

## ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА И ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ УДЛИНЕНИЯ БЕДРЕННОЙ КОСТИ ПРИ ВАЛЬГИЗИРУЮЩЕЙ ВЕРТЕЛЬНОЙ ОСТЕОТОМИИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

<sup>1</sup>Горбачев А. Е., <sup>2</sup>Барсуков В. Г., <sup>3</sup>Аносов В. С., <sup>3</sup>Кошман Г. А.

<sup>1</sup>Гродненская клиническая больница скорой медицинской помощи, Гродно, Беларусь

<sup>2</sup>Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь

<sup>3</sup>Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

*Введение.* Вопросы изменения размерных параметров оперируемой конечности при такой хирургической операции не изучены в должной мере.

*Цель.* Разработать методику расчетной оценки и способ хирургической коррекции изменения размеров бедренной кости при вальгизирующей вертельной остеотомии проксимального отдела бедра.

*Результаты.* Приведены результаты выполненных расчетов по определению вертикального, горизонтального и полного перемещений центра головки и точек опорной поверхности бедренной кости для широкого диапазона углов поворота проксимального отдела бедра и наиболее часто встречающихся на практике значений характерных размеров (диаметра бедренной кости, расстояния от центра вертела до центра головки). Отмечено, что горизонтальное перемещение центра головки и точек опорной поверхности улучшает биомеханические условия в зоне нестабильного перелома. Вертикальное смещение опорной поверхности приводит к удлинению оперированной конечности. Предложены схемы резекции фрагмента бедренной кости, исключая данный недостаток. Рекомендован вариант резекции с последующим разворотом формируемого в процессе операции сегмента на 180° и его фиксации в зоне резекции.

*Выводы.* Отмечается, что выполненное математическое моделирование позволяет проводить планирование параметров операции перед вальгизирующей вертельной остеотомией бедра

**Ключевые слова:** вальгизирующая остеотомия, проксимальный отдел бедренной кости, головка бедра, угол поворота, диаметр кости, опорная поверхность.

*Для цитирования:* Прогнозная оценка и хирургическая коррекция удлинения бедренной кости при вальгизирующей вертельной остеотомии бедренной кости / А. Е. Горбачев, В. Г. Барсуков, В. С. Аносов, Г. А. Кошман // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2019. Т. 17, № 6. С. 656-661. <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2019-17-6-656-661>

### Введение

Известно, что наиболее неблагоприятный с позиций биомеханики – третий тип перелома шейки бедренной кости, согласно классификации Паувелса, при котором линия перелома расположена практически перпендикулярно к горизонтальной плоскости [1]. В этом случае традиционные способы остеосинтеза не обеспечивают стабильную фиксацию отломков ввиду наличия срезающих сил, способствующих нестабильности фиксации перелома. Попытки использовать более массивные монолитные конструкции нарушают принцип «биологической фиксации перелома», что приводит к увеличению риска развития асептического некроза головки бедра и формирования несращения в данном сегменте [2]. Перспективными при лечении таких переломов, как показывает опыт хирургической практики, являются оперативные вмешательства, создающие более благоприятные биомеханические условия в зоне перелома за счет вальгизации проксимального отдела бедра [3-5]. Вместе с тем поворот проксимального отдела не только обеспечивает одновременно поворот плоскости перелома на тот же угол, что создает более благоприятные условия для компрессии отломков, но также изменяет геометрические и биомеханические параметры функционирования тазобедренного сустава. Однако влияние угла поворота

проксимального отдела на изменение размерных параметров кости, прежде всего ее длины, при вальгизирующей остеотомии не изучено, что осложняет анализ возможных последствий данного оперативного вмешательства.

**Цель** – разработать методику расчетной оценки и способ хирургической коррекции изменения размеров бедренной кости при вальгизирующей вертельной остеотомии проксимального отдела бедра.

### Материал и методы

Схема операции предполагает выполнение поперечной остеотомии в вертельной области бедра (межвертельной и подвертельной зоне) и поворот проксимального отдела бедренной кости на требуемый угол с последующей фиксацией перелома шейки бедра и зоны остеотомии ангулярной пластиной. Одним из вариантов выполнения операции является формирование в зоне остеотомии дополнительного углубления (паза) в одной части и соответствующего выступа (шипа) в другой части бедренной кости с целью препятствования взаимному ротационному смещению фрагментов [6] (рис. 1). При этом пластина в части, расположенной на наружной поверхности бедра, изгибается по контуру кости либо до операции по требуемому углу коррекции, либо на операции с помощью специального инструмента.

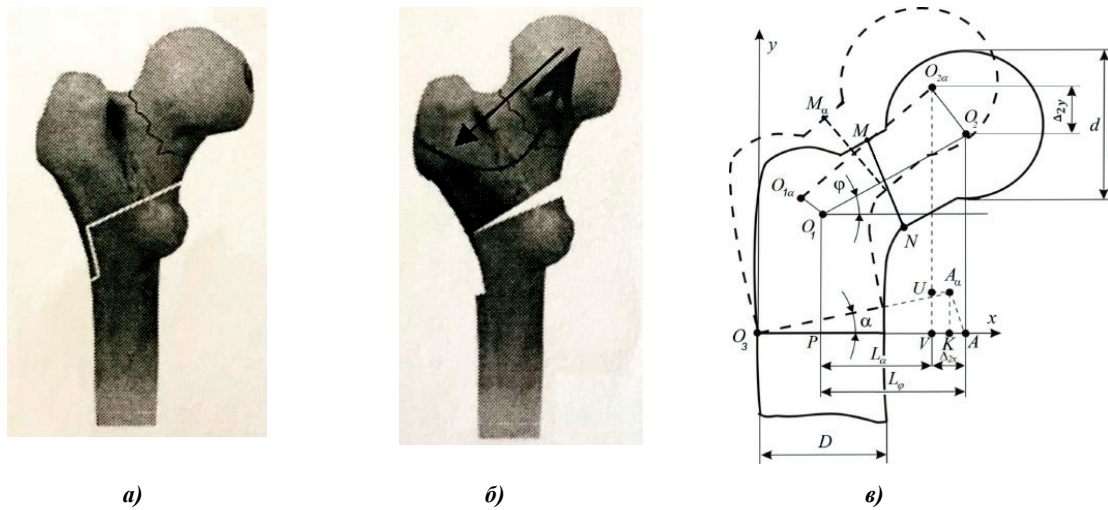


Рисунок 1. – Вариант схемы остеотомии (а), вальгусного отклонения (б) и изменения размеров, положения характерных точек и контуров бедра (в) при вальгизирующей вертельной остеотомии: сплошная линия – до вальгусного отклонения; штриховая – после вальгусного отклонения

Picture 1. – Scheme of osteotomy (a), valgus deviation (б) and change of the length of bone fragments (в) after valgus trochanteric osteotomy: solid line – before correction, dotted line - after correction

Выполним математическое моделирование изменения положения точек проксимального отдела бедра при вальгизирующей вертельной остеотомии. Обозначим толщину паза пропила через  $\delta$ . Пусть проксимальный отдел бедра в результате остеотомии поворачивается на угол  $\alpha$ . Диаметр кости в зоне остеотомии обозначим через  $D$ , диаметр головки бедра – через  $d$ . В результате поворота точка  $A$  переместится в положение  $A_a$ , точка  $O_2$  – в положение  $O_{2a}$ , точка  $O_1$  – в положение  $O_{1a}$ . При этом расстояние между некоторыми характерными точками не изменится. В частности, соответственно, равны между собой  $O_{2A} = O_{2a}A_a$ ;  $O_1O_2 = O_{1a}O_{2a}$ ;  $O_3A = O_3A_a$ . С другой стороны, центр головки бедра (точка  $O_2$ ) переместится в вертикальном и горизонтальном направлениях, т. е. изменятся условия восприятия внешней нагрузки, а, соответственно, условия работы головки как воспринимающего внешнюю нагрузку опорного элемента. Линия  $MN$  характеризует положение плоскости перелома шейки бедра при переломе. В результате остеотомии и вальгусного отклонения она повернется вместе с проксимальным отделом бедра на угол  $\alpha$  и примет положение  $M_aN_a$ . Опустим из точки  $A_a$  перпендикуляр в точку  $K$  на линии  $O_3A$ . Вертикальное перемещение точки  $A$  в результате остеотомии будет изображаться отрезком  $A_aK$  и составит

$$A_aK = O_3A_a \sin \alpha = O_3A \sin \alpha$$

При этом величина  $O_3A$  может быть вычислена, как видно из рисунке 2, из следующего соотношения:

$$O_3A = O_3P + PA$$

Поскольку

$$PA = O_1T = O_1O_2 \cos \varphi,$$

то

$$O_3A = \frac{D}{2} + O_1O_2 \cos \varphi = \frac{D}{2} + L \cos \varphi,$$

где  $L = O_1O_2$  – расстояние от центра вертела до центра головки бедра.

С учетом влияния остеотомии  $\delta$  итоговое вертикальное перемещение  $\Delta A_y$  будет меньше на величину этой остеотомии.

$$\Delta A_y = \left( \frac{D}{2} + L \cos \varphi \right) \sin \alpha - \delta$$

Горизонтальное перемещение  $\Delta A_x$  точки  $A$  изображено в виде отрезка  $KA$  и может быть вычислено по формуле:

$$\Delta A_x = KA = O_3A - O_3K$$

В связи с тем, что

$$O_3K = O_3A \cos \alpha = O_3A \cos \alpha$$

то

$$KA = O_3A - O_3A \cos \alpha = \left( \frac{D}{2} + L \cos \varphi \right) (1 - \cos \alpha) \quad (1)$$

Учитывая, что длина отрезка  $AO_2$  (расстояние между точками  $A$  и  $O_2$ ) в процессе поворота не изменилось, а отрезок  $AO_2$  повернулся против часовой стрелки на угол  $\alpha$ , заняв положение  $A_aO_{2a}$ , новое вертикальное положение точки  $O_{2a}$  будет определяться расстоянием  $O_{2a}V$  от точки  $O_2$  до линии  $O_3A$

$$O_{2a}V = O_{2a}U + UV, \quad (2)$$

При этом

$$UV = A_aK = O_3A \sin \alpha = \left( \frac{D}{2} + L \cos \varphi \right) \sin \alpha \quad (3)$$

$$O_{2\alpha}U = A_{\alpha}O_{2\alpha} \cos \alpha = AO_2 \cos \alpha = (C + L \sin \varphi) \cos \alpha \quad (4)$$

Здесь  $H$  – расстояние от точки  $O_1$  (центра вертела) до линии остеотомии.

$$H = TA - O_1P$$

Подставив (3) и (4) в (2), получаем:

$$O_{2\alpha}V = \left(\frac{D}{2} + L \cos \varphi\right) \sin \alpha + (H + L \sin \varphi) \cos \alpha \quad (5)$$

С учетом линии остеотомии реальная координата  $y_{A\alpha}$  центра головки будет ниже на величину этого пропила и может быть вычислена по формуле:

$$y_{A\alpha} = \left(\frac{D}{2} + L \cos \varphi\right) \sin \alpha + (H + L \sin \varphi) \cos \alpha - \delta \quad (5a)$$

Высота дополнительного подъема опорной поверхности  $\Delta_{y2}$  может быть рассчитана как разность по вертикали нового и исходного положений центра головки. Подставив соответствующие значения, после преобразований

$$\Delta_{y2} = y_2 - O_2A = \left(\frac{D}{2} + L \cos \varphi\right) \sin \alpha - (H + L \sin \varphi)(1 - \cos \alpha) - \delta \quad (6)$$

Горизонтальное смещение центра головки  $\Delta_{2x}$  изображается отрезком  $AV$ , причем

$$\Delta_{2x} = AV = AK + KV$$

Поскольку

$$KV = A_{\alpha}U = O_{2\alpha}A_{\alpha} \sin \alpha = O_2A \sin \alpha = (H + L \sin \varphi) \sin \alpha,$$

то с учетом (1) для  $\Delta_{2x}$  получаем

$$\Delta_{2x} = \left(\frac{D}{2} + L \cos \varphi\right)(1 - \cos \alpha) + (H + L \sin \varphi) \sin \alpha \quad (7)$$

Полное перемещение центра головки (точки  $O_2$ ) может быть вычислено через вертикальное и горизонтальное перемещение при помощи зависимости

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{x2}^2 + \Delta_{y2}^2} \quad (8)$$

Полученные аналитические зависимости (6) – (8) позволяют производить анализ влияния параметров проксимального отдела бедренной кости (диаметр кости, расстояние от центра вертела до центра головки бедра, расстояние от центра вертела до линии вспомогательного пропила) на изменение положения опорной поверхности головки бедра при остеотомии и вальгусного отклонения проксимального отдела.

### Результаты и обсуждение

В таблицах 1-3 представлены рассчитанные с использованием формул (6) – (8) значения величин вертикального, горизонтального и полного перемещений центра головки бедра (а, соответственно, всех точек опорной сферической поверхности) в зависимости от угла  $\alpha$  поворота проксимального отдела бедра, а также диаметра бедренной кости в зоне остеотомии при ширине паза дополнительного пропила 1 мм.

**Таблица 1.** – Влияние диаметра  $D$  бедренной кости и угла поворота проксимального отдела  $\alpha$  на величину вертикального смещения центра головки ( $H=30$  мм;  $L=80$  мм;  $\varphi=38^\circ$ ;  $\delta=1$  мм)

**Table 1.** – Impact of femur diameter  $D$  and proximal fragment rotation angle  $\alpha$  on distance of vertical femoral head displacement ( $H=30$  мм;  $L=80$  мм;  $\varphi=38^\circ$ ;  $\delta=1$  мм)

Диаметр $D$ бедренной кости, мм	Угол поворота $\alpha$ проксимального отдела, град.				
	5	10	15	20	25
20	5,1	10,5	15,2	19,2	22,4
25	5,3	10,9	15,9	20,3	23,6
30	5,5	11,4	16,5	20,9	24,6
35	5,7	11,8	17,2	21,8	25,6
40	5,9	12,2	17,8	22,6	26,7

**Таблица 2.** – Влияние диаметра  $D$  бедренной кости и угла поворота проксимального отдела  $\alpha$  на величину горизонтального смещения центра головки ( $H=30$  мм;  $L=80$  мм;  $\varphi=38^\circ$ ;  $\delta=1$  мм)

**Table 2.** – Impact of femur diameter  $D$  and proximal fragment rotation angle  $\alpha$  on distance of horizontal femoral head displacement ( $H=30$  мм;  $L=80$  мм;  $\varphi=38^\circ$ ;  $\delta=1$  мм)

Диаметр $D$ бедренной кости, мм	Угол поворота $\alpha$ проксимального отдела, град.				
	5	10	15	20	25
20	7,19	14,88	23,00	31,51	40,34
25	7,19	14,91	23,09	31,66	40,57
30	7,20	14,95	23,17	31,81	40,81
35	7,21	14,99	23,26	31,96	41,04
40	7,22	15,02	23,34	32,11	41,27

**Таблица 3.** – Влияние диаметра  $D$  бедренной кости и угла поворота проксимального отдела  $\alpha$  на величину полного смещения центра головки ( $H=30$  мм;  $L=80$  мм;  $\varphi=38^\circ$ ;  $\delta=1$  мм)

**Table 3.** – Impact of femur diameter  $D$  and proximal fragment rotation angle  $\alpha$  on distance of total femoral head displacement ( $H=30$  мм;  $L=80$  мм;  $\varphi=38^\circ$ ;  $\delta=1$  мм)

Диаметр $D$ бедренной кости, мм	Угол поворота $\alpha$ проксимального отдела, град.				
	5	10	15	20	25
20	8,79	18,20	27,57	36,90	46,16
25	8,92	18,48	28,01	37,48	46,88
30	9,06	18,77	28,44	38,06	47,63
35	9,20	19,06	28,90	38,67	48,38
40	9,35	19,36	29,35	39,28	49,14

Из представленных данных видно, что с увеличением угла поворота проксимального отдела бедренной кости увеличиваются значения вертикального, горизонтального и полного смещений, что может заметно сказаться на опорной функции проксимального отдела бедра. Влияние диаметра бедренной кости менее существенно. Данные по влиянию характерных размеров (расстояние от центра вертела до зоны дополнительного пропила, расстояния от центра вертела до центра

**Таблица 4.** – Влияние характерных размеров (L и H) проксимального отдела бедренной кости на величину вертикального смещения центра головки ( $\varphi=38^\circ$ ,  $\delta=1$  мм,  $\alpha=15^\circ$ ,  $D=30$  мм)

**Table 4.** – Impact of typical sizes of proximal fragment of femur (L and H) on vertical femoral head displacement ( $\varphi=38^\circ$ ,  $\delta=1$  мм,  $\alpha=15^\circ$ ,  $D=30$  мм)

Расстояние H от центра вертела до плоскости пропила, мм	Расстояние L от центра вертела до центра головки, мм				
	65	70	75	80	85
20	13,92	14,84	15,75	16,67	18,01
25	13,75	14,66	15,58	16,49	17,41
30	13,58	14,50	15,41	16,33	17,24
35	13,41	14,33	15,24	16,15	17,07
40	13,24	14,16	15,07	15,99	16,90

**Таблица 5.** – Влияние характерных размеров (L и H) проксимального отдела бедренной кости на величину горизонтального смещения центра головки ( $\varphi=38^\circ$ ,  $\delta=1$  мм,  $\alpha=15^\circ$ ,  $D=30$  мм)

**Table 5.** – Impact of typical sizes of proximal fragment of femur (L and H) on horizontal femoral head displacement ( $\varphi=38^\circ$ ,  $\delta=1$  мм,  $\alpha=15^\circ$ ,  $D=30$  мм)

Расстояние H от центра вертела до плоскости пропила, мм	Расстояние L от центра вертела до центра головки, мм				
	65	70	75	80	85
20	19,08	20,02	20,95	21,88	22,81
25	20,38	21,31	22,24	23,17	24,10
30	21,67	22,60	23,53	24,47	25,40
35	22,97	23,90	24,83	25,76	26,69
40	24,26	25,19	26,12	27,05	27,98

**Таблица 6.** – Влияние характерных размеров (L и H) проксимального отдела бедренной кости на величину полного смещения центра головки ( $\varphi=38^\circ$ ,  $\delta=1$  мм,  $\alpha=15^\circ$ ,  $D=30$  мм)

**Table 6.** – Impact of typical sizes of proximal fragment of femur (L and H) on on distance of total femoral head displacement ( $\varphi=38^\circ$ ,  $\delta=1$  мм,  $\alpha=15^\circ$ ,  $D=30$  мм)

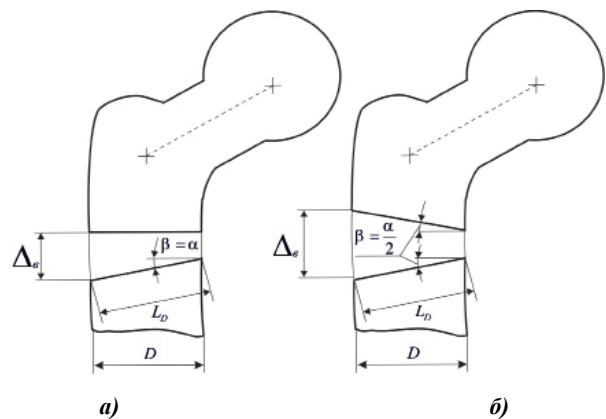
Расстояние H от центра вертела до плоскости пропила, мм	Расстояние L от центра вертела до центра головки, мм				
	65	70	75	80	85
20	23,62	24,92	26,21	27,51	29,06
25	24,8	25,87	27,15	28,44	29,73
30	25,57	26,85	28,13	29,42	30,70
35	26,60	27,87	29,14	30,40	31,68
40	27,64	28,90	30,16	31,42	32,69

головки) на изменение опорных параметров головки бедра представлены в таблицах 4-6.

При анализе последствий вальгизирующей вертельной остеотомии необходимо учитывать, что наблюдаемое горизонтальное смещение центра и точек сферической опорной поверхности головки бедра благоприятно сказывается на

опорной функции тазобедренного сустава при действии вертикальных нагрузок (ходьба, прыжки) за счет уменьшения плеча действия силы, и, соответственно, напряжений изгиба в проксимальном отделе бедренной кости. Влияние вертикального смещения на опорную функцию может иметь негативный эффект за счет относительного удлинения оперированной конечности, что требует коррекции размеров бедренной кости в процессе выполнения операции.

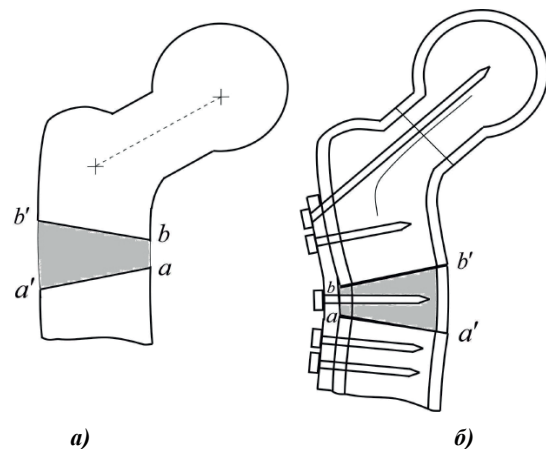
Варианты коррекции длины бедренной кости. Для сохранения первоначальной длины бедренной кости целесообразно выполнение операции с дополнительным удалением сегмента путем комбинации перпендикулярного и наклонного сечений (рис. 2 а) или двух наклонных сечений (рис. 2 б).



**Рисунок 2.** – Схема резекции сегмента кости бедренной кости: а – комбинация перпендикулярного и наклонного сечений; б – комбинация двух наклонных сечений

**Picture 2.** – Scheme of femur osteotomy: а – transverse and oblique lines, б – two oblique lines

К тому же для схемы, приведенной на рисунке 2 б, возможно эффективное использование подвергнутого резекции сегмента путем его поворота на  $180^\circ$  и повторной установки в зоне резекции (рис. 3).



**Рисунок 3.** – Схема резекции сегмента кости бедренной кости: а – комбинация перпендикулярного и наклонного сечений; б – комбинация двух наклонных сечений

**Picture 3.** – Scheme of femur osteotomy: а – transverse and oblique lines, б – two oblique lines

Разность размеров  $a'b'$  и  $ab$  при этом назначается таким образом, чтобы обеспечить нулевое или необходимое вертикальное перемещение опорной поверхности.

В случае резекции по схеме, приведенной на рисунке 2а, необходимо учитывать, что поперечный размер кости в зоне перпендикулярного к оси пропила и размер в зоне наклонного пропила не совпадают. Величина расхождения этих размеров может быть вычислена по следующей формуле

$$\Delta_L = L_D - D = D / \cos\beta - D = D(1/\cos\beta - 1),$$

где  $L_D$  – длина линии наклонного сечения.

Расчеты показывают, что в диапазоне изменения углов наклонного пропила  $\beta$  от  $5^\circ$  до  $25^\circ$  и диаметра бедренной кости  $D$  от 20 мм до 40 мм при  $H=30$  мм;  $L=80$  мм;  $\varphi=38^\circ$ ;  $\delta=1$  мм величина смещения частей кости по линии контакта в зоне наклонного пропила составляет от 0,076 до 4,135 мм, что в большинстве случаев допустимо в практике.

### Литература

1. Pauwels, F. Biomechanics of the Normal and Diseased Hip / F. Pauwels. – Berlin : Springer-Verlag, 1976. – 271 p. – doi: 10.1007/978-3-642-66212-6.
2. Internal fixation of femoral neck fractures : an atlas / ed.: J. Manninger [et al.]. – Wien : Springer, 2007. – 312 p. – doi: 10.1007/978-3-211-68585-3.
3. Said, G. Z. Valgus intertrochanteric osteotomy with single-angled 130 plate fixation for fractures and non-unions of the femoral neck / G. Z. Said, O. Farouk, H. G. Said // *Int. Orthop.* – 2010. – Vol. 34, № 8. – P. 1291-1295. – doi: 10.1007/s00264-009-0885-z.
4. Kalra, M. Valgus intertrochanteric osteotomy for neglected femoral neck fractures in young adults / M. Kalra, S. Anand // *Int. Orthop.* – 2001. – Vol. 25, № 6. – P. 363-366. – doi: 10.1007/s002640100288.
5. Surgical Techniques for the Management of Proximal Femoral Fracture Nonunions / P. R. T. Kuzyk [et al.] // *Oper. Tech. Orthop.* – 2008. – Vol. 18, № 2. – P. 114-120. – doi: 10.1053/j.oto.2008.10.001.
6. Способ вальгизирующей межвертельной остеотомии бедренной кости : пат. ВУ 16248 / Д. Б. Карев, С. И. Болтрукевич, А. Е. Горбачев ; заявитель и патентообладатель Гродн. гос. мед. ун-т. – Опубл. 30.08.2012. – 4 с.

### Выводы

Результаты выполненных исследований позволяют определить величины вертикального, горизонтального и полного перемещений центра головки и точек опорной поверхности при вальгизирующей вертельной остеотомии бедренной кости. При этом горизонтальное перемещение центра головки и точек опорной поверхности оказывает положительное влияние, поскольку создает более благоприятные биомеханические условия в зоне нестабильности перелома. Смещение опорной поверхности в вертикальной плоскости, приводящее к удлинению оперированной конечности, можно нивелировать путем резекции фрагмента бедренной кости клиновидной формы. Предложены варианты схем такой резекции, включая резекцию с разворотом на  $180^\circ$  и повторную фиксацию формируемого в процессе операции сегмента. Проведенное математическое моделирование позволяет проводить планирование параметров операции перед вальгизирующей вертельной остеотомией бедра.

### References

1. Pauwels F. Biomechanics of the Normal and Diseased Hip. Berlin: Springer-Verlag; 1976. 271 p. doi: 10.1007/978-3-642-66212-6.
2. Manninger J, Bosch U, Cserháti P, Fekete K, Kazár G, editors. Internal fixation of femoral neck fractures. Wien: Springer; 2007. 312 p. doi: 10.1007/978-3-211-68585-3.
3. Said GZ, Farouk O, Said HG. Valgus intertrochanteric osteotomy with single-angled 130 plate fixation for fractures and non-unions of the femoral neck. *Int. Orthop.* 2010;34(8):1291-1295. doi: 10.1007/s00264-009-0885-z.
4. Kalra M, Anand S. Valgus intertrochanteric osteotomy for neglected femoral neck fractures in young adults. *Int. Orthop.* 2001;25(6):363-366. doi: 10.1007/s002640100288.
5. Kuzyk PRT, Angelini M, Waddell JP, Mckee MD, Schemitsch EH. Surgical Techniques for the Management of Proximal Femoral Fracture Nonunions. *Oper. Tech. Orthop.* 2008;18(2):114-120. doi: 10.1053/j.oto.2008.10.001.
6. Karev DB, Boltrukevich SI, Gorbachev AE, inventors; Grodno State Medical University, assignee. Sposob valgizirujushhej mezhvertelnoj osteotomii bedrennoj kosti [Method of valgus intertrochanteric osteotomy of the femur]. BY patent 16248. 2012 Aug. 30. (Russian).

## PROGNOSIS AND SURGICAL CORRECTION OF LENGTHENING EFFECT OF VALGUS TROCHANTERIC OSTEOTOMY OF THE FEMUR

<sup>1</sup>Gorbachev A. E., <sup>2</sup>Barsukov V. G., <sup>3</sup>Anosov V. S., <sup>3</sup>Koshman G. A.

<sup>1</sup>Grodno Clinical Emergency Hospital, Grodno, Belarus

<sup>2</sup>Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus

<sup>3</sup>Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

*Background:* the article describes the methods for solving the problems of valgus trochanteric osteotomy of the femur. It is noted that the biomechanical aspects of such a surgical operation have not been adequately studied.

*Aim:* to develop and test the calculating methods of evaluating the influence of proximal femur angles of rotation during valgus osteotomy, as well as the femur characteristic dimensions in the osteotomy area on preserving biomechanics of the hip joint.

*Results:* statistical diagrams and analytical dependencies have been obtained to determine changes in the values for vertical, horizontal and full displacement of femoral head center and points of the supporting surface due to valgus osteotomy. The results of calculations on the change in the force and kinematic biomechanical parameters of the femur for a wide range of the valgus osteotomy angles of rotation and the values of characteristic sizes (diameter of the femur, distance from the center of the trochanter to the center of the head) most commonly observed in practice are presented. It has been shown that horizontal displacement of the head center and the supporting surface points creates more favorable biomechanical conditions in the zone of unstable femoral neck fracture. Vertical displacement of the supporting surface, which leads to the elongation of the operated limb, can be decided by rotation of the osteotomised fragment of the femur during the operation for 180°.

*Conclusion:* the performed mathematical modeling allows planning the parameters of the operation before valgus trochanteric osteotomy of the femur.

The authors have no conflict of interests.

**Keywords:** valgus osteotomy, proximal femur, femoral head, angle of rotation, diameter of the femur, supporting surface, biomechanical analysis, femoral neck fracture.

**For citation:** Gorbachev AE, Barsukov VG, Anosov VS, Koshman GA. Planned and surgical correction of lightening effect of valgus trochanteric osteotomy of femur. *Journal of the Grodno State Medical University.* 2019;17(6):656-661. <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2019-17-6-656-661>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Financing.** The study was performed without external funding.

**Соответствие принципам этики.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

**Conformity with the principles of ethics.** The study was approved by the local ethics committee.

**Об авторах / About the authors**

Горбачев Александр Евгеньевич / Gorbachev Alexandr, e-mail: Sgorbochov@tut.by

Барсуков Владимир Георгиевич / Barsukov Vladimir, e-mail: v.g.barsukov@grsu.by, ORCID: 0000-0001-5490-9293

\*Аносов Виктор Сергеевич / Anosov Victor, e-mail: aviktor8@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7835-3231

Кошман Геннадий Алексеевич / Koshman Gennadij, e-mail: genkoshman@gmail.com

\* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 28.06.2019

Принята к публикации / Accepted for publication: 25.11.2019