

КОМПЬЮТЕРНАЯ 3D-РЕКОНСТРУКЦИЯ ПЕРЕЛОМОВ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ И ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ В ОБУЧЕНИИ НА ЦИКЛАХ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ»

Сложная анатомия таза и вертлужной впадины всегда создаёт трудности при классификации и интерпретации переломов ацетабулярной зоны для врачей-травматологов. Трёхмерное моделирование (3D-реконструкция) при компьютерной томографии в настоящее время является наиболее эффективным методом диагностики при дооперационном планировании, идентификации и определении степени сложности повреждений данной области. Поэтому авторы провели сравнительное исследование со стандартной рентгенографией при классифицировании переломов вертлужной впадины на различных этапах обучения. Основной гипотезой было то, что 3D-реконструкция улучшит правильную идентификацию данных повреждений по сравнению с рутинной рентгенодиагностикой. Общепринятая классификация по системе АО была представлена в формате тестовых задач 68 врачам-курсантам циклов ТУ, ПАЦ и 27 врачам-интернам травматологам. Все группы обучения показывали существенное улучшение диагностики ацетабулярных переломов при 3D-реконструкции по сравнению с 2D-реконструкцией и традиционной рентгенографией. Использование 3D-реконструкции при обучении травматологов-ортопедов может улучшить их знания сложной пространственной анатомии вертлужной впадины и позволит правильно применять классификацию по системе АО переломов ацетабулярной области.

Ключевые слова: переломы таза, переломы вертлужной впадины, диагностирование, компьютерная томография, 3D реконструкция

Вступление

Повреждения костей таза относятся к категории самых сложных в практике травматологов – ортопедов. При этом особое значение занимает точная диагностика данных повреждений, так как от этого принципиально зависит тактика дальнейшего их лечения. Основой исследования больных с подозрением на повреждение костей таза является стандартизованная рентгенография

в передне-задней проекции и проекциях по Judet, на основе которой строится оригинальная и наиболее распространенная система классификации повреждений таза АО. Такая стандартизация облегчает взаимодействие между хирургами и позволяет вырабатывать единые алгоритмы лечения повреждений костей таза. Однако, сложная пространственная анатомия таза и особенно области вертлужной впадины делает сложным ее восприятие как для интернов, так и опытных врачей, может создавать определенные сложности в диагностике повреждений на основании традиционной рентгенографии и, как следствие, приводить к тактическим и лечебным ошибкам [4,5].

С целью улучшения верификации повреждений и для повышения точности диагностики – все чаще используется 3D-реконструкция при проведении компьютерного томографического исследования (КТ) [2,3]. Однако до настоящего времени использование этой современной методики не находит своего применения в Украине при обучении врачей и интернов-травматологов [1]. А в англоязычных публикациях встречаются единичные работы, не всегда отражающие педагогическую составляющую данной методики [9].

Целью нашего исследования было сравнение информативности рентгенографии в полипозиционных укладках, КТ и КТ с 3D-реконструкцией при идентификации повреждений вертлужной впадины на различных этапах преподавания и в различных группах по уровню знаний (врачи-курсанты, врачи-интерны) при обучении по специальности «травматология и ортопедия».

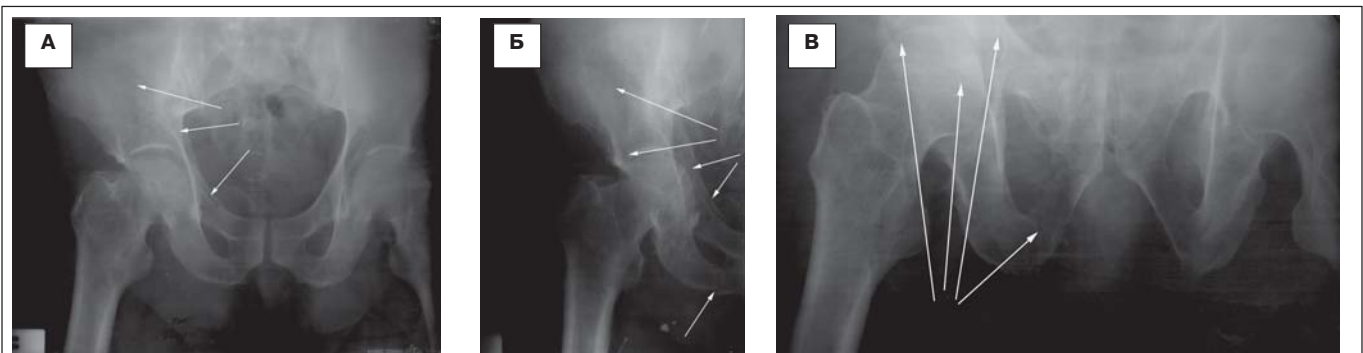


Рис. 1. Рентгенограммы перелома вертлужной впадины. Стрелки указывают место перелома. А – обзорная проекция. Б – косая подвздошная проекция. В – проекция выхода из таза

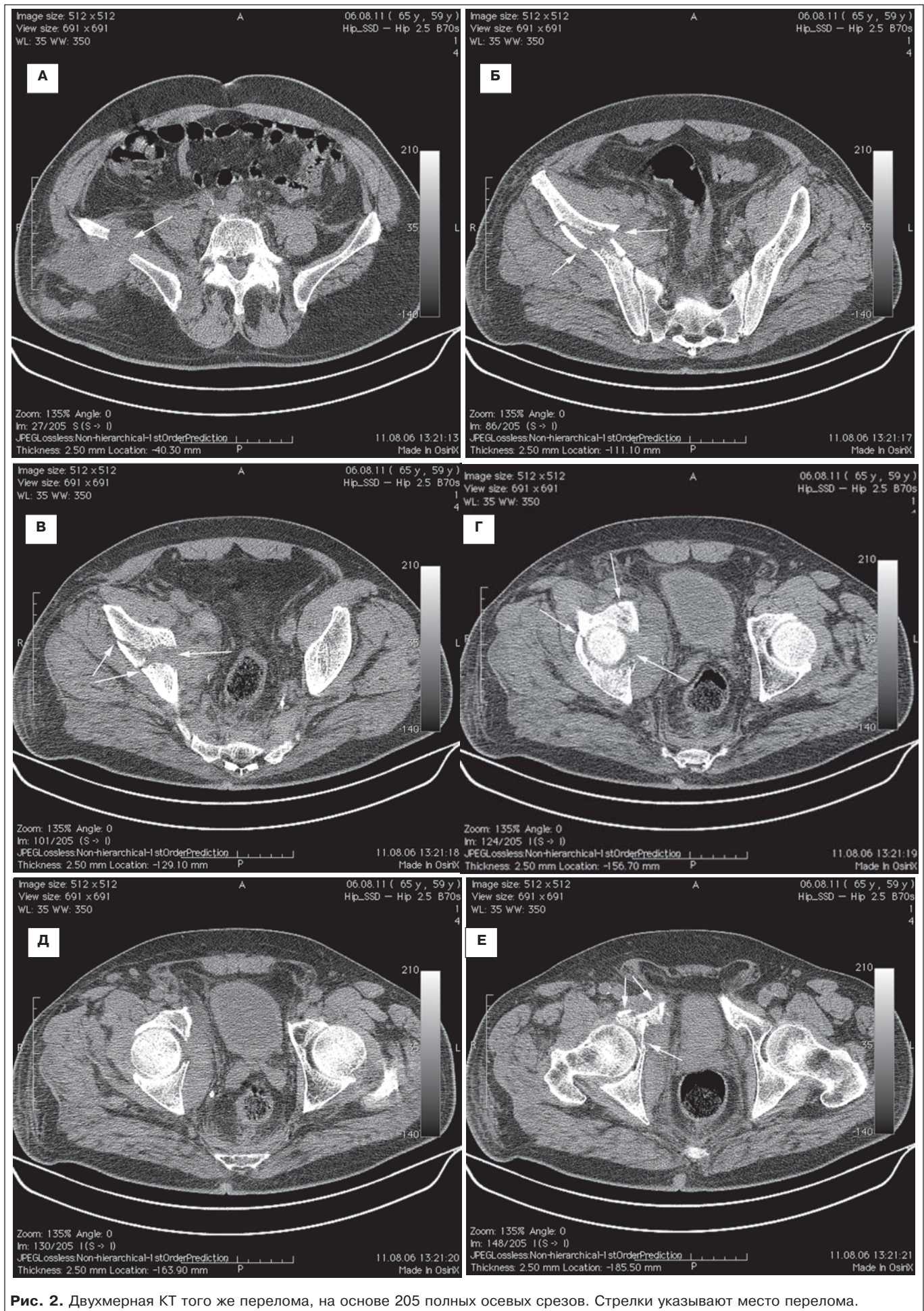


Рис. 2. Двухмерная КТ того же перелома, на основе 205 полных осевых срезов. Стрелки указывают место перелома.

Материалы и методы

На кафедре травматологии, ортопедии и ХЭС Донецкого национального медицинского университета в период 2011 – 2012 учебного года для тестирования были отобраны данные обследования пострадавших с классическими переломами таза по классификации АО и представлены в виде задач 27 интернам и 68 курсантам тематического усовершенствования (ТУ) и предаттестационного (ПАЦ) циклов. Восемнадцать случаев переломов вертлужной впадины были выбраны как типичные и представляющие 9 основных типов переломов по классификации АО [10].

Три группы (интерны первого и второго года обучения, врачи-курсанты), обучающихся по специальности «травматология и ортопедия» путём анализа каждого примера перелома формулировали диагноз согласно предложенной классификации. В первом случае полученный диагноз выставлялся на основе рассмотрения полипозиционных рентгенограмм (Рис. 1), во втором на основе 2D-реконструкции КТ (Рис. 2) и на последнем этапе на основе 3D-реконструкции КТ (Рис. 3). Стаж работы по специальности врачей-курсантов, попавших в группу исследования составлял 10-15 лет.

Полученные изображения были представлены участникам эксперимента на компьютере в программе eFilm 3.1. Демонстрация каждого случая была стандартизирована по времени. Пять секунд выделялось для того, чтобы рассмотреть каждую из 3 рентгенограмм и по семь секунд при повторном просмотре.

Срезы КТ демонстрировались с интервалом 0,5 секунды на каждый срез. Просмотр изображений начинался с крыла подвздошной кости с переходом на нижнюю лобковую ветвь с 2-миллиметровым шагом.

3D-реконструкции всего таза рассматривались в общей сложности 3 раза, а визуализация была запрограммирована так, чтобы модели вращались с интервалом во вращении в 1 – 3 секунды. Для каждого случая на формулирование диагноза

отводилось 30–120 секунд (в зависимости от числа изображений).

Эксперимент проводили 3 преподавателя (2 доцента и 1 профессор кафедры), обучающихся врачей-курсантов и врачей-интернов по специальности «травматология и ортопедия». Ознакомление начиналось с введения и описания целей. От каждого обучаемого было получено согласие на участие в исследовании.

Статистические методы. Участники эксперимента были разделены на 3 группы: группа 1 (n=67) включала врачей – курсантов циклов ТУ и ПАЦ, группа 2 (n=14) включала врачей-интернов второго года обучения, и группа 3 (n=13) включала врачей-интернов первого года обучения.

Группа 1 использовалась, для проверки правильности постановки задачи и выявить трудности, вызванные особенностями изображения при дефиците времени.

Парный тест t использовался, для вычисления процента правильных ответов для второй и третьей группы по сравнению с оригинальной классификацией перелома для конкретного случая. Для того, чтобы провести множественные сравнения между группами, была использована коррекция Bonferroni. Также рассчитывали достоверность постановки диагноза внутри групп. Для этого вычислялся простой статистический показатель Карра (P) для согласованности диагноза с впервые введенным Cohen [6] методом для случаев с 2 исчисляемыми параметрами. Метод был позже изменен Fleiss [7], для возможности использования в случаях с более чем двумя исчисляемыми параметрами. Результаты калибровались так, чтобы быть равным 0, когда поставленный диагноз не будет соответствовать эталону и 1, когда есть точное совпадение. Для промежуточных значений Landis и Koch [8] предложили следующие интерпретации: 0,0 «негативный»; 0,00-0,20 «неудовлетворительный»; 0,21-0,40 «плохой»; 0,41-0,60 «удовлетворительный»; 0,61-0,80 «хороший»; и 0,81-1,00 «отличный».

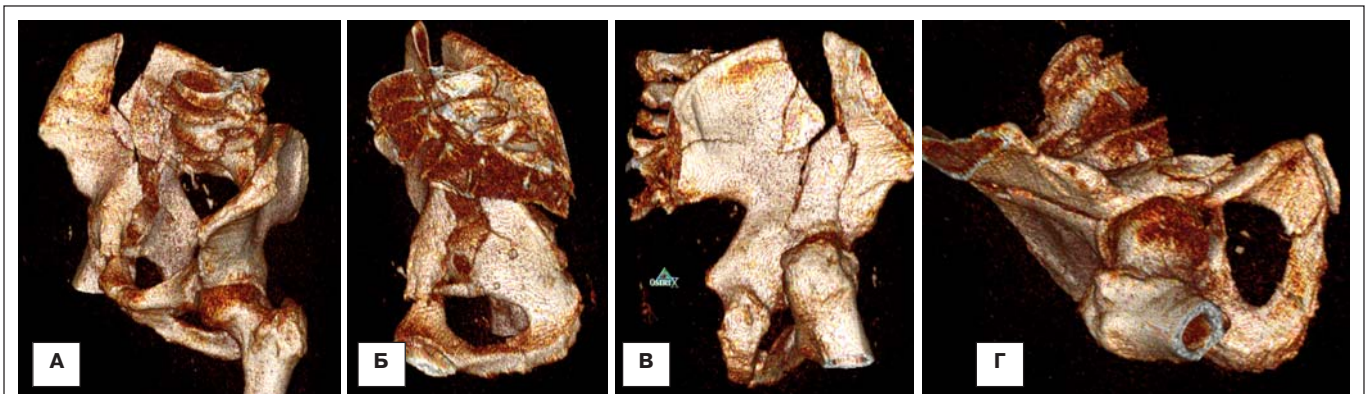


Рис. 3. Трехмерная реконструкция КТ того же перелома.

Результаты и обсуждение

Все группы показали разницу в диагностировании и классифицировании переломов при отображении 2-D или 3-D-реконструкций при КТ. В группе 1 показатели улучшились на 20,1% ($p < 0,001$). В группе 2 и 3 несколько ниже – на 18,8% и 15,6% соответственно (Табл.1).

Табл. 1

Соотношение правильных ответов при сравнении 2-D и 3-D реконструкции в группах

Группы	n	2-D(M±m)	3-D(M±m)	p
Группа 1	68	34,2±8,1	54,3±7,6	0,0001
Группа 2	14	29,4±15,8	48,2±13,7	0,045
Группа 3	13	28,5±16,4	44,1±16,1	0,048

При межгрупповом сравнении процент правильных ответов значимо различался только между группой 1 и группами 2 и 3 ($p < 0,0341$ и $p < 0,0412$). Различий между группами 2 и 3 не наблюдали ($p < 0,6265$).

Несмотря на улучшение диагностики переломов вертлужной впадины с помощью 3D-реконструкции при сравнении метода компьютерной томографии с простой рентгенографией повышение точности постановки диагноза было наиболее существенно и отмечалось во всех группах. Самым очевидным эффект был в группе интернов первого года обучения (3 группа) и достигал 16.2%.

Как уже было отмечено, точность диагностики повреждений вертлужной впадины и классифицирования по системе АО при просмотре 3D-реконструкций по сравнению с 2D-реконструкциями были выше во всех группах. Однако, при детальном изучении результатов в группе 2 и 3 показатель Карра при постановке диагноза на основании 2D-реконструкций соответствовал значению «плохо» ($P=0,31$ и $P=0,29$ соответственно), то при постановке диагноза по 3D-реконструкциям этот же показатель уже достигал значения «удовлетворительно» ($P=0,43$ и $P=0,44$ соответственно). В группе 1 значение этих показателей был более приемлемым. Так, параметр Карра при анализе 2D-реконструкций соответствовал значению «удовлетворительно» ($P=0,45$), а при 3D-реконструкции достигал значения «хорошо» ($P=0,63$) (Табл. 2).

Табл. 2.

Точность постановки диагноза при сравнении 2D и 3D-реконструкций

Тип КТ	Группа 1 (P)	Группа 2(P)	Группа 3 (P)
2-D реконструкция	0,45	0,31	0,29
3-D реконструкция	0,63	0,43	0,44

Анализ применения компьютерной томографии с 2-D и 3-D-реконструкциями в обучении по специальности «травматология и ортопедия» показал, что наиболее часто не распознавались: Т-образные переломы, а также переломы задней колонны и передней стенки. В тоже время переломы задней стенки, передней колонны и поперечные переломы задней колонны не представляли трудности в их диагностике.

Таким образом, в результате эксперимента были получены данные о том, что широко используемая классификация переломов вертлужной впадины по АО эффективна для диагностики даже на основе изучения простых рентгенограмм высококвалифицированными травматологами. Однако, существует значительная вероятность ошибки при постановке диагноза травматологами с меньшим опытом. При этом отмечена тенденция к повышению точности постановки диагноза при использовании 3D-реконструкции при компьютерной томографии, использование которой значительно повышает точность верификации повреждений как высококвалифицированными травматологами, так и начинающими врачами. Даже среди врачей интернов в искусственно усложненных условиях использование этого метода позволяет достигнуть результата, соответствующего значению «удовлетворительно».

Заключение

В результате проведенного исследования отмечено существенное повышение точности постановки диагноза и классифицирования перелома вертлужной впадины за счет внедрения компьютерной томографии среди всех категорий ортопедов-травматологов.

Следует отметить, что качество диагностики переломов на основании традиционной рентгенографии существенно зависит от опыта травматолога и у малоопытных врачей может существовать значительная вероятность ошибки при постановке диагноза, что в свою очередь может приводить к ошибкам в тактике дальнейшего лечения.

Использование 3D-реконструкции в диагностике повреждений на всех этапах обучения травматологов-ортопедов существенно повышает точность верификации перелома, особенно среди врачей – интернов и может облегчить знакомство со сложной пространственной анатомией таза и вертлужной впадины. Молодым специалистам на начальных этапах обучения метод дает возможность правильно применять классификацию переломов области вертлужной впадины по АО и использовать все ее преимущества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климовицький В.Г., Черныш В.Ю., Борзих О.В., Кравченко О.В., Худобин В.Ю. та ін. Травматологія та ортопедія /навчальний посібник: Донецьк: вид-во «Ноулідж» (донецьке відділення), 2010.- 344.
2. Martinez CR, Di Pasquale TG, Helmet DL, Graham AW, Sanders RW, Ray LD. Evaluation of acetabular fractures with two-and three-dimensional CT. Radiographics. 1992;12(2):227-242.
3. Ohashi K, El-Khoury GY, Abu-Zahra KW, Berbaum KS. Interobserver agreement for Letournel acetabular fracture classification with multidetector CT: are standard Judet radiographs necessary (published online ahead of print September 27, 2006). Radiology. 2006; 241(2):386-391.
4. Judet R, Judet J, Letournel E. Fractures of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction. J Bone Joint Surg Am. 1964; 46:1615-1646,1675.
5. Letournel E, Judet R. Fractures of the Acetabulum. 2nd ed. New York, NY: Springer;1993.
6. Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psychological Measurement. 1960; 20(1):37-46.
7. Fleiss JL. Statistical Methods for Rates and Proportions. 2nd ed. New York, NY: John Wiley & Sons Inc; 1981.
8. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977; 33(1):159-174.
9. Ньфнер Т, Pohlemann T, Ganssien A, Assassi P, Prokop M, Tscherne H. The value of CT in classification and decision making in acetabulum fractures. A systematic analysis [in German]. Unfallchirurg. 1999; 102(2):124-131.
10. The Comprehensive Classification of fractures. Part II: Long Bones and Pelvis. –Copyright by M.E.Muller. Foundation, Bern and Springer Electronic Media. –Hedelberg. -1998.–p.30-32

Климовицький В. Г., Худобін В. Ю., Лобанов Г. В., Джерелій О. Б.

Комп'ютерна 3D-реконструкція переломів вертлюгової западини і її значення в навчанні на циклах за фахом "травматологія і ортопедія"

Складна анатомія тазу і вертлюгової западини завжди створює труднощі при класифікації і інтерпретації пере-

ломів ацетабулярної зони для лікарів-травматологів. Тривимірне моделювання(3D-реконструкція) при комп'ютерній томографії нині є найбільш ефективним методом діагностики при доопераційному плануванні, ідентифікації і визначенні ступеня складності ушкоджень цієї області. Тому, автори провели порівняльне дослідження із стандартною рентгенографією при класифікації переломів вертлюгової западини на різних етапах навчання. Основною гіпотезою було те, що 3D-реконструкція поліпшить правильну ідентифікацію цих ушкоджень в порівнянні з рутинною рентгендіагностикою. Загальноприйнята класифікація за системою АО була представлена у форматі тестових завдань 68 лікарям-курсантам циклів ТУ, ПАЦ і 27 лікарям-інтернам травматологам. Усі групи навчання показували істотне поліпшення діагностики ацетабулярних переломів при 3D-реконструкції в порівнянні з 2D-реконструкцією та традиційною рентгенографією. Використання 3D-реконструкції при навчанні травматологів-ортопедів може поліпшити їх знання складної просторової анатомії вертлюгової западини і дозволить правильно застосовувати класифікацію за системою АО пошкоджень ацетабулярної зони.

Klimivicky V. G., Khudobin V. J., Lobanov G. V., Dzhereley O. B.

Computed 3D-reconstruction in case of acetabular fractures and its value in education on a specialty "traumatology and orthopedics"

The complex anatomy of the pelvis and acetabulum cause difficulties for orthopedic students during fracture interpretation and classification. The use of 3-D computed tomography became more spread during preoperative planning, identification of the fracture, and complexity evaluation. Therefore, the authors examined the value of 3-D CT compared with 2-D CT and radiography in classifying of the acetabular fractures by students of different levels of orthopedic training. Their hypothesis was that 3-D CT would improve correct identification of acetabular fractures compared with radiography. The classic Letournel fracture pattern classification system was presented in quiz format to 67 orthopedic residents and 27 fellowship-trained orthopedic students. All levels of training showed significant improvement in classifying of the acetabular fractures with 3-D versus 2-D CT. The greatest benefit from 3-D CT found in junior students. Three-dimensional CT scans can be an effective educational tool for understanding the complex spatial anatomy of the pelvis, learning acetabular fracture patterns, and helps to applying a widely accepted fracture AO classification system correctly.