмерная реконструкция КТ-изображения костных орбит. Наиболее часто встречающиеся варианты входа в орбиту в норме: *а* – несколько наклоненный «четыреугольник с закругленными углами»; *б* – круглый; *в* – трапециевидный; *г* – квадратный – слева (правая орбита – изменение верхненаружной стенки орбиты); *д* – прямоугольный; *е* – косовертикальный, *ж* – вертикальный; *з* – горизонтальный.

Длина орбиты, по нашим данным, у мужчин составляет 34,3–46,6 (в среднем $40,1 \pm 0,3$) мм, у женщин – 34,1–45,6 (в среднем $39,43 \pm 0,28$) мм. Таким образом, по длине нормальные орбиты отличаются в большей степени, чем по другим линейным размерам.

Исходя из полученных данных костные орбиты в норме представляются достаточно разнообразными по своей конфигурации, что нужно учитывать в клинической практике. Осо-

бенно следует помнить о наличии крайних вариантов – короткие широкие и узкие длинные орбиты, так как эти параметры могут играть решающую роль при выборе тактики хирургического вмешательства (рис. 7).

При развитии патологических процессов в вершине орбиты важное значение наряду с размерами орбиты в целом имеют и показатели ее вершины. Так, у мужчин размер горизонтального входа в вершину орбиты колеблется от 17 до 28 мм и составляет

в среднем $22,2 \pm 0,41$ мм. У женщин этот показатель на 0,8 мм меньше – в среднем $21,4 \pm 0,23$ мм (от 17 до 26 мм). Различия размеров вертикального входа в вершину орбиты у мужчин (в среднем $23,12 \pm 0,38$ мм) и женщин (в среднем $23,4 \pm 0,31$ мм) находятся в пределах статистической погрешности. Небольшое превышение этого показателя в среднем у женщин, по нашему мнению, можно объяснить меньшим разбросом индивидуальных показателей в нашем исследовании.

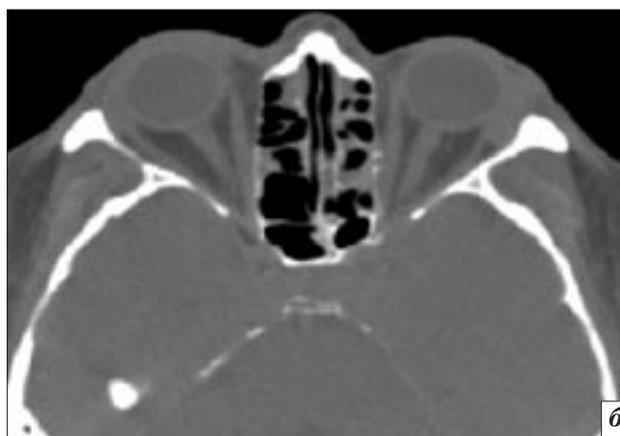


Рис. 7. Компьютерные томограммы орбит (аксиальная проекция) пациентов без орбитальной патологии: *а* – узкая длинная орбита; *б* – широкая короткая орбита.

Таблица 2

Объем костной орбиты и ее вершины у мужчин и женщин в норме

| Показатель | Мужчины | | Женщины | |
|---------------------------------------|----------|--------------|----------|---------------|
| | <i>n</i> | значение | <i>n</i> | значение |
| Объем орбиты, см ³ | 101 | 25,78 ± 0,39 | 123 | 22,95 ± 0,28* |
| Объем вершины орбиты, см ³ | 101 | 4,94 ± 0,38 | 123 | 4,16 ± 0,4* |

*Различия между мужчинами и женщинами статистически достоверны ($p < 0,05$).

Таблица 3

Объем костных орбит и их вершин у мужчин и женщин в норме

| Показатель | Мужчины | | | | Женщины | | | |
|---------------------------------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| | <i>n</i> | OD | <i>n</i> | OS | <i>n</i> | OD | <i>n</i> | OS |
| Объем орбиты, см ³ | | | | | | | | |
| до 50 лет | 18 | 26,12±0,5 | 23 | 25,95±0,36 | 26 | 22,92±0,39 | 35 | 22,88±0,44 |
| старше 50 лет | 22 | 25,79±0,48 | 27 | 25,82±0,42 | 34 | 23,2±0,41 | 39 | 22,58±0,49 |
| Объем вершины орбиты, см ³ | | | | | | | | |
| до 50 лет | 18 | 4,98±0,55 | 23 | 5,02±0,62 | 26 | 4,2±0,38 | 35 | 4,12±0,53 |
| старше 50 лет | 22 | 4,79±0,48 | 27 | 4,8±0,5 | 34 | 4,08±0,44 | 39 | 4,14±0,52 |

Длина вершины орбиты у мужчин составляет 16–24 (в среднем 20,1±0,47) мм, у женщин – 15–23 (в среднем 19,2±0,35) мм. Таким образом, по длине вершины в норме орбиты отличаются в большей степени, чем по другим линейным размерам (см. табл. 1).

Было установлено, что объем костной орбиты у мужчин в норме равен в среднем 25,78±0,39 см³, при колебаниях показателя от 22,8 до 31,4 см³. У женщин объем орбиты в норме значительно

меньше: колеблется от 19,02 до 29,63 см³ и составляет в среднем 22,95±0,28 см³ (табл. 2). Объем вершины костной орбиты в норме меньше различается у мужчин и женщин, однако и эта разница показателей является статистически достоверной.

При сравнении средних значений объема правой и левой орбит, а также их вершин статистически значимых отличий ни у мужчин, ни у женщин выявлено не было (табл. 3).

Знание показателей асимметрии нормальной орбиты крайне важно в клинике, так как позволяет проводить дифференциальную диагностику истинного и ложного экзофтальма с учетом индивидуальной конфигурации орбиты.

Как было описано выше, мы не выявили достоверных различий средних показателей билатеральных орбит, но при этом установлено наличие индивидуальной асимметрии. Так, при изучении объемов костных орбит у паци-

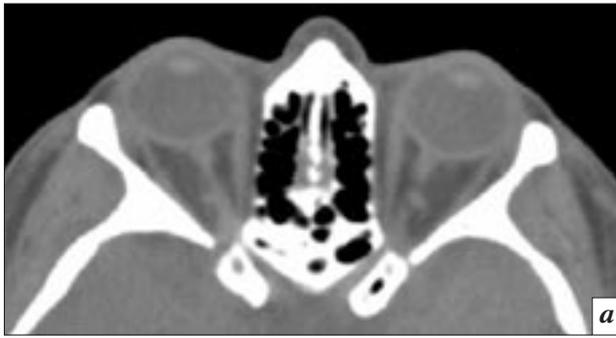


Рис. 8. Компьютерные томограммы орбит (аксиальная проекция) пациентов без орбитальной патологии: *а* – асимметрия костных орбит (OD = 25,46 см³, OS = 26,524 см³); *б* – асимметрия вершин костных орбит (OD=4,88 см³, OS = 5,03 см³).

ентов без патологических изменений в обеих орбитах у 80,95% обследованных мужчин и 82,85% женщин обнаружена асимметрия показателя, что необходимо учитывать при оценке степени выраженности клинических симптомов. Следует отметить, что лишь у 3 человек асимметрия костных орбит превышала 3,0 см³, в остальных случаях она составляла от 1,0 до 2,0 см³ (рис. 8, табл. 4).

Индивидуальная асимметрия объемов вершин костных орбит имела место и у мужчин, и у женщин, но в отличие от объемов костных орбит в целом, выражена в меньшей степени (не превышала 1,0 см³) и выявлена у 38,1% мужчин и у 31,4% женщин (см. рис. 7, табл. 4).

Заключение

Линейные и объемные характеристики костной орбиты и ее вершины полезны при оценке степени выраженности клинических симптомов. Эти характеристики необходимо учитывать при проведении дифференциальной диагностики истинного и ложного экзофтальма, также они могут играть решающую роль при выборе тактики хирургического вмешательства.

Асимметрия средних объемов костных орбит в популяции в норме имеет место только в пределах статистической погрешности. При этом индивидуальная асимметрия объемов костных орбит в норме достигает

Таблица 4

Показатели асимметрии объемов костных орбит и их вершин у мужчин и женщин в норме

| Показатель | Число обследованных | Асимметрия показателей (n) | | |
|---------------------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 0,5–1,0 см ³ | 1,0–2,0 см ³ | 2,0–3,0 см ³ |
| Объем орбиты, см ³ | | | | |
| мужчины | 21 | 9 | 7 | 1 |
| женщины | 35 | 16 | 11 | 2 |
| Объем вершины орбиты, см ³ | | | | |
| мужчины | 21 | 8 | – | – |
| женщины | 35 | 11 | – | – |

3,0 см³, а индивидуальная асимметрия объемов вершин костных орбит не превышает 1,0 см³.

Литература

1. Tamboli D.A., Harris M.A., Hogg J.P., Realini T., Sivak-Callcott J.A. Computed tomography. Dimensions of the lacrimal gland in normal caucasian orbits. *Ophthalm. Plast. Reconstr. Surg.* 2011; 27 (6): 453–6.
2. Malhotra A., Minja F.J., Crum A., Burrowes D. Ocular anatomy and cross-sectional imaging of the eye. *Semin. Ultrasound. CTMR.* 2011; 32 (1): 2–13.
3. Бровкина А.Ф., Яценко О.Ю., Аубакирова А.С. Методика расчета объема орбитальной клетчатки, удаляемой при декомпрессивной операции у больных эндокринной офтальмопатией. *Вестник офтальмологии.* 2009; 3: 24–7.
4. Бровкина А.Ф., Яценко О.Ю., Аубакирова А.С. Методика расчета костной орбиты по данным компьютерной томографии. *Вестник офтальмологии.* 2009; 5: 15–7.
5. Aviv R.I., Casselman J. Orbital imaging: Part 1. Normal anatomy. *Clin. Radiol.* 2005; 60 (3): 279–87.
6. Beden U., Edizer M., Elmali M., Icten N., Gungor I., Sullu Y., Erkan D. Surgical anatomy of the deep lateral orbital wall. *Eur. J. Ophthalmol.* 2007; 17 (3): 281–6.
7. Kapur E., Dilberovic F. Computed tomography review of the osseous structures of the orbital apex. *Bosn. J. Basic. Med. Sci.* 2003; 3 (3): 50–3.
8. Tian S., Nishida Y., Isberg B., Lennstrand G. MRI measurements of normal extraocular muscles and other orbital structures. *Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2000; 238 (5): 393–404.
9. Wichmann W., Muller-Forell W. Anatomy of the visual system. *Eur. J. Radiol.* 2004; 49 (1): 8–30.
10. Ozgen A., Ariyurek M. Normative measurements of orbital structures using CT. *Am. J. Roentgenol.* 1998; 170 (4): 1093–6.
11. Furuta M. Measurement of orbital volume by computed tomography—especially on the growth of orbit. *Nippon. Ganka Gakkai Zasshi.* 2000; 104 (10): 724–30.

12. Kamer L., Noser H., Schramm A., Hammer B., Kirsch E. Anatomy-based surgical concepts for individualized orbital decompression surgery in graves orbitopathy. I. Orbital size and geometry. *Ophthalmol. Plast. Reconstr. Surg.* 2010; 26 (5): 348–52.

13. Lee J.M., Lee H., Park M., Lee T.E., Lee Y.H., Baek S. The volumetric change of orbital fat with age in Asians. *Ann. Plast. Surg.* 2011; 66 (2): 192–5.

14. Бровкина А.Ф., Кармазановский Г.Г., Яценко О.Ю. Объем костной орбиты и ее мягкотканного содержимого в норме. *Медицинская визуализация.* 2006; 6: 94–8.

15. 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; 145 (1): 149–54.

16. Aydin K., Guven K., Sencer S., Cikin A., Gul A., Minareci O. A new MRI method for the quantitative evaluation of extraocular muscle size in thyroid ophthalmopathy. *Neuroradiology.* 2003; 45 (3): 184–87.

17. Филатова И.А., Тишкова А.П., Берая М.З. Новые аспекты в обследовании пациентов методом компьютерной томографии до и после удаления глазного яблока. В кн.: Сборник научных трудов международного симпозиума «Заболевания, опухоли и травматические повреждения орбиты». М.; 2005: 161–5.

18. Furuta M. Measurement of orbital volume by computed tomography: especially on the growth of the orbit. *Jpn J. Ophthalmol.* 2001; 45 (6): 600–6.

19. Ji Y., Qian Z., Dong Y., Zhou H., Fan X. Quantitative morphometry of the orbit in Chinese adults based on a three-dimensional reconstruction method. *J. Anat.* 2010; 217 (5): 501–6.

20. Вальский В.В. Возможности компьютерной томографии в диагностике первичных опухолей орбиты: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 1987.

References

1. Tamboli D.A., Harris M.A., Hogg J.P., Realini T., Sivak-Callcott J.A. Computed tomography. Dimensions of the lacrimal gland in normal caucasian orbits. *Ophthalmol. Plast. Reconstr. Surg.* 2011; 27 (6): 453–6.

2. Malhotra A., Minja F.J., Crum A., Burrowes D. Ocular anatomy and cross-sectional imaging of the eye. *Semin. Ultrasound. CT MR.* 2011; 32 (1): 2–13.

3. Brovkina A.F., Yatsenko O.Yu., Aubakirova A.S. Method of calculation of volume of the orbital fat deleted at decompressive operation at patients with a thyroid eye disease. *Vestnik oftal'mologii.* 2009; 3: 24–7 (in Russian).

4. Brovkina A.F., Yatsenko O.Yu., Aubakirova A.S. Method of calculation of a bone orbit according to a computer tomography. *Vestnik oftal'mologii.* 2009; 5: 15–7 (in Russian).

5. Aviv R.I., Casselman J. Orbital imaging: Part 1. Normal anatomy. *Clin. Radiol.* 2005; 60 (3): 279–87.

6. Beden U., Edizer M., Elmali M., Icten N., Gungor I., Sullu Y., Erkan D. Surgical anatomy of the deep lateral orbital wall. *Eur. J. Ophthalmol.* 2007; 17 (3): 281–6.

7. Kapur E., Dilberovic F. Computed tomography review of the osseous structures of the orbital apex. *Bosn. J. Basic. Med. Sci.* 2003; 3 (3): 50–3.

8. Tian S., Nishida Y., Isberg B., Lennerstrand G. MRI measurements of normal extraocular muscles and other orbital structures. *Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2000; 238 (5): 393–404.

9. Wichmann W., Muller-Forell W. Anatomy of the visual system. *Eur. J. Radiol.* 2004; 49 (1): 8–30.

10. Ozgen A., Ariyurec M. Normative measurements of orbital structures using CT. *Am. J. Roentgenol.* 1998; 170 (4): 1093–6.

11. Furuta M. Measurement of orbital volume by computed tomography—especially on the growth of orbit. *Nippon. Ganka Gakkai Zasshi.* 2000; 104 (10): 724–30.

12. Kamer L., Noser H., Schramm A., Hammer B., Kirsch E. Anatomy-based surgical concepts for individualized orbital decompression surgery in graves orbitopathy. I. Orbital size and geometry. *Ophthalmol. Plast. Reconstr. Surg.* 2010; 26 (5): 348–52.

13. Lee J.M., Lee H., Park M., Lee T.E., Lee Y.H., Baek S. The volumetric change of orbital fat with age in Asians. *Ann. Plast. Surg.* 2011; 66 (2): 192–5.

14. Brovkina A.F., Karmazanovskiy G.G., Yatsenko O.Yu. The normal volume of the bone orbit and its soft tissues. *Meditsinskaya vizualizatsiya.* 2006; 6: 94–8 (in Russian).

15. 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; 145 (1): 149–54.

16. Aydin K., Guven K., Sencer S., Cikin A., Gul A., Minareci O. A new MRI method for the quantitative evaluation of extraocular muscle size in thyroid ophthalmopathy. *Neuroradiology.* 2003; 45 (3): 184–87.

17. Filatova I.A., Tishkova A.P., Beraya M.Z. New aspects in inspection of patients by method of a computer tomography before enucleation. In: Collection of scientific works of the international symposium «Diseases, tumors and traumatic damages of an orbit». Moscow; 2005: 161–5 (in Russian).

18. Furuta M. Measurement of orbital volume by computed tomography: especially on the growth of the orbit. *Jpn J. Ophthalmol.* 2001; 45 (6): 600–6.

19. Ji Y., Qian Z., Dong Y., Zhou H., Fan X. Quantitative morphometry of the orbit in Chinese adults based on a three-dimensional reconstruction method. *J. Anat.* 2010; 217 (5): 501–6.

20. Val'skiy V.V. Possibilities of a computer tomography in diagnosis of primary tumors of an orbit. PhD med. sci. Thesis in Diss. Moscow; 1987 (in Russian).

Поступила 20.01.2015