

## Морфометрический анализ структур черепа по данным компьютерной томографии у детей в норме и при долихоцефалии

С.С.-Х. Гаибов<sup>1,2</sup>, Е.В. Захарчук<sup>1,2</sup>, Д.П. Воробьев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Тюменский государственный медицинский университет Минздрава России  
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54

<sup>2</sup> Областная клиническая больница № 2  
625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 75

### Резюме

Отмечается повышенный интерес к проблеме оказания помощи детям с деформациями черепа, которые возникают из-за преждевременного закрытия черепных швов и развития краниосиностоза. Оценка краниального дисморфизма при деформациях черепа часто бывает субъективной и остается сложной задачей. Морфометрические исследования при этом – значительный раздел, плохо освещенный в современной научно-практической и справочной медицинской литературе. **Материал и методы.** Выполнен анализ данных краниометрических измерений, цефалического индекса (СІ) по результатам КТ у 24 детей с долихоцефалией (14 мальчиков, 10 девочек) в возрасте  $7,4 \pm 3,2$  мес. (2–12 мес.) и в контрольной группе из 25 детей (15 мальчиков, 9 девочек) в возрасте  $7,2 \pm 4,8$  мес. (2–12 мес.). **Результаты.** Полученные данные продемонстрировали существенные различия у детей при долихоцефалии и в норме. СІ хорошо показывает соотношение линейных размеров черепа в норме и при долихоцефалии. Наиболее значимые различия выявлены при оценке расстояний G-Op, CG-TS, CG-MAI, MAI-MAI, Zg-Zg, Ec-Ec, Br-Ba, при этом при долихоцефалии параметры CG-TS, CG-MAI, MAI-MAI, Br-Ba отражают деформацию основания черепа, а Zg-Zg, Ec-Ec – лицевого скелета. **Заключение.** Проведенный комплексный морфометрический анализ структур и черепа, основанный на измерениях по точным анатомическим ориентирам, продемонстрировал существенные объективные различия в морфологии черепа у детей в норме и при долихоцефалии. Полученные данные говорят о важности комплексной оценки изменений черепа при всех его формах. Выполнение такого анализа важно для понимания всей полноты морфологических изменений черепа в норме и при патологии.

**Ключевые слова:** лучевая диагностика, долихоцефалия, краниосиностоз, краниометрия, компьютерная томография.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Автор для переписки:** Гаибов С.С.-Х., e-mail: s-stavros@mail.ru

**Для цитирования:** Гаибов С.С.-Х., Захарчук Е.В., Воробьев Д.П. Морфометрический анализ структур черепа по данным компьютерной томографии у детей в норме и при долихоцефалии. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2023;43(4):65–69. doi: 10.18699/SSMJ20230406

## Morphometric analysis of the structures of the skull according to computed tomography data in children in norm and in dolichocephaly

S.S. Gaibov<sup>1,2</sup>, E.V. Zakharchuk<sup>1,2</sup>, D.P. Vorobjov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Tyumen State Medical University of Minzdrav of Russia  
625023, Tyumen, Odesskaya st., 54

<sup>2</sup>Regional Clinical Hospital N 2  
625039, Tyumen, Melnikaite st., 75

## Abstract

There is an increased interest in the problem of helping children with skull deformities that occur due to premature closure of cranial sutures and the development of craniostenosis. Assessment of cranial dysmorphism in skull deformities is often subjective and remains a challenge. Morphometric studies are a significant section that is poorly covered in modern scientific, practical and reference medical literature. **Material and methods.** The analysis of the data of craniometric measurements, of cephalic index (CI) according to the results of computed tomography in 24 children with dolichocephaly (14 boys, 10 girls) at the age of  $7.4 \pm 3.2$  months (2–12 months) and in the control group of 25 children (15 boys, 9 girls) at the age of  $7.2 \pm 4.8$  months (2–12 months). **Results.** The data showed significant differences in children in norm and in dolichocephaly. CI shows the ratio of the linear dimensions of the skull in normal and dolichocephaly. The most significant differences were revealed when assessing the distances G-Op, CG-TS, CG-MAI, MAI-MAI, Zg-Zg, Ec-Ec, Br-Ba. CG-TS, CG-MAI, MAI-MAI, Br-Ba reflect deformation of the skull base, and Zg-Zg, Ec-Ec – deformation of the facial skeleton in dolichocephaly. **Conclusions.** A comprehensive morphometric analysis of the skull structures based on precise anatomical landmarks demonstrated objective differences in the morphology of the skull in children with normal conditions and with dolichocephaly. The data indicate the importance of a comprehensive assessment of changes in the skull for all forms of the skull. Carrying out such an analysis is important for understanding all morphological changes in the skull in health and disease.

**Key words:** radiation diagnostics, dolichocephaly, craniostenosis, craniometry, computed tomography.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Correspondence author:** Gaibov S.S., e-mail: s-stavros@mail.ru

**Citation:** Gaibov S.S., Zakharchuk E.V., Vorobjov D.P. Morphometric analysis of the structures of the skull according to computed tomography data in children in norm and in dolichocephaly. *Sibirskij nauchnyj medicinskiy zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2023;43(4):65–69. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20230406

## Введение

В последнее время отмечается повышенный интерес к проблеме оказания помощи детям с деформациями черепа, которые возникают из-за преждевременного закрытия черепных швов и развития краниосиностоза [1]. При этом оценка краниального дисморфизма при деформациях черепа часто бывает субъективной и остается сложной задачей [2].

Хирургическая коррекция черепных аномалий, включая краниосиностозы, требует знания нормальной анатомии черепа, чтобы иметь возможность оценки всех морфологических особенностей его строения в норме и при данной патологии. Несмотря на то что такие исследования представляют практический интерес для специалистов, которые занимаются лечением детей с данной патологией, морфометрические измерения головы у детей – значительный раздел, плохо освещенный в современной научно-практической и справочной медицинской литературе [3].

Долихоцефалия является самым частым проявлением наиболее распространенного сагиттального краниосиностоза. При этом она встречается у детей и в норме без поражения черепного шва. Вопросы, посвященные морфометрическим особенностям черепа у детей при несинототических деформациях черепа, остаются открытыми в литературе.

Цель исследования – провести сравнительный комплексный морфометрический анализ различных структур у детей при долихоцефалии и в норме по

результатам КТ и выявить критерии, которые наиболее полно отражают различия между ними.

## Материал и методы

Выполнен анализ данных краниометрических измерений, цефалического индекса (CI, %) по результатам КТ (табл. 1, рисунок) у 24 детей с долихоцефалией (14 мальчиков, 10 девочек) в возрасте  $7,4 \pm 3,2$  мес. (2–12 мес.). Расчет CI выполнен по формуле:

$$CI = (Eu-Eu/G-Op) \times 100 \%,$$

где Eu-Eu – расстояние между точками euypou (Eu), G-Op – между точками glabella (G) и opisthokranion (Op) [4]. Для сравнения краниометрических показателей у детей с долихоцефалией и в норме проанализирована контрольная группа из 25 детей (15 мальчиков, 9 девочек) в возрасте  $7,2 \pm 4,8$  мес. (2–12 мес.). В обеих группах КТ была проведена для исключения черепно-мозговой травмы в период 2018–2021 гг. КТ и соответствующие измерения выполнялись на томографе Revolution CT на 256 срезах (GE Healthcare, США).

Для описания количественных данных использованы среднее значение изучаемого показателя (M) и среднееквадратическое отклонение (SD), а также минимальное и максимальное значения (Min-Max). Различия между двумя независимыми выборками оценивали с помощью критерия Манна – Уитни, критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы (p) принимали равным 0,05.

**Таблица 1.** Краниометрические точки и измеряемые расстояния между ними

**Table 1.** Craniometric points and measured distances between them

Точки	Измеряемые расстояния и углы
G-Op	Glabella (G) – Opisthokranion (Op)
CG-TS	Crista galli (CG) – Tuberculum Sellae (TS)
CG-MAI	CG – Meatus Acusticus Internus (MAI)
MAI-MAI	MAI – MAI
FO-FO	Foramen Ovale (FO) – FO
Zg-Zg	Zygoma (Zg) – Zg
Ec-Ec	Ectonomichon (Ec) – Ec
Eu-Eu	Euryon (Eu) – Eu
Br-Ba	Bregma (Br) – Basion (Ba)
Угол Na-TS-Ba	угол Nasion (Na) – Tuberculum Sellae (TS) – Ba

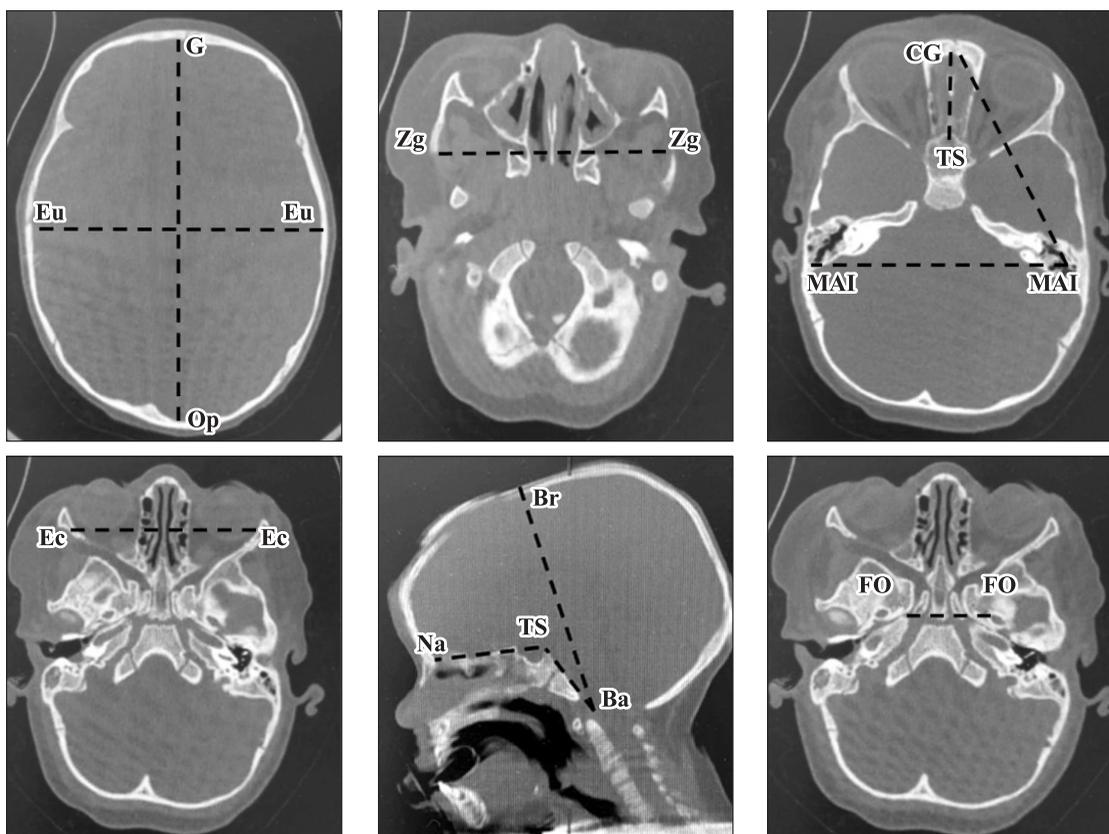
## Результаты

Установлены статистически значимые различия CI в исследованных группах, который составил  $80,2\% \pm 4,9\%$  ( $71,5\% - 91,3\%$ ) и  $68,9\% \pm 4,9\%$  ( $61,1\% - 81,2\%$ ) ( $p < 0,01$ ) соответственно

у детей в норме и при долихоцефалии. Данные, полученные при сравнительной морфометрической оценке черепа в норме и при долихоцефалии, также продемонстрировали существенные различия (табл. 2). Наиболее значимые достоверные отличия были выявлены в группе детей с долихоцефалией при оценке расстояний G-Op ( $155,7 \pm 15,1$  мм), CG-TS ( $35,7 \pm 3,4$  мм), CG-MAI ( $64,6 \pm 5,7$  мм), MAI-MAI ( $40,9 \pm 4,4$  мм), Zg-Zg ( $87,5 \pm 6,3$  мм), Ec-Ec ( $78,3 \pm 5,2$  мм), Br-Ba ( $121,5 \pm 11,7$  мм), также среди них получены большие значения угла основания черепа Na-TS-Ba ( $158,2^\circ \pm 6,9^\circ$ ). Во всех случаях средние, максимальные и минимальные значения данных показателей были больше среди детей с долихоцефалией.

## Обсуждение

При анализе формы черепа, особенно у детей раннего возраста, следует учитывать ее изменения, не связанные с патологией. Так, например, преждевременное закрытие сагиттального шва считается основополагающим в этиологии наиболее распространенного сагиттального краниосиностаза, который приводит к долихоцефалии. При этом показано, что выраженная долихоце-



Основные краниометрические точки, по которым проводился морфометрический анализ черепа. Обозначения на рисунках соответствуют данным из табл. 1

The main craniometric points, which were used for morphometric analysis of the skull. Figure notations correspond to the data from table 1

Таблица 2. Морфометрический анализ черепа в норме и при долихоцефалии,  $M \pm SD$  (Min–Max)Table 2. Morphometric analysis of the skull in normal conditions and in dolichocephaly,  $M \pm SD$  (Min–Max)

Точки	Долихоцефалия	Норма	$p$
Eu-Eu, мм	107,3 $\pm$ 8,8 (90,1–122,8)	108,7 $\pm$ 9,1 (92,3–126,5)	> 0,05
G-Op, мм	155,7 $\pm$ 15,1 (127,4–190,6)	135,7 $\pm$ 9,3 (115,8–149,4)	< 0,01
CG-TS, мм	35,7 $\pm$ 3,4 (29,4–40,7)	28,7 $\pm$ 4,5 (21,8–38,5)	< 0,01
CG-MAI, мм	64,6 $\pm$ 5,7 (55,7–78,3)	56,8 $\pm$ 11,9 (30,1–100,7)	< 0,01
MAI-MAI, мм	40,9 $\pm$ 4,4 (33,7–50,6)	37,4 $\pm$ 4,7 (29,0–47,6)	< 0,05
FO-FO, мм	38,1 $\pm$ 4,4 (24,3–44,7)	36,9 $\pm$ 3,9 (26,8–43,8)	> 0,05
Na-TS-Ba, град	158,2 $\pm$ 6,9 (145–173)	154,9 $\pm$ 6,2 (142–166)	> 0,05
Zg-Zg, мм	87,5 $\pm$ 6,3 (74,4–98,7)	80,3 $\pm$ 7,3 (62,6–94,9)	< 0,01
Ec-Ec, мм	78,3 $\pm$ 5,2 (68,9–88,7)	71,9 $\pm$ 6,2 (61,7–83,8)	< 0,01
Br-Ba, мм	121,5 $\pm$ 11,7 (104,2–145,3)	106,2 $\pm$ 7,9 (88,3–121,7)	< 0,01

фалия у ребенка может быть и без поражения черепного шва [5], в этом случае долихоцефалия (несиноотическая) рассматривается как одна из форм черепа и также представляет интерес с позиций ее влияния на растущий головной мозг ребенка [6, 7].

Современные антропометрические методы не позволяют адекватно оценить трехмерную форму черепа и серьезно ограничивают морфометрические исследования [8]. Данные комплексного анализа морфометрических особенностей строения черепа у детей по данным КТ могут быть использованы для предоперационного хирургического планирования и послеоперационного наблюдения за детьми, объективной оценки результатов операции по поводу сагиттального краниосиностаза [9].

КТ предоставила новейшие инструменты для медицинских исследований, в том числе при диагностике черепно-лицевых аномалий, и играет важную роль в подтверждении диагноза, хирургическом планировании и послеоперационном наблюдении [10, 11]. Измерения, выполненные по данным КТ, носят более объективный характер [12]. Использование КТ в данной работе позволило получить более точные и надежные результаты исследования, в отличие от традиционного применения рутинной краниометрии, когда выполнение определенных измерений просто невозможно.

Проведенный анализ показал, что СИ хорошо демонстрирует соотношение линейных размеров черепа в норме и при долихоцефалии. Данные, полученные при сравнительном морфометрическом анализе, отражают изменения черепа, которые происходят при долихоцефалии. Так, изменение расстояний G-Op, CG-TS, CG-MAI, MAI-MAI, Zg-Zg, Ec-Ec, Br-Ba связано с укорочением размеров передней черепной ямки при долихоцефалии, а расстояния CG-TS, CG-MAI,

MAI-MAI подтверждают вовлечение в процесс структур средней и задней черепных ямок и отражают деформацию основания черепа; деформация лицевого скелета подтверждается увеличением расстояния Zg-Zg и Ec-Ec. Полученные данные подтверждают, что при долихоцефалии изменения продольных размеров свода черепа приводят к деформации основания черепа. Этому также соответствуют большие значения угла основания черепа (Na-TS-Ba) в группе детей с долихоцефалией, несмотря на то что эти данные статистически не значимы. При внешнем осмотре данным фактом (уменьшение эктокраниального угла) объясняется гиперротация затылочной кости, которая всегда бывает у детей, особенно при выраженной долихоцефалии. Результаты настоящего исследования свидетельствуют о нарушении краниocereбрального комплаенса у детей с долихоцефалией, что может привести к изменениям кровоснабжения, компрессии головного мозга. Объективизация функциональных нарушений выходит за рамки цели данной работы, однако нужно подчеркнуть важность таких исследований, особенно у детей первого года жизни, когда наблюдается наиболее интенсивный рост головного мозга ребенка.

## Закключение

Проведенный комплексный морфометрический анализ структур черепа, основанный на измерениях по точным анатомическим ориентирам, продемонстрировал существенные объективные различия в морфологии черепа у детей в норме и при долихоцефалии. Полученные данные говорят о важности комплексной оценки изменений черепа при всех его формах. Проведение такого анализа важно для понимания всей полноты морфологических изменений черепа в норме и патологии.

## Список литературы / References

1. Thiele-Nygaard A.E., Foss-Skiftesvik J., Juhler M. Intracranial pressure, brain morphology and cognitive outcome in children with sagittal craniosynostosis. *Childs Nerv. Syst.* 2020;36(4):689–695. doi: 10.1007/s00381-020-04502-z
2. Lloyd M.S., Buchanan E.P., Khechoyan D.Y. Review of quantitative outcome analysis of cranial morphology in craniosynostosis. *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 2016;69(11):1464–1468. doi: 10.1016/j.bjps.2016.08.006
3. Malde O., Cross C., Lim C.L., Marghoub A., Cunningham M.L., Hopper R.A., Moazen M. Predicting calvarial morphology in sagittal craniosynostosis. *Sci. Rep.* 2020;10(1):3. doi: 10.1038/s41598-019-55224-5
4. Yagain V.K., Pai S.R., Kalthur S.G., Chethan P., Hemalatha I. Study of cephalic index in Indian students. *Int. J. Morphol.* 2012;30(1):125–129.
5. Beckett J.S., Pfaff M.J., Diluna M., Steinbacher D.M. Dolichocephaly without sagittal craniosynostosis. *J. Craniofac. Surg.* 2013;24(5):1713–1715. doi: 10.1097/SCS.0b013e3182a12ece
6. Mewes A.J., Zöllei L., Hüppi P.S., Als H., McNulty G.B., Inder T.E., Wells W.M., Warfield S.K. Displacement of brain regions in preterm infants with non-synostotic dolichocephaly investigated by MRI. *Neuroimage.* 2007;36(4):1074–1085. doi: 10.1016/j.neuroimage.2007.04.011
7. Kochuvareed M.T., Tomy M.G., Chandramohan N., Velayutham M., Sheth J., Sheth F., Janaki V. Prenatal dolichocephaly: sign of trouble? A variant of Miller–Dieker syndrome. *Fetal Pediatr. Pathol.* 2013;32(4):308–311. doi: 10.3109/15513815.2012.754529
8. Marcus J.R., Domeshek L.F., Loyd A.M., Schoenleber J.M., Das R.R., Nightingale R.W., Mukundan S. Use of a three-dimensional, normative database of pediatric craniofacial morphology for modern anthropometric analysis. *Plast. Reconstr. Surg.* 2009;124(6):2076–2084. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181bf7e1b
9. Delye H., Clijmans T., Mommaerts M.Y., Sloten J.V., Goffin J. Creating a normative database of age-specific 3D geometrical data, bone density, and bone thickness of the developing skull: a pilot study. *J. Neurosurg. Pediatr.* 2015;16(6):687–702. doi: 10.3171/2015.4.PEDS1493
10. Elzaki M.M., Ayad C.E., Hassan H.A., Abdalla E.A. Anthropometric computed tomography study of certain craniofacial parameters: cephalic length and cranial width, nasal height, width and index of adult Sudanese. *Glob. Adv. Res. J. Med. Med. Sci.* 2015;4:467–472.
11. Massimi L., Bianchi F., Frassanito P., Calandrelli R., Tamburrini G., Caldarelli M. Imaging in craniosynostosis: when and what? *Childs Nerv. Syst.* 2019;35(11):2055–2069. doi: 10.1007/s00381-019-04278-x
12. Hong B.Y., Ho E.S., Zellner E., Phillips J.H., Forrest C.R. Comparing cephalic index and midsagittal vector analysis in assessing morphology in sagittal synostosis: A CT-based morphometric analysis. *Cleft. Palate. Craniofac. J.* 2019;56(7):944–952. doi: 10.1177/1055665618815400

## Сведения об авторах:

**Гаилов Сайди Саит-Хусейнович**, к.м.н., ORCID: 0000-0002-5554-4588, e-mail: s-stavros@mail.ru  
**Захарчук Екатерина Владимировна**, к.м.н., ORCID: 0000-0002-1317-5219, e-mail: katgor@yandex.ru  
**Воробьев Дмитрий Петрович**, к.м.н., ORCID: 0000-0003-4967-6047, e-mail: ratr@rambler.ru

## Information about the authors:

**Saidi S. Gaibov**, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0002-5554-4588, e-mail: s-stavros@mail.ru  
**Ekaterina V. Zacharchyk**, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0002-1317-5219, e-mail: katgor@yandex.ru  
**Dmitry P. Vorobyev**, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0003-4967-6047, e-mail: ratr@rambler.ru

Поступила в редакцию 02.03.2023

После доработки 24.03.2023

Принята к публикации 08.04.2023

Received 02.03.2023

Revision received 24.03.2023

Accepted 08.04.2023