

# МАКРО- И МИКРОМОРФОЛОГИЯ

УДК 611.717.5.6 (045)

Оригинальная статья

## ВОЗРАСТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАССИВНОСТИ КОСТЕЙ ПРЕДПЛЕЧЬЯ МУЖЧИН

**А. Н. Попов** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, кафедра анатомии человека, аспирант; **Е. А. Анисимова** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, профессор кафедры анатомии человека, профессор, доктор медицинских наук; **Д. И. Анисимов** — ФГБУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» Минздрава России, врач травматолог-ортопед, кандидат медицинских наук; **Д. В. Попрыга** — ГУЗ «ОКБ г. Саратова» Минздрава России, отделение координации донорства органов и тканей человека, заведующий отделением, кандидат медицинских наук.

## AGE VARIABILITY OF MASSIVENESS OF BONES IN THE FOREARM AT MEN

**A. N. Popov** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Human Anatomy, Post-graduate; **E. A. Anisimova** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Human Anatomy, Professor, Doctor of Medical Science; **D. I. Anisimov** — Saratov Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Candidate of Medical Science; **D. V. Popryga** — Saratov Regional Clinical Hospital, Head of Surgical Department of Coordination of Human Organ and Tissues Donation, Candidate of Medical Science.

Дата поступления — 29.08.2016 г.

Дата принятия в печать — 07.09.2016 г.

**Попов А. Н., Анисимова Е. А., Анисимов Д. И., Попрыга Д. В.** Возрастная изменчивость массивности костей предплечья мужчин. Саратовский научно-медицинский журнал 2016; 12 (3): 323–327.

**Цель:** выявление закономерностей возрастной изменчивости костей предплечья взрослых мужчин. **Материал и методы.** Методом прямой остеометрии определяли наибольшую длину и окружность середины диафиза локтевой и лучевой костей. Вычисляли толстотно-длиннотный указатель, отражающий массивность кости, как процентное отношение окружности середины диафиза к наибольшей длине кости. **Результаты.** Выявлены возрастные особенности наибольшей длины, наибольшей окружности диафиза и толстотно-длиннотного указателя костей предплечья, а также связи изучаемых параметров с длиной тела. **Заключение.** Наибольшая длина локтевой и лучевой костей с возрастом изменяется незначительно, тогда как окружность середины диафиза костей предплечья с возрастом статистически значимо увеличивается, что отражается на увеличении индекса массивности костей.

**Ключевые слова:** возрастная изменчивость; лучевая, локтевая кости.

**Popov AN, Anisimova EA, Anisimov DI, Popryga DV.** Age variability of massiveness of bones in the forearm at men. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2016; 12 (3): 323–327.

**Aim:** to detect the regularities of age variability of bones in the forearm at adult men. **Material and Methods.** By the method of a direct osteometry the greatest length and the circle of the middle diaphysis of radial and ulnar bones were determined. The thickness-length index reflecting massiveness of a bone was defined as a percentage of a circle of middle diaphysis to the greatest length of a bone. **Results.** Age features of the greatest length, the greatest circle of a diaphysis and the thickness-length index of bones in the forearm, and also correlation of the studied parameters with a body length were revealed. **Conclusion.** The greatest length of radial and ulnar bones changes with age slightly whereas the circle of the middle diaphysis of bones in the forearm significantly increases with age according to the statistics that affects the increase in an index of massiveness of bones.

**Key words:** age variability, radial bone, ulnar bone.

**Введение.** Отношением окружности середины диафиза длинных трубчатых костей добавочного скелета к длине кости определяется их показатель массивности, который связан с типом телосложения [1]. Травмы (переломы и вывихи) костей предплечья составляют 63–69,6% среди переломов других сегментов верхней конечности и 32–44% среди повреждений других локализаций скелета [2–7]. Доля осложнений после переломов костей предплечья ва-

рьируется от 7,3 до 50% [8]. Несмотря на совершенствование методов лечения врожденных аномалий, переломов и вывихов костей добавочного скелета, применение современных технологий, материалов, имплантатов и металлоконструкций, технический прогресс базы лучевой диагностики, обеспечивший новый уровень выявляемости костной патологии, сохраняется высокий процент первичной инвалидизации и осложнений различного характера после переломов костей конечностей. Так, инвалидность после переломов костей конечностей составляет от 9 до 58,8% [9]. Высокотехнологичные методы хирургиче-

**Ответственный автор** — Попов Андрей Николаевич  
Тел.: 89173111420  
E-mail: popov\_an68@mail.ru

Распределение объектов исследования по возрасту

Пол	Возрастная группа (возраст, лет)				
	Юношеский возраст (18-21)	I период зрелого возраста (22-35)	II период зрелого возраста (36-60)	Пожилой возраст (61-74)	Старческий возраст (75-90)
Мужчины	10	27	38	26	21
Итого	122				

ского лечения, такие как чрескостный остеосинтез, эндопротезирование, система трехмерного моделирования и возможность объемной печати эргономических прототипов анатомических объектов, требуют от фундаментальной науки детализации и метрической точности морфологических исследований, выявления закономерностей изменчивости, касающихся возрастных, билатеральных и территориальных особенностей [1]. Создание региональных нормативных баз данных морфометрических параметров анатомических объектов приобретает базисное значение для решения вопросов в аспекте разработки принципиально новых высокотехнологичных оперативных методик, интерпретации результатов лучевой диагностики [2].

**Цель:** выявление закономерностей возрастных изменений массивности костей предплечья.

**Материал и методы.** Методом прямой остеометрии определены морфометрические параметры мацерированных препаратов локтевых и лучевых костей от 122 (n=488) скелетов взрослых мужчин с известным возрастом (18–90 лет) из остеологической коллекции научного фундаментального музея кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Минздрава России. Для распределения материала по возрасту применяли возрастную периодизацию (табл. 1), рекомендованную VII научной конференцией по возрастной морфологии, физиологии и биохимии (Москва, 1965).

Определяли индекс относительной длины туловища мужчин как процентное отношение яремно-лобкового расстояния к длине тела.

Установлены следующие параметры костей предплечья:

- наибольшая длина локтевой и лучевой костей;
- окружность середины диафиза локтевой и лучевой костей;
- индекс массивности кости — процентное отношение окружности середины диафиза к наибольшей длине кости.

Вариационно-статистический анализ проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0. Определяли амплитуду (Min-Max), среднюю (M), ошибку средней (m), стандартное отклонение ( $\sigma$ ), доверительный интервал (ДИ), 25-й и 75%-й проценти. Для определения степени изменчивости признаков вычисляли коэффициент вариации (Cv%) по формуле  $\sigma/M \times 100$ ; корреляции (r); коэффициент экстенсивности, показывающий, как велика отдельная часть по отношению ко всей изучаемой совокупности; коэффициент наглядности (D — относительный прирост) по формуле  $M_2/M_1 \times 100 - 100$ . Для определения преобладания параметров на одной из сторон вычисляли показатель асимметрии (As) и процентную частоту преобладания правых и левых параметров. Если коэффициент As имеет положительные

значения, асимметрия имеет правостороннюю направленность; если коэффициент As имеет отрицательные значения — левостороннюю; если нулевое значение — признак симметричен; при небольшом отклонении коэффициента от 0 можно говорить о незначительной направленности диссимметрии.

Проверку на нормальность распределения проводили с помощью критерия Шапиро — Уилка. Достоверность возрастных и билатеральных различий независимых переменных определяли при 95%-ном и 99%-ном порогах вероятности параметрическим (критерий Стьюдента) при нормальном распределении признаков и непараметрическим (Манна — Уитни, Вилкоксона) способами.

**Результаты.** Индекс относительной длины туловища с возрастом несколько увеличивается: в 1-й возрастной группе он составляет  $26,2 \pm 0,4\%$ , во 2-й —  $26,8 \pm 0,3\%$ , в 3-й —  $28,2 \pm 1,0\%$  в 4-й —  $28,3 \pm 0,7\%$ , в 5-й —  $29,4 \pm 0,6\%$ . Относительный прирост за весь изучаемый возрастной период составил 12,4. При долихоморфии индекс менее 26,7%, при мезоморфии — 26,8–30,4%, брахиморфии — более 30,5%. Лица долихоморфного типа телосложения составили 30,5% наблюдений, мезоморфного 50,7% и брахиморфного 18,8% (рис. 1).

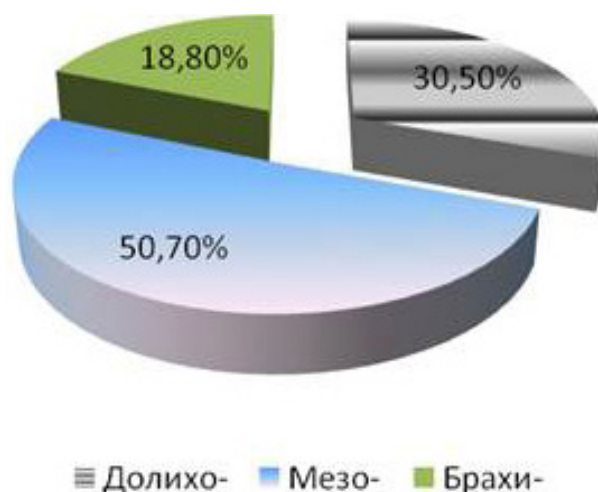


Рис. 1. Показатель экстенсивности индекса относительной длины туловища

В юношеском возрасте наибольшая длина локтевой кости составляет в среднем  $259,6 \pm 1,5$  мм, что на 7% больше по сравнению с длиной лучевой кости ( $p=0,00001$ ). В первом периоде зрелого возраста длина локтевой кости несколько меньше и в среднем составляет  $258,5 \pm 1,8$  мм ( $p=0,5$ ), лучевая кость короче также почти на 2 см ( $p=0,0001$ ). Во втором периоде зрелого возраста длина локтевой кости в среднем составляет  $259,5 \pm 2,1$  мм, лучевая кость имеют длину

Таблица 2

## Возрастная изменчивость наибольшей длины костей предплечья (мм)

Группа	Кость	Лев /Пр	Min	Max	M	m	$\sigma$	ДИ -95%	ДИ +95%	Me	CV%	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
1-я	Локтевая	Лев	246,00	272,00	260,25	1,55	8,49	257,08	263,42	261,50	3,26	0,5	0,8
		Пр	246,00	268,50	258,90	1,38	7,54	256,09	261,71	261,25	2,91		
	Лучевая	Лев	229,50	249,50	239,20	1,31	7,19	236,52	241,88	239,50	3,01	0,6	0,8
		Пр	229,00	252,00	240,20	1,39	7,62	237,36	243,04	239,50	3,17		
2-я	Локтевая	Лев	240,00	288,50	259,44	1,37	9,85	256,70	262,18	258,00	3,80	0,4	0,7
		Пр	236,50	289,50	257,65	1,56	11,43	254,53	260,77	256,00	4,44		
	Лучевая	Лев	218,50	263,50	238,94	1,48	10,88	235,98	241,91	239,50	4,55	0,6	0,8
		Пр	219,00	264,00	239,96	1,43	10,48	237,10	242,82	241,00	4,37		
3-я	Локтевая	Лев	234,00	285,00	260,12	2,04	12,42	255,98	264,26	261,50	4,78	0,3	0,3
		Пр	236,00	285,00	258,87	2,09	12,88	254,63	263,10	259,25	4,98		
	Лучевая	Лев	218,50	266,00	239,12	1,87	11,52	235,33	242,91	239,75	4,82	0,5	0,4
		Пр	222,00	268,50	240,82	1,83	11,27	237,11	244,52	242,00	4,68		
4-я	Локтевая	Лев	238,50	299,00	263,31	2,02	14,58	259,25	267,37	259,75	5,54	0,4	0,2
		Пр	236,50	294,50	261,40	1,89	13,66	257,60	265,21	259,50	5,23		
	Лучевая	Лев	219,00	264,50	240,54	1,85	13,11	236,81	244,27	240,50	5,45	0,4	0,2
		Пр	217,50	267,50	242,46	1,84	13,24	238,78	246,15	241,00	5,46		
5-я	Локтевая	Лев	248,00	279,00	258,26	1,08	7,00	257,08	263,44	261,50	2,68	0,3	-
		Пр	245,00	284,00	259,55	1,23	7,95	257,07	262,03	259,50	3,06		
	Лучевая	Лев	238,50	227,50	238,63	1,13	7,13	236,35	240,90	257,50	2,99	0,2	-
		Пр	241,00	229,00	240,65	0,96	6,07	238,71	242,59	255,50	2,52		

Примечание: p<sub>1</sub> — билатеральные различия; p<sub>2</sub> — возрастные различия между соседними группами.

меньше на 8% (p=0,001). В пожилом возрасте длина локтевой (M=262,3±1,9 мм) и лучевой (M=241,5±1,8 мм) костей также отличается на 8% (p=0,0001). В старческом возрасте длина локтевой кости составляет 258,4±1,8 мм, длина локтевой кости на 2 см меньше (p=0,00001).

Таким образом, во всех возрастных группах длина лучевой кости в среднем на 8% меньше по сравнению с длиной локтевой кости (p<0,001). Статистически значимых билатеральных различий параметра и у локтевой, и у лучевой костей не выявлено (p>0,05). Для длины локтевой (As=0,4) и лучевой (As=0,2) костей характерна незначительная правосторонняя направленность диссимметрии (табл. 2).

Окружность середины диафиза локтевой кости в 1-й группе в среднем составляет 49,5±0,7 мм. Окружность середины диафиза лучевой кости у юношей на 7% статистически значимо меньше по сравнению с локтевой (p=0,0008). В зрелом возрасте параметр ва-

рируется в диапазоне от 44,0 до 69,0 мм, в среднем составляя 51,8±0,5 мм. Таким образом, окружность увеличивается статистически значимо относительно юношества (p=0,007); окружность лучевой кости на 13% меньше по сравнению с локтевой (p=0,00001). К пожилому и старческому возрасту окружность и локтевой, и лучевой костей несколько увеличивается до 52,3±0,5 мм и 46,6±0,6 мм соответственно, но различия между 3-й и 4-й группами выявлены лишь для окружности лучевой кости (p=0,03). В данных возрастных периодах окружность лучевой кости меньше по сравнению с локтевой на 11% (p<0,0001).

Статистически значимых билатеральных различий окружности середины диафиза костей предплечья не выявлено (p>0,05). Различия носят флуктуирующий характер, для локтевой (As=-0,08) и лучевой (As=-0,1) костей характерна некоторая левосторонняя направленность диссимметрии (табл. 3).

Таблица 3

## Возрастная изменчивость окружности середины диафиза костей предплечья (мм)

Группа	Кость	Лев /Пр	Min	Max	M	m	$\sigma$	ДИ -95%	ДИ +95%	Me	CV%	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
1-я	Локтевая	Лев	45,00	56,00	49,50	0,70	3,84	48,07	50,93	48,50	7,76	0,8	0,007
		Пр	46,00	55,00	49,50	0,55	3,04	48,37	50,63	49,60	6,14		
	Лучевая	Лев	41,00	49,50	45,70	0,58	3,15	44,52	46,88	46,50	6,90	0,2	0,07
		Пр	42,50	51,00	46,70	0,56	3,06	45,56	47,84	47,25	6,56		

Группа	Кость	Лев/Пр	Min	Max	M	m	$\sigma$	ДИ -95%	ДИ +95%	Me	CV%	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
2-я	Локтевая	Лев	48,00	58,00	51,76	0,45	2,62	50,85	52,68	52,00	5,06	0,8	0,05
		Пр	47,00	59,00	51,88	0,63	3,68	50,60	53,17	51,70	7,10		
	Лучевая	Лев	36,50	50,00	44,46	0,40	2,94	43,66	45,26	45,00	6,60	0,09	0,7
		Пр	39,00	51,50	45,43	0,40	2,92	44,63	46,22	45,00	6,42		
3-я	Локтевая	Лев	44,00	54,00	51,62	0,41	2,94	49,80	51,43	51,00	5,81	0,7	0,09
		Пр	47,00	61,00	51,77	0,42	3,02	49,93	51,61	50,60	5,95		
	Лучевая	Лев	37,00	54,00	44,64	0,54	3,34	43,55	45,74	44,00	7,48	0,1	0,03
		Пр	37,50	51,00	45,74	0,48	2,96	44,77	46,71	46,00	6,46		
4-я	Локтевая	Лев	48,00	60,00	52,43	0,57	3,66	51,29	53,57	51,80	6,99	0,7	0,6
		Пр	48,00	65,00	52,71	0,78	5,07	51,14	54,29	52,60	9,61		
	Лучевая	Лев	39,00	55,00	46,42	0,58	4,09	45,26	47,58	45,50	8,81	0,3	0,6
		Пр	40,00	57,00	47,21	0,53	3,83	46,14	48,28	47,00	8,12		
5-я	Локтевая	Лев	48,00	58,00	52,75	0,53	3,16	51,68	53,82	52,60	5,98	0,1	-
		Пр	49,00	56,00	51,75	0,43	2,59	50,87	52,63	51,50	5,00		
	Лучевая	Лев	38,00	54,50	46,00	0,58	3,67	44,83	47,17	46,75	7,98	0,3	-
		Пр	38,50	54,00	46,75	0,60	3,78	45,54	47,96	46,50	8,09		

Примечание: p<sub>1</sub> — билатеральные различия; p<sub>2</sub> — возрастные различия между соседними группами.

Индекс массивности локтевой кости с возрастом увеличивается, статистически значимые различия выявлены между 1-й и 2-й (p=0,008) возрастными группами и между 1-й и 5-й (p=0,00002). Индекс массивности лучевой кости с возрастом также увеличивается, но между соседними группами статистически значимых различий не отмечено (p>0,05), различия достоверны лишь между 1-й и 5-й группами (p=0,03) (рис. 2).

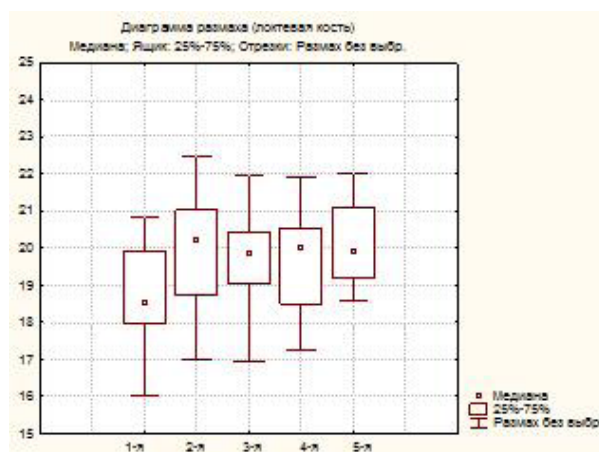
Костей с низким индексом массивности (<17,61%) было 22%, с высоким (>20,93%) — 27%, со средним (от 17,62 до 20,92%) — 51% (рис. 3).

При проведении корреляционного анализа выявлены прямые значительной силы связи длины тела с длиной туловища (r=0,52±0,02); длиной локтевой и лучевой костей (r=0,71±0,04); прямые умеренные связи индекса относительной длины туловища с индексом массивности костей предплечья (r=0,26–0,29)

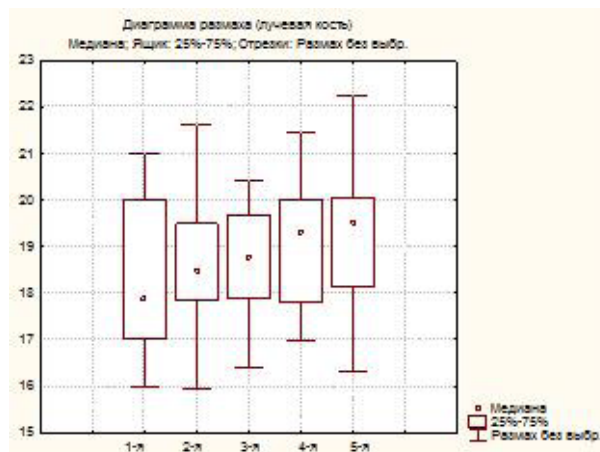
и обратные умеренные связи длины тела с индексом массивности костей предплечья (r от -0,38 до -0,40).

**Обсуждение.** Для скелета конечностей характерны сегментированность, гомология и увеличение лучей в дистальном направлении от одного луча бедра и плеча до пяти стопы и кисти. В предплечье лучевая кость гомологична большеберцовой кости в голени и локтевая — малоберцовой кости [1].

В литературе представлены данные [1, 10, 11] об индексе массивности костей голени: для большеберцовой кости у мужчин он составляет 22,4±0,3%, для малоберцовой кости 11,4±0,1%, т.е. массивность малоберцовой кости почти вдвое меньше по сравнению с большеберцовой; индекс массивности костей предплечья отличается не так значительно. Индекс массивности лучевой кости варьируется от 17,3 до 20,7% локтевой — от 19,4 до 21,4%, в среднем на 4% меньше.



а



б

Рис. 2. Индекс массивности костей предплечья: а — локтевая кость, б — лучевая кость (мм)





Рис. 3. Экстенсивность индекса массивности костей предплечья

**Заключение.** Таким образом, наибольшая длина локтевой и лучевой костей с возрастом изменяется незначительно, тогда как окружность середины диафиза костей предплечья с возрастом статистически значимо увеличивается, что отражается на увеличении индекса массивности костей.

**Конфликт интересов** отсутствует.

**Авторский вклад:** концепция и дизайн исследования — Е. А. Анисимова, А. Н. Попов; получение данных, анализ и интерпретация результатов, написание статьи — А. Н. Попов; обработка данных — Д. И. Анисимов, Д. В. Попрыга; утверждение рукописи для публикации — Е. А. Анисимова.

#### References (Литература)

1. Popryga DV, Anisimova EA, Popov AN, et al. Communication of massiveness of bones of a shin with type of a constitution of adults. In: Rehabilitation technologies of the 21st century. Modern technologies in medicine of the 21st century. Modern questions of diagnostics and treatment of diseases of a backbone and spinal cord: materials of a scientific and practical conference. Saratov, 2012; p. 177–182. Russian (Попрыга Д. В., Анисимова Е. А., Попов А. Н. и др. Связь массивности костей голени с типом телосложения взрослых людей. В кн.: Реабилитационные технологии XXI века. Современные технологии в медицине XXI века. Современные вопросы диагностики и лечения заболеваний позвоночника и спинного мозга: материалы науч.-практ. конф. Саратов, 2012, с. 177–182).

2. Zolotova NN, Abasov ET. The basic principles of treatment of the diaphyseal fractures of bones of a forearm at children (the literary review). Young scientist 2016; 3 (107): 265–267. Russian (Золотова Н. Н., Абасов Е. Т. Основные принципы лечения диафизарных переломов костей предплечья у детей (литературный обзор). Молодой ученый 2016; 3 (107): 265–267).

3. Slobodskoy AB, Norkin IA, Popov AY. Three-dimensional modeling reposition bone fragments in fractures of long bones. Saratov: Nauka, 2012; 140 p. Russian (Слободской А. Б., Норкин И. А., Попов А. Ю. Трехмерное моделирование репозиции отломков при переломах длинных трубчатых костей. Саратов: Наука, 2012; 140 с.).

4. Gerasimenko MA, Koren` MN, Tretyak SI, Zshuk EV. The results of the application of minimally invasive methods of surgeries for injuries of the upper limb in children. Journal n.a. N.V. Sklifosovsky: Emergency Care 2014; (3): 22–24. Russian (Герасименко М. А., Корень М. Н., Третьяк С. И., Жук Е. В. Результаты применения малоинвазивных способов оперативных вмешательств при травмах верхней конечности у детей. Журнал им. Н. В. Склифосовского: Неотложная медицинская помощь 2014; (3): 22–24).

5. Hedström EM, Svensson O, Bergström U, Michno P. Epidemiology of fractures in children and adolescents. Acta Orthopaedica 2010; 81 (1): 148–153.

6. Bennett JB, Mehlhoff TL. Total elbow arthroplasty: surgical technique. J Hand Surg 2009; 34 (5): 933–939.

7. Ring D. Instability after elbow arthroplasty. Hand Clin 2008; 24 (1): 1075–1078.

8. Gruber NM, Tsoi IV. Possible complications of surgical treatment of fractures of bones of a forearm and ways of their correction. Applied medicine 2013; 1-2-2 (69): 45–47. Russian (Грубер Н. М., Цой И. В. Возможные осложнения хирургического лечения переломов костей предплечья и способы их коррекции. Практическая медицина 2013; 1-2-2 (69): 45–47).

9. Neverov VA, Chernyaev SN. Treatment of patients with the opened and complicated fractures of bones of a forearm. Messenger of surgery of I. I. Grekov 2013; 172 (4): 054–058. Russian (Неверов В. А., Черняев С. Н. Лечение больных с открытыми и осложненными переломами костей предплечья. Вестник хирургии им. И. И. Грекова 2013; 172- (4): 054–058).

10. Popov AN, Anisimova EA, Anisimov DI, et al. Morphometric characteristics of bones of a forearm of subjects of children's, teenage and youthful age. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2015; 11 (3): 249–254. Russian (Попов А. Н., Анисимова Е. А., Анисимов Д. И. и др. Морфометрические характеристики костей предплечья субъектов детского, подросткового и юношеского возраста. Саратовский научно-медицинский журнал 2015; 11 (3): 249–254).

11. Anisimova EA, Popryga DV, Popov AN, Anisimov DI, Chupahin NV. Patterns of variability of morphometric parameters of leg bones in different types of human body. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2012; 8 (3): 691–696. Russian (Анисимова Е. А., Попрыга Д. В., Попов А. Н., Анисимов Д. И., Чупахин Н. В. Закономерности изменчивости морфометрических параметров костей голени при различных типах телосложения человека. Саратовский научно-медицинский журнал 2012; 8 (3): 691–696).