

## НЕЙРОХИРУРГИЯ/NEUROSURGERY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.160.8>

## ДИНАМИКА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БОКОВЫХ ЖЕЛУДОЧКОВ У ДЕТЕЙ ПОДРОСТКОВОГО ВОЗРАСТНОГО ПЕРИОДА

Научная статья

Байбаков С.Е.<sup>1</sup>, Бахарева Н.С.<sup>2</sup>, Лифенко К.О.<sup>3</sup>, Чернышев И.А.<sup>4,\*</sup>, Гордеева Е.К.<sup>5</sup>, Васильченко Д.А.<sup>6</sup>, Водянов Д.Ю.<sup>7</sup><sup>4</sup>ORCID : 0000-0002-6394-2201;<sup>5</sup>ORCID : 0000-0001-8114-5487;<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7</sup> Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (ilya02111999[at]mail.ru)

## Аннотация

Цель исследования — изучение динамики для морфометрических параметров боковых желудочков у детей подросткового возрастного периода.

В связи с недостаточностью комплексных академических и прикладных исследований половозрастные закономерности нормального морфогенеза боковых желудочков у детей подросткового возраста требуют детального изучения с междисциплинарным подходом. При этом доказанная в последнее время роль вариаций структур в анатомии боковых желудочков как предиктора для ряда неврологических и поведенческих нарушений представляет актуальное направление в возрастной нейроанатомии и детской неврологии.

Было проведено ретроспективное исследование по материалам архивных протоколов МР-томограмм боковых желудочков у 240 мальчиков и девочек подросткового возрастного периода, который в целях рационального и эквивалентного полового сравнения был дифференцирован на 4 возрастных интервала (I–IV). Были проанализированы морфометрические параметры передних, центральных и задних отделов для правого и левого бокового желудочка, с определением коэффициента прироста как показателя динамики по формуле Шмальгаузена.

Установлены выраженные половые различия, продемонстрировавшие паттерность в виде положительной зависимости большинства вентрикулометрических параметров в I, II, IV возрастных интервалах для мужского пола, и в III — для женского. Развитие боковых желудочков было представлено криволинейной зависимостью с диаметрально противоположными максимумами у обоих полов (12/13 лет и 14/15 лет для девочек; 14/15 лет мальчики). Стоит отметить, что при сравнении показателей боковых желудочков в одинаковых половозрастных интервалах нам не удалось выявить выраженную билатеральную асимметрию. Зафиксированные в ходе динамики различия по приросту в каждом возрастном интервале для боковых желудочков могут быть использованы в нейрорентгенологии, в качестве морфометрических критериев их нормального развития.

Таким образом, по данным исследования для мальчиков и девочек подросткового возраста были определены половая изменчивость и криволинейность в динамике для морфометрических параметров боковых желудочков, а также преобладающие по росту отделы в каждом возрастном интервале и факт отсутствия билатеральной асимметрии.

**Ключевые слова:** боковые желудочки, половозрастные различия, вентрикулометрические параметры, подростковый возрастной период, билатеральная асимметрия.

## DYNAMICS OF MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE LATERAL VENTRICLES IN TEENAGERS

Research article

Baibakov S.Y.<sup>1</sup>, Bakhareva N.S.<sup>2</sup>, Lifenko K.O.<sup>3</sup>, Chernyshev I.A.<sup>4,\*</sup>, Gordeeva Y.K.<sup>5</sup>, Vasilchenko D.A.<sup>6</sup>, Vodyanov D.Y.<sup>7</sup><sup>4</sup>ORCID : 0000-0002-6394-2201;<sup>5</sup>ORCID : 0000-0001-8114-5487;<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7</sup> Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

\* Corresponding author (ilya02111999[at]mail.ru)

## Abstract

The aim of the study is to examine the dynamics of morphometric parameters of the lateral ventricles in teenagers.

Due to the lack of comprehensive academic and applied research, the sex- and age-related patterns of normal morphogenesis of the lateral ventricles in teenagers require detailed research using an interdisciplinary approach. At the same time, the recently proven role of structural variations in the anatomy of the lateral ventricles as a predictor for a number of neurological and behavioural disorders represents a topical area in age-related neuroanatomy and paediatric neurology.

A retrospective study was conducted based on archival records of MR tomograms of the lateral ventricles in 240 teenage boys and girls, which were divided into four age groups (I–IV) for the purposes of rational and equivalent gender comparison. The morphometric parameters of the anterior, central, and posterior sections of the right and left lateral ventricles were analysed, with the growth coefficient determined as an indicator of dynamics using the Schmalhausen formula.

Significant gender differences were found, demonstrating a pattern of positive correlation between most ventriculometric parameters in age groups I, II, and IV for males and in age group III for females. The development of the lateral ventricles was represented by a curvilinear dependence with diametrically opposite maxima in both sexes (12/13 years and 14/15 years for girls; 14/15 years for boys). It is worth noting that when comparing the indicators of the lateral ventricles in the same sex-age intervals, we were unable to identify a pronounced bilateral asymmetry. The differences in growth recorded during the

dynamics in each age interval for the lateral ventricles can be used in neuroradiology as morphometric criteria for their normal development.

Thus, according to the research data, sexual variability and curvilinearity in the dynamics of the morphometric parameters of the lateral ventricles were determined for teenage boys and girls, as well as the sections prevailing in terms of growth in each age interval and the absence of bilateral asymmetry.

**Keywords:** lateral ventricles, sex-age differences, ventriculometric parameters, teenage period, bilateral asymmetry.

## Введение

Уникальной особенностью развития центральной нервной системы в подростковом возрасте является её пластичность, выраженная в значительной чувствительности к внешним и внутренним средовым факторам. Подробные данные нейровизуализации о нормальном морфогенезе головного мозга в подростковом возрастном периоде могут быть использованы в качестве стандартных морфометрических вариантов не только с точки зрения академического интереса, но и как прогностический критерий возможных структурных отклонений от нормальных значений [1].

В настоящее время наиболее дискутируемыми темами как для детской психоневрологии, так и для рентгенологии и нейроанатомии являются нашедшие экспериментальное подтверждение гипотезы о связи высокоинтенсивных по варианту изменений в головном мозге, развивающихся в период подросткового возраста, с предрасположенностью к нервно-психическим нарушениям. Исходя из разного распространения психоневрологических расстройств в человеческой популяции по возрастному и половому фактору, данные о различиях в морфометрических параметрах структур головного мозга и об их возрастной специфичности имеют большое прикладное значение для детской неврологии и психиатрии [2].

Несмотря на общепризнанные тенденции в нейроанатомии, характеризующие уменьшение количества серого вещества в подростковом периоде, а также увеличение количества белого вещества и объёмов желудочков, вопрос о закономерностях нормального морфофункционального развития различных структур головного мозга в комплексе с половым фактором и их влияние на предрасположенность к нервно-психическим заболеваниям у детей подросткового возраста в настоящий момент требует дальнейшего детального изучения и согласованность с данными нейровизуализации и клиницистов.

Установлено, что оценка изменений объёмов и морфометрических параметров боковых желудочков, анатомически тесно связанных со спектром окружающих и формирующих их границы подкорковых структур может являться маркером определённого числа неврологических, поведенческих, и психических нарушений, обусловленных структурно-функциональными различиями, формирующимися в течение подросткового возрастного периода в зависимости от пола. Так, в исследовании, F.J. Castellanos et al. (1996) сообщается, что обследуемых подростков обоих полов, с диагностированным синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ), по данным МРТ было выявлено изменение в нормальной асимметрии боковых желудочков, и значительно менее выраженное увеличение их объёмов с возрастом, по сравнению с аналогичной контрольной группой [3]. В то же время, по данным А.М. Zimmerman et. al (2000), результаты сравнения морфометрии боковых желудочков (на основании МРТ) у девочек периода второго детства и подросткового возраста (7–15 лет) с диагностированным синдромом Жилья де ла Туретта (СТ) или СТ и СДВГ по сравнению с аналогичной контрольной группой весьма интересны. Так, сравнение групп не выявило существенных морфометрических различий в объёме и асимметрии базальных ядер между девочками только с СТ или с СТ в комплексе с СДВГ и девочками из контрольной группы. Тем не менее сравнение трёх групп показало, что у пациенток только с СТ были значительно меньшие объёмы боковых желудочков по сравнению с пациентками с СТ и СДВГ, и контрольной группой [4].

Проведение комплексных исследований, посвящённых систематизации знаний о половозрастных различиях морфометрических параметров боковых желудочков и их взаимосвязи с симметрией и определёнными возрастными у детей подросткового периода в состоянии нормы позволит не только рассмотреть вариационные ряды определённых структур с уклоном на персонифицированный подход, но и представит возможности для их интерпретации и разработки спектра предикторов для определённых детских психоневрологических нарушений, что представляет актуальность прежде всего для клинических и рентгенологических сообществ. Целью данного исследования является изучение динамики для морфометрических параметров боковых желудочков у детей подросткового возрастного периода.

## Методы и принципы исследования

Было проведено ретроспективное исследование по материалам архивных протоколов и МР-томограмм боковых желудочков у мальчиков и девочек подросткового возрастного периода, интервал которого детерминирован полом, согласно возрастной периодизации онтогенеза, принятой АПН СССР, Москва, 1965 г. (13–16 лет для мальчиков; 12–15 лет для девочек).

Были включены 240 мальчиков и девочек (60 человек по 30 мальчиков и 30 девочек в каждом возрасте), в анамнезе которых не было задокументировано заболеваний нервной системы, психических расстройств и поведенческих нарушений. Для рационального и эквивалентного сравнения половых, возрастных и асимметрических различий у мальчиков и девочек, исходя из смещённых границ для подросткового возрастного периода, он был разделён на 4 возрастных интервала (I — мальчики 13-ти лет/ девочки 12-ти лет; II — мальчики 14-ти лет/ девочки 13-ти лет III — мальчики 15-ти лет/ девочки 14-ти лет; IV — мальчики 16-ти лет/ девочки 15-ти лет).

Были проанализированы следующие морфометрические вентрикулярные параметры: длина и ширина для

- 1) переднего рога (мм);
- 2) заднего рога (мм);
- 3) нижнего рога (мм);

- 4) центральной части (мм);
- 5) переднезадний размер бокового желудочка (мм);
- 6) расстояние между передними рогами (мм);
- 7) расстояние между задними рогами (мм).

Оцениваемый при сравнении разных выборок коэффициент прироста определялся согласно формуле Шмальгаузена [5]. Количественные показатели вентрикулярных параметров оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corp., США). Статистический анализ проводился с использованием программы Statistica 12.0 (StatSoft Inc., США). Для сравнения средних величин в нормально распределенных совокупностях численных данных использовался t-критерий Стьюдента. Различия морфометрических показателей считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Основные результаты

По результатам проведенного статистического анализа была отмечена тенденция, что практически во всех возрастных группах, независимо от желудочков характерна их положительная зависимость с мужским полом в большинстве возрастных интервалов, за исключением III, в котором вентрикулометрические параметры превосходили аналогичные у мальчиков. Данные половых различий для каждого показателя представлены и обобщены в таблице (см. таб 1).

Таблица 1 - Обобщение половых различий (по данным коэффициента прироста) для морфометрических показателей боковых желудочков в четырех возрастных интервалах

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.160.8.1>

	I инт ( ♀ 12- ♂ 13 лет)		II инт (13 ♀ -14 ♂ лет)		III инт (14 ♀ -15 ♂ лет)		IV инт (15 ♀ -16 ♂ лет)	
	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ
длина переднего рога бокового желудочка	14,96*	10,99*	8,31*	-5,49	7,48x	7,23x	11,66*	10,96*
ширина переднего рога бокового желудочка	40*	27,12*	20,51*	15,07*	50x	39,19x	20,59x	25x
длина заднего рога бокового желудочка	15,52*	12,25*	-3,91	11,72*	15,22x	11,97x	-3,15	-4,08
ширина заднего рога бокового желудочка	31,37*	42*	-8,7	-12,16	-6,35	10,67	-8,62	-7,81
передне-задний размер	-0,7	-1,83	4,17*	-3,25	22,28x	19,61x	6,11*	6,9*
длина центральной части бокового желудочка	-1,49	-2,53	7,21*	-3,94	43,97x	46,42x	8,27*	5,41*
ширина центральной части бокового желудочка	22,45*	14,14*	25,24*	29,29*	49,55x	53,1x	4,26	-9,76
длина нижнего рога	18,72x	20,05x	-4,63	-5,47	-3,31	8,33	-16*	-18,12*

	I инт ( ♀ 12- ♂ 13 лет)		II инт (13 ♀ -14 ♂ лет)		III инт (14 ♀ -15 ♂ лет)		IV инт (15 ♀ -16 ♂ лет)	
	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ
бокового желудочка								
расстояние между передними рогами	-2,1		6,59*		6,4х		14,33*	
расстояние между задними рогами	15,91*		-4,51		36,06*		8,51*	
ПОЛ	♂ ↑		♂ ↑		♀ ↑		♂ ↑	

Примечание: здесь и далее знаком «\*» в ячейках таблицы обозначены показатели мальчиков, статистически значимо различающиеся от аналогичных структур у девочек, знаком «х» обозначены показатели девочек, статистически значимо различающиеся от аналогичных параметров мальчиков, в последней строке таблицы символ « ♂ » - обозначает превалирующий по количеству различий мужской пол, символ « ♀ » - обозначает превалирующий по количеству различий женский пол

Установлено, что выраженные возрастные изменения у девочек определяются при сравнении двух возрастных групп:

- 1) 12-ти и 13-ти лет, имеющая более интенсивную по изменениям показателей положительную динамику;
- 2) 14-ти и 15-ти лет, охарактеризованная как выраженная, и диаметрально противоположная по приросту первой группе (см. таб. 2).

Таблица 2 - Обобщение данных по коэффициенту прироста для морфометрических показателей боковых желудочков в контексте возрастной динамики у девочек подросткового возрастного периода

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.160.8.2>

	12/ 13 лет		13/14 лет		14/15 лет		Характеристика прироста	
	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ
длина переднего рога бокового желудочка	14,23х	16,31х	2,56	1,22	-11,84х	-12,05х	↑↓	↑↓
ширина переднего рога бокового желудочка	30,00х	23,73х	12,82х	1,37	-61,36х	-51,35х	↑↑↓	↑↓
длина заднего рога бокового желудочка	10,34х	9,40х	-0,78	-2,08	-16,80х	-15,16х	↑↓	↑↓
ширина заднего рога бокового желудочка	35,29х	48,00х	-8,70	1,35	-7,94	-14,67х	↑--	↑↓
передне-задний размер	-1,21	-0,10	-0,81	-0,61	-26,15х	-24,51х	--↓	--↓
длина	-2,76	1,69	1,31	1,45	-45,26х	-47,03х	--↓	--↓

	12/ 13 лет		13/14 лет		14/15 лет		Характеристика прироста	
	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ
центральной части бокового желудочка								
ширина центральной части бокового желудочка	5,10	0,00	7,77	14,14x	-57,66x	-63,72x	--↓	-↑↓
длина нижнего рога бокового желудочка	-24,87x	-24,73x	-3,20	0,73	1,10	0,00	↓--	↓--
расстояние между передними рогами	4,49x		-1,45x		-10,76x		↑↓↓	
расстояние между задними рогами	13,35x		-2,05x		35,29x		↑↓↓	

Примечание: здесь и далее в последнем столбце для правого и левого желудочка соответственно символ «↑» - характеризует положительную динамику для показателя с течением возраста; символ «↓» - характеризует отрицательную динамику; символ «-» обозначает отсутствие статистически достоверной динамики

В то же время для мальчиков установлен иной тип роста боковых желудочков, характеризующийся их изменениями в течение всего подросткового периода, при этом пик наибольшей интенсивности динамики происходит в группах сравнения 14–15 лет. (см. таб. 3)

Таблица 3 - Обобщение данных по коэффициенту прироста для морфометрических показателей боковых желудочков в контексте возрастной динамики у мальчиков подросткового возрастного периода

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.160.8.3>

	13/14 лет		14/15 лет		15/16 лет		Характеристика прироста	
	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ
длина переднего рога бокового желудочка	7,62*	10,54*	-12,39*	-10,98*	6,40*	5,19	↑↓↓	↑↓-
ширина переднего рога бокового желудочка	11,90*	12,00	-53,19*	-46,43*	-38,64*	-40,00*	↑↓↓	-↓↓
длина заднего рога бокового желудочка	-0,75	8,88*	-19,05*	-22,84*	1,24	0,30	-↓-	↑↓-

	13/14 лет		14/15 лет		15/16 лет		Характеристика прироста	
	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ	Правый БЖ	Левый БЖ
ширина заднего рога бокового желудочка	11,94	16,90	-10,67	-19,28*	-5,97	2,99	---	-↓-
передне-задний размер	2,20	1,29	-26,00*	-22,62*	0,82	0,38	-↓-	-↓-
длина центральной части бокового желудочка	2,72	3,09	-47,05*	-47,70*	5,77	4,20	-↓-	-↓-
ширина центральной части бокового желудочка	7,50	13,27	-56,59*	-58,59*	-19,64*	-15,09*	-↓↓	-↓↓
длина нижнего рога бокового желудочка	-3,29	-0,69	-4,42	3,46	13,52*	9,03*	--↑	--↑
расстояние между передними рогами	9,09*		-15,53*		9,01*		↑↓↑	
расстояние между задними рогами	2,21*		21,62*		7,89*		↑↑↑	

Несмотря на наличие билатеральных асимметрических различий, изменяющихся в ходе возрастной динамики для обоих полов, и имеющих, вероятно, функциональный характер, статистически достоверных различий для асимметрии боковых желудочков и их показателей для мальчиков и девочек каждого возраста зафиксировано единичное количество. Так, у мальчиков 13-ти лет наблюдается выраженная асимметрия только для переднего рога, ширина которого больше у правого бокового желудочка (на 11,90%) и для длины заднего рога, имевшего левостороннюю асимметрию (длина между правым и левым боковым желудочком составили 6,99%). Для мальчиков возраста 16-ти лет наблюдалась только левосторонняя асимметрия для ширины заднего рога и передне-заднего размера (значения разности между параметрами правого и левого желудочка составили 8,70 и 3,29% соответственно) (см. рис. 1). У мальчиков 13-ти и 15-ти лет статистически значимых различий в билатеральной асимметрии не обнаружено. У девочек билатеральные асимметрические различия также единичны, однако обладают большей вариативностью и есть почти в каждом возрасте, за исключением 12-ти лет. Так, у девочек 13-ти лет длина левой центральной части больше правой на 4,98%, а у девочек 14-ти лет наблюдается выраженное преобладание ширины правого переднего рога на 18,92% и ширины левого заднего рога на 16,00%. Ширина левого заднего рога у девочек 15-ти лет тоже имеет тенденцию к левосторонней асимметрии (на 9,38%), в то время как для центральной части ширина была больше на 14,63% для правого бокового желудочка (см. рис. 2).



Рисунок 1 - Асимметрия вентрикулярных параметров у мальчиков и девочек на конец подросткового периода  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.160.8.4>

Примечание: 15-16 лет; IV возрастной интервал; здесь и далее знаком «+» отмечен показатель, имеющий выраженные различия в асимметрии при сравнении в группе как мальчиков, так и девочек; знаками «\*» и «х» обозначены статистически значимые различия в группе сравнения мальчиков и девочек соответственно



Рисунок 2 - Различия в асимметрии боковых желудочков у мальчиков и девочек во II возрастном интервале  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.160.8.5>

Примечание: 13-14 лет

Полученные данные об изменчивости и динамике исследуемых параметров боковых желудочков у детей подросткового возрастного периода показали характерные особенности, позволившие объединить их в ряд половозрастных паттернов.

Продemonстрированное нами развитие боковых желудочков у девочек можно представить в виде U-образной кривой, с наибольшими пиками динамики (см. рис. 3), приходящимися на начало и конец подросткового периода. Для мальчиков общий ход динамики диаметрально противоположен, и её экстремум на перевёрнутой U-образной кривой приходится на группу сравнения мальчиков 14-ти и 15-ти лет (см. рис. 4).

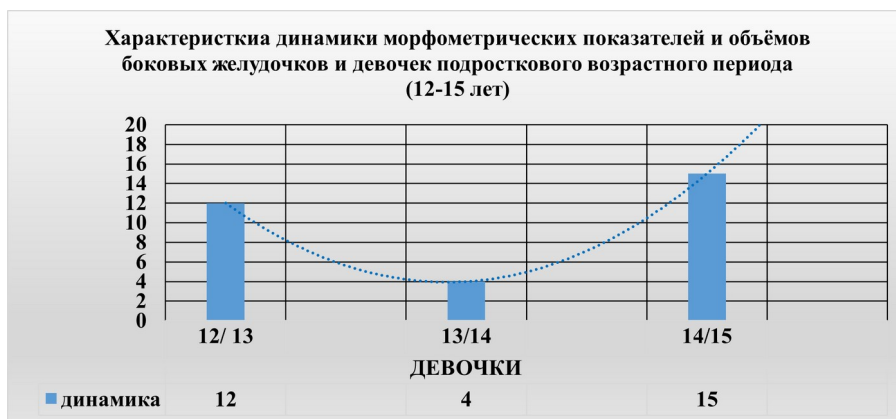


Рисунок 3 - Нелинейная характеристика динамики параметров боковых желудочков у девочек в течение подросткового возрастного периода

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.160.8.6>

Примечание: 12-15 лет; числа на горизонтальной оси характеризуют количество статистически значимых различий в рассматриваемых возрастных промежутках



Рисунок 4 - Нелинейная характеристика динамики параметров боковых желудочков у мальчиков в течение подросткового возрастного периода

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.160.8.7>

Примечание: 13-16 лет; числа на горизонтальной оси характеризуют количество статистически значимых различий в рассматриваемых возрастных промежутках

Стоит указать, что рост боковых желудочков у мальчиков в течение каждого возрастного интервала подросткового периода осуществляется преимущественно за счёт их передних отделов (лобные рога), являющихся наиболее стабильными для возрастной динамики показателями, что подтверждают данные рентгенологических и анатомических исследований, сопоставляющих вентрикулометрические параметры с интенсивным развитием лобных долей. В то же время у девочек превалирующими показателями для динамики являются не только передние, но и центральные (соответствующие центральные части) и задние (затылочные рога) отделы боковых желудочков, которые у мальчиков, напротив, показали наименьшую пластичность по мере увеличения возраста, что в целом укладывается в нейробиологические концепции о стремительном развитии в подростковом возрасте у девочек лобных, теменных, и затылочных долей. Наименьшая возрастная пластичность и в то же время пики зависимости длины височного рога в начале подросткового возраста у девочек и конце — для мальчиков требует последующего дополнительного изучения для выявления дополнительных половозрастных и морфометрических закономерностей между динамикой вентрикулометрических показателей и височной долей.



При сравнении между собой детей одних возрастных интервалов и пола нам не удалось обнаружить билатеральную асимметрию для боковых желудочков, возникающую в ходе как динамического развития мозга, так и психофизиологических особенностей, возникающих у детей подросткового возраста и обусловленных различными факторами внешне-социальной и внутренне-биологической среды [8], [9].

Весьма интересна вариативная по приросту морфометрическая динамика в разных отделах боковых желудочков, которая, вероятнее всего, обусловлена, с одной стороны, вариативностью черепного указателя, определяющего продольный и поперечный размеры мозгового отдела черепа, изменяющегося в ходе его морфогенеза. С другой стороны, различия могут быть связаны и со структурными гистоморфологическими изменениями в нервной ткани. Действительно, по данным гистологов установлено, что в течение подросткового возраста независимо от пола происходит разнонаправленные процессы в виде уменьшения объема нейронного компонента (серое вещество) для перивентрикулярных подкорковых структур и увеличения доли миелиновых волокон (белое вещество) для комиссурального аппарата полушарий [10], [11]. Тем не менее половозрастные особенности морфогенеза черепа, его взаимосвязь с развитием боковых желудочков мозга и возрастная вариативность глиогенеза у подростков требуют дальнейших комплексных и междисциплинарных исследований на перспективу.

### Заключение

Таким образом, изучение морфометрических параметров боковых желудочков у детей подросткового периода позволило определить нелинейную и зависимую от пола возрастную динамику, заключающуюся в более интенсивном росте за счёт передних отделов у мальчиков и передних, центральных, задних отделов у девочек. Совокупность показателей, детерминированных возрастными интервалами и полом, продемонстрировала паттерность, выражающуюся в различающихся пиках динамики для мальчиков и девочек, однако не удалось выявить билатеральную асимметрию при сравнении между собой детей одинаковых возрастных интервалов и пола.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Mills K.L. Inter-individual variability in structural brain development from late childhood to young adulthood / K.L. Mills, K.D. Siegmund, C.K. Tamnes et al. // *NeuroImage*. — 2021. — Vol. 242. — № 118450. — P. 1–12.
2. Greven C.U. Developmentally stable whole-brain volume reductions and developmentally sensitive caudate and putamen volume alterations in those with attention-deficit/hyperactivity disorder and their unaffected siblings / C.U. Greven, J. Bralten, M. Mennes et al. // *JAMA Psychiatry*. — 2015. — Vol. 72. — № 5. — P. 490–499.
3. Castellanos F.X. Quantitative brain magnetic resonance imaging in attention-deficit hyperactivity disorder [Quantitative brain magnetic resonance imaging in attention-deficit hyperactivity disorder] / F.X. Castellanos, J.N. Giedd, W.L. Marsh [et al.] // *Archives of General Psychiatry*. — 1996. — Vol. 53. — № 7. — P. 607–616. — DOI: 10.1001/archpsyc.1996.01830070053009.
4. Zimmerman A.M. Subcortical volumes in girls with tourette syndrome: support for a gender effect / A.M. Zimmerman, M.T. Abrams, J.D. Giuliano [et al.] // *Neurology*. — 2000. — Vol. 54. — № 12. — C. 2224–222. — DOI: 10.1212/WNL.54.12.2224
5. Дорошкевич Е.Ю. Возрастные изменения боковых желудочков головного мозга человека. / Е.Ю. Дорошкевич // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. — 2005. — № 1 (9).
6. Zhuravlova I. The anatomic variability of the lateral ventricles of the human brain depending on age and sex / I. Zhuravlova, A. Montgomery // *Cureus*. — 2023. — Vol. 15. — № 9.
7. Mills K.L. Structural brain development between childhood and adulthood: Convergence across four longitudinal samples / K.L. Mills, A.-L. Goddings, M.M. Herting [et al.] // *NeuroImage*. — 2016. — Vol. 141. — P. 273–281.
8. Байбаков С.Е. Гендерные различия билатеральной асимметрии полушарий головного мозга у детей периода второго детства / С.Е. Байбаков, Н.С. Бахарева, С.В. Чигрин [и др.] // *Инновационная медицина Кубани*. — 2023. — № 1. — С. 53–57.
9. Хорольская Е.Н. Гендерные особенности функциональной асимметрии полушарий мозга и каналов восприятия учебной информации у 14–15-летних подростков. / Е.Н. Хорольская, Т.А. Погребняк // *Научный результат. Серия «Физиология»*. — 2017. — № 1.
10. Жмуров В.А. Молекулярные механизмы развития синаптического прунинга / В.А. Жмуров, Е.В. Кручинин, Д.В. Жмуров [и др.] // *Уральский медицинский журнал*. — 2020. — № 1 (184). — С. 58–63.
11. Total and regional brain volumes in a population-based normative sample from 4 to 18 years: the NIH MRI study of normal brain development / Brain Development Cooperative Group // *Cerebral Cortex*. — 2012. — Vol. 22. — № 1. — P. 1–12. — DOI: 10.1093/cercor/bhr018.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Mills K.L. Inter-individual variability in structural brain development from late childhood to young adulthood / K.L. Mills, K.D. Siegmund, C.K. Tamnes et al. // *NeuroImage*. — 2021. — Vol. 242. — № 118450. — P. 1–12.
2. Greven C.U. Developmentally stable whole-brain volume reductions and developmentally sensitive caudate and putamen volume alterations in those with attention-deficit/hyperactivity disorder and their unaffected siblings / C.U. Greven, J. Bralten, M. Mennes et al. // *JAMA Psychiatry*. — 2015. — Vol. 72. — № 5. — P. 490–499.
3. Castellanos F.X. Quantitative brain magnetic resonance imaging in attention-deficit hyperactivity disorder [Quantitative brain magnetic resonance imaging in attention-deficit hyperactivity disorder] / F.X. Castellanos, J.N. Giedd, W.L. Marsh [et al.] // *Archives of General Psychiatry*. — 1996. — Vol. 53. — № 7. — P. 607–616. — DOI: 10.1001/archpsyc.1996.01830070053009.
4. Zimmerman A.M. Subcortical volumes in girls with tourette syndrome: support for a gender effect / A.M. Zimmerman, M.T. Abrams, J.D. Giuliano [et al.] // *Neurology*. — 2000. — Vol. 54. — № 12. — C. 2224–222. — DOI: 10.1212/WNL.54.12.2224
5. Doroshkevich E.Yu. Vozrastny'e izmeneniya bokovy'x zheludochkov golovnogo mozga cheloveka [Age-related changes of the lateral ventricles of the human brain]. / E.Yu. Doroshkevich // *Journal of Grodno State Medical University*. — 2005. — № 1 (9). [in Russian]
6. Zhuravlova I. The anatomic variability of the lateral ventricles of the human brain depending on age and sex / I. Zhuravlova, A. Montgomery // *Cureus*. — 2023. — Vol. 15. — № 9.
7. Mills K.L. Structural brain development between childhood and adulthood: Convergence across four longitudinal samples / K.L. Mills, A.-L. Goddings, M.M. Herting [et al.] // *NeuroImage*. — 2016. — Vol. 141. — P. 273–281.
8. Baibakov S.E. Gendernie razlichiya bilateralnoi asimmetrii polusharii golovnogo mozga u detei perioda vtorogo detstva [Gender differences in bilateral cerebral hemisphere asymmetry in children of the second childhood period] / S.E. Baibakov, N.S. Bakhareva, S.V. Chigrin [et al.] // *Innovatsionnaya meditsina Kubani [Innovative Medicine of Kuban]*. — 2023. — № 1. — P. 53–57. [in Russian]
9. Xorol'skaya E.N. Genderny'e osobennosti funktsional'noj asimmetrii polusharij mozga i kanalov vospriyatiya uchebnoj informacii u 14–15-letnix podrostkov [Gender characteristics of functional brain hemisphere asymmetry and learning information perception channels in 14–15-year-olds]. / E.N. Xorol'skaya, T.A. Pogrebnyak // *Scientific Result. Physiology Series*. — 2017. — № 1. [in Russian]
10. Zhmurov V.A. Molekulyarnie mekhanizmi razvitiya sinapticheskogo pruninga [Molecular mechanisms of development of synaptic pruning] / V.A. Zhmurov, Ye.V. Kruchinin, D.V. Zhmurov [et al.] // *Uralskii meditsinskii zhurnal [Ural Medical Journal]*. — 2020. — № 1 (184). — P. 58–63. [in Russian]
11. Total and regional brain volumes in a population-based normative sample from 4 to 18 years: the NIH MRI study of normal brain development / Brain Development Cooperative Group // *Cerebral Cortex*. — 2012. — Vol. 22. — № 1. — P. 1–12. — DOI: 10.1093/cercor/bhr018.