

ХИРУРГИЯ

УДК 616-091; 611.811

*С. Е. Байбаков¹, И. В. Гайворонский^{2,3}, А. И. Гайворонский^{2,3}***СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА В ПЕРИОД ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА (ПО ДАННЫМ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ)**¹Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко²Санкт-Петербургский государственный университет, Медицинский факультет³Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург

Большинство работ по индивидуальным анатомическим различиям органов основано на изучении объектов, взятых от умерших в разном возрасте (от новорожденного до старческого), изменчивость же в отдельных возрастных группах целенаправленно почти не изучалась. До определенного времени эти данные в известной степени удовлетворяли практику.

В последние годы хирургия, неврология, судебная медицина (да и другие клинические специальности) все более развиваются как науки возрастные, со стремлением строго учитывать анатомо-физиологические особенности возраста, дифференцировать соответствующие методы диагностики и лечения. Известно, что с возрастом меняются не только размеры, форма, положение органов, но и их внутренняя конструкция [1]. Следовательно, изучать строение и топографию органов безотносительно к определенным возрастным периодам — значит допускать явную возможность ошибочных врачебных заключений.

Наиболее остро недостаток данных возрастной анатомии ощущается при работе с пациентами пожилого и старческого возраста. Стабильные размерные и весовые показатели органов и составляющих их частей характерны для зрелого возраста, поэтому морфометрические показатели органов и отдельных частей тела этого возрастного периода являются отправными (ориентирными), позволяющими не только объективно увидеть и правильно оценить выраженность изменений в постнатальном онтогенезе, но и проанализировать динамику возрастных структурных преобразований.

Следует обратить внимание на то, что поддержание нормального функционирования всех структур нашего организма всецело зависит от нормального функционирования головного мозга. В связи с этим актуальным является определение прижизненных морфометрических характеристик, прежде всего для головного мозга в начале и в конце периода зрелого возраста человека. В соответствии с рекомендациями VII Всесоюзной научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии АМН СССР

(1965) зрелый возраст включает два периода: I период — 22–35 лет для мужчин и 21–35 лет для женщин; II период — 36–60 лет для мужчин и 36–55 лет для женщин. На наш взгляд, морфометрические показатели, полученные путем прижизненного исследования с использованием метода магнитно-резонансной томографии, представляют интерес в качестве анатомического эквивалента «нормы» при оценке степени выраженности тех или иных патологических изменений.

Материалы и методы исследования. Проводилось исследование на магнитно-резонансных томограммах в отделениях магнитно-резонансной томографии ГУЗ «Воронежская областная детская клиническая больница № 1», ГУЗ «Тамбовская областная клиническая больница». Томографию проводили в стандартных анатомических плоскостях (сагиттальной, фронтальной и аксиальной) на магнитном резонансном томографе «Imrtom» (Россия, НПО «Заря») с магнитной индукцией 0,23 Тл.

Исследовано 120 томограмм 30 мужчин и 30 женщин (в возрасте 22–21 года) и 30 мужчин и 30 женщин (в возрасте 60–55 лет), соответственно. Измерения осуществлялись на томограммах головного мозга из многолетнего архива МРТ-грамм отделения магнитно-резонансной томографии. Для исследования использованы группы лиц с мезокранной формой черепа согласно руководству по краниометрии В. П. Алексеева и Г. Ф. Дебеца [2] с величиной поперечно-продольного указателя 75–79,9, без явных патологических изменений головного мозга, таких как опухоли, аневризмы, кисты и т. д. Применение морфометрических методик осуществлялось согласно руководству по энцефалометрии [3]. Результаты обрабатывались методами дескрипционной статистики с использованием *t*-критерия схожести-различия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Изучено 45 морфометрических параметров головного мозга. Данные представлены в таблице.

Морфометрические показатели головного мозга у мужчин и женщин в период зрелого возраста ($M \pm m$)

№ п/п	Морфометрический показатель		Статистические показатели в указанные возрастные периоды			
			Муж., 22 года	Жен., 21 год	Муж., 60 лет	Жен., 55 лет
1	2		3	4	5	6
1	Объем мозга, см ³		1368,29±17,50	1264,23±9,21*	1322,00±20,44	1216,61±6,69
2	Длина полушария, мм	Пр.	169,7±1,4	162,5±1,3	165,2±2,7	160,4±1,1
		Лев.	169,8±1,5	163,7±1,3	165,3±2,6	162,2±1,0
3	Ширина мозга, мм		135,1±1,3	130,2±1,1	133,9±1,1	128,9±0,9
4	Ширина полушария, мм	Пр.	65,6±0,7	63,3±0,6	67,1±0,8	64,9±0,5
		Лев.	64,6±0,6	62,4±1,0	66,1±0,5	64,1±0,6
5	Высота мозга, мм		137,1±1,2	134,5±1,2*	134,9±1,4	123,7±1,2
6	Высота полушария, мм	Пр.	124,8±2,1	122,3±1,4	122,9±1,6	120,3±1,0
		Лев.	123,2±2,2	122,2±1,4	122,9±1,4	118,0±1,4
7	Широтно-продольный показатель мозга, %		79,56±0,91	79,53±0,84	81,00±0,79	79,51±0,76
8	Широтно-продольный показатель полушария, %	Пр.	38,65±0,52	38,95±0,57	40,59±0,80	40,59±0,83
		Лев.	38,04±0,56	38,11±0,48	39,99±0,77	39,50±0,91
9	Высотно-продольный показатель мозга, %		80,78±0,82	82,16±0,93*	81,61±0,75	76,36±0,84

Продолжение таблицы

1	2		3	4	5	6
10	Высотно-продольный показатель полушария, %	Пр.	73,50±0,72	75,26±0,86	74,39±0,84	75,02±0,81
		Лев.	72,55±0,71	74,65±0,67	74,35±0,82	72,46±0,90
11	Длина лобных долей, мм	Пр.	122,7±1,4	116,7±1,1	118,9±1,5	116,1±1,0
		Лев.	124,1±1,3*	117,1±1,2	119,8±1,4	118,2±0,9
12	Длина теменных долей, мм	Пр.	32,1±1,1	33,6±0,7	35,0±0,8	34,3±0,7
		Лев.	33,7±1,1	36,8±0,8	35,4±0,8	35,5±0,8
13	Длина затылочных долей, мм	Пр.	45,8±1,2	43,9±0,9	46,6±1,1	42,1±1,2
		Лев.	45,2±1,2	42,5±0,7	45,6±1,1	42,7±0,7
14	Длина височных долей, мм	Пр.	79,9±1,0*	73,9±1,0*	71,9±1,8	69,9±0,9
		Лев.	77,1±1,2*	74,2±1,3*	73,1±1,0	67,7±2,3
15	Длина мозолистого тела, мм		73,1±1,0	73,2±1,1	74,6±1,3	73,8±0,8
16	Длина колена мозолистого тела, мм		12,3±0,3	13,4±0,4*	12,0±0,5	11,8±0,4
17	Длина валика мозолистого тела, мм		12,7±0,4	12,7±0,4*	13,0±0,4	13,4±0,4
18	Толщина мозолистого тела, мм		5,6±0,2*	6,3±0,2	6,3±0,2	6,1±0,2
19	Площадь поперечного сечения мозолистого тела, см²		7,89±0,21	8,10±1,30	7,69±0,24	7,77±0,20
20	Длина переднего рога бокового желудочка, мм	Пр.	28,6±0,5*	26,3±0,5*	32,3±0,8	30,2±0,5
		Лев.	29,3±0,5*	27,4±0,5*	31,9±0,7	31,9±0,6
21	Ширина переднего рога бокового желудочка, мм	Пр.	7,2±1,1	7,1±0,3	8,6±0,4	8,1±0,4
		Лев.	7,8±0,3	7,5±0,4	8,5±0,4	8,5±0,3
22	Длина центральной части бокового желудочка, мм	Пр.	39,4±1,2*	42,4±0,9	46,4±1,1	42,7±0,6
		Лев.	38,9±0,9*	41,4±1,3	46,7±0,7	42,5±0,6
23	Ширина центральной части бокового желудочка, мм	Пр.	10,8±0,5	11,2±0,4	15,0±2,1	12,1±0,4
		Лев.	11,3±0,5	11,1±0,3	15,8±2,0	12,3±0,4
24	Длина заднего рога бокового желудочка, мм	Пр.	33,8±1,3*	25,5±1,6*	38,8±1,2	38,7±0,9
		Лев.	34,9±1,5*	27,3±1,7*	41,6±1,3	41,2±0,7
25	Ширина заднего рога бокового желудочка, мм	Пр.	9,9±0,3	8,7±0,4	10,3±0,5	9,8±0,3
		Лев.	10,4±0,4	9,6±0,3	9,9±0,6	10,4±0,4
26	Длина нижнего рога бокового желудочка, мм	Пр.	47,8±1,0	46,5±0,9	46,2±1,5	45,3±0,9
		Лев.	45,3±1,2	44,7±0,9	45,9±1,3	43,7±0,8
27	Переднезадний размер бокового желудочка, мм	Пр.	88,3±2,0*	81,7±1,8*	100,1±1,6	98,4±1,1
		Лев.	88,6±2,0*	84,5±1,8*	103,6±1,2	97,8±2,6
28	Расстояние между передними рогами боковых желудочков, мм		33,2±0,4*	32,1±0,6	35,2±0,9	32,9±0,8
29	Расстояние между задними рогами боковых желудочков, мм		47,4±1,6*	45,4±1,8*	33,9±1,1	32,9±0,6

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
30	Длина III желудочка, мм	32,7±0,7	28,6±0,5	32,0±0,7	32,1±0,7
31	Высота III желудочка, мм	24,9±0,5*	21,9±0,1*	17,5±0,4	17,9±0,3
32	Длина водопровода, мм	14,4±0,4*	13,8±0,3*	12,1±0,5	12,9±0,3
33	Длина IV желудочка, мм	44,3±1,0*	44,4±0,7*	37,8±1,2	38,2±0,6
34	Высота IV желудочка, мм	11,8±0,4	11,2±0,3	11,5±0,5	11,2±0,5
35	Длина моста, мм	26,6±0,5	26,5±0,4*	26,6±0,5	23,5±0,3
36	Высота моста, мм	23,0±0,3	22,7±0,4	17,0±0,4	16,6±0,4
37	Длина продолговатого мозга, мм	30,4±0,6	26,2±0,4	24,3±0,8	20,3±0,6
38	Высота продолговатого мозга на уровне верхней границы, мм	13,9±0,2	14,5±0,3	14,3±0,5	14,3±0,4
39	Высота продолговатого мозга на уровне нижней границы, мм	9,7±1,6	10,0±0,3	10,3±0,4	11,3±0,3
40	Длина червя мозжечка, мм	56,1±0,9	57,3±0,7	38,0±1,1	39,9±0,9
41	Высота червя мозжечка, мм	44,5±1,3	43,5±0,8	53,5±1,2	45,0±0,8
42	Длина полушарий мозжечка, мм	Пр.	60,5±1,2	60,4±0,8	60,7±0,9
		Лев.	62,1±1,1	60,2±0,7	59,1±0,9
43	Ширина мозжечка, мм	103,9±1,0	100,4±0,6	103,4±0,8	99,1±0,9
44	Ширина полушарий мозжечка, мм	Пр.	51,9±0,7	50,2±0,4	51,9±0,5
		Лев.	51,2±0,5	50,4±0,4	51,8±0,6
45	Высота полушарий мозжечка, мм	Пр.	43,4±1,0	41,1±0,7	50,0±1,4
		Лев.	43,9±1,0	41,3±0,7	51,2±1,2

Примечание. Звездочкой обозначены морфометрические показатели пациентов возрастной группы 21–22 года, достоверно отличающиеся от аналогичных параметров пациентов в возрасте 55–60 лет; Пр. — правая сторона, Лев. — левая сторона.

Анализ собственных данных свидетельствует о том, что примерно половина морфометрических параметров головного мозга за период зрелого возраста (с 21–22 до 55–60 лет) изменяется. Рассмотрим основные из них. Высота мозга у женщин в возрасте 55 лет была меньше аналогичного показателя у женщин в возрасте 21 года на 8,0 %, поэтому и значение высотно-продольного указателя мозга преобладало у женщин в начале периода зрелого возраста на 7,1 %. У мужчин в возрасте 22 лет, в сравнении с 60-летними мужчинами, преобладали: длина левой лобной доли — на 3,5 %, длина правой и левой височных долей — на 10,0 и на 5,2 % соответственно. У женщин к концу периода зрелого возраста также отмечено снижение длины правой и левой височных долей на 5,4 и 8,8 % соответственно.

Длина колена мозолистого тела у женщин в возрасте 21 года была больше на 12,0 % аналогичного показателя у женщин в возрасте 55 лет, а длина валика мозолистого тела у женщин, напротив, имела тенденцию к увеличению с возрастом на 5,2 %. У мужчин в возрасте 22 лет толщина мозолистого тела на 11,1 % оказалась меньше аналогичного показателя у мужчин 60-летнего возраста.

Наиболее отчетливые изменения, на наш взгляд, с возрастом претерпевает желудочковая система мозга. Так, у исследуемых нами мужчин с увеличением возраста происходит увеличение следующих параметров: длины переднего рога правого и левого

боковых желудочков — на 11,4 и 8,1 % соответственно, длины центральной части правого бокового желудочка — на 15,1 %, длины центральной части левого бокового желудочка — на 16,7 %, ширины центральной части левого бокового желудочка — на 28,5 %, длины заднего рога правого и левого боковых желудочков — на 12,9 и 16,1 % соответственно, переднезаднего размера правого бокового желудочка — на 11,8 %, переднезаднего размера левого бокового желудочка — на 14,5 %, расстояния между передними рогами боковых желудочков — на 5,68 %. У женщин также отмечено увеличение с возрастом следующих структур желудочковой системы: длины переднего рога правого и левого боковых желудочков — на 12,9 и 14,1 % соответственно, ширины центральной части левого бокового желудочка — на 9,8 %, длины заднего рога правого и левого боковых желудочков — на 34,1 и 33,7 % соответственно, переднезаднего размера правого бокового желудочка — на 16,9 %, переднезаднего размера левого бокового желудочка — на 13,6 %, длины III желудочка — на 10,9 %. В целом, можно сделать заключение о возрастной тенденции увеличения основных размеров боковых желудочков. Вместе с тем с возрастом отмечалось уменьшение следующих структур желудочковой системы у мужчин и у женщин: расстояния между задними рогами боковых желудочков — на 28,5 и на 27,5 % соответственно, высоты III желудочка — на 29,7 и 18,3 % соответственно, длины водопровода мозга — на 15,9 и 6,5 % соответственно, длины IV желудочка — на 14,7 и на 13,9 % соответственно.

У стволовых структур мозга также с возрастом прослеживается тенденция к снижению их размерных характеристик и у мужчин, и у женщин. Так, длина моста у женщин в возрасте 55 лет меньше аналогичного показателя у женщин в возрасте 21 года на 11,3 %. Высота моста и у мужчин, и у женщин в конце периода зрелого возраста меньше аналогичных показателей в начале периода зрелого возраста на 26,1 и на 26,9 % соответственно. Длина продолговатого мозга у мужчин в указанные сроки соответственно уменьшилась на 20,1 %, а у женщин — на 22,5 %.

Длина червя мозжечка уменьшилась с возрастом и у мужчин, и у женщин на 32,3 и на 30,4 % соответственно, а высота червя мозжечка у мужчин 60 лет была больше на 16,8 % аналогичного показателя у мужчин 22 лет. Длина левого полушария мозжечка у мужчин 60 лет была меньше на 4,8 % аналогичного показателя у мужчин возрастной группы в 22 года. Длина правого и левого полушарий мозжечка у женщин также уменьшилась с возрастом на 4,9 и 4,8 % соответственно. Высота полушарий мозжечка, напротив, имела тенденцию к увеличению с возрастом. Так, у мужчин высота правого полушария мозжечка увеличилась на 13,2 %, а левого полушария — на 14,3 %; у женщин высота правого полушария возросла на 14,2 %, левого — на 16,2 %.

Объем мозга у женщин в возрасте 21 года больше объема мозга у женщин в 55 лет на 3,8 %. У мужчин нами не выявлено статистически достоверных возрастных различий по данному признаку, однако в целом отмечена тенденция к снижению объема мозга у мужчин на протяжении жизни.

Исследование показало, что с возрастом происходит уменьшение размеров конечного мозга (высоты мозга у женщин, высоты левого полушария у женщин, длины левой лобной доли у мужчин, длины правой и левой височных долей у мужчин и у женщин), уменьшение висотно-продольного указателя мозга у женщин; изменяются также размерные характеристики мозолистого тела (уменьшается длина колена мозолистого тела у женщин, увеличивается толщина мозолистого тела у мужчин). Особо следует отметить увеличение размеров структур желудочковой системы мозга (длины передних рогов боковых желудочков и у мужчин, и у женщин, длины центральной части боковых желудочков

у мужчин, ширины центральной части левого бокового желудочка у мужчин и женщин, длины заднего рога боковых желудочков у мужчин и женщин, переднезаднего размера боковых желудочков у мужчин и женщин, расстояния между передними рогами боковых желудочков у мужчин, длины III желудочка у женщин).

Наряду с этим отмечено уменьшение с возрастом и у мужчин, и у женщин расстояния между задними рогами боковых желудочков, высоты III желудочка, длины водопровода и длины IV желудочка. Также в процессе «старения мозга» уменьшились и размеры стволовых структур, таких как длина моста у женщин, высота моста у мужчин и женщин, длина продолговатого мозга у мужчин и женщин. Кроме того, обнаружены возрастные изменения структур мозжечка: уменьшение длины червя у мужчин и женщин, увеличение высоты червя у мужчин, уменьшение длины полушарий у мужчин и женщин, наряду с увеличением ширины полушарий мозжечка у мужчин и женщин.

По-видимому, подобная возрастная реорганизация мозга обусловлена стойкими метаболическими сдвигами, происходящими в головном мозге в процессе «старения» [4].

Как указывает Е. М. Маргорин [5], изучение возрастной анатомической изменчивости предполагает установление диапазона индивидуальных колебаний, границ анатомической нормы и наиболее часто встречаемых вариантов, сравнение которых по возрастам уточнит периоды наибольших морфологических сдвигов, т. е. основные этапы формирования органа после рождения. Возрастная анатомическая изменчивость исследуется по вертикали для сравнения анатомических признаков различных возрастных периодов развития человека или по горизонтали для выявления анатомических индивидуальных различий одного периода развития. Л. Е. Этинген [6] отмечает, что с возрастом меняются не только размеры, положение и форма органов, но, по-видимому, и размах их индивидуальных различий, который может расширяться, оставаться без изменений или даже сужаться.

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что масса мозга, как правило, уменьшается с возрастом [3, 7, 8]. При этом происходит снижение не только массы головного мозга, но и его объема, линейных размеров. Причем такая инволюция может достигать к 90 годам жизни 20–30 % от его наибольшего объема [9]. Не исключено, что это связано со своеобразным вытеснением липоидами белковых молекул в плазме нервных клеток, богатых водой [10]. По мнению авторов [11], из всех систем организма наиболее устойчивым и долгоживущим в плане морфологических преобразований является головной мозг. Но уже после 30 лет вследствие отмирания нейронов головной мозг уменьшается в среднем на 2,5 % каждое десятилетие. Ежедневно отмирает по 30–50 тыс. нервных клеток. К 70 годам кора мозга теряет 20 %, а к 90 годам — до 50 % клеточного состава [12]. Имеются данные [9, 12], что дефицит мозга в старости колеблется в пределах 11–17 %, или около 100 г. Одновременно нарастает разница между объемом мозга и емкостью черепа. Полученные нами прижизненные результаты подтверждают имеющиеся в специальной литературе сведения о снижении многих линейных и объемных морфометрических параметров головного мозга и увеличении размеров боковых желудочков за период зрелого возраста с 22 до 60 лет у мужчин и с 21 года до 55 лет у женщин.

Следует отметить, что приведенные размеры головного мозга и его желудочковой системы соответствуют только представленной нами выборке наблюдений. Естественно, для полной достоверности целесообразно было бы проследить изменения морфометрических параметров мозга в различные возрастные периоды на одной и той же категории обследуемых. Однако такой анализ невозможен в силу большого временного периода для проведения исследований в одинаковых условиях. В связи с вышеизложенным можно

лишь констатировать отчетливую тенденцию возрастных изменений головного мозга и желудочков мозга.

Таким образом, есть основания полагать, что представленная нами прижизненная морфометрическая характеристика головного мозга человека в период зрелого возраста и выявленные на ее основе критерии возрастной реорганизации головного мозга могут представлять интерес для специалистов в области возрастной нейроанатомии, гериатрии, нейрофизиологии и нейрохирургии, а для специалистов по МРТ- и КТ-диагностике выступать в качестве эквивалента анатомической нормы головного мозга.

Литература

1. *Гайворонский И. В.* Нормальная анатомия человека. Т. 1: Учебник для мед. вузов. СПб., 2006. 599 с.
2. *Алексеев В. П., Дебец Г. Ф.* Краниометрия: Методика антропологических исследований. М., 1964. 128 с.
3. *Блинков С. М., Глейзер И. И.* Мозг человека в цифрах и таблицах. Л., 1964. 471 с.
4. *Davison N. A.* Biochemistry of the ageing brain // *Y. Sci. a Industr. Res.* 1980. Vol. 39. N 12. P. 752–758.
5. *Маргорин Е. М.* Индивидуальная анатомическая изменчивость человека. М., 1975. 215 с.
6. *Этинген Л. Е.* Нормальная морфология человека старческого возраста. М., 2003. 256 с.
7. *Юргутис А. А.* Вариации веса и размеров головного мозга у человека: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Каунас, 1956. 22 с.
8. *Critchley M.* Neurologic changes in the aged // *Y. of chronic. dis.* 1956. N 3. P. 459–476.
9. *Маляренко Ю. Ф., Маляренко Т. Н., Прилуцкий Н. И.* Мозг человека: развитие и старение. Тамбов, 1999. 50 с.
10. *Селко Д. Д.* Стареющий мозг // *В мире науки.* 1992. № 11–12. С. 93–103.
11. *Нагорный А. В., Никитин В. Н., Буланкин И. Н.* Проблемы старения и долголетия. М., 1963. 234 с.
12. *Маньковский Н. Б., Минц А. Д.* Старение и нервная система. Киев, 1972. 279 с.

Статья принята к печати 17 декабря 2008 г.