

А. С. Петуховский
**ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАПЯСТЬЯ КАК МЕТОД
СРАВНЕНИЯ ВАРИАНТОВ ОСТЕОТОМИИ ГОЛОВЧАТОЙ
КОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ КИНБЕКА**

Научный руководитель д-р мед. наук, проф. А. И. Волотовский

Кафедра травматологии и ортопедии,

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Резюме. В данной статье описаны результаты компьютерного моделирования двух вариантов остеотомии головчатой кости запястья у пациентов с болезнью Кинбека.

Ключевые слова: полулунная кость, головчатая кость, запястье, аваскулярный некроз.

Resume. Article presents outcomes of computer modeling of two variants of capitate osteotomy in patients with Kienbock disease.

Keywords: lunate bone, capitate bone, wrist, avascular necrosis.

Актуальность. Исследование посвящено проблеме лечения поздних стадий болезни Кинбека и применения компьютерных технологий визуализации в медицине. В работе представлены результаты использования трёхмерного моделирования костей запястья, как способа сравнения операции Graner и её модификации, разработанной на кафедре травматологии и ортопедии УО «БГМУ» в 2009 году [1,2]. Для создания моделей использована программа визуализации запястья, созданная в 2009 в Республике Беларусь.

Цель: Провести сравнение виртуальных моделей запястья после пациентов с поздними стадиями болезни Кинбека проведения операции Graner и её модификации с помощью программы визуализации запястья.

Материалы и методы. Использованы DICOM серии КТ 10 пациентов, обратившихся в Республиканский центр хирургии кисти на базе УЗ «б ГКБ» г. Минска за период с 2014 по февраль 2016 года с диагнозом Болезнь Кинбека IIIA-IV стадии (по Lichtman) [3]. Возраст пациентов 23 - 56 лет.

Томограф LightSpeed Pro 32. Толщина среза $6.25 \cdot 10^{-4}$ м, матрица 512x512 пикселей, размер пикселя $(4.37500 - 6.30859) \cdot 10^{-4}$ м.

С помощью программы визуализации запястья версии 04.11.2012 выполнена

виртуальная поперечная остеотомия по Granet [1]. Проведено сравнение с модифицированной г-образной остеотомией [2]. Для чего кости размечены маркерами различных цветов с помощью классификатора Watershed. В программе визуализации генерировали трёхмерную модель запястья.

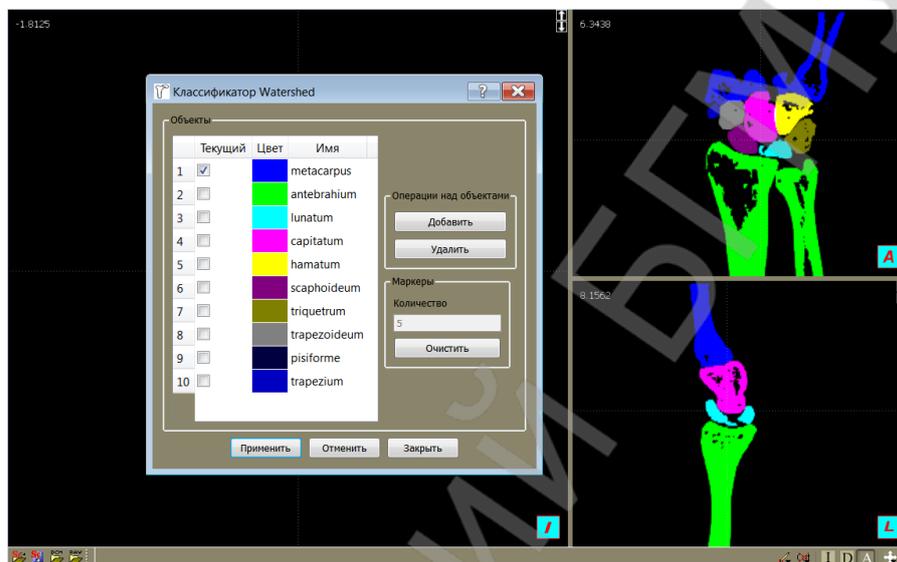


Рисунок 1 - Разметка объектов

При помощи менеджера объёмных объектов полулунная кость визуально удалили, таким образом, проведён первый этап - резекция фрагментов полулунной кости. Используя «Мастер измерений», мы создали плоскость распила головчатой кости и клин из двух плоскостей под углом 90° . Сагиттальная плоскость распила клина расположена на расстоянии 3-4мм от суставной поверхности с лучевой стороны [2].

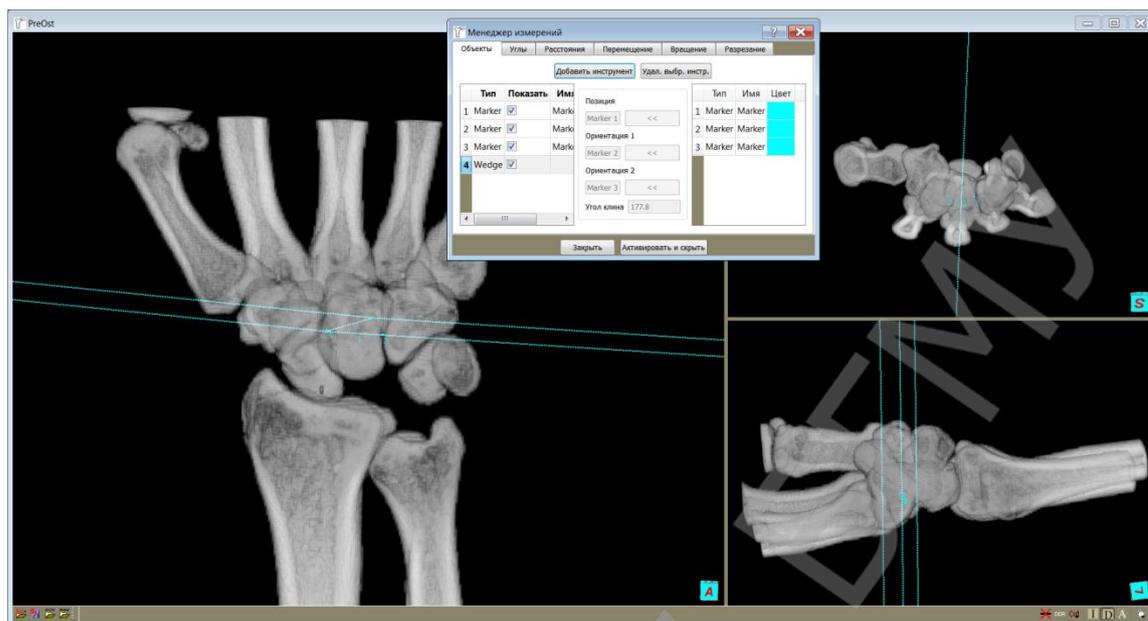


Рисунок 2 - Плоскость разреза

В случае операции Graner провели распил только головчатой кости. Моделируя модифицированную операцию, мы дополнительно частично резецировали ладьевидную кость. Таким образом, из каждой головчатой кости получилось по 2 объекта, один из которых низводили. Меньший фрагмент ладьевидной кости удалили аналогично полулунной кости.

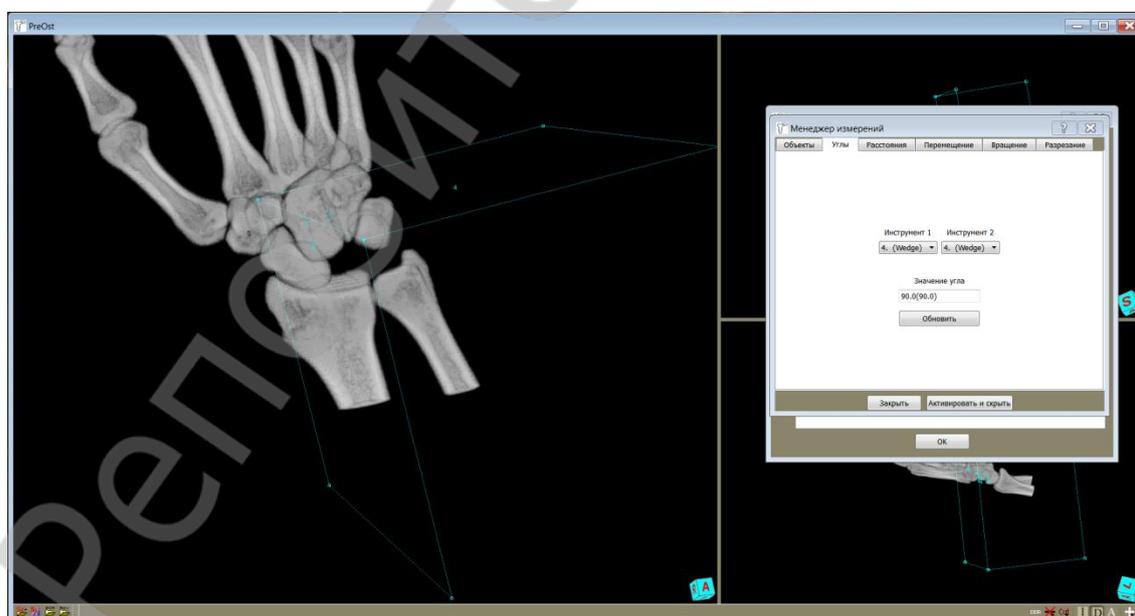


Рисунок 3 - Клин разреза, угол 90°

Далее, выставив маркер в предполагаемом месте расположения барицентра

низводимого фрагмента с помощью «Мастера измерений», его перемещали. Проведя контроль в окне трёхмерной реконструкции, мы вносили корректировки в его положение. В случае операции Graner головка головчатой кости дополнительно сдвигалась ульнарно. Для проведения расчётов выставлено от 10 до 18 маркеров по краям контакта запястья и лучевой кости. Контакт с локтевой костью не учитывали, так как её минус вариант расположения предполагает менее 6% всей нагрузки, проходящей через кистевой сустав [4]. Минус вариант по Hulthen мы наблюдали у 7 пациентов [5]. Вопрос связи минус варианта с развитием болезни Кинбека по-прежнему не решен [6]. Вторая причина контакта с локтевой костью - это сложная передача нагрузок через TFCC и другие мягкотканые структуры, которые невозможно визуализировать в применяемой программе [7].

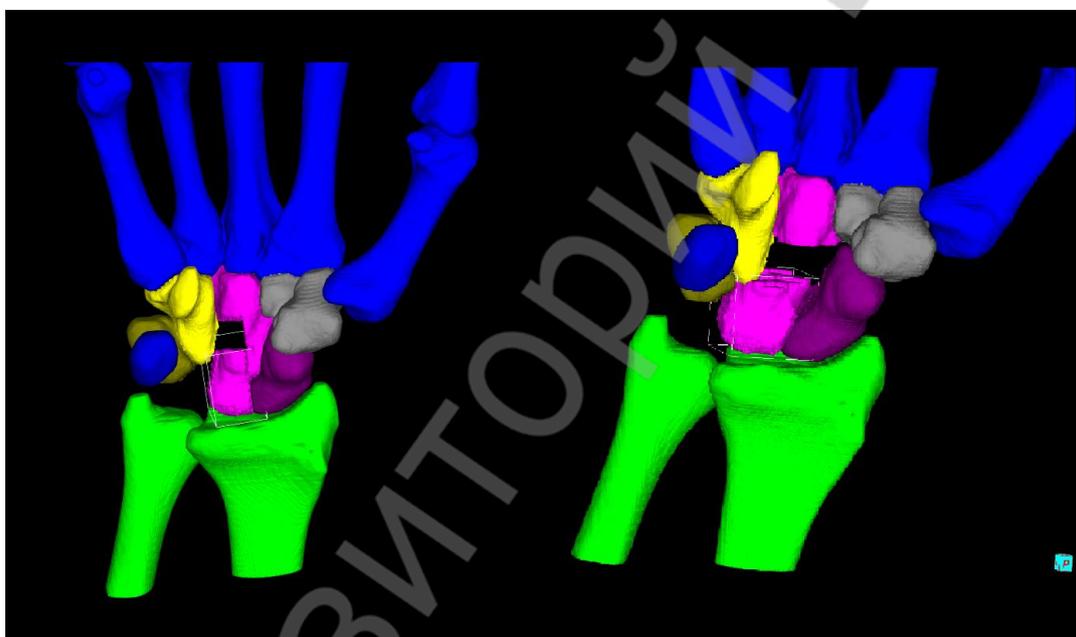


Рисунок 4 - Трёхмерная реконструкция операций

Для расчёта объёма необходимого трансплантата дефект разделили на несколько секторов в форме параллелепипедов, в углах которого находились маркеры. На основании измерения длин сторон параллелепипедов рассчитаны их объёмы.

С целью измерения площади контакта запястья с лучевой костью мы выставили от 10 до 18 маркеров по границам их соприкосновения. Площадь контакта рассчитывалась как сумма стереометрических фигур, сторонами которых являлись кратчайшие отрезки, ограниченные двумя маркерами.

Результаты и обсуждение: Среднее значение предполагаемого размера трансплантата составило $1522,7 \text{ mm}^3$ при резекции по Graner и $911,0 \text{ mm}^3$ – в моди-

фикации, что меньше на 40,17%. Площадь контакта в 10 случаях отличалась незначительно: среднее значение моделей операции Graner 161,7 mm², модифицированной – 153,8 mm²; разница – 4,93%.

Таблица 1. Результаты моделирования (n=10)

Пациент	Радиоульнарное соотношение	V трансплантата mm ³		S контакта mm ²	
		Graner	Модификация	Graner	Модификация
1	0	1572,72	934,67	155,14	146,95
2	0	1802,55	890,28	188,38	177,05
3	минус	1318,63	881,56	151,5	147,27
4	минус	1475,32	925,19	175,92	166,47
5	минус	1234,71	886,23	149,66	133,81
6	минус	1428,34	904,9	167,32	160,73
7	минус	1761,98	942,28	162,41	159,35
8	0	1539,17	912,04	153,27	149,34
9	минус	1653,93	938,72	159,79	152,03
10	минус	1439,16	893,69	154,08	144,72
Среднее значение		1522,651	910,956	161,747	153,772

Модифицированная операция позволяет использовать трансплантат меньшего размера по сравнению с оригиналом. Данный показатель говорит о большей вероятности сращения фрагментов и меньшем сроке реабилитации пациента. Сравнимая площадь контакта поверхностей позволяет утверждать о незначительном увеличении риска возникновения артроза кистевого сустава вследствие перенапряжения. Использование DICOM серий пациентов с болезнью Кинбека позволяет создать модели различных вариантов биомеханических операций и объективно сравнить их с помощью параметрических методов.

Выводы:

Моделирование запястья позволяет сравнить взаимоотношения костей перед различными вариантами оперативного лечения болезни Кинбека. Площади контактирующих поверхностей головчато-ладьевидно-лучевого сочленения после операции Graner и её модификации различаются незначительно. Г-образная остеотомия головчатой кости требует трансплантата меньшего размера.

A. S. Petuhovskii

**THREE-DIMENSIONAL WRIST MODELING AS COMPARISON
METHOD OF VARIANTS OF CAPITATE OSTEOTOMIA
IN PATIENTS WITH KIENBOCK DISEASE**

Tutor PhD, professor A. I. Volotovskii

*Department of Traumatology and orthopedics,
Belarusian State Medical University, Minsk*

Литература

1. Graner O, Lopes EI, Carvalho BC, Atlas S. Arthrodesis of the carpal bones in the treatment of Kienböck's disease, painful ununited fractures of the navicular and lunate bones with avascular necrosis, and old fracture-dislocations of carpal bones. *J Bone Joint Surg Am.* 1966 Jun;48(4):767-74
2. Способ хирургического лечения аваскулярного некроза полулунной кости: пат. 15614 Респ. Беларусь, МПК (2006.01) C1 A 61B 17/56/ Волотовский А.И., Аликевич Ю. Л., Беспальчук А.П.; заявитель Бел. гос. мед. ун-т. № а 20090896; заявл. 18.06.2009, зарегистр. 06.12.2011 //Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 2. – С. 66.
3. Lichtman D. M., Lesley N. E., Simmons S. P. The classification and treatment of Kienböck's disease: the state of the art and a look at the future. *Journal of Hand Surgery: European Volume.* 2010;35(7):549–554.
4. Bu J, Patterson RM, Morris R, Yang J, Viegas SF. The effect of radial shortening on wrist joint mechanics in cadaver specimens with inherent differences in ulnar variance. *J Hand Surg Am.* 2006 Dec;31(10):1594-600
5. Hulten O. Uber anatomische Variation der Handgelenkknochen. *Acta Radiol.*, 1928, 9, 155-169
6. Stahl S, Stahl AS, Meisner C, Hentschel PJ, Valina S, Luz O, Schaller HE, Lotter O. Critical analysis of causality between negative ulnar variance and Kienböck disease. *Plast Reconstr Surg.* 2013 Oct;132(4):899-909
7. Dy, Christopher J. et al. "Peripheral Triangular Fibrocartilage Complex Tears Cause Ulnocarpal Instability: A Biomechanical Pilot Study." *Clinical Orthopaedics and Related Research* 470.10 (2012): 2771–2775