



УДК 616.717.5-089.844-77.044.58

**ИЗУЧЕНИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ЛУЧЕВОЙ КОСТИ С ПОМОЩЬЮ  
МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ**

*Бойко И. В.<sup>1</sup>, Щербаков Д. Е.<sup>2</sup>, Моргун О. В.<sup>3</sup>, Макаров В. Б.<sup>4</sup>*

*ІГНУ" Научно-практический центр профилактической и клинической медицины"*

*ГУД, научный отдел малоинвазивной хирургии, г. Киев, Украина*

*2КЗ Криворожская городская больница № 10 КМР, г. Кривой Рог, Украина*

*3Клиника семейной медицины, г. Днепр, Украина*

*4ГУ Специализированная многопрофильная больница №1 МЗ Украины, г. Днепр,  
Украина*

**THE STUDY OF ANTHROPOMETRIC PARAMETERS OF THE PROXIMAL  
PART OF THE RADIUS USING MAGNETIC RESONANCE IMAGING**

*Boyko I.V.<sup>1</sup>, Shcherbakov D.E.<sup>2</sup>, Morgun O.V.<sup>3</sup>, Makarov V.B.<sup>4</sup>*

*1 SNU "Scientific and Practical Center for Prophylactic and Clinical Medicine" CDA,*

*Department of Minimally Invasive Surgery, Kyiv, Ukraine*

*2 Clinical Institution Krivyi Rig City Hospital № 10 KMR, g. Krivyi Rig, Ukraine*

*3 The Clinic of Family Medicine, Dnipro, Ukraine*

*4 SU "The Specialized multidisciplinary hospital No.1" Medical Institution of Ukraine,  
Dnipro, Ukraine*

**Введение.** При оскольчатых переломах ГЛК довольно часто невозможно технически выполнить стабильный остеосинтез, поэтому методами выбора являются или резекция ГЛК, или замещение ее имплантатом [1-7]. В случае эндопротезирования ГЛК первостепенную роль в восстановление функции локтевого сустава оказывают конструктивные особенности имплантата [8]. Точные анатомические характеристики головки и шейки лучевой кости являются обязательным условием для разработки геометрических конструктивных параметров эндопротеза ГЛК. В целом ряде работ [8-16] отражены анатомические характеристики проксимального отдела лучевой кости, полученные путем антропометрии свежезамороженных трупных препаратов, а также путем компьютерной или магнитно-резонансной томографии. Тем не менее, по имеющимся ли-

**Introduction.** In case of comminuted fracture of a head of radial bone it is frequently technically difficult to perform stable osteosynthesis, which is why the methods of choice are resection of the head or replacement thereof by an implant [1-7]. In case of radial joint replacement, the main role in recovery of elbow joint functions is played by structural peculiarities of an implant [8]. Precise anatomical characteristics of radial bone head and neck are obligatory condition for development of geometric structural parameters of radial hear prosthesis. A range of researches [8-16] reflect anatomical characteristics of radial bone's proximal part, received by means of anthropometry of fresh-frozen cadaver preparations, as well as by CT or MRT. Nevertheless, the existing literature data [17-24] nowadays lacks in standardized

тературным данным [17-24], на данный момент не существует стандартизированной общепринятой оценки антропометрии проксимального отдела лучевой кости.

Целью настоящего исследования является изучение морфометрических параметров головки и шейки лучевой кости здоровых локтевых суставов с помощью магнитно-резонансной томографии для разработки новой конструкции эндопротеза ГЛК.

**Материал и методы.** Тридцать одному пациенту в положении на спине в среднефизиологическом положении между пронацией и супинацией с шагом 0,1 мм на магнитно-резонансном томографе Toshiba Vantage (1,5 Тесла) были выполнены срезы во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Все пациенты добровольно согласились на исследование здорового локтевого сустава. Средний возраст пациентов составил 55 лет (29-82 лет). Результаты статистически обрабатывались в программе Excel 2010 Microsoft Corp, Redmond, Washington).

Параметры проксимального отдела лучевой кости, выбранные для измерения по МРТ приведены в таблице 1. Выполненные измерения параметров позволили получить необходимые данные для разработки новой конструкции эндопротеза ГЛК (рис.1.1-1.4). Погрешность измерения составила 0,1мм.

Полученные данные (табл. 2) подвергались статистической обработке как в целом, так и по группам: правая и левая конечности. При этом вычислялись средние значения величин ( $\bar{X}$ ), среднеквадратичные отклонения ( $\sigma$ ), доверительные интервалы средних значений с доверительной вероятностью 0,95 ( $\pm \Delta \bar{X}$ ), а также коэффициенты вариации ( $V$ ).

assessment of anthropometry of the proximal part of radial bone.

The purpose of this study is to investigate morphometric parameters of head and neck of a radial bone of healthy elbow joints by MR tomography to develop a new design of endoprosthesis of radial bone head.

**Material and methods.** Thirty-one patients in position on their back in the mid-physiological position between pronation and supination with a stem of 0.1 mm have been taken sections in frontal and sagittal planes by magnetic tomography "Toshiba Vantage" (1.5 Tesla). All patients volunteered to study healthy elbow. The mean age of patients was 55 years (29-82 years). The results were statistically processed in "Excel 2010" by Microsoft Corp., (Redmond, Washington).

Parameters of the proximal part of a radial bone, selected for MRI measurement are given in Table 1. The performed measurements of the parameters made it possible to obtain the necessary data for the development of the new design of the radial head endoprosthesis (Fig.1.1-1.4). The measurement error was 0.1mm.

The obtained data (Table 2) were statistically processed both in bulk and in groups for right and left limbs. At that we calculated the mean values of the indexes, mean-square deviations ( $\sigma$ ), confidence intervals of mean values with confidential probability 0.95 as well as variation indexes ( $V$ ).



Таблица 1. Параметры проксимального отдела лучевой кости, выбранные для измерения по МРТ

Table 1. Parameters of the proximal part of a radial bone, selected for MRI measurement

| Параметр / Parameter | Название параметра / Parameter name  |
|----------------------|--|
| $h_1$                | Высота головки с медиальной стороны / Height of the head from the medial side  |
| $h_2$                | Высота головки с латеральной стороны / Height of the head from the lateral side  |
| $d_1$                | Максимальный диаметр головки / Max head diameter   |
| $d_2$                | Диаметр суставной поверхности головки / Diameter of the joint surface of the head  |
| $h_3$                | Глубина суставной ямки / Depth of articular fossa  |
| $L_1$                | Длина от головки до дистальной части бугристости лучевой кости / Length from the head to the distal part of the burgundy of the radial bone  |
| $k_1$                | Ширина костномозгового канала на уровне узкой части шейки лучевой кости во фронтальной плоскости / The width of the bone marrow canal at the level of the narrow portion of the cervix in the frontal plane  |
| $k_2$                | Ширина костномозгового канала на уровне узкой части шейки лучевой кости в сагиттальной плоскости / The width of the bone marrow canal at the level of the narrow portion of the cervix in the sagittal plane |

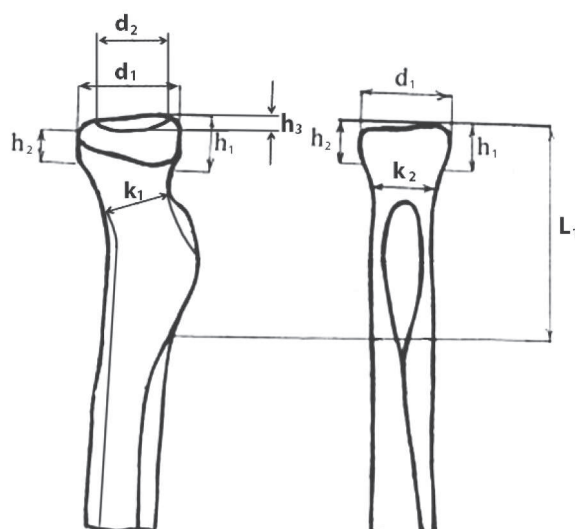
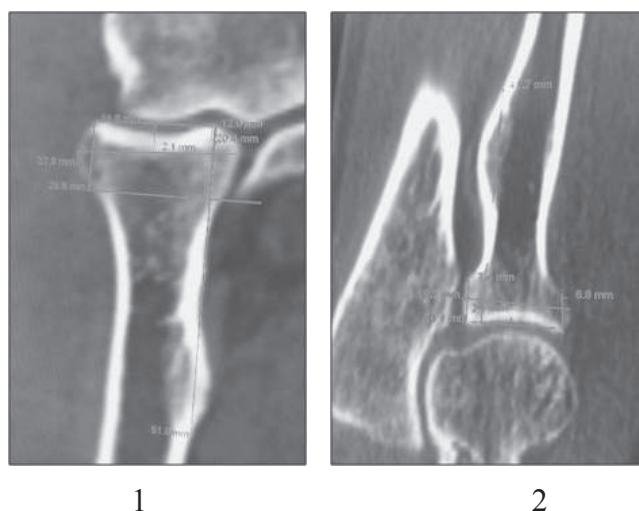


Рис. 1 Схема измерений антропометрических параметров проксимального отдела лучевой кости согласно табл.1.1 в двух проекциях: 1 - сагиттальная проекция; 2 - фронтальная проекция.

Fig.1 Diagram of measurements of anthropometric parameters of the proximal part of the radial bone according to Table 1.1 in two planes: 1 - sagittal projection; 2 - front projection



**Рис. 2** Пример измерения параметров по МРТ локтевого сустава: 1 – во фронтальной плоскости; 2 – в сагиттальной плоскости.

**Fig. 2** Example of measurement of parameters on the MRI of the elbow joint: 1 - in the frontal plane; 2 - in the sagittal plane.



**Рис. 3** Пример измерения параметров по 3D моделям МРТ локтевого сустава.

**Fig. 3** Example of measuring parameters on 3D models of MRT image of the elbow joint.

С целью выявления возможной корреляции между максимальным диаметром головки  $d_1$  и диаметром суставной поверхности  $d_2$  с шириной костномозгового канала  $k_1$  и  $k_2$ , а также высотой головки  $h_1$  и  $h_2$  изучалось соотношение данных параметров.

To discover the possible correlation between the maximum diameter of the head  $d_1$  and diameter of articular surface  $d_2$  with the width of bone marrow canal  $k_1$  and  $k_2$ , and with the height of a head  $h_1$  and  $h_2$  we studied the interrelation of these parameters.



**Рис. 4** Пример измерения ширины костномозгового канала шейки лучевой кости в самом узком месте ( $k_1$ ,  $k_2$ ) в двух плоскостях (фронтальной и сагиттальной).  
**Fig. 4** An example of measuring the width of the bone marrow channel of the neck of the bone in the narrowest place ( $k_1$ ,  $k_2$ ) in two planes (frontal and sagittal).

#### Результаты и их обсуждение.

Максимальный диаметр ГЛК ( $d_1$ ) наблюдается в проекции лучелоктевого сустава, а затем плавно уменьшается по направлению к шейке. Средний диаметр ГЛК составил 22,13 мм (от 18,7 мм до 27,8 мм), разницы между левым и правым локтевым суставом не выявлено ( $P=0,01$ ). Данные морфометрии убедительно свидетельствуют, что ГЛК имеет сложную форму, не являющуюся круглой или правильной эллипсовидной. Максимальный диаметр головки находится на уровне лучелоктевого сустава и плавно уменьшается по направлению к шейке лучевой кости (табл.1.2).

На рис. 5 и рис. 6 приведены гistogramмы примеров параметров антропометрии.

**Results and discussion.** Maximum diameter of the radial head ( $d_1$ ) is observed in projection of radial-elbow joint, and then gradually decreases to the direction of the neck. Average diameter of the radial head makes 22.13mm (ranges from 18.7mm to 27.8mm); no difference between right and left joints has been revealed ( $P=0.01$ ). Morphometric data provide convincing proofs of complex shape of radial head, which is not round or right ellipse-like. Maximum diameter of the head is located on the level of radial-elbow joint and gradually decreases towards radial bone's neck (Table 2).

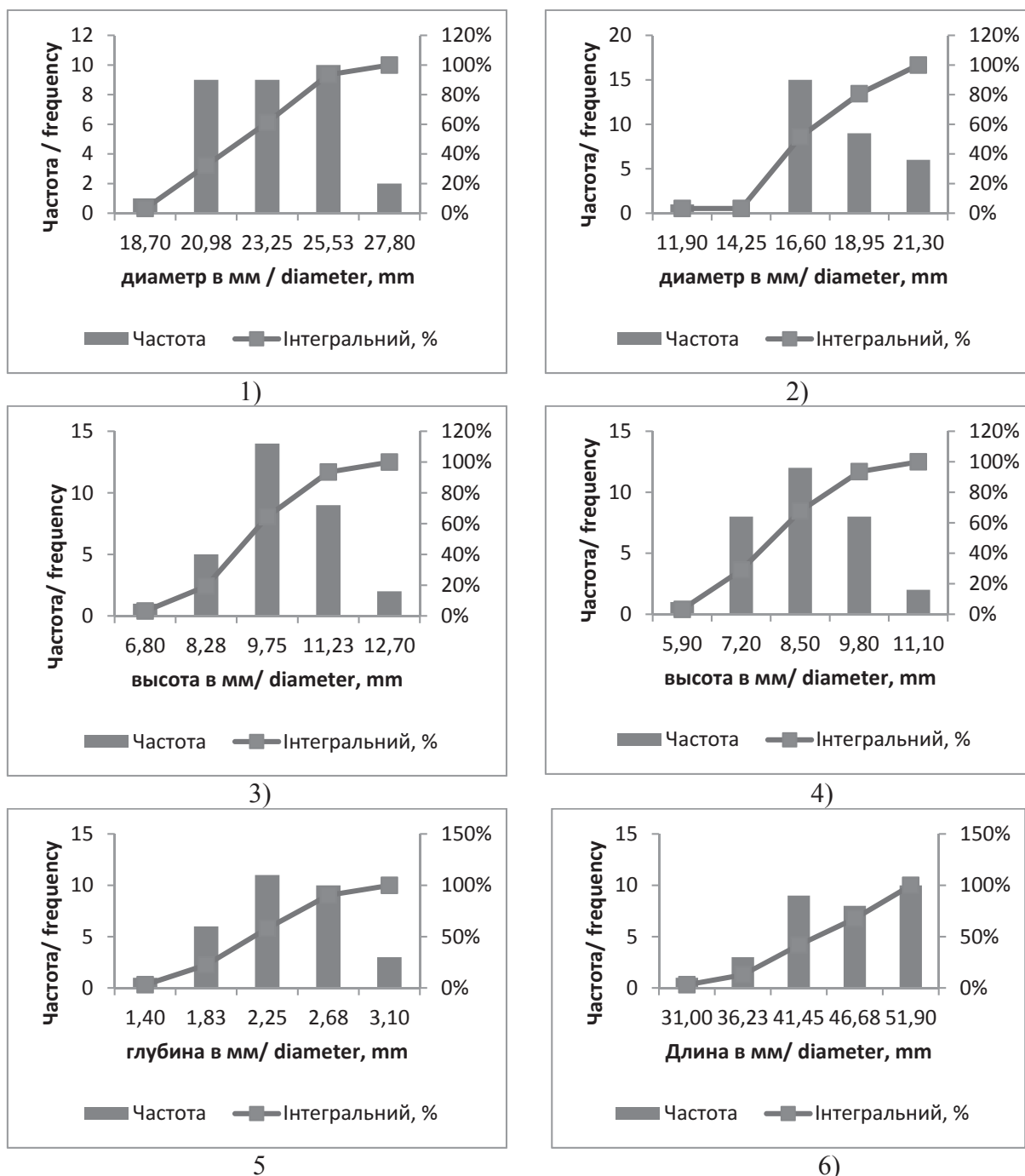
Figure 5 and figure 6 represent histograms of the samples of anthropometric parameters



Таблица 2. Данные измерений параметров проксимального отдела лучевой кости по данным МРТ

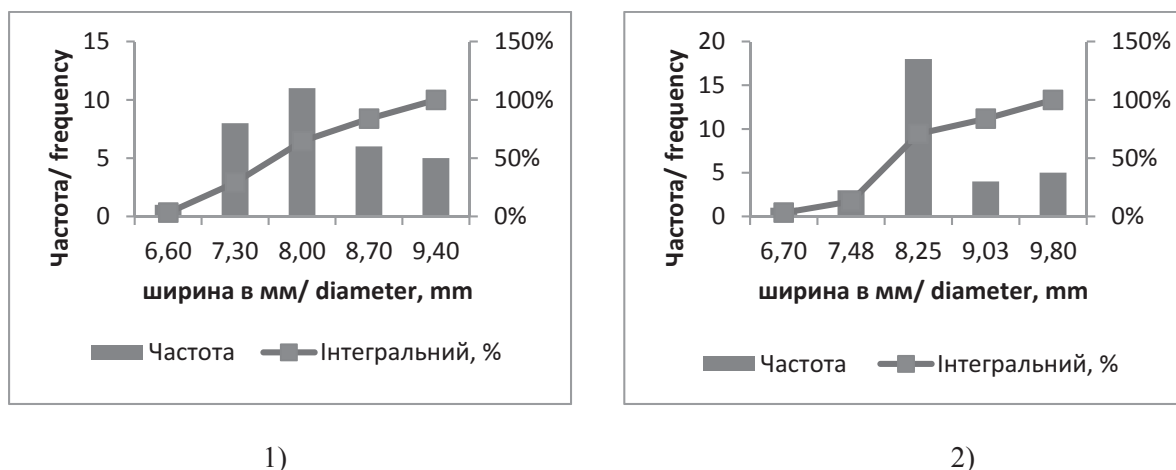
Table 2. Measurements of parameters of proximal part of a radial bone according to MRI

| №  | Пол/sex | Возраст/<br>age | R/L | $h_1$ (мм) |      | $h_2$ (мм) |      | $d_1$ (мм) |      | $d_2$ (мм) |      | $h_3$ (мм) | $L_1$ (мм) | $k_1$ | $k_2$ |
|----|---------|-----------------|-----|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------------|-------|-------|
|    |         |                 |     | F          | S    | F          | S    | F          | S    | F          | S    |            |            |       |       |
| 1  | ж/f     | 33              | R   | 8,4        | 8,2  | 8,2        | 8,0  | 21,0       | 20,8 | 15,5       | 15,0 | 1,7        | 38,3       | 7,2   | 7,5   |
| 2  | М       | 35              | R   | 10,4       | 10,5 | 11,1       | 11,0 | 27,8       | 27,7 | 20,4       | 19,1 | 2,1        | 51,9       | 7,8   | 8,1   |
| 3  | М       | 61              | R   | 10,6       | 10,5 | 9,5        | 9,3  | 25,1       | 25,0 | 20,6       | 19,1 | 2,4        | 51,5       | 8,1   | 8,3   |
| 4  | М       | 42              | R   | 12,7       | 12,2 | 10,0       | 9,9  | 25,0       | 24,8 | 19,8       | 19,0 | 2,1        | 49,2       | 7,5   | 8,0   |
| 5  | ж/f     | 57              | R   | 6,8        | 6,7  | 5,9        | 6,0  | 21,2       | 21,0 | 17,5       | 17,0 | 2,3        | 39,6       | 9,1   | 9,5   |
| 6  | ж/f     | 57              | L   | 7,6        | 7,7  | 7,0        | 7,1  | 21,3       | 21,0 | 15,8       | 16,0 | 1,9        | 39,7       | 7,5   | 8,2   |
| 7  | ж/f     | 67              | R   | 9,2        | 9,0  | 8,2        | 8,4  | 23,5       | 23,2 | 18,4       | 17,9 | 2,5        | 51,1       | 8,2   | 8,6   |
| 8  | ж/f     | 52              | R   | 9,5        | 9,5  | 6,6        | 6,5  | 19,5       | 19,4 | 14,7       | 15,0 | 1,7        | 40,7       | 7,6   | 7,8   |
| 9  | М       | 42              | L   | 10,5       | 10,4 | 7,9        | 7,7  | 21,2       | 21,0 | 16,0       | 15,7 | 2,4        | 41,5       | 9,3   | 9,4   |
| 10 | М       | 61              | R   | 11,1       | 11,0 | 8,3        | 8,1  | 25,1       | 25,0 | 21,0       | 20,9 | 2,8        | 51,8       | 7,1   | 7,6   |
| 11 | М       | 62              | L   | 9,8        | 9,9  | 9,4        | 9,3  | 24,3       | 24,2 | 20,2       | 19,1 | 2,6        | 46,6       | 7,8   | 8,1   |
| 12 | ж/f     | 76              | R   | 8,8        | 8,7  | 6,9        | 6,8  | 19,2       | 19,0 | 15,0       | 16,1 | 1,4        | 32,7       | 6,6   | 7,3   |
| 13 | ж/f     | 76              | L   | 8,6        | 8,6  | 7,5        | 7,7  | 20,3       | 20,0 | 16,3       | 15,9 | 1,8        | 31,0       | 7,8   | 8,2   |
| 14 | ж/f     | 75              | R   | 8,9        | 9,0  | 6,7        | 6,8  | 20,9       | 21,0 | 15,1       | 15,0 | 2,0        | 43,0       | 8,3   | 8,5   |
| 15 | ж/f     | 52              | R   | 9,4        | 9,4  | 6,6        | 6,6  | 20,9       | 21,0 | 16,3       | 16,0 | 2,0        | 44,6       | 7,3   | 7,5   |
| 16 | ж/f     | 52              | L   | 9,4        | 9,5  | 7,6        | 7,5  | 21,1       | 21,0 | 16,1       | 15,9 | 1,8        | 42,9       | 8,2   | 8,4   |
| 17 | М       | 53              | R   | 10,7       | 10,7 | 8,2        | 8,1  | 25,1       | 25,2 | 18,4       | 18,1 | 2,5        | 50,6       | 9,1   | 9,5   |
| 18 | ж/f     | 82              | R   | 8,5        | 8,6  | 6,9        | 6,9  | 21,8       | 21,7 | 16,4       | 16,0 | 2,1        | 39,8       | 7,3   | 7,5   |
| 19 | ж/f     | 82              | L   | 9,2        | 9,0  | 7,6        | 7,4  | 19,2       | 19,0 | 14,3       | 14,3 | 2,2        | 35,6       | 7,1   | 7,5   |
| 20 | ж/f     | 33              | R   | 8,7        | 8,7  | 8,0        | 7,9  | 19,8       | 20,0 | 14,4       | 14,0 | 2,6        | 40,3       | 7,8   | 8,1   |
| 21 | ж/f     | 33              | L   | 9,8        | 9,7  | 9,0        | 9,1  | 21,9       | 22,0 | 16,7       | 16,4 | 2,4        | 39,1       | 7,4   | 7,8   |
| 22 | М       | 51              | R   | 10,2       | 10,4 | 9,4        | 9,2  | 23,4       | 23,2 | 18,4       | 18,0 | 3,1        | 47,2       | 9,3   | 9,8   |
| 23 | ж/f     | 39              | R   | 7,4        | 7,5  | 6,6        | 7,0  | 18,7       | 19,1 | 15,1       | 16,0 | 2,1        | 41,7       | 7,6   | 7,6   |
| 24 | ж/f     | 55              | R   | 9,4        | 9,3  | 9,2        | 9,1  | 22,8       | 22,0 | 18,5       | 18,0 | 2,9        | 47         | 6,8   | 7,1   |
| 25 | М       | 50              | R   | 8,9        | 8,8  | 8,9        | 8,9  | 23,3       | 24,0 | 17,9       | 18,1 | 2,1        | 51,3       | 7,1   | 7,8   |
| 26 | М       | 50              | L   | 11,0       | 11,2 | 9,1        | 8,9  | 23,4       | 23,5 | 18,4       | 18,2 | 2,5        | 49         | 8,1   | 6,7   |
| 27 | ж/f     | 61              | R   | 7,6        | 7,7  | 7,0        | 7,2  | 19,3       | 19,3 | 15,4       | 16,0 | 2,0        | 38,7       | 6,8   | 7,1   |
| 28 | ж/f     | 62              | L   | 7,9        | 7,8  | 7,5        | 7,3  | 19,7       | 19,5 | 15,2       | 16,2 | 1,8        | 35,2       | 7,5   | 7,6   |
| 29 | М       | 29              | L   | 11,9       | 12,0 | 8,9        | 9,0  | 25,7       | 25,6 | 11,9       | 12,1 | 2,6        | 42,5       | 9,4   | 9,8   |
| 30 | ж/f     | 63              | L   | 8,2        | 8,1  | 8,0        | 7,9  | 23,3       | 23,1 | 17,5       | 16,9 | 1,9        | 40,2       | 8,1   | 8,2   |
| 31 | ж/f     | 63              | R   | 8,5        | 8,5  | 8,3        | 8,3  | 21,3       | 21,5 | 21,3       | 21,5 | 1,8        | 42,8       | 7,6   | 7,8   |



**Рис. 5** Примеры гистограмм параметров антропометрии: 1 – диаметр головки  $d_1$  во фронтальной плоскости; 2 –  $d_2$  во фронтальной плоскости; 3 –  $h_1$  высота головки с медиальной стороны во фронтальной плоскости; 4 –  $h_2$  высота головки с латеральной стороны во фронтальной плоскости; 5-  $h_3$  глубина суставной ямки; 6 –  $L_1$  длина от головки до дистальной части бугристости лучевой кости.

**Pic. 5** Examples of histograms of anthropometric parameters 1 - diameter of a head  $d_1$  in frontal plane; 2 -  $d_2$  in frontal plane; 3 -  $h_1$  height of a head from medial side in frontal plane; 4 -  $h_2$  height of the head from the lateral side in frontal plane; 5 -  $h_3$  depth of the fossa; 6 -  $L_1$  length of the head along the distal radial tuberosity.



**Рис. 6** Примеры гистограмм параметров антропометрии: 1 –  $k_1$  ширина костно-мозгового канала на уровне узкой части шейки лучевой кости во фронтальной плоскости; 2 –  $k_2$  ширина костномозгового канала на уровне узкой части шейки лучевой кости в сагиттальной плоскости.

**Pic. 6** Examples of histograms of anthropometric parameters 1 -  $k_1$  width of bone marrow canal on the level of the narrow part of radial bone neck in sagittal plane.

Статистические данные всех антропометрических параметров по всей группе и отдельно по правой и верхней конечности приведены соответственно в табл. 3, 4, 5.

Statistic data of the entire anthropometric parameters through the whole group and separately for right and left limb are provided in Tables 3, 4, 5.

Таблица 3. Статистические данные антропометрических параметров проксимального отдела лучевой кости (вся группа)

Table 3. Statistic data of anthropometric parameters of proximal part of a radial bone (the whole group)

| Параметр / Parameter | $\bar{X}$ , мм | $\Delta \bar{X}$ , мм | $\sigma$ | V, % |
|----------------------|----------------|-----------------------|----------|------|
| $h_1\_F$             | 8,06           | 0,43                  | 1,17     | 15%  |
| $h_1\_S$             | 8,03           | 0,41                  | 1,12     | 14%  |
| $h_2\_F$             | 9,34           | 0,49                  | 1,32     | 14%  |
| $h_2\_S$             | 9,32           | 0,48                  | 1,31     | 14%  |
| $d_1\_F$             | 22,13          | 0,83                  | 2,27     | 10%  |
| $d_1\_S$             | 22,06          | 0,83                  | 2,27     | 10%  |
| $d_2\_F$             | 17,05          | 0,83                  | 2,26     | 13%  |
| $d_2\_S$             | 16,85          | 0,73                  | 1,98     | 12%  |
| $h_3$                | 2,20           | 0,14                  | 0,39     | 18%  |
| $L_1$                | 43,13          | 2,11                  | 5,74     | 13%  |
| $k_1$                | 7,82           | 0,28                  | 0,75     | 10%  |
| $K_2$                | 8,09           | 0,29                  | 0,79     | 10%  |





Таблица 4. Статистические данные антропометрических параметров проксимального отдела лучевой кости левой конечности

Table 4. Statistic data of anthropometric parameters of proximal part of a left radial bone

| Параметр /<br>Parameter | $\bar{X}$ , мм | $\Delta \bar{X}$ , мм | $\sigma$ | V, % |
|-------------------------|----------------|-----------------------|----------|------|
| $h_{1\_F}$              | 8,14           | 0,28                  | 0,77     | 10%  |
| $h_{1\_S}$              | 8,08           | 0,29                  | 0,78     | 10%  |
| $h_{2\_F}$              | 9,45           | 0,47                  | 1,28     | 14%  |
| $h_{2\_S}$              | 9,45           | 0,49                  | 1,32     | 14%  |
| $d_{1\_F}$              | 21,95          | 0,70                  | 1,92     | 9%   |
| $d_{1\_S}$              | 21,81          | 0,73                  | 1,98     | 9%   |
| $d_{2\_F}$              | 16,22          | 0,75                  | 2,05     | 13%  |
| $d_{2\_S}$              | 16,06          | 0,64                  | 1,75     | 11%  |
| $h_3$                   | 2,17           | 0,12                  | 0,32     | 15%  |
| $L_1$                   | 40,30          | 1,80                  | 4,91     | 12%  |
| $k_1$                   | 8,02           | 0,26                  | 0,70     | 9%   |
| $K_2$                   | 8,17           | 0,30                  | 0,81     | 10%  |

Таблица 5. Статистические данные антропометрических параметров проксимального отдела лучевой кости правой конечности

Table 5. Statistic data of anthropometric parameters of proximal part of a right radial bone

| Параметр /<br>Parameter | $\bar{X}$ , мм | $\Delta \bar{X}$ , мм | $\sigma$ | V, % |
|-------------------------|----------------|-----------------------|----------|------|
| $h_{1\_F}$              | 8,03           | 0,49                  | 1,34     | 17%  |
| $h_{1\_S}$              | 8,00           | 0,46                  | 1,26     | 16%  |
| $h_{2\_F}$              | 9,29           | 0,49                  | 1,35     | 15%  |
| $h_{2\_S}$              | 9,25           | 0,47                  | 1,29     | 14%  |
| $d_{1\_F}$              | 22,24          | 0,89                  | 2,44     | 11%  |
| $d_{1\_S}$              | 22,20          | 0,88                  | 2,40     | 11%  |
| $d_{2\_F}$              | 17,51          | 0,82                  | 2,23     | 13%  |
| $d_{2\_S}$              | 17,29          | 0,72                  | 1,97     | 11%  |
| $h_3$                   | 2,21           | 0,15                  | 0,42     | 19%  |
| $L_1$                   | 44,69          | 2,04                  | 5,57     | 12%  |
| $k_1$                   | 7,71           | 0,28                  | 0,76     | 10%  |
| $K_2$                   | 8,05           | 0,28                  | 0,77     | 10%  |

В табл.6 представлены статистические показатели отношений выбранных параметров, а в табл. 7 коэффициент корреляции максимального диаметра головки  $d_1$  и диаметра суставной поверхности  $d_2$  с шириной костномозгового канала  $k_1$  и  $k_2$ , а также высотой головки  $h_1$  и  $h_2$ .

The Table 6 reflects statistic values of relations between the chosen parameters, and the Table 7 contains the index of correlation between the maximum diameter of the head  $d_1$  and diameter of articular surface  $d_2$  with the width of bone marrow canal  $k_1$  and  $k_2$ , as well as of the height of the head  $h_1$  and  $h_2$ .

Таблица 6. Статистические характеристики соотношений средних величин антропометрических параметров

Table 6. Statistical characteristics of interrelation between the mean values of anthropometric parameters

| Соотношения /<br><i>interrelation</i> | Вся группа /<br><i>whole group</i> | Левая / <i>left</i> | Правая / <i>right</i> |
|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| $d1\_F/k2$                            | 2,73                               | 2,69                | 2,76                  |
| $d1\_S/k1$                            | 2,82                               | 2,72                | 2,88                  |
| $d2\_F/k2$                            | 2,11                               | 1,98                | 2,17                  |
| $d2\_S/k1$                            | 2,16                               | 2,00                | 2,24                  |
| $d1\_F/h1\_F$                         | 2,74                               | 2,70                | 2,77                  |
| $d1\_S/h1\_S$                         | 2,75                               | 2,70                | 2,77                  |
| $d1\_F/h2\_F$                         | 2,37                               | 2,32                | 2,39                  |
| $d1\_S/h2\_S$                         | 2,37                               | 2,31                | 2,40                  |
| $d2\_F/h1\_F$                         | 2,11                               | 1,99                | 2,18                  |
| $d2\_S/h1\_S$                         | 2,10                               | 1,99                | 2,16                  |
| $d2\_F/h2\_F$                         | 1,82                               | 1,72                | 1,89                  |
| $d2\_S/h2\_S$                         | 1,81                               | 1,70                | 1,87                  |

Таблица 7. Коэффициент корреляции соотношений антропометрических параметров

Table 7. Index of correlation between anthropometric parameters

| Соотношения /<br><i>Interrelation</i> | Вся группа /<br><i>whole group</i> | Левая / <i>left</i> | Правая / <i>right</i> |
|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| $d1\_F/k2$                            | 0,33                               | 0,34                | 0,34                  |
| $d1\_S/k1$                            | 0,34                               | 0,54                | 0,29                  |
| $d2\_F/k2$                            | -0,05                              | -0,50               | 0,22                  |
| $d2\_S/k1$                            | -0,12                              | -0,37               | 0,08                  |
| $d1\_F/h1\_F$                         | 0,79                               | 0,75                | 0,81                  |
| $d1\_S/h1\_S$                         | 0,79                               | 0,81                | 0,80                  |
| $d1\_F/h2\_F$                         | 0,69                               | 0,62                | 0,74                  |
| $d1\_S/h2\_S$                         | 0,69                               | 0,67                | 0,73                  |
| $d2\_F/h1\_F$                         | 0,57                               | 0,36                | 0,69                  |
| $d2\_S/h1\_S$                         | 0,47                               | 0,23                | 0,59                  |
| $d2\_F/h2\_F$                         | 0,31                               | -0,16               | 0,57                  |
| $d2\_S/h2\_S$                         | 0,22                               | -0,22               | 0,49                  |

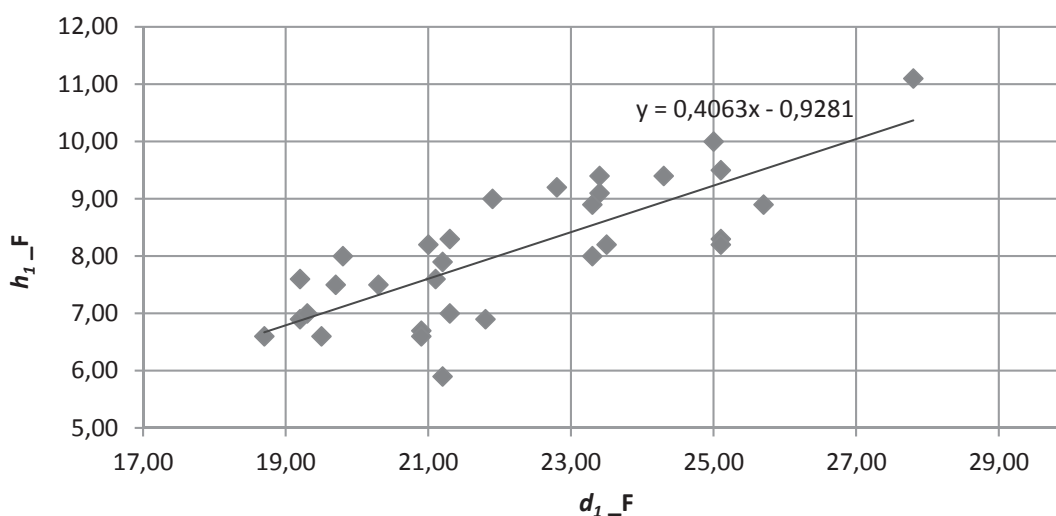
Данные статистической обработки, представленные в табл. 7 показывают, что наблюдается положительная средняя и сильная корреляционная связь между  $d1/h1$ ,  $d1/h2$ ,  $d2/h1$ .

Details of statistic processing are represented in the Table 7 and demonstrate the positive average and strong correlation between  $d1/h1$ ,  $d1/h2$ ,  $d2/h1$ .



В качестве иллюстрации приведен график положительной сильной корреляции между антрометрическими параметрами  $d_1/h_1$  во фронтальной плоскости (рис. 7). При сравнении значений параметров правой и левой верхней конечностей отличия оказались незначительными - не более 5-6% (табл.4, 5).

For illustration there is a diagram of positive strong correlation between anthropometric parameters  $d_1/h_1$  in frontal plane (Pic. 7). Comparison of values of left and right limb has shown negligible difference, not exceeding 5-6% (Table 4, 5).



**Рис. 7. График положительной сильной корреляции между антрометрическими параметрами  $d_1/h_1$  во фронтальной плоскости.**

**Pic. 7. Diagram of positive strong correlation between anthropometric parameters  $d_1/h_1$  in frontal plane**

Установленный авторами разброс значений диаметра и высоты головки лучевой кости позволяет остановиться на трех вариантах диаметра головки – 20 мм, 22 мм и 24 мм. Высота головки эндопротеза может варьировать от 7 до 11 мм (рис. 7).

Полученные значения диаметра костномозгового канала позволяют остановиться на двух диаметрах ножки эндопротеза 7 мм и 9 мм. Длина эндопротеза ГЛК в сборе должна составлять от 40 до 46 мм согласно анализу данных  $L_1$ . Радиус кривизны суставной поверхности головки выбран 24 мм, что является необходимым и достаточным для эндопротеза с «плава-

The difference in values of diameter and height of the radial bone head, discovered by the authors, allow us to stop with three variants of head sizes - 20mm, 22mm and 24mm. Height of the head of prosthesis could vary from 7mm to 11mm (Pic. 7).

The obtained values of bone marrow canal diameter allow us to stop with two diameters of stem of the prosthesis - 7mm and 9mm. The length of radial head prosthesis should be in margins of 40 to 46mm according to analysis of  $L_1$ . Curvature radius of articular surface was accepted as 24mm; this is an important and enough for prosthesis with "floating" head.

ющей» головкой. Форма ножки эндопротеза может быть прямой и криволинейной, но в обоих случаях конусной из-за уменьшения диаметра костномозгового канала от головке к диафизу.

Сравнение полученных нами результатов МРТ антропометрии проксимального отдела лучевой кости, и размеров, существующих и доступных для имплантации эндопротезов ГЛК, показало их некоторое несоответствие (табл. 8).

The shape of stem of the prosthesis could be straight and curved, but in all cases it must be conical due to decrease of bone marrow canal from bone's head towards diaphysis.

Comparison of the obtained results of MRI anthropometry of a radial bone proximal part and the sizes, existing and available for implantation of radial head prostheses, demonstrated some discrepancies (Table 8).

Таблица 8. Сравнение данных измерения параметров проксимального отдела лучевой кости разных авторов

Table 8. Comparison of measured values of radial bone proximal part by different authors

| Авторы / <i>authors</i>                          | Средний диаметр ГЛК (мм) / <i>Radial head mean diameter (mm)</i> | Высота головки (мм) / <i>Height of a head (mm)</i> | Угол между шейкой и диафизом / <i>Angle between neck and diaphysis</i> |
|--|--|--|--|
| Изучение авторов / <i>Studies of the authors</i> | 22,13  | 9,34   | Нет данных / <i>no data</i>  |
| Лоскутов А.Е. / <i>Loskutov A.E.</i>             | 25,0   | 13,3   | 161°-170°  |
| Beredjikian                                      | 22-23  | 12   | Нет данных / <i>No data</i>  |
| Popovic  | 21,8 -22,8   | 9,93   | Нет данных / <i>No data</i>  |
| Itamura  | 20,9-22,3  | 9,8  | Нет данных / <i>No data</i>  |
| Swieszkowski                                     | 22,26-23,36  | Нет данных / <i>No data</i>                        | Нет данных / <i>No data</i>  |
| Captier  | 21-21,6  | 15,3   | 167°-169°  |
| Puchwein   | 22,4-23,15   | 14,75-15,42  | 158,8°   |

По-видимому, это связано с различными существующими концепциями в отношении дизайна имплантатов ГЛК. Например, Acumed Anatomical Radial Head System (Acumed, Oregon, U.S.) [11, 23] предлагает модульный металлический имплантат со свободной комбинацией разных типоразмеров головки и бесцементной ножки. Существующие диаметры 20, 22, 24, 26, и 28 мм. Отметим, то, что диаметры 26 и 28 мм значительно больше, чем средний размер максимального диаметра ГЛК, полученные как в нашем, так и в других в различных исследованиях (табл. 8).

Apparently, this is due to various existing concepts relating to the design of radial bone head implants. For example, the Acumed Anatomical Radial Head System (Acumed, Oregon, US) [11, 23] offers a modular metal implant with a free combination of different sizes of the head and a non-cement nail. Existing diameters are 20, 22, 24, 26, and 28 mm. It is worth to mention that diameters 26 and 28 mm are considerably larger than the average size of the maximum diameter of a radial bone head, obtained by our study and by many other studies (Table 8).



Ascension Orthopedics (Austin, Texas, U.S.) предлагают модульный металлический эндопротез ГЛК и пирокарбонатный имплантат ГЛК с тремя диаметрами ГЛК 20, 22 и 24 мм и 4 типоразмерами бесцементных ножек, которые имеют короткий и удлиненный «воротник» [15-17, 23]. The Liverpool Radial Head Replacement (Biomet, Inc, Warsaw, Indiana, U.S.) представляет собой металлический моноблочный эндопротезы ГЛК с углом между шейкой и диафизарной частью 10°. Этот эндопротез ГЛК имеет только два диаметра головок 16 мм и 18 мм, и в тоже время представлено 13 различных типоразмеров ножек [], что не соответствует многим исследованиям [23]. В нашем исследовании отмечается, что диаметр ножки эндопротеза находится в пределах 6,7-9,8 мм.

Эндопротез ГЛК Corin Group PLC (Cirencester, United Kingdom) выполнен из кобальт-хром-молибденового сплава, ножка которого покрыта двойным пористым покрытием из гидроксиапатита и титана. Предлагаются три размера головки 18, 21 и 25 мм и 3 типоразмера ножки [23].

Модульный металлический эндопротез ГЛК rHead implant (Small Bone Innovations, Inc, Morrisville, Pennsylvania), предлагается с фиксацией головки на ножке сбоку, что позволяет, по мнению авторов, упростить и уменьшить операционную травму. «Recon» версия эндопротеза ГЛК представляет собой биполярный эндопротез, позволяющий изменять угол наклона головки по отношению к ножке до 20°. Эндопротезы сделаны из кобальт-хрома, ножки покрыты пористым покрытием. Угол искривления ножки составляет 12°. Предлагаются три типоразмера головок 18, 21 и 24 мм и 4 типоразмера ножек с двумя разными по высоте «воротниками» [23]. Solar Radial Head (Stryker,

Ascension Orthopedics (Austin, Texas, U.S.) offers module metal endoprosthesis of radial head and pirocarbonate implant of a radial head with three sizes of radial head itself - 20, 22 and 24mm with 4 sizes of cementless nails with short and extended "collar" [15-17, 23]. The Liverpool Radial Head Replacement (Biomet, Inc., Warsaw, Indiana, US) is a metallic monoblock radial head endoprosthesis with an angle between the neck and diaphyseal part of 10. This system for radial head replacements provides only two head diameters - 16 mm and 18mm, although it offers 13 different sizes of nails [], that does not correspond to many researches [23]. It is emphasized in our study that the prosthesis nail diameter should be in limits between 6.7 and 9.8mm.

Radial heal prosthesis by Corin Group PLC (Cirencester, United Kingdom) is made of cobalt-chromium-molybdenum alloy, nail is covered by double porous layer of HA and titanium. The system offers three sizes of a head, 18, 21 and 25 mm respectively, and 3 sizes of nail [23].

Module metal radial head prosthesis by rHead implant (Small Bone Innovations, Inc, Morrisville, Pennsylvania) provides fixation of a head on nail's side, ensuring, on authors opinion, to simplify and decrease surgical wound. "Recon's" version of radial head prosthesis is a bipolar prosthesis allows changing the angle of deflection of the head regards the neck up to 20. Prostheses made of cobalt-chromium are covered by porous material. Curvature angle of a nail is 12. There three sizes of heads are offered - 18, 21 and 24mm, and 4 sizes of nails with two types of collars different in height [23]. Solar Radial Head (Stryker, Kalamazoo, Michigan)

Kalamazoo, Michigan) имеет цементную ножку. Имеет 2 размера головки и 5 типоразмеров ножек [23]. Tornier (Saint-Ismier Cedex, France) предлагает несколько различных эндопротезов.

Наиболее часто применяемый биполярный эндопротез ГЛК CRF II был предложен Жюде еще более 20 лет назад. Особенностью его является возможность объема движений головки до 35° и наличие угла искривления ножки 15°. Эндопротез выполнен из кобальт-хрома. Предлагается два типоразмера головки 19 и 22 мм. И две цементные конические ножки 6,5 мм и 8 мм диаметром [18,19, 23]. Модульный эндопротез ГЛК MoPyC (U.S.), головка которого выполнена из пирокарбона, предлагается с тремя типоразмерами головки 18, 20 и 22 мм, четырьмя типоразмерами бесцементной пресс-фит ножки и углом искривления ножки 15°. Модульная конструкция предусматривает также 4 разных шейки. Wright Medical Technology, Inc (Arlington, Tennessee, U.S.), предлагает два разных имплантата ГЛК [15, 23]. Swanson Titanium Radial Head Implant является моноблочным модульным эндопротезом с 5 типоразмерами головки от 19 мм до 23 мм. Диаметр ножки зависит от диаметра головки. Silicon Head также предлагается для использования, несмотря на отказ многих хирургов его использовать из-за ранних частых осложнений. Модульная система Evolve (U.S.) имеет 6 диаметров головки эндопротеза - 18, 20, 22, 24, 26 и 28 мм, разных по высоте - 11, 13 и 15 мм, а также 6 типоразмеров ножек, с обычной шейкой и двумя удлинёнными шейками 2 мм и 4 мм [23].

has cemented nail. This system includes 2 sizes of head and 5 sizes of nails [23]. Tornier (Saint-Ismier Cedex, France) provides several different prostheses.

The most frequently used is the bipolar radial head prosthesis CRF II was been offered by Jude over 20 years ago. It is specific by the possibility of head's range of motion up to 35 degrees and 15 degrees of curvature angle of a nail. The prosthesis is made of cobalt-chromium. There are two sizes of a head - 19 and 22mm, and two cemented conical nails 6.5mm and 8mm of diameter [18, 19, 23]. Module radial head prosthesis by MoPyC (U.S.) with the head made of piro-carbone, provides three sizes of head, 18, 20 and 22mm, four sizes of cementless press-fit nails and curvature angle 15. The module construction stipulates also 4 different necks. Wright Medical Technology, Inc (Arlington, Tennessee, U.S.) proposes two different radial head implants [15, 23]. Swanson Titanium Radial Head Implant is a monoblock module endoprosthesis with 5 sizes of head, from 19 to 23mm. Nail diameter depends on diameter of the head. Silicon Head is also proposed for application, despite of refusal by many surgeons from use thereof due to different complications. Modular system Evolve (U.S.) includes 6 diameters of head - 18, 20, 22, 24, 26 and 28 mm respectively, different in height - 11, 13 and 15mm; as well as 6 sizes of nails, with standard neck and two extended necks - 2mm and 4mm [23].



Itamura et al [13] один из первых отметил несоответствие анатомических характеристик проксимального отдела лучевой кости и существующих эндопротезов ГЛК. Изучив при помощи компьютерной томографии 22 локтевых сустава в разных положениях, он получил следующие результаты: средний максимальный диаметр ГЛК - 22,36 мм, средний минимальный диаметр ГЛК - 20,96 мм. Среднее значение высоты ГЛК – 11,86 мм.

Beredjikian [10] с соавторами использовал МРТ для исследования морфологических особенностей проксимального отдела лучевой кости. Установлено, что минимальный размер ГЛК составил 22 мм и максимальный 23 мм на уровне суставной поверхности лучелоктевого сустава, а средняя высота головки составила 12 мм. В исследовании Puchwein [23] установлено, что минимальный диаметр ГЛК составил 23,15 мм во фронтальной плоскости и 22,44 мм в сагиттальной. Средняя высота головки составила 11,81 мм.

Swieszkowski с соавторами [9], используя координатную измерительную машину Poli SKY II (Quality Control Technology Ltd, Nottingham, United Kingdom) и комплекс программного обеспечения ProENGINEER (PTC, Needham, Massachusetts) исследовали 16 ГЛК и получили средний диаметр ГЛК - 23,36±1,14 мм. В другом биометрическом исследовании Captier с соавторами [14] измерил 96 ГЛК и получил средний диаметр ГЛК во фронтальной плоскости 21,66 мм, а в сагиттальной плоскости 21,62 мм. Средняя высота ГЛК составила 15,3 мм. Captier также измерил взаимоотношение между осью шейки лучевой кости и диафизом лучевой кости. Угол между осью шейки и диафизом составил в среднем 166,75°. Авторы [14] попытались определить форму

Itamura et al [13] were among the first to emphasize the discrepancy between anatomical characteristics of radial bone's proximal part and the existing radial bone prostheses. Having studied by computer tomography the 22 elbow joints in different positions, he obtained the following results: the mean maximum diameter of radial bone head is 22.36 mm, Mean value of height of a radial head equals to 11,86mm.

Beredjikian [10] et al used MRI for study of morphological characteristics of radial bone's proximal part. It has been established, that the minimal size of radial bone head made 22mm, and the maximum one - 23mm on the level of articular surface of radial-elbow joint, and the mean height of a head made 12mm. The research of Puchwein [23] discovered that the minimal size of radial head is 23.15mm in frontal and 22.44 in sagittal plane. Mean height of a head was 11.81 mm.

Swieszkowski et al [9], using a coordinate measuring machine Poli SKY II (Quality Control Technology Ltd, Nottingham, United Kingdom) and a software complex ProENGINEER (PTC, Needham, Massachusetts) studied 16 radial heads and obtained the mean value of diameter as 23.36±1.14mm. In another biometric study, Captier et al [14] measured 96 radial heads and received a mean diameter of radial bone in frontal plane as 21.66mm and 21.62mm in sagittal plane. Mean height of a radial head made 15.3 mm. Captier has also changed interrelation between the axis of radial neck and diaphysis of radial bone. An axis between neck and diaphysis was in average 166.75. The authors [14] tried to define the form of radial bone head between maximum and minimum diam-

ГЛК по разнице между максимальным и минимальным диаметром ГЛК на разных уровнях. Установлено, что ГЛК кости не имеет постоянной формы на разных уровнях. На 57 % измеренных уровнях ГЛК имеет эллипсоидную форму и на 43 % - циркулярную. Авторы [14] связывают разницу формы для адаптации суставных поверхностей ГЛК и головочки плечевой кости при про супинационных движениях и сгибаниях в локтевом суставе.

Kang [24] с соавторами провел анализ рентгенограмм 144 локтевых суставов во фронтальной проекции в положении полной супинации и в положении полной пронации предплечья. Средний возраст пациентов составил 54,3 года (от 21 до 79 лет). Среднее значение расстояния от суставной поверхности ГЛК до бугристости лучевой кости составило 19,6 мм, средняя высота ГЛК - 10,6 мм, средний диаметр ГЛК - 22 мм, ширина радиоульнарного сустава - 8,9 мм.

Popovic с соавторами [22], используя компьютерную томографию изучил 51 проксимальный отдел лучевой кости и сравнил полученные антропометрические данные с размерами существующих широко используемых в клинической практике эндопротезами ГЛК. Авторы получили, что средний максимальный диаметр ГЛК составил 22,8 мм, а минимальный 21,8 мм. Не установлено никакой корреляции между диаметром ГЛК и ее высотой, а также между диаметром костномозгового канала, что, соответственно, требует применения модульных конструкций для максимального полного повторения анатомических особенностей пациента в каждом конкретном случае. Авторы [22] отметили, что 22 мм - это наиболее частый устанавливаемый диаметр головки

etters of radial head on different levels. It has been defined that head of a radial bone doesn't have regular form on different levels.

On 57% of changed levels radial head have ellipse-like shape, and on 43% - circular one. The authors [14] connect the difference in form with adaptation of articular surfaces of a radial head and small humeral head at pro supination movements and flexions in elbow joint.

Kang [24] et al analyzed X-ray images of 144 elbow joints in frontal plane in position of full supination and in position of full pronation of forearm. Mean age of patients was 54.3 y.o. (from 21 to 79 y.o.). Mean values of the distance from articular surface of radial head to the radial tuberosity was 10.6mm, mean diameter of radial head - 22mm, width of radial joint - 8.9mm.

Popovic et al [22], using computer tomography studied 51 proximal part of radial bone and compared the received anthropometric data with the sizes of prostheses, existing and widely used in clinical practice. The authors obtained the mean maximum diameter of radial head that made 22.8mm, and minimal one - 21.8mm. No correlation has been established between diameter of radial head and height thereof, as well as with the diameter of bone marrow channel. It, correspondingly, requires application of module constructions for maximum replacement of a patient's anatomical features for each case. The authors [22] noted that heads of prosthesis applied most frequently were of 22mm. Minimum intramedullary diameter was  $8.3 \pm 1.3$ mm, and the maximum one -  $9.3 \pm 1.5$ mm.

King GJ et al. studied 28 fresh-frozen cadaver preparations of proximal forearm





эндопротеза. Минимальный интрамедуллярный диаметр составил  $8,3 \pm 1,3$  мм и максимальный  $9,3 \pm 1,5$  мм.

King GJ с соавторами изучив 28 свежезамороженных трупных препаратов проксимального отдела предплечья [21], установили<sup>23</sup>, что разница между максимальным и минимальным диаметром ГЛК составляет в среднем  $1,7 \pm 0,7$  мм (от 0,12 до 3,27 мм). Это говорит в пользу эллипсоидной формы головки лучевой кости. Оффсет от оси шейки лучевой кости варьирует и составляет в среднем  $4,2 \pm 2,5$  мм, что потенциально говорит о том, что достигнуть идеального повторения анатомии стандартными моноблочными эндопротезами невозможно. Этот факт, наряду с отсутствием корреляционной связи между диаметром ГЛК и диаметром костномозгового канала, свидетельствует в пользу модульности разрабатываемого биполярного эндопротеза ГЛК. Средний диаметр ГЛК на уровне суставной поверхности составил  $19,21 \pm 1,58$  мм (от 15,82-21,83 мм) во фронтальной плоскости и  $18,62 \pm 1,78$  мм (от 15,48-22,21 мм) в сагиттальной плоскости. Средний диаметр ГЛК в наиболее широкой части составил  $23,15 \pm 1,94$  мм (от 19,45-26,49 мм) во фронтальной плоскости и  $22,44 \pm 1,73$  мм (от 19,64±25,44 мм) в сагиттальной плоскости.

Таким образом, следует отметить, что несмотря на достаточное количество работ по антропометрии проксимального отдела лучевой кости, данные отличаются и их трудно сравнивать из-за разных методов исследований и разных начал отсчета измеряемых параметров. Полученные нами данные антропометрических параметров проксимального отдела лучевой кости по данным МРТ станут основой для разработки новой конструкции эндопротеза головки лучевой кости.

[21] and discovered<sup>23</sup> that the difference between the maximum and the minimum diameters of radial head is in average  $1.7 \pm 0.7$  mm (from 0.12 to 3.27 mm). It is an argument in favor of an ellipse-like shape of a radial head. An offset from axis of radial bone varies and equals in average  $4.2 \pm 2.5$  mm. It potentially approves that it is impossible to achieve ideal duplication of anatomy by standard monoblock prostheses. This fact, jointly with the absence of correlation between diameters of radial head and bone marrow says for the module structure of the bipolar prostheses of radial head currently being designed. Average diameter of radial head on the level of articular surface was  $19.21 \pm 1.58$  mm (from 15.82 to 21.83 mm) in frontal plane and  $18.62 \pm 1.78$  mm (from 15.48 to 22.21 mm) in sagittal plane. Mean diameter of radial bone head in the widest part made  $23.15 \pm 1.94$  mm (from 19.45 to 26.49 mm) in frontal plane and  $22.44 \pm 1.73$  mm (from 19.64±25.44 mm) in sagittal plane.

Thus, it is worth to mention that, irrespective of reasonable amount of studies devoted to anthropometry of radial head's proximal part, the data vary and are difficult to compare due to different methods of study and different starting point of parameters being studied. The received data of anthropometric parameters of a radial bone's proximal part according to MRI information will become the basis for development of a new construction of a radial head prosthesis.

## Выводы

1. Сравнение полученных нами результатов МРТ антропометрии проксимального отдела лучевой кости, и размеров, существующих и доступных для имплантации эндопротезов ГЛК, показало их некоторое несоответствие, что на повидимому связано с разными способами измерений.

2. Анализ полученных параметров диаметра и высоты головки лучевой кости, позволяет остановиться на трех вариантах диаметра головки – 20 мм, 22 мм и 24 мм. Высота головки эндопротеза может варьировать от 7 мм до 11 мм.

3. Полученные значения диаметра костномозгового канала позволяют выбрать два диаметра ножки эндопротеза - 7 мм и 9 мм. Длина эндопротеза ГЛК в сборе должна составлять от 40 мм до 46 мм.

4. Радиус кривизны суставной поверхности головки выбран 24 мм, что является необходимым и достаточным для эндопротеза с «плавающей» головкой. Форма ножки эндопротеза может быть прямой и криволинейной, но в обоих случаях конусной из-за уменьшения диаметра костномозгового канала от головке к диафизу.

5. По данным, полученным авторами, и литературным источникам наиболее частый диаметр головки эндопротеза составляет 22 мм.

6. Анализ литературных данных свидетельствует, что разнообразные конструкции эндопротезов ГЛК, предлагаемые для клинического использования имеют типоразмерами ГЛК сходные с данными, полученными в нашем исследовании. Тем не менее, часть существующих имплантатов ГЛК не соответствует доступным данным анатомических исследований проксимального отдела лучевой кости.

## Conclusions

1. Comparison of the obtained results of MRI anthropometry of a radial bone in proximal part and the sizes, both existing and available for implantation, of radial head prostheses, demonstrated some discrepancies which fact is apparently connected with different methods of measuring.

2. Analysis of the obtained parameters, namely diameter and height of a radial head allow us to stop with three variants of head sizes - 20mm, 22mm and 24mm. Height of head of the prosthesis could vary from 7mm to 11 mm.

3. The obtained values of bone marrow canal diameter allow us to stop with two diameters of stem of the prosthesis - 7mm and 9mm. The total length of complex radial head prosthesis should be in margins from 40 to 46mm.

4. Radius of articular surface curvature is accepted as 24mm; this size is proper and enough for endoprosthesis with "floating" head. The shape of stem of the prosthesis could be straight and curved, but in all cases it must be conical due to decrease of bone marrow canal from bone's head towards diaphysis.

5. According to the results by different authors and literature sources, the most frequently used diameter of head of endoprosthesis is equal to 22mm.

6. Analysis of literature sources evidences that different structures of radial head prostheses offered for clinical use have sized equal to the same obtained in our study. Inasmuch some of existing radial head implants do not correspond the available data of anatomic studies of the radial bone's proximal part.



## Литература/ References

1. Hagelberg M<sup>1</sup>, Thune A<sup>1</sup>, Krupic F<sup>2</sup>, Salomonsson B<sup>1</sup>, Sköldenberg O<sup>1</sup>. Functional outcome after Mason II-III radial head and neck fractures: study protocol for a systematic review in accordance with the PRISMA statement. *BMJ Open*. 2017 Jan 27;7(1):e013022. doi: 10.1136/bmjopen-2016-013022.
2. Tejwani NC, Mehta H. Fractures of the radial head and neck: current concepts in management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2007; 15(7):380-387.
3. Tarallo L., Mugnai R., Rocchi M., Capra F., Catani F. Mason type III radial head fractures treated by anatomic radial head arthroplasty: Is this a safe treatment option? *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016 Dec 8. pii: S1877-0568(16)30230-4. doi: 10.1016/j.otsr.2016.10.017.
4. Moghaddam A, Raven TF, Dremel E, Studier-Fischer S, Grutzner PA, Biglari B. Outcome of Radial Head Arthroplasty in Comminuted Radial Head Fractures: Short and Midterm Results. *Trauma Mon*. 2016 Feb 6;21(1):e20201. doi: 10.5812/traumamon.20201. eCollection 2016.
5. Mason ML. Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. *Br J Surg*. 1954; 42(172):123- 132.
6. Al-Burdeni S, Abuodeh Y, Ibrahim T, Ahmed G. Open reduction and internal fixation versus radial head arthroplasty in the treatment of adult closed comminuted radial head fractures (modified Mason type III and IV). *Int Orthop*. 2015 Aug;39(8):1659-64. doi: 10.1007/s00264-015-2755-1. Epub 2015 Apr 1.
7. Pike JM, Athwal GS, Faber KJ, King GJ. Radial head fractures—an update. *J Hand Surg Am*. 2009; 34(3):557-565.
8. Лоскутов А. Е. Антропометрические и рентгенометрические исследования проксимального отдела лучевой кости / А. Е. Лоскутов, В. Л. Красовский, И. И. Жердев, В. Б. Макаров // Ортопедия, травматология и протезирование. - 2005. - № 3. - С. 63-68.
9. Swieszkowski W, Skalski K, Pomianowski S, Kedzior K. The anatomic features of the radial head and their implication for prosthesis design. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2001; 16(10):880-887.
10. Beredjiklian PK, Nalbantoglu U, Potter HG, Hotchkiss RN. Prosthetic radial head components and proximal radial morphology: A mismatch. *J Shoulder Elbow Surg*. 1999; 8(5):471-475.
11. Popovic N, Djekic J, Lemaire R, Gillet P. A comparative study between proximal radial morphology and the floating radial head prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg*. 2005; 14(4):433-440.
12. Moghadam A, Lennert A, Studier-Fischer S, Wentzensen A, Zimmermann G. Prosthesis after comminuted radial head fractures Midterm results. *Unfallchirurg*. 2008;



13. Itamura JM, Roidis NT, Chong AK, Vaishnav S, Papadakis SA, Zalavras C. Computed tomography study of radial head morphology. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008; 17(2):347-354.
14. Captier G, Canovas F, Mercier N, Thomas E, Bonnel F. Biometry of the radial head: biomechanical implications in pronation and supination. *Surg Radiol Anat.* 2002; 24(5):295-301.
15. Cook SD, Beckenbaugh RD, Redondo J, Popich LS, Klawitter JJ, Linscheid RL. Long-term follow-up of pyrolytic carbon metacarpophalangeal implants. *J Bone Joint Surg Am.* 1999; 81(5):635-648.
16. Sarris IK, Kyrkos MJ, Galanis NN, Papavasiliou KA, Sayegh FE, Kapetanios GA. Radial head replacement with the MoPyC pyrocarbon prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012; 21(9):1222-1228.
17. Lamas C, Castellanos J, Proubasta I, Dominguez E. Comminuted radial head fractures treated with pyrocarbon prosthetic replacement. *Hand (N Y).* 2011; 6(1):27-33.
18. Burkhart KJ, Mattyasovszky SG, Runkel M, et al. Mid- to long-term results after bipolar radial head arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010; 19(7):965-972.
19. Celli A, Modena F, Celli L. The acute bipolar radial head replacement for isolated unreconstructable fractures of the radial head. *Musculoskelet Surg.* 2010; 94(suppl 1):S3- S9.
20. Moon JG, Berglund LJ, Zachary D, An KN, O'Driscoll SW. Radiocapitellar joint stability with bipolar versus monopolar radial head prostheses. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009; 18(5):779-784.
21. King GJ<sup>1</sup>, Zarzour ZD, Patterson SD, Johnson JA. An anthropometric study of the radial head: implications in the design of a prosthesis. *J Arthroplasty.* 2001 Jan;16(1):112-6. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005 Jul-Aug;14(4):433-40.
22. Popovic N<sup>1</sup>, Djekic J, Lemaire R, Gillet P. A comparative study between proximal radial morphology and the floating radial head prosthesis. *Orthopedics.* 2013 Jan;36(1):e51-7. doi: 10.3928/01477447-20121217-18.
23. Puchwein P<sup>1</sup>, Heidari N, Dorr K, Struger L, Pichler W. Computer-aided analysis of radial head morphometry. *Int Orthop.* 2015 Aug;39(8):1553-61.
24. Kang SH<sup>1</sup>, Kim DY, Park H, Song HS. Anthropometric study of the proximal radius: does radial head implant fit in all cases? *Surg Radiol Anat.* 2007 Apr;29(3):225-30. Epub 2007 Mar 7.

ВИВЧЕННЯ АНТРОПОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ  
ПРОКСИМАЛЬНОГО ВІДДІЛУ ПРОМЕНЕВОЇ КІСТКИ  
ЗА ДОПОМОГОЮ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНОЇ ТОМОГРАФІЇ

Бойко І. В., Щербаков Д. Є., Моргун О. В., Макаров В. Б.

**Резюме.** Авторами наведені результати антропометричних досліджень різних параметрів проксимального відділу променевої кістки, що виконані 31 пацієнту на магнітно-резонансному томографі Toshiba Vantage (1,5 Тесла) з метою обґрунтування



розмірів нової конструкції ендопротеза голівки променевої кістки. Середній вік пацієнтів склав 55 років (29-82 років). На підставі проведеного дослідження авторами пропонується модульна конструкція ендопротеза голівки променевої кістки з «плаваючою голівкою», представленої трьома діаметрами - 20 мм, 22 мм і 24 мм, а також розмірами за висотою 7-11 мм. Радіус кривизни суглобової западини голівки обраний один для всіх типорозмірів головки - 24 мм. Конічну ніжку ендопротеза, вісь якої може бути як пряма, так і криволінійна, пропонується виконувати двох типорозмірів - 7 мм і 9 мм. Довжина ендопротеза в зборі повинна знаходитися в межах 40-46 мм.

**Ключові слова:** головка променевої кістки, ендопротез голівки променевої кістки, «плаваюча» голівка, антропометричні параметри.

#### STUDY OF ANTHROPOMETRIC PARAMETERS OF THE PROXIMAL PART OF THE RADIUS USING MAGNETIC RESONANCE IMAGING

Boiko I.V., Shcherbakov D.E., Morgun O.V., Makarov V.B.

**Summary.** The authors present the results of anthropometric studies various parameters of proximal radial bone, performed in 31 patients in the magnetic resonance tomography Toshiba Vantage (1,5 Tesla) to justify the size of the new design of the radial head prosthesis. The average age of patients was 55 years (29-82 years). On the basis of the study the authors proposed a modular design of the radial head prosthesis with a "floating head", provided with three diameters - 20 mm, 22 mm and 24 mm, as well as sizes of height from 7 to 11 mm. The radius of curvature of the joint cavity of the head, one for all sizes of heads selected - 24 mm. Tapered leg prosthesis, the axis of which may be either straight or curved, it is proposed to carry out in two sizes - 7 mm and 9 mm. The length of the endoprosthesis assembly should be in the range 40-46 mm.

**Key words:** radial head, floating radial head implant, anthropometric parameters of radius.