

предположить, что микрометастаз предсказывает повышенный риск внутрипеченочной прогрессии и худший отдаленный прогноз для пациентов с КРР.

Выявление микрометастазов в печени важно также с практической точки зрения оперирующих хирургов, на что они обращают внимание в ряде работ [11, 12], поскольку процесс комбинированного лечения КРР все чаще включает резекции метастазов печени. Наблюдение после удаления метастазов КРР из печени, по нашим данным, показало внутрипеченочные метастазы у 16 из 36 пациентов (44,4%) и внепеченочные метастазы у 20 пациентов (55,6%). Следовательно, важно еще в ходе операции определять возможность возникновения внутрипеченочных микрометастазов у данной категории пациентов.

Заключение. Эффективное обнаружение микрометастазов у больных с метастазами КРР в печень возможно при использовании иммуногистохимических маркеров, в частности цитокератина-20. Наличие микрометастазов в печени при КРР является важным прогностическим фактором повышенного риска внутрипеченочной прогрессии после резекции печени, ставшей методом выбора для лечения пациентов с операбельными метастазами КРР.

Конфликт интересов. Коммерческой заинтересованности отдельных физических или юридических лиц в результатах работы нет. Описание объектов патентного или другого вида прав (кроме авторского) отсутствует.

Библиографический список

1. Клинические рекомендации ESMO по диагностике, адъювантной терапии и наблюдению при раке ободочной кишки. М., 2002. С. 17–18.
2. Статистика злокачественных новообразований в России и СНГ в 2007 г. / под ред. М.И. Давыдова, Е.М. Аксель. М., 2007. С. 18–19.
3. Biological behaviour and clinical implications of micrometastases / M.R. Kell, D.C. Winter [et al.] // Br. J. Surg. 2000. Vol. 87. P. 1629–1639.
4. Little V.R., Warren R.S., Moore D., Pallavicini M.G. Molecular cytogenetic analysis of cytokeratin 20-labeled cells in primary tumors and bone marrow aspirates from colorectal carcinoma patients // Cancer. 1997. Vol. 79. P. 1664–1670.
5. Moll R., Lowe A., Laufer J., Franke W.W. Cytokeratin 20 in human carcinomas: a new histodiagnostic marker detected by monoclonal antibodies // Am. J. Pathol. 1992. Vol. 140. P. 427–447.
6. Effect of subcentimeter nonpositive resection margin on hepatic recurrence in patients undergoing hepatectomy for colorectal liver metastases: evidences from 663 liver resections / J. Figueras, F. Burdio, E. Ramos [et al.] // Ann. Oncol. 2007. Vol. 18. P. 1190–1195.
7. The impact of margins on outcome after hepatic resection for colorectal metastasis / C. Are, M. Gonen, K. Zazzali [et al.] // Ann. Surg. 2007. Vol. 246. P. 295–300.
8. Hepatic resection for colorectal metastases: analysis of prognostic factors / S. Ambiru, M. Miyazaki, T. Isono [et al.] // Dis. Colon. Rectum. 1999. Vol. 42. P. 632–639.
9. Shimonishi T., Miyazaki K., Nakanuma Y. Cytokeratin profile relates to histological subtypes and intrahepatic location of intrahepatic cholangiocarcinoma and primary sites of metastatic adenocarcinoma of liver // Histopathology. 2000. Vol. 37. P. 55–63.
10. Size of surgical margin does not influence recurrence rates after curative liver resection for colorectal cancer liver metastases / M. Bodingbauer, D. Tamandl, K. Schmid [et al.] // Br. J. Surg. 2007. Vol. 94. P. 1133–1138.
11. The significance and clinical factors associated with a subcentimeter resection of colorectal liver metastases / C. J. Wray, A. M. Lowy, J. B. Mathews [et al.] // Ann. Surg. Oncol. 2005. Vol. 12. P. 1–7.
12. Resection margin in patients undergoing hepatectomy for colorectal liver metastasis: a critical appraisal of the 1 cm rule / Z. Z. Hamady, I. S. Cameron, J. Wyatt [et al.] // Eur. J. Surg. Oncol. 2006. Vol. 32. P. 557–563.

Translit

1. Klinicheskie rekomendacii ESMO po diagnostike, ad'juvantnoj terapii i nabljudeniju pri rake obodochnoj kishki. M., 2002. S. 17–18.
2. Statistika zlokachestvennyh novoobrazovanij v Rossii i SNG v 2007 g. / pod red. M. I. Davydova, E. M. Aksel». M., 2007. S. 18–19.
3. Biological behaviour and clinical implications of micrometastases / M.R. Kell, D.C. Winter [et al.] // Br. J. Surg. 2000. Vol. 87. P. 1629–1639.
4. Little V.R., Warren R.S., Moore D., Pallavicini M.G. Molecular cytogenetic analysis of cytokeratin 20-labeled cells in primary tumors and bone marrow aspirates from colorectal carcinoma patients // Cancer. 1997. Vol. 79. P. 1664–1670.
5. Moll R., Lowe A., Laufer J., Franke W.W. Cytokeratin 20 in human carcinomas: a new histodiagnostic marker detected by monoclonal antibodies // Am. J. Pathol. 1992. Vol. 140. P. 427–447.
6. Effect of subcentimeter nonpositive resection margin on hepatic recurrence in patients undergoing hepatectomy for colorectal liver metastases: evidences from 663 liver resections / J. Figueras, F. Burdio, E. Ramos [et al.] // Ann. Oncol. 2007. Vol. 18. P. 1190–1195.
7. The impact of margins on outcome after hepatic resection for colorectal metastasis / C. Are, M. Gonen, K. Zazzali [et al.] // Ann. Surg. 2007. Vol. 246. P. 295–300.
8. Hepatic resection for colorectal metastases: analysis of prognostic factors / S. Ambiru, M. Miyazaki, T. Isono [et al.] // Dis. Colon. Rectum. 1999. Vol. 42. P. 632–639.
9. Shimonishi T., Miyazaki K., Nakanuma Y. Cytokeratin profile relates to histological subtypes and intrahepatic location of intrahepatic cholangiocarcinoma and primary sites of metastatic adenocarcinoma of liver // Histopathology. 2000. Vol. 37. P. 55–63.
10. Size of surgical margin does not influence recurrence rates after curative liver resection for colorectal cancer liver metastases / M. Bodingbauer, D. Tamandl, K. Schmid [et al.] // Br. J. Surg. 2007. Vol. 94. P. 1133–1138.
11. The significance and clinical factors associated with a subcentimeter resection of colorectal liver metastases / C. J. Wray, A. M. Lowy, J. B. Mathews [et al.] // Ann. Surg. Oncol. 2005. Vol. 12. P. 1–7.
12. Resection margin in patients undergoing hepatectomy for colorectal liver metastasis: a critical appraisal of the 1 cm rule / Z. Z. Hamady, I. S. Cameron, J. Wyatt [et al.] // Eur. J. Surg. Oncol. 2006. Vol. 32. P. 557–563.

УДК 611.134.9–053.8]:539.3 (045)

Оригинальная статья

ВАРИАНТЫ ПЕРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ В СВЕТЕ ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКОЙ И СОЧЕТАННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЕЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

О.А. Фомкина — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, ассистент кафедры анатомии человека, кандидат медицинских наук; **В.Н. Николенко** — ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, проректор по научной и инновационной деятельности, профессор кафедры анатомии человека, директор НИИ молекулярной медицины, профессор, доктор медицинских наук.

ANTERIOR CEREBRAL ARTERY VARIANTS ACCORDING TO INDIVIDUALLY-TYOLOGICAL AND COMBINED VARIABILITIES OF ITS MORPHOLOGICAL AND BIOMECHANICAL FEATURES

O. A. Fomkina — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Human Anatomy, Assistant, Candidate of Medical Science; **V.N. Nikolenko** — I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Pro-rector of Scientific and Innovative Activity, Director of Scientific Research Institute of Molecular Medicine, Department of Human Anatomy, Professor, Doctor of Medical Science.

Дата поступления — 30.12.2012 г.

Дата принятия в печать — 28.02.2013 г.

Фомкина О. А., Николенко В. Н. Варианты передней мозговой артерии в свете индивидуально-типологической и сочетанной изменчивости ее морфологических и биомеханических характеристик // Саратовский научно-медицинский журнал. 2013. Т. 9, № 1. С. 28–33.

Цель: определить варианты передней мозговой артерии взрослых людей в зависимости от типологической и сочетанной изменчивости ее морфологических и биомеханических свойств. **Материал и методы.** Исследование проведено на 228 образцах передних мозговых артерий, полученных при аутопсии 115 трупов взрослых людей в возрасте 21–84 лет. Изучали наружный и внутренний диаметры, толщину стенки, общую прочность, предел прочности, абсолютную и относительную деформацию артерии. **Результаты.** По каждому из изученных параметров выделены 3 группы вариантов артерий: со средней величиной признака ($M \pm s$), с величиной признака меньше ($<M - s$) и больше средней ($>M + s$). Представлена сочетанная изменчивость морфобиомеханических свойств ПМА. **Заключение.** ПМА, относящиеся к крайним группам изменчивости, у мужчин наблюдаются, как правило, в 2,2–2,6 раза чаще, чем у женщин. Исключением являются тонкостенные ПМА, которые в 1,7 раза чаще выявляются у женщин. Возраст субъектов, ПМА которых по своей длине, величине наружного диаметра, толщины стенки и диаметра просвета относятся к III вариантной группе, в 1,2–1,7 раза больше, чем у людей с ПМА, относящимся к I вариантной группе артерий. Возраст субъектов, ПМА которых по величине биомеханических параметров стенки были распределены в крайние варианты группы, был примерно одинаковым ($r=0,28-0,51$). Полученные экспериментальные данные о морфологических и деформационно-прочностных свойствах, могут быть полезными при моделировании кровотока и оптимизации интрасосудистых вмешательств на артериях головного мозга.

Ключевые слова: передняя мозговая артерия, изменчивость, прочность, деформация.

Fomkina O. A., Nikolenko V. N. Anterior cerebral artery variants according to individually-typological and combined variabilities of its morphological and biomechanical features // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2013. Vol. 9, № 1. P. 28–33.

The purpose of the article is to define variants of anterior cerebral artery (ACA) of adults depending on typological and combined variability of its morphological and biomechanical features. **Material and methods:** The research has included 228 samples of anterior cerebral arteries, 115 corpses of people aged 21–84 years received on autopsy. The following points have been under the research: external and internal diameters, wall thickness, general strength, strength range, absolute and relative deformation of an artery. **Results:** According to the studied parameters 3 groups of variants of arteries have been allocated: with average size of a sign ($M \pm s$), with lesser size of a sign ($<M - s$) and more than average ($> M + s$). Combined variability of morphological and biomechanical features of ACA has been presented. **Conclusion:** ACA groups with higher variability, especially at men, have been observed in 2,2–2,6 times more often, than at women. As exception, thin-walled ACA which in 1,7 times more often taped at women have been considered. It has been revealed that subjects of alternative group III in 1,2–1,7 times older than those of alternative group I of arteries. Age of subjects who have been classified according to biomechanical parameters of ACA wall has been approximately identical ($r=0,28-0,51$). The experimentally received data about morphological, deforming and strengthening features may be of great value in studying of blood flow modeling and in optimization of intravascular interventions on cerebral arteries.

Key words: anterior cerebral artery, variability, strength, deformation.

Введение. Полное представление о строении органа складывается на основе знания его анатомической нормы и возможных проявлений индивидуальной изменчивости. Сведения о вариантах строения органов, взаимосвязи органообразующих параметров того или иного органа представляют не только теоретический, но и практический интерес [1]. Не являются исключением и сосуды головного мозга, так как роль сосудистой патологии головного мозга в структуре заболеваний сердечно-сосудистой системы с каждым годом возрастает [2, 3]. Еще академиком В. Н. Шевкуненко установлено, что индивидуальной изменчивости подвержены все без исключения органы и системы человека [4]. Для изучения индивидуальной изменчивости он впервые применил принципы вариационной статистики. Вариационный ряд в его работах был использован для анализа как диапазона изменчивости, так и частоты встречаемости отдельных вариантов.

Ответственный автор — Фомкина Ольга Александровна
Адрес: 410012, г. Саратов, Б. Казачья, 112.
Тел.: (8452) 66-97-65
E-mail: oafomkina@mail.ru

Представленные в доступной для исследования литературе данные о спектре индивидуальной, типовой и сочетанной изменчивости артерий головного мозга единичные и разрозненные. Ранее нами описаны варианты строения задней мозговой и внутренней части позвоночной артерий [5, 6]. Продолжая серию работ, посвященных морфологии и биомеханике артерий мозга, обратимся к индивидуальной и сочетанной изменчивости передней мозговой артерии (ПМА).

Цель: определить варианты передней мозговой артерии взрослых людей в зависимости от типологической и сочетанной изменчивости ее морфологических и биомеханических свойств.

Материал и методы. Материалом исследования послужили 228 образцов ПМА, полученных не позднее 16–18 ч после наступления смерти и не позднее 2 ч после проведения аутопсии 115 трупов людей (мужчин — 132, женщин — 96) в возрасте 21–84 лет, причина смерти которых не была связана с острой или хронической цереброваскулярной патологией. На поперечных срезах, под микроскопом, изучали наружный и внутренний диаметры, толщину стенки ПМА ($n=228$). Эксперименты по изучению механиче-

Варианты изменчивости величины морфометрических характеристик ПМА и их встречаемость

Параметр артерии, диапазон изменчивости и частота встречаемости	Группы вариантов изменчивости					
	Короткие		Средние по длине		Длинные	
Длина (мм)						
Диапазон изменчивости	<12,08 — у муж. <11,73 — у жен.		12, 09–16,83 — у муж. 11,74–15,58 — у жен.		>16,84 — у муж. >15,59 — у жен.	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	36	15,8	156	68,4	36	15,8
Наружный диаметр (мм)	Тонкие		Среднеширокие		Широкие	
Диапазон изменчивости	<1,89		1,90–2,66		>2,67	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	26	11,4	179	78,5	23	10,1
Толщина стенки (мм)	Тонкостенные		Средние по толщине		Толстостенные	
Диапазон изменчивости	<0,19– у муж. <0,17 — у жен.		0,20–0,32 — у муж. 0,18–0,28 — у жен.		>0,33 — у муж. >0,29 — у жен.	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Частота встречаемости	24	10,5	173	75,9	31	13,6
Диаметр просвета (мм)	С узким просветом		Со средним просветом		С широким просветом	
Диапазон изменчивости	<1,42		1,43–2,15		>2,16	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	27	11,8	178	78,1	23	10,1

ские свойства ПМА проводили на разрывной машине «Tira Test 28005» с нагрузочной ячейкой 100 Н при одноосном растяжении образцов ПМА (n=200). Изучали общую прочность, предел прочности, абсолютную и относительную деформацию артерии [7–10].

Полученные данные обрабатывали вариационно-статистическим методом с использованием пакета прикладных программ «Statistica-6» и «Microsoft Excel Windows-XP». Для всех параметров определяли минимальное и максимальное значения, среднюю арифметическую (M), ошибку средней арифметической (m), среднее квадратическое отклонение (s), коэффициент вариации (Cv). Для оценки достоверности различий между рядами вариант использовали параметрические (критерий Стьюдента) и непараметрические (U-критерий Манна — Уитни) статистические критерии достоверности. При этом различия считали достоверными при 95%-м пороге вероятности (p<0,05).

Для изучения индивидуальной и сочетанной изменчивости морфобиомеханических параметров ПМА за среднюю величину признака нами был принят диапазон варьирования M±u. Так как обнаружены статистически значимые половые различия длины ПМА и толщины ее стенки [10], варианты изменчивости по этим параметрам были рассчитаны отдельно для мужчин и женщин.

Результаты. Средняя длина ПМА составила у мужчин 14,46±0,21 мм (s=2,37 мм), у женщин 13,66±0,19 мм (s=1,92 мм); толщина стенки соответственно 0,26±0,01 мм (s=0,06 мм) и 0,23±0,01 мм (s=0,05 мм). Наружный диаметр, диаметр просвета, общая прочность, предел прочности, абсолютное и относительное удлинение ПМА не имеют достоверных различий у мужчин и женщин и поэтому представлены обобщенно. Наружный диаметр в среднем

составил 2,28±0,06 мм (s=0,38); диаметр просвета 1,79±0,02 мм (s=0,36 мм); общая прочность 2,34±0,05 Н (s=0,75 Н); предел прочности 1,22±0,03 Н/мм² (s=0,45 Н/мм²); абсолютное удлинение 4,05±0,07 мм (s=0,99 мм); относительное 25,71±0,54% (s=7,62%).

Значительная изменчивость морфобиомеханических параметров ПМА позволила выделить группы вариантов их значений. Так, по длине прекоммуникационные части ПМА подразделились: на короткие — длина менее 12,08 мм у мужчин и менее 11,73 мм у женщин; средние по длине — с длиной от 12,09 до 16,83 мм у мужчин и от 11,74 до 15,58 у женщин; длинные — с длиной более 16,84 мм у мужчин и более 15,59 мм у женщин. Средний возраст субъектов с длинными ПМА был в 1,2 раза больше, чем у людей с короткими артериями, соответственно 58,9±3,3 года и 48,8±2,9 года (p=0,03). Количественное соотношение мужчин и женщин в группе субъектов с короткими артериями: 58,3 и 41,7%; в группе субъектов с длинными артериями: 61,1 и 38,9%.

По величине наружного диаметра ПМА бывают: тонкими — диаметр менее 1,89 мм; среднего диаметра (среднеширокие) — диаметр колеблется в пределах от 1,90 до 2,66 мм и широкими — с диаметром более 2,67 мм. Субъекты с широкими ПМА были в среднем в 1,4 раза старше, чем с тонкими, соответственно 62,8±3,9 года и 43,7±2,7 года (p=0,000). Количественное соотношение мужчин и женщин в группах субъектов с тонкими и широкими ПМА примерно одинаковое: 69,5 и 30,5%.

По величине толщины стенки ПМА подразделяются: на тонкостенные — толщина стенки менее 0,19 мм у мужчин и менее 0,17 мм у женщин; средние по толщине — с толщиной стенки от 0,20 до 0,32 мм у мужчин и от 0,18 до 0,28 мм у женщин; толстостенные — с толщиной стенки более 0,33 мм у мужчин и

Таблица 2

Сочетанная изменчивость морфометрических параметров ПМА

Варианты артерий по наружному диаметру	Варианты артерий по толщине стенки	Варианты артерий по диаметру просвета					
		С узким просветом		Со средним просветом		С широким просветом	
		Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Тонкие артерии (n=26)	Тонкостенные	7	27,0	2 ¹	7,7	-	-
	Средней толщины	14	53,8	3 ²	11,5	-	-
	Толстостенные	-	-	-	-	-	-
Среднеширокие артерии (n=179)	Тонкостенные	-	-	16	8,9	-	-
	Средней толщины	3 ³	1,7	130	72,6	2 ⁴	1,1
	Толстостенные	3 ⁵	1,7	25	14	-	-
Широкие артерии (n=23)	Тонкостенные	-	-	-	-	-	-
	Средней толщины	-	-	-	-	21	91,4
	Толстостенные	-	-	1 ⁶	4,3	1	4,3

Примечание: ¹ — правая ПМА мужчины 40 лет и левая ПМА мужчины 56 лет; ² — правая ПМА мужчины 46 лет и левые ПМА мужчин 24 и 41 лет; ³ — правая ПМА мужчины 65 лет, левые ПМА мужчин 72 и 87 лет; ⁴ — правая ПМА мужчины 30 лет и левая ПМА женщины 70 лет; ⁵ — правые ПМА мужчин 22, 27 лет и женщины 75 лет; ⁶ — правая ПМА мужчины 78 лет.

более 0,29 мм у женщин. Средний возраст субъектов с толстостенными ПМА был в 1,7 раза больше, чем у людей с тонкостенными артериями, соответственно $62,8 \pm 3,0$ года и $36,1 \pm 2,5$ года ($p=0,000$). Количественное соотношение мужчин и женщин в группе субъектов с тонкостенными артериями: 37,2 и 62,5%; в группе субъектов с толстостенными артериями 72,0 и 28,0%.

По величине диаметра просвета выделены ПМА: с узким просветом — диаметр просвета менее 1,42 мм, со средним просветом — диаметр просвета варьирует от 1,43 до 2,15 мм, широким просветом — диаметр просвета превышает 2,16 мм. Субъекты с широким просветом ПМА были в среднем в 1,3 раза старше людей с узким просветом ПМА, соответственно $46,5 \pm 3,5$ года и $60,4 \pm 4,0$ года ($p=0,01$). Количественное соотношение мужчин и женщин в группах субъектов с узкопросветными ПМА и в группе субъектов с широким просветом артерий примерно одинаковое: 66,5 и 33,5% (табл. 1).

Отмечено, что примерно 80,8% всех тонких ПМА обладали узким просветом, а оставшиеся 19,2% средним по величине просветом. При этом тонкие ПМА в 34,7% случаев имели тонкую стенку и 65,3% случаев — среднюю величину толщины стенки.

Среднеширокие артерии в 95,5% случаев характеризовались средним по величине диаметром просвета; в 3,4% случаев такие ПМА имели узкий, а в 1,1% широкий диаметр просвета. Среднеширокие артерии, как правило, обладали средней по величине толщиной стенки (75,5% наблюдений); тонко- и толстостенные ПМА также встречались в этой группе: соответственно в 8,9 и 15,7% случаев.

Широкие ПМА в 95,7% имели широкий и только в 4,3% случаев средний диаметр просвета. При этом в 8,6% случаев они являлись толстостенными, а в остальных 91,4% имели среднюю по толщине стенку (табл. 2).

Исследование биомеханических свойств стенки ПМА показало, что по величине предела прочности стенки можно выделить 3 группы ПМА. Артерии с величиной предела прочности стенки менее 0,76 Н/мм² были отнесены к артериям с малым пределом прочности стенки. Такие артерии были у 60% мужчин и 40% женщин. У артерий со средним пределом проч-

ности его величина находилась в диапазоне от 0,77 до 1,67 Н/мм². Артерии с пределом прочности стенки более 1,68 Н/мм² были отнесены в группу артерий с большим пределом прочности стенки. Они наблюдались в 69% случаев у мужчин и в 31% случаев у женщин. Возраст субъектов с малым и большим пределом прочности стенки различался не существенно: соответственно $51,0 \pm 4,1$ и $56,6 \pm 3,2$ года ($p=0,28$).

В зависимости от величины общей прочности выделены 3 группы ПМА: 1) слабой прочности — общая прочность менее 1,58 Н; 2) средней прочности — общая прочность колебалась в пределах от 1,59 до 3,09 Н; 3) высокой прочности — общая прочность более 3,10 Н. Соотношение мужчин и женщин со слабой прочностью стенки ПМА составляет 60 и 40%; с высокой прочностью стенки — 54 и 46%. Возраст субъектов со слабой и высокой общей прочностью стенки существенно не различался: соответственно $52,2 \pm 3,3$ и $55,3 \pm 3,3$ года ($p=0,51$) (табл. 3).

В 48,0% ПМА со слабой общей прочностью стенки имеют средний по величине предел прочности; 48,0% артерий — малый, а оставшиеся 4,0% — большой. Отмечено, что ПМА со слабой прочностью стенки в 36,0% случаев являются тонкостенными; в 8,0% толстостенными; в 56,0% случаев имеют среднюю толщину стенки.

Артерии со средней общей прочностью стенки в 86,7% случаев характеризуются средним по величине пределом прочности стенки; в 5,4% случаев малым; а 7,9% большим. Среднепрочные артерии чаще всего обладают средней по величине толщиной стенки (76,2% наблюдений); тонко- и толстостенные ПМА в этой группе встречаются соответственно в 10,6 и 13,2% случаев.

ПМА с высокой общей прочностью стенки в 45,9% случаев имеют средний и в 54,15% большой предел прочности. Такие артерии в 4,1% случаев являются тонкостенными, в 29,2% толстостенными, а в 66,7% случаев имеют среднюю толщину стенки (табл. 4).

В зависимости от способности сосудистой стенки к растяжению ПМА бывают: малорастяжимыми (относительное удлинение менее 18,08%), среднерастяжимыми (относительное удлинение колеблется в пределах от 18,09 до 33,33%) и сильнорастяжимыми (относительное удлинение составляет более

Таблица 3

Варианты изменчивости величины биомеханических параметров ВЧПА и их встречаемость

Параметр артерии, диапазон изменчивости и частота встречаемости	Группы вариантов изменчивости артерий					
	С малым пределом прочности		Со средним пределом прочности		С большим пределом прочности	
Предел прочности	<0,76		0,77–1,67		>1,68	
Диапазон изменчивости	<0,76		0,77–1,67		>1,68	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	20	10,0	154	77,0	26	13,0
Общая прочность	Со слабой общей прочностью		Со средней общей прочностью		С высокой общей прочностью	
Диапазон изменчивости	<1,58		1,59–3,09		>3,10	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	25	12,5	151	75,5	24	12,0
Относительное удлинение	Малорастяжимые		Средне-растяжимые		Сильнорастяжимые	
Диапазон изменчивости	<18,08		18,09–33,33		>33,33	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	26	13	140	70,0	34	17,0
Модуль Юнга	Высокоэластичные		Средне-эластичные		Низкоэластичные	
Диапазон изменчивости	<3,02		3,03–7,05		>7,06	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	28	14,0	145	72,5	27	13,5

Таблица 4

Сочетанная изменчивость морфобиомеханических параметров ПМА

Варианты артерий по общей прочности стенки	Варианты артерий по толщине стенки	Варианты артерий по величине предела прочности стенки					
		С малым пределом прочности		Со средним пределом прочности		С большим пределом прочности	
		Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Артерии со слабой прочностью (n=25)	Тонкостенные	4	16,0	4	16,0	1 ¹	4,0
	Средние	6	24,0	8	32,0	-	-
	Толстостенные	2 ²	8,0	-	-	-	-
Артерии со средней прочностью (n=151)	Тонкостенные	-	-	8	5,3	8	5,3
	Средние	3	2,1	108	71,5	4	2,6
	Толстостенные	5	3,3	15	9,9	-	-
Артерии с высокой прочностью (n=24)	Тонкостенные	-	-	-	-	1 ³	4,1
	Средние	-	-	4	16,7	12	50,0
	Толстостенные	-	-	7	29,2	-	-

Примечание: ¹ — правая ПМА мужчины 33 лет; ² — левые ПМА мужчин 65 и 81 лет; ³ — правая ПМА женщины 51 года.

33,34%). Возраст субъектов с мало- и сильнорастяжимыми стенками артерий существенно не различался, соответственно $50,5 \pm 3,5$ и $55,7 \pm 2,8$ года, $p=0,25$). Соотношение мужчин и женщин, имеющих малорастяжимые ПМА, составило 60 и 40%; сильнорастяжимые ПМА — 69 и 31% (соответственно).

По сопротивляемости растягивающей деформации ПМА подразделяются на 3 группы. ПМА, модуль Юнга которых менее $3,02 \text{ Н/мм}^2$, были отнесены к артериям с высокой эластичностью стенки. У среднеэластичных артерий модуль упругости колеблется в пределах от $3,03$ до $7,05 \text{ Н/мм}^2$. ПМА, модуль Юнга которых более $7,06 \text{ Н/мм}^2$, были отнесены к артери-

ям с низкой эластичностью стенки. Средний возраст людей с ПМА, относящихся к крайним группам изменчивости, существенно не различается: $52,0 \pm 3,2$ и $56,2 \pm 3,1$ года ($p=0,36$) соответственно для артерий с высокой и низкой эластичностью стенки. Соотношение мужчин и женщин с указанными характеристиками ПМА: 65,5% составляют мужчины и 34,5% женщины.

Обсуждение. Полученные в результате исследования данные о средних величинах макромикроскопических характеристик ПМА и наличии полового диморфизма согласуются с представленными в литературе [7, 9, 11]. Индивидуально-типологическая

изменчивость биомеханических параметров ($M \pm s$), а также сочетанная изменчивость морфобиомеханических характеристик ПМА нами представлена впервые. По аналогии с описанными вариантами внутричерепной части позвоночной и задней мозговой артерий [5, 6] нами выделены по каждому параметру 3 группы артерий: со средней величиной признака ($M \pm s$), с величиной признака меньше ($<M-s$) и больше средней ($>M+s$).

Заключение. ПМА, относящиеся к крайним группам изменчивости, у мужчин наблюдаются, как правило, в 2,2–2,6 раза чаще, чем у женщин. Исключением являются тонкостенные ПМА, которые в 63% случаев выявляются у женщин, а 37% у мужчин. Возраст субъектов, ПМА которых по своей длине, величине наружного диаметра, толщины стенки и диаметра просвета относятся к III вариантной группе, статистически достоверно в 1,2–1,7 раза больше, чем у людей с ПМА, относящимся к I вариантной группе артерий. Возраст субъектов, ПМА которых по величине биомеханических параметров стенки были распределены в крайние варианты группы, был примерно одинаковым ($p=0,28-0,51$).

Полученные экспериментальные данные о морфологических и деформационно-прочностных свойствах, а также функциональной анатомии ПМА могут быть полезными при моделировании кровотока и оптимизации интрасосудистых вмешательств на артериях головного мозга.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках научного направления НИР кафедры анатомии человека СарГМУ «Изучение конструкционной изменчивости и биомеханических свойств скелетной, кровеносной систем, органов чувств. Медицинская антропология». Номер государственной регистрации 0203042330329.

Библиографический список

1. Николаев В. Г., Кобежилов А. И., Кобилева Н. Г. Использование антропологического подхода в клинической медицине // Актуальные проблемы морфологии: сб. науч. тр. Красноярск: Изд-во КрасГМА, 2008. С. 93–95.
2. Ишемический инсульт / В. И. Скворцова, Л. В. Губский, Л. В. Стаховская [и др.] // Неврология: нац. рук-во / под ред. Е. И. Гусева, А. И. Коновалова, В. И. Скворцовой. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. С. 592–615.
3. Кадыков А. С. Шахпаронова Н. В. Сосудистые заболевания головного мозга: справ. М.: Миклош, 2010. 191 с.
4. Шевкуненко В. Н., Геселевич А. М. Типовая анатомия человека. Л., 1935. 232 с.
5. Фомкина О. А., Николенко В. Н. Индивидуальная изменчивость морфологических и биомеханических характеристик задней мозговой артерии взрослых людей // Человек и его здоровье: Курский науч.-практ. вестн. 2012. № 2. С. 21–26.
6. Николенко В. Н., Фомкина О. А. Индивидуально-типологическая и сочетанная изменчивость макромикроскопических и биомеханических свойств внутричерепной части позвоночной артерии // Саратовский научно-медицинский журнал. 2012. Т. 8, № 4. С. 894–899.
7. Годлевская М. А. Изменения механических свойств мозговых артериальных сосудов с возрастом // Биомеханика: труды Риж. науч.-исслед. ин-та травматологии и ортопедии. Рига, 1975. Вып. XIII. С. 137–141.
8. Круглый М. М., Ярцев Ю. А. Аорта (морфофизиологическое и клиничко-экспериментальные исследования). Саратов, 1981. 128 с.
9. Пурина, Б. А., Касьянов В. А. Биомеханика крупных кровеносных сосудов человека. Рига: Зинатне, 1980. 260 с.
10. Возрастно-половая изменчивость морфобиомеханических параметров передней мозговой артерии взрослых людей / В. Н. Николенко, О. А. Фомкина, И. В. Кириллова, Д. В. Иванов // Саратовский научно-медицинский журнал. 2009. Т. 5, № 4. С. 482–485.
11. Гладилин Ю. А., Николенко В. Н. Вариантная анатомия внутренней сонной артерии, артериального круга большого мозга и мозговых артерий. Саратов: Изд-во Саратов. мед. ун-та, 2009. 241 с.

Translit

1. Nikolaev V. G., Kobezhikov A. I., Kobileva N. G. Ispol'zovanie antropologicheskogo podhoda v klinicheskoy medicine // Aktual'nyye problemy morfologii: sb. nauch. tr. Krasnojarsk: Izd-vo KrasGMA, 2008. S. 93–95.
2. Ishemicheskij insul't / V. I. Skvorcova, L. V. Gubskij, L. V. Stahovskaja [i dr.] // Nevrologija: nac. ruk-vo / pod red. E. I. Guseva, A. I. Konovalova, V. I. Skvorcovoj. M.: GJEO-TAR-Media, 2009. S. 592–615.
3. Kadykov A. S. Shahparonova N. V. Sosudistye zabolevaniya golovnogogo mozga: sprav. M.: Miklosh, 2010. 191 s.
4. Shevkunenkov V. N., Geselevich A. M. Tipovaja anatomija cheloveka. L., 1935. 232 s.
5. Fomkina O. A., Nikolenko V. N. Individual'naja izmenchivost' morfologicheskikh i biomehanicheskikh harakteristik zadnej mozgovoj arterii vzroslykh ljudej // Chelovek i ego zdorov'e: Kur'skij nauch.-prakt. vestn. 2012. № 2. S. 21–26.
6. Nikolenko V. N., Fomkina O. A. Individual'no-tipologicheskaja i sochetannaja izmenchivost' makromikroskopicheskikh i biomehanicheskikh svojstv vnutricherepnoj chasti pozvonochnoj arterii // Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal. 2012. T. 8, № 4. S. 894–899.
7. Godlevska M. A. Izmenenija mehanicheskikh svojstv mozgovykh arterial'nykh sosudov s vozrastom // Biomehanika: trudy Rzh. nauch.-issled. in-ta travmatologii i ortopedii. Riga, 1975. Vyp. XIII. C. 137–141.
8. Kruglyj M. M., Jarcev Ju. A. Aorta (morfofizjologicheskoe i kliniko-jekspierimental'nye issledovanija). Saratov, 1981. 128 s.
9. Purinja, B. A., Kas'janov V. A. Biomehanika krupnykh krovynosnykh sosudov cheloveka. Riga: Zinatne, 1980. 260 s.
10. Vozrastno-polovaja izmenchivost' morfobiomehanicheskikh parametrov perednej mozgovoj arterii vzroslykh ljudej / V. N. Nikolenko, O. A. Fomkina, I. V. Kirillova, D. V. Ivanov // Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal. 2009. T. 5, № 4. S. 482–485.
11. Gladilin Ju. A., Nikolenko V. N. Variantnaja anatomija vnutrennej sonnoj arterii, arterial'nogo kruga bol'shogo mozga i mozgovykh arterij. Saratov: Izd-vo Sarat. med. un-ta, 2009. 241 s.