

УДК 611.813.8.08:616-073.756.8:637.635

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ БОКОВЫХ ЖЕЛУДОЧКОВ МОЗГА ПО ДАННЫМ МАГНИТОРЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ У ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК. ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ

Байбаков С.Е., Горбов Л.В.

ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» МЗ России, Краснодар, e-mail: hamp2@rambler.ru

В работе представлены результаты исследования взаимосвязи морфологических показателей, характеризующих размеры боковых желудочков головного мозга, у 141 юноши (17 – 21 год) и 151 девушки (16–20 лет). Проведен сравнительный анализ корреляционных матриц изученных признаков. Подробно изучена структура корреляционных связей, которые достоверно изменяются в зависимости от пола обследованной группы лиц. За основу исследования принят методологический подход А.А. Генкина (1999), считающего структуру корреляционной матрицы отражением гомеостатических регуляторных влияний. Различия в структуре корреляционных матриц сравниваемых групп лиц, таким образом, свидетельствуют о различии регуляторных механизмов.

**Ключевые слова:** морфогенез, боковые желудочки мозга, регуляция, половые различия

## RELATIONSHIP LINEAR SIZE OF THE LATERAL VENTRICLES BRAIN ACCORDING TO MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN YOUNG MEN AND WOMEN. SEX DIFFERENCES

Baybakov S.E., Gorbov L.V.

Kuban State Medical University Ministry of Health of Russia, Krasnodar, e-mail: hamp2@rambler.ru

The results of studies on the relationship of morphological parameters characterizing the size of the lateral ventricles of the brain, in 141 young men and 151 young women. A comparative analysis of the correlation matrix of the studied traits. Studied in detail the structure of correlations that are significantly vary depending on the sex of the surveyed group of people. The basis for the study adopted a methodological approach AA Genkina (1999), who considers the structure of the correlation matrix reflects the homeostatic regulatory influences. Differences in the structure of the correlation matrix of the compared groups of individuals, thus, indicate the difference regulatory mechanisms.

**Keywords:** morphogenesis, the lateral ventricles of the brain, regulation, sex differences

Уже более 150 лет, прошедших после открытий Поля Брока (1865) и Карла Вернике (1873-1974), продолжается изучение структурно-функциональной асимметрии головного мозга. Внимание исследователей привлекают все более и более тонкие вопросы различия строения и функций правого и левого полушарий больших полушарий [2; 3; 6; 10]. Несколько меньшее внимание уделяется подкорковым структурам [1] и единичные работы посвящены изучению их асимметрии, в частности асимметрии ликворной системы больших полушарий (С.Е. Байбаков, 2012).

Значение изучения анатомии боковых желудочков, вариантов нормы, особенностей их морфогенеза важно как понимания общебиологических закономерностей, так и для практической медицины.

Исходя из вышесказанного, целью данной работы явилось изучение половых особенностей, описывающих взаимосвязь линейных размеров боковых желудочков мозга у юношей и девушек.

### Материалы и методы исследования

В работе использованы данные магниторезонансной томографии головы 141 юноши (от 17 до 21 год) и 151 девушки (от 16 до 20 лет). В работе использова-

на принята в нашей стране возрастная периодизация жизни [7]. В ходе проведения исследований на МРТ-граммах были измерены следующие показатели – длина и ширина переднего рога бокового желудочка (БЖ) – ДлПР и ШПР, соответственно, длина и ширина центральной части БЖ (ДлЦЧ и ШЦЧ), длина и ширина заднего рога БЖ (ДлЗР и ШЗР), передне-задний размер БЖ (П-ЗР), расстояние между передними и задними рогами БЖ (РмПР и РмЗР). Все линейные размеры боковых желудочков, кроме двух последних, измерены с двух сторон и в дальнейшем изложении обозначены подстрочными индексами «п» и «л».

Методологическая концепция исследований была основана на подходе петербургского исследователя Александра Ароновича Генкина [5], который показал, что структура корреляционных матриц отражает особенности гомеостатической регуляции. Наличие достоверных различий между коэффициентами корреляции в двух или нескольких сравниваемых группах говорит о существовании различных регуляторных путей, обеспечивающих гомеостаз [4]. К сожалению, этот подход в силу некоторых причин не получил достаточно широкого распространения. Вместе с тем, нельзя отвергать предположения, что аналогичный способ, использованный для описания морфологических структур, также способен дать информацию о различиях в механизмах регуляции морфогенеза в процессе индивидуального развития разных групп лиц, что позволяет выделить признаки, отвечающие особым генетико-морфологическим паттернам, различающимся в сравниваемых группах.

Согласно работе [5], в данном анализе важное значение имеют не те коэффициенты корреляции, которые достоверно отличаются от нуля, как то имеет место в классическом корреляционном анализе. Напротив, анализ устойчивости корреляционной связи не предполагает, чтобы каждый (и даже какой-либо) коэффициент корреляции достоверно отличался от нуля. Может быть ситуация, когда оба сравниваемых коэффициента достоверно не отличаются от нуля ( $p > 0,10$ ), но различия между ними будет достоверно ( $p < 0,05$ ). Автор рекомендует делать выводы о различии регуляторных систем только при высоком уровне значимости отличий между коэффициентами корреляции (при значениях  $p < 0,001$ ). При этом сравнивают только аналогичные коэффициенты двух корреляционных матриц, определяющих в разных группах степень статистической взаимосвязи двух одинаковых пар признаков.

Коэффициенты корреляции Пирсона были рассчитаны в программе Statistica 6.15 (StatSoft Ltd.). Достоверность различий между корреляционными матрицами определяли в программе Excel (Microsoft). Для этого с коэффициентами корреляции производили преобразование Фишера (функция Excel =ФИШЕР(r), где r – коэффициент корреляции), определяли абсолютное значение разности двух преобразованных коэффициентов, а затем делили эту величину на ошибку этой разности, которую определяли по формуле <<bay1.wmf>>, где  $N_1$  и  $N_2$  – численность групп, на которых были определены коэффициенты корреляции. Полученная в результате деления величина (t) распределена в соответствии с распределением Стьюдента. Определение значимости различий двух коэффициентов корреляции возможно при подстановке её в функцию Excel =СТБЮДРАСП(t;df;хвосты), где t – критерий Стьюдента, df – степень свободы, которая в данном случае определяется как <<bay2.wmf>>, хвосты – число возвращаемых хвостов распределения (когда соотношение сравниваемых показателей из теоретических соображений неизвестно,

необходимо использовать двусторонний критерий, выставляя в формуле цифру 2).

Таким образом, в Excel можно определить уровень значимости различий коэффициентов корреляции используя формулу [8]:

$$=СТБЮДРАСП(ABS(ФИШЕР(r_1)-ФИШЕР(r_2))/КОРЕНЬ(1/N_1+1/N_2); N_1+N_2-1; 2).$$

### Результаты исследования и их обсуждение

Коэффициенты корреляции изучаемых показателей приведены в табл. 1. Несмотря на высокую достоверность отличий многих коэффициентов корреляции от нуля, что обусловлено значительной численностью выборок, для суждения о взаимозависимости признаков имеет смысл содержательно анализировать только те коэффициенты корреляции, абсолютные значения которых превышают 0,7, что является отражением сильной корреляции.

Как можно видеть из представленных данных, и у юношей, и у девушек, как правило, наиболее сильная корреляция наблюдается между одноименными признаками, характеризующими правое и левое полушария. К таким парам признаков относится длина переднего рога БЖ, центральной части БЖ, длина и ширина заднего рога БЖ, переднезадний размер БЖ. Ширина переднего рога и ширина центральной части БЖ также очень близки к подобным парам, отличаясь только тем, что у юношей величина коэффициента корреляции всего на 0,01÷0,04 единицы меньше, чем оговоренная нами предельная величина, равная семи десятым единицы.

Таблица 1

Корреляционные матрицы размеров боковых желудочков у юношей (ниже диагонали) и девушек (выше диагонали)

Ж М	ДПРп	ДПРл	ШПРп	ШПРл	ДЦЧп	ДЦЧл	ШЦЧп	ШЦЧл	ДЗРп	ДЗРл	ШЗРп	ШЗРл	РмПР	РмЗР	П-ЗРп	П-ЗРл
ДПРп		<b>0,90</b>	-0,06	-0,08	0,04	0,05	-0,35	-0,40	-0,35	-0,39	-0,05	-0,06	0,07	0,54	-0,21	-0,19
ДПРл	<b>0,77</b>		-0,13	-0,11	0,04	0,04	-0,43	-0,46	-0,33	-0,39	-0,08	-0,07	0,08	0,57	-0,25	-0,19
ШПРп	0,47	0,29		<b>0,83</b>	0,65	0,64	<b>0,70</b>	0,64	0,02	-0,03	0,35	0,38	0,04	-0,28	0,31	0,25
ШПРл	0,25	0,16	0,66		0,65	0,64	<b>0,71</b>	0,66	0,13	0,08	0,26	0,34	0,10	-0,27	0,34	0,31
ДЦЧп	0,33	0,37	-0,05	0,11		<b>0,93</b>	0,57	0,51	0,10	0,06	0,30	0,33	0,00	-0,19	0,30	0,32
ДЦЧл	0,30	0,35	-0,10	0,08	<b>0,92</b>		0,57	0,50	0,07	0,04	0,31	0,35	-0,03	-0,20	0,27	0,29
ШЦЧп	0,22	0,03	0,25	0,25	0,15	0,16		<b>0,86</b>	0,28	0,28	0,33	0,37	0,02	-0,50	0,45	0,41
ШЦЧл	0,28	0,12	0,35	0,32	-0,02	0,01	0,69		0,29	0,28	0,37	0,41	0,00	-0,52	0,43	0,38
ДЗРп	-0,03	-0,03	-0,16	0,07	0,31	0,31	-0,14	-0,31		<b>0,83</b>	0,13	0,12	0,08	-0,50	0,52	0,45
ДЗРл	0,04	0,00	-0,02	0,13	0,25	0,26	-0,09	-0,18	<b>0,85</b>		0,08	0,07	0,12	-0,49	0,47	0,50
ШЗРп	0,38	0,23	0,43	0,44	0,22	0,18	0,28	0,15	0,32	0,25		<b>0,86</b>	-0,11	-0,32	-0,10	-0,26
ШЗРл	0,39	0,26	0,40	0,44	0,25	0,18	0,22	0,16	0,21	0,14	<b>0,76</b>		-0,10	-0,32	-0,02	-0,16
РмПР	0,20	0,10	0,26	0,09	-0,07	-0,06	0,21	0,38	-0,29	-0,12	-0,09	-0,14		0,31	-0,20	-0,23
РмЗР	0,49	0,51	0,35	0,16	0,03	-0,03	0,10	0,16	-0,42	-0,43	0,21	0,30	0,04		-0,57	-0,48
П-ЗРп	-0,11	-0,16	-0,23	0,00	0,34	0,37	-0,04	-0,21	<b>0,85</b>	<b>0,76</b>	0,20	0,13	-0,09	-0,61		<b>0,82</b>
П-ЗРл	-0,06	-0,11	-0,18	0,01	0,33	0,36	-0,09	-0,23	<b>0,82</b>	<b>0,84</b>	0,17	0,12	-0,13	-0,49	<b>0,87</b>	

Примечание. Полужирным шрифтом выделены коэффициенты корреляции, превышающие по абсолютной величине 0,7.

В то же время у юношей и девушек можно видеть наличие еще ряда сильных корреляционных связей между показателями, не связанными с билатеральной симметрией. Так, у девушек ширина центральной части правого желудочка образует сильную корреляционную связь с шириной переднего рога БЖ как справа, так и слева. У юношей переднезадний размер бокового желудочка каждой из сторон тесно связан с длиной заднего рога БЖ с обеих сторон. Таким образом, четыре показателя образуют полный граф, обладающий сильной корреляционной связью.

По мнению лауреата Нобелевской премии, бельгийского физика русского происхождения Ильи Пригожина, наличие большого числа сильных корреляционных связей в системе свидетельствует о сильном напряжении в ней. Чем более коррелированы признаки – тем ближе система к разрушению [9]. Известно, что женский организм на ранних этапах развития оказывается более устойчив, чем мужской. об этом свидетельствует опыт работы неонатологической службы, повышенная смертность мальчиков первого года жизни по сравнению с девочками, а также ряд других показателей. Вместе с тем, несомненно, что анатомические структуры, существующие на более поздних этапах онтогенеза, являются отражением морфогенетических процессов, происходящих на ранних этапах развития. Количество сильных корреляционных связей у юношей и девушек в исследованной группе одинаково, однако следует отметить, что у юношей мы наблюдаем некоторую рассогласованность билатеральной симметрии относительно выбранного нами поро-

га. Вместе с тем, наличие группы из четырех признаков, обладающих шестью сильными положительными взаимными корреляционными связями, что может явиться отражением более выраженных стрессорных факторов, имеющих место в процессе морфогенеза мозга лиц мужского пола по сравнению с аналогичными факторами, действующими на морфогенез мозга женщин.

Анализ различий корреляционных матриц изученных признаков у юношей и девушек дает более интересную информацию, отражающую особенности процессов морфогенеза мозга (табл. 2).

Поскольку анализ таблицы позволяет получить важную информацию, но предоставляет плохие возможности для адекватной визуализации данных, результаты были представлены нами на рисунке. При этом кружками обозначены исследованные признаки, стрелками – корреляционные связи между изученными морфологическими признаками, которые с высокой достоверностью ( $p < 0,001$ ) различаются у юношей и девушек, а числа в кружках обозначают количество таких связей, относящихся к данному признаку.

При анализе рисунка обращают на себя внимание несколько особенностей. Например, можно видеть, что ни один из исследованных морфологических признаков не сохраняет структуру корреляций у юношей и девушек абсолютно неизменной. Как минимум одна – две связи становятся неустойчивыми, что, очевидно, можно рассматривать как влияние половых факторов на морфогенез всех без исключения исследованных признаков.

**Таблица 2**

Уровень значимости различий между коэффициентами корреляционных матриц линейных размеров боковых желудочков у юношей и девушек

	ДПРп	ДПРл	ШПРп	ШПРл	ДЦЧп	ДЦЧл	ШЦЧп	ШЦЧл	ДЗРп	ДЗРл	ШЗРп	ШЗРл	РмПР	РмЗР	П-ЗРп	П-ЗРл
ДПРл	1,0E-04															
ШПРп	1,3E-06	2,4E-04														
ШПРл	0,00	0,02	7,9E-04													
ДЦЧп	0,01	0,00	1,5E-11	3,9E-08												
ДЦЧл	0,03	0,01	1,2E-12	2,2E-08	0,49											
ШЦЧп	9,1E-07	4,8E-05	3,6E-07	9,4E-08	3,4E-05	3,9E-05										
ШЦЧл	4,8E-09	3,7E-07	7,6E-04	9,1E-05	1,0E-06	5,0E-06	2,4E-04									
ДЗРп	0,00	0,01	0,14	0,56	0,06	0,03	3,2E-04	1,9E-07								
ДЗРл	1,1E-04	5,1E-04	0,89	0,63	0,09	0,05	0,00	7,3E-05	0,51							
ШЗРп	1,6E-04	0,01	0,43	0,09	0,49	0,24	0,61	0,04	0,09	0,13						
ШЗРл	8,8E-05	4,7E-03	0,91	0,32	0,42	0,12	0,15	0,02	0,43	0,50	0,01					
РмПР	0,26	0,90	0,06	0,89	0,56	0,82	0,11	5,9E-04	0,00	0,04	0,89	0,77				
РмЗР	0,58	0,40	5,4E-08	2,8E-04	0,06	0,16	6,5E-08	1,0E-09	0,44	0,48	4,6E-06	8,0E-08	0,02			
П-ЗРп	0,37	0,38	4,0E-06	0,00	0,67	0,32	1,1E-05	2,0E-08	9,6E-09	2,6E-05	0,00	0,21	0,31	0,62		
П-ЗРл	0,28	0,47	2,0E-04	0,00	0,89	0,48	1,1E-05	1,4E-07	2,4E-08	2,5E-08	1,9E-04	0,02	0,37	0,88	0,17	

Примечание. В экспоненциальной форме представлены уровни значимости с величиной менее, чем 0,001.

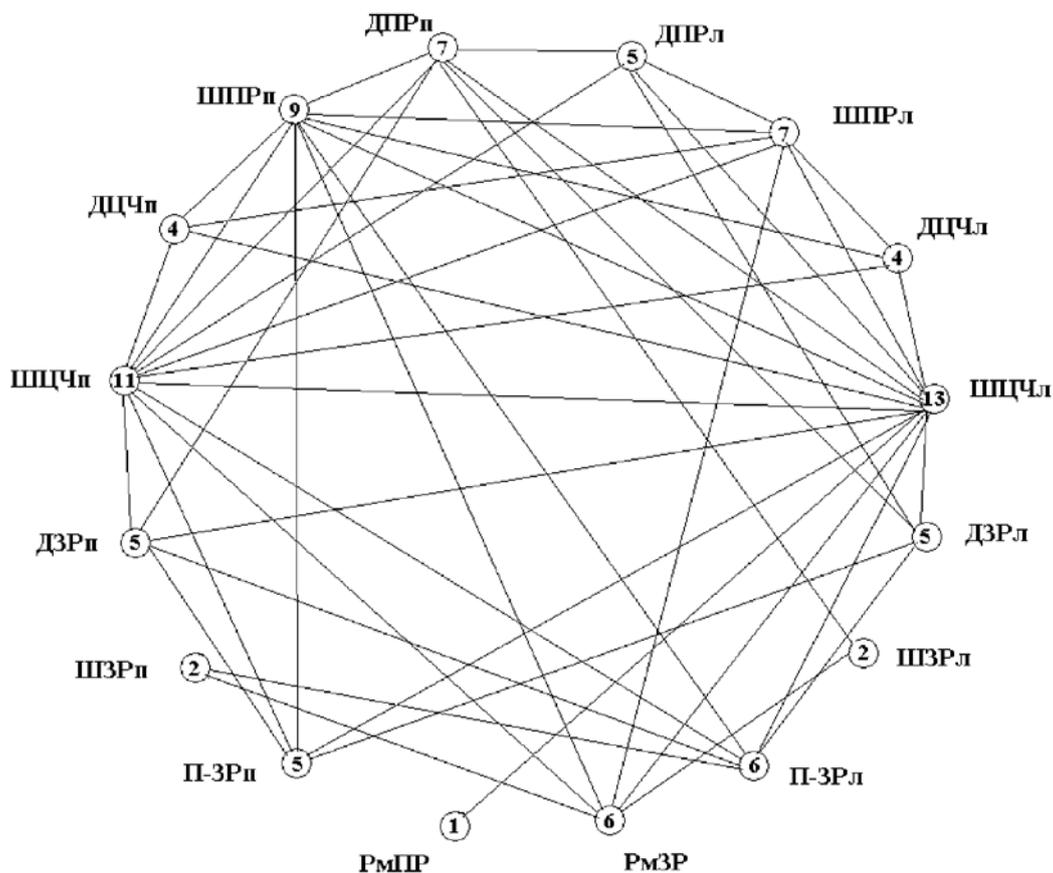


Рис. 1. Графическое представление различий регуляторной структуры морфогенеза, обуславливающих строение боковых желудочков мозга, у юношей и девушек. Объяснение в тексте

В наибольшей степени в процессе морфогенеза изменяются регуляторные механизмы, обеспечивающие формирование ширины центральной части БЖ. Наиболее сильно изменяется регуляция этого показателя слева – достоверно изменяются корреляционные связи с тринадцатью признаками, тогда как с левой стороны – с одиннадцатью. Как было нами показано ранее (работа находится в печати), у детей младшего школьного возраста имеет место еще более выраженное относительное изменение регуляторных структур, затрагивающих показатели желудочковой системы головного мозга слева при значительно меньшем количестве достоверно изменяющихся корреляционных связей.

На рисунке можно отметить, что наименьшие изменения регуляторных структур имеют место в формировании таких морфологических признаков как расстояние между передними рогами БЖ (1), ширина заднего рога БЖ с обеих сторон (по 2), и длина центральной части БЖ с обеих сторон (по 4 корреляционные связи). Исходя из этого, можно предполагать, что данные признаки в процессе морфогенеза головного мозга ис-

пытывают наименьшие регуляторные различия, обусловленные влиянием половых особенностей.

Вместе с тем, нами найдено всего два отличия коэффициентов корреляции, затрагивающих одноименные контрлатеральные признаки. У юношей и девушек достоверно различаются только коэффициенты корреляции, связывающие ширину передних рогов и центральной части БЖ справа и слева. Можно ожидать, что такая стабильность контрлатеральных признаков может быть обусловлена тем, что билатеральная симметрия является более фундаментальным принципом регуляции морфогенеза, нежели влияния половых различий.

### Выводы

Регуляторная структура, детерминирующая морфогенез боковых желудочков мозга, достоверно различается в разной степени выраженности у лиц противоположного пола в отношении всех исследованных признаков.

Различия в регуляторных структурах морфогенеза боковых желудочков мозга

мужчин и женщин в значительно большей степени затрагивают левое полушарие, нежели правое, причем наибольшие различия отмечены для признаков «расстояние между передними рогами боковых желудочков», «ширина переднего рога БЖ слева», «ширина центральной части БЖ слева» и «ширина заднего рога БЖ слева»

Практически не обнаружено различий в регуляторной структуре контрлатеральных исследованных признаков, что является отражением филогенетической иерархии принципов билатеральной симметрии и полового диморфизма.

#### Список литературы

1. Бердичевская Е.М. Вклад сотрудников кафедры физиологии в развитие представлений о профиле функциональной асимметрии мозга в онтогенезе и спорте / Кубанский научный медицинский вестник. 2006. № 9. С. 134-137.
2. Бирюков А.Н., Медведева Ю.И., Хазов П.Д. Возрастно-половые аспекты МРТкаллозомерии // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. – 2011. – Т. 3. – № 4. – С. 59-63.
3. Боголепова И.Н., Малофеева Л.И. Основные принципы структурной асимметрии корковых формаций мозга человека // Успехи физиологических наук. – 2004. – Т. 35. № 3. – С. 3-19.
4. Генкин А.А. Коэффициенты корреляции клинико-лабораторных данных как признаки механизмов регуляции // Клини. лаб. диагн. – 1996. – № 3. – С. 44 – 46.
5. Генкин А.А. Новая информационная технология анализа медицинских данных (программный комплекс ОМИС). – СПб.: Политехника, 1999. – 191 с.
6. Жаворонкова Л.А. Правши-левши: межполушарная асимметрия биопотенциалов мозга человека.– Краснодар: Изд-во Экоинвест, 2009.– 240 с.
7. Покровский В.И. (ред.) Малая медицинская энциклопедия. – М.: Медицинская энциклопедия, 1991–96.
8. Попов О.А. Как сравнить два коэффициента корреляции или матрицы коэффициентов? 2012.– <http://psystat.at.ua/publ>.
9. Пригожин И. От существующего к возникающему. – М.: КомКнига, 2006. – 296 с
10. Шулунова А.Н., Мещеряков Ф.А. Морфометрическое и стереотаксическое изучение борозд и извилин головного мозга // Управление функциональными системами организма: сборник.– 2010. С. 36-37.