

Лоскутов А.Е.<sup>1</sup>, Ковбаса Е.А.<sup>1</sup>, Олейник А.Е.<sup>1</sup>, Сtryжeный В.Г.<sup>2</sup>, Губарик А.В.<sup>2</sup><sup>1</sup>ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины», г. Днепр, Украина<sup>2</sup>КУ «Областная клиническая больница им. И.И. Мечникова», г. Днепр, Украина

## Паттерны секторального дефицита вертлужной впадины в условиях диспластического коксартроза

**Резюме. Актуальность.** Верификация морфологии секторального дефицита вертлужной впадины (ВВ) при дисплазии является ключевой для прецизионной имплантации ацетабулярного компонента (АК) в ходе тотального эндопротезирования тазобедренного сустава (ТЭТС). Исследования демонстрируют широкую вариабельность дефицита покрытия ВВ вне зависимости от тяжести диспластического коксартроза (ДК). При этом возможности стандартной рентгенографии тазобедренного сустава для надежной оценки его дефицита значительно ограничены, что требует использования надежных методик визуализации. **Цель:** изучение вариабельности секторального дефицита ВВ и выделение его паттернов в условиях дисплазии; определение связи паттернов с типом ДК по Crowe, фронтальной инклинацией ВВ и объемом движений в суставе. **Материалы и методы.** Проведено комплексное сравнительное МСКТ-морфометрическое исследование 66 тазобедренных суставов с ДК (Crowe I — 20 (30,3 %), Crowe II — 29 (43,9 %) и Crowe III — 17 (25,8 %)). Оценивались показатели углов переднего (ААSА), заднего (РАSА), горизонтального (НАSА) секторов ВВ; углов Виберга, Шарпа; фронтальной инклинации ВВ в сочетании с визуальной оценкой параметров дефекта на 3D-топограмме; стратификация дефицита согласно тяжести, локализации и выделение его паттернов; корреляция паттернов дефицита с показателями фронтальной инклинации, объема движений пораженного сустава. **Результаты.** Выделено 7 паттернов секторального дефицита ВВ, выявляемых в различных пропорциях при разных типах ДК (I–III) по Crowe. Тип I по Crowe характеризовался 5 паттернами секторального дефицита с превалированием умеренного передневерхнего (40 %) и умеренного верхнего дефицита (20 %) с утратой покрытия стенок в пределах 30 % от нормы. В подгруппе Crowe II выявлено 6 паттернов дефицита с превалированием тяжелого и умеренного передневерхнего дефицита (48,2 %). Задневерхний дефицит, выявляемый при типах I и II по Crowe (15 и 6,9 % соответственно), является наиболее затруднительным для верификации при помощи рутинной рентгенографии и требует особого внимания при выборе тактики имплантации АК. Тяжелый тотальный дефицит с утратой более 30 % покрытия всех секторов ВВ и тяжелый передневерхний дефицит составляют паттерны подгруппы Crowe III, являясь предикторами высокого риска нестабильности АК. Избыточная антеверсия ВВ ( $> 20^\circ$ ) коррелировала с дефицитом передневерхней стенки ВВ ( $r = 0,74$ ,  $p < 0,001$ ), в то время как ретроверсия впадины ( $< 15^\circ$ ) сочеталась с задневерхней недостаточностью ( $r = 0,89$ ,  $p < 0,001$ ). Дефициты, приводящие к разнонаправленной утрате костного массива как передней, так и задней стенки, не оказывали влияния на показатель фронтальной инклинации. Выявлено статистически значимое ( $p = 0,003$ ) увеличение амплитуды внутренней ротации бедра среди случаев с дефицитом передневерхней локализации. Увеличение амплитуды наружной ротации бедра при локализации дефицита в заднем и задневерхнем сегментах находится на уровне статистической тенденции. **Выводы.** Формирование секторального дефицита ВВ является разнонаправленным процессом и характеризуется значительной вариабельностью. Неоспоримым является клиническое преимущество МСКТ-морфометрической оценки геометрии ВВ в ходе предоперационного планирования, позволяющей верифицировать топографию и количественные характеристики секторального дефицита ВВ, что является ключевым в выборе имплантационной техники ТЭТС.

**Ключевые слова:** эндопротезирование тазобедренного сустава; диспластический коксартроз; вертлужная впадина; секторальный дефицит; паттерн

## Введение

Верификация секторального дефицита вертлужной впадины (ВВ) при дисплазии является ключевой для прецизионной имплантации ацетабулярного компонента (АК) в ходе тотального эндопротезирования тазобедренного сустава (ТЭТС). Классические представления о диспластическом дефекте как таковом, с точки зрения эндопротезирования, локализуемся преимущественно в передневерхнем сегменте ВВ, на современном этапе подвергаются сомнению. Известные исследования демонстрируют широкую вариабельность дефицита покрытия вне зависимости от тяжести диспластического коксартроза (ДК) [2, 10, 19, 20, 25]. При этом возможности стандартной рентгенографии тазобедренного сустава (ТБС) для надежной оценки ацетабулярной недостаточности значительно ограничены, что требует использования надежных методик визуализации данных дефектов [3, 5, 11, 12, 18, 24, 29]. Так, с целью объективизации морфологических изменений секторального покрытия головки бедренной кости при различных типах ДК клинические случаи было предложено стратифицировать согласно локализации и абсолютному дефициту стенок. Данный подход поддерживается рядом авторов с позиции клинической ценности для определения техники имплантации [6–9, 13, 17, 19, 21, 28].

**Цель работы:** определение вариабельности секторального дефицита ВВ при ДК; выделение паттернов дефицита покрытия ВВ в условиях дисплазии; определение связи паттернов с типом ДК по Crowe.

## Материалы и методы

В соответствии с задачами испытания было проведено комплексное сравнительное МСКТ-морфометрическое исследование тазобедренных суставов с диспластическим коксартрозом (I–III типы дисплазии ТБС по Crowe). Группу составили 50 пациентов (66 тазобедренных суставов): 4 мужчин (8 %) и 46 женщин (92 %), которым было выполнено ТЭТС в клинике КУ «ОКБ им. И.И. Мечникова» в период с января 2017 г. по декабрь 2018 г. в соответствии с хирургической тактикой, опирающейся на расширенную программу предоперационного обследования. Средний возраст больных составил 53 года (с 95% ДИ [50, 55]). В соответствии с классификацией Crowe, I тип ДК был отмечен в 20 (30,3 %), II — в 29 (43,9 %) и III — в 17 (25,8 %) клинических случаях.

Расширенная программа предоперационного обследования, помимо стандартного клинического обследования, включала проведение МСКТ области пояснично-крестцового отдела позвоночника, таза и тазобедренных суставов на 128-срезовом компьютерном томографе TM General Electrics с применением протокола исследования Pelvis. Обработка КТ-сканов и последующее МСКТ-морфометрическое исследование проводились при помощи программного

комплекса Mугian 2.0. В соответствии с задачами исследования проводилась количественная оценка показателей краниальной миграции головки бедренной кости, секторального дефицита ВВ — угла переднего сектора ВВ (anterior ASA, AASA), угла заднего сектора ВВ (posterior ASA, PASA), угла горизонтального сектора ВВ (horizontal ASA, HASA), угла антеверсии ВВ (AcetAV-angle) [3–5, 11, 16, 17], которая дополнялась визуальной оценкой параметров дефекта на топограмме, полученной в ходе 3D-реконструкции. Оценка ацетабулярного покрытия проводилась после коррекции ротации и наклона таза до нейтрального положения. Топография дефекта ВВ оценивалась исходя из стандартной позиции циферблата, при которой 03:00 соответствует передней стенке, 06:00 — нижнему краю fossa acetabuli, 09:00 — задней стенке, 12:00 — верхней стенке ВВ (рис. 1) [7–9].

Так, ацетабулярный сектор, соответствующий позиции 9:00–10:30, расценивался как задний, 10:30–1:30 — как верхний и 1:30–3:00 — как передний сектор ВВ.

Граничные значения углов были приняты на уровне –10 % от нормативных по данным литературы [3–5, 16, 27], что позволяло нивелировать погрешности измерений. Снижение показателей покрытия на 10–30 % от нормативных рассматривалось как умеренный, а снижение таковых на более 30 % — как тяжелый дефицит. Таким образом, была предложен подход к стратификации секторального дефицита ВВ в зависимости от его локализации и степени тяжести (табл. 1).

Отметим, что тяжесть дефицита определялась его ведущим направлением, при этом покрытие других локализаций могло быть как достаточным, так и умеренно (до 30 %) дефицитным по отношению к нормативным показателям.

Исследование объема движений в пораженном суставе проводилось на предоперационном этапе и включало оценку сгибания/разгибания, отведения/приведения, наружной/внутренней ротации при 90° флексии коленного сустава.

Статистическая обработка данных проводилась при помощи программного продукта Statistica 8.0. Критический уровень значимости был принят на уровне 5 % ( $p < 0,05$ ). Описательная статистика представлена в формате Me с 95% ДИ (асимметричное распределение),  $M \pm m$  (нормальное распределение). Внутригрупповое сравнение проводилось при помощи многофакторного непараметрического анализа ANOVA. Дальнейший апостериорный анализ выполнен по критерию Манна — Уитни, хи-квадрат с применением поправки на множественные сравнения. Оценка корреляционных связей между группами проводилась согласно критерию Спирмена.

## Результаты

**Паттерны секторального дефицита.** Согласно предложенной градации (табл. 1) проведено распределение клинических случаев исследуемой

группы по типам паттернов, что отражает тенденции формирования секторального дефицита при ДК типов I–III по Crowe. Так, в исследуемой группе пациентов были выявлены 7 паттернов секторального дефицита (передневерхний умеренный, верхний умеренный, задневерхний умеренный, тотальный умеренный, передний тяжелый, передневерхний тяжелый, тотальный тяжелый), которые могут быть представлены наглядно (рис. 2).

Представленные данные свидетельствуют о вариабельности формирования дефицита секторального покрытия ВВ при ДК, что находит свое отражение в многообразии его паттернов. Отметим, что

выделенные паттерны не являлись специфичными, т.е. выявлялись при различных типах ДК, лишь в различных пропорциях.

В ходе анализа подгруппы Crowe I были выделены 5 паттернов секторального дефицита: умеренный передневерхний, умеренный верхний, умеренный задневерхний, умеренный тотальный и тяжелый передний, соотношение которых составило 4 : 2 : 1,5 : 1,5 : 1. Так, при диспластической деформации данного типа (краниальная миграция головки < 10 % от высоты таза) преобладали умеренный передневерхний (40 %) (табл. 2, рис. 3А, 4) и умеренный верхний паттерны секторального

**Таблица 1. Стратификация дефицита секторального покрытия ВВ в зависимости от его локализации и степени тяжести**

Тип дефицита	AASA	PASA	Угол Шарпа
<b>Передний:</b> — умеренный — тяжелый	35–45° < 35°	> 80° > 65°	≤ 44° < 52°
<b>Задний:</b> — умеренный — тяжелый	≥ 45° ≥ 35°	65–80° < 65°	≤ 44° ≤ 44°
<b>Верхний:</b> — умеренный — тяжелый	≥ 45° ≥ 35°	> 80° > 65°	44–52° < 52°
<b>Передневерхний:</b> — умеренный — тяжелый	35–45° < 35°	> 80° > 65°	44–52° > 52°
<b>Задневерхний:</b> — умеренный — тяжелый	≥ 45° ≥ 35°	65–80° < 65°	44–52° > 52°
<b>Тотальный:</b> — умеренный — тяжелый	35–45° < 35°	65–80° < 65°	44–52° > 52°

**Примечания:** AASA — угол переднего сектора ВВ (*anterior acetabular sector angle*); PASA — угол заднего сектора ВВ (*posterior acetabular sector angle*).

**Таблица 2. Распределение случаев ДК согласно паттернам секторального дефицита и типам по Crowe, n (%)**

Паттерн секторального дефицита	Тип ДК		
	Crowe I	Crowe II	Crowe III
Умеренный передневерхний	8 (40)	7 (24,1)	0
Умеренный верхний	4 (20)	0	0
Умеренный задневерхний	3 (15)	2 (6,9)	0
Умеренный тотальный	3 (15)	8 (27,7)	0
Тяжелый передний	2 (10)	2 (6,9)	0
Тяжелый передневерхний	0	7 (24,1)	7 (41,2)
Тяжелый тотальный	0	3 (10,3)	10 (58,8)
Всего	20 (100)	29 (100)	17 (100)

дефицита (20 %) (рис. 3А), что указывает на ведущую утрату покрытия верхней и передней стенок в пределах 30 % от нормативных значений. Выявлена достаточно высокая частота изолированной недостаточности задней стенки (15 %) на фоне относительной сохранности передней, что реализовано в задневерхнем паттерне (рис. 5). Отметим, что дефицит данной локализации, являясь наиболее затруднительным для верификации при помощи стандартной рентгенографии, требует особого внимания при выборе тактики ацетабулярной реконструкции и позиции АК.

Диспластическая деформация типа II по Crowe (краниальная миграция головки — 10–15 % от высоты таза) характеризовалась наиболее широким спектром паттернов секторального дефицита: умеренный тотальный, умеренный передневерхний, тяжелый передний, тяжелый тотальный, тяжелый передневерхний, умеренный задневерхний, соотношение которых составило 4 : 3,5 : 3,5 : 1,5 : 1 : 1 (табл. 2, рис. 3Б). Нарастающая утрата покрытия ВВ обуславливает смещение локализации дефицита в сторону передневерхнего сектора, который с учетом степени тяжести суммарно составил около половины (48,2 %) всех клинических случаев подгруппы (рис. 3Б, 7). Однако, несмотря на вышеупомянутую тенденцию, изолированный задневерхний дефицит имел место в 6,9 % случаев, что требует внимания.

Тяжелый тотальный дефицит с утратой более 30 % покрытия всех секторов ВВ (рис. 8), а также тяжелый дефицит передней и верхней стенок в сочетании с умеренной недостаточностью задней (соотношение 1,5 : 1) (табл. 2, рис. 3В) составляют паттерны подгруппы Crowe III, что согласуется с результатами предшествующих исследований [10, 15, 20, 25].

**Корреляция с фронтальной инклинацией ВВ.** В ходе внутригруппового анализа выявлено, что избыточная антеверсия ВВ ( $> 20^\circ$ ) коррелировала с дефицитом передневерхней локализации (20 случаев (30,7 %);  $r = 0,74$ ;  $p < 0,001$ ), в то время как ретроверсия впадины ( $< 15^\circ$ ) сочеталась с задневерхней недостаточностью (11 из 65 случаев (17 %);  $r = 0,89$ ;  $p < 0,001$ ). Сочетанные дефициты (тотальный, тяжелый тотальный), приводящие к разнонаправленной утрате костного массива как передней, так и задней стенок, не оказывали влияния на показатель фронтальной инклинации, что было представлено в работе, опубликованной нами ранее [1], а также в исследованиях ряда авторов [7–9].

**Корреляция с амплитудой движений.** При внутригрупповом сравнении объема движений пораженного сустава отмечалось статистически значимое ( $p = 0,003$ ) увеличение амплитуды внутренней ротации бедра среди случаев с дефицитом передневерхней локализации. Выявленная статистическая тенденция к увеличению амплитуды наружной ро-

тации бедра при локализации дефицита в заднем, задневерхнем сегментах требует подтверждения на большем количестве наблюдений.

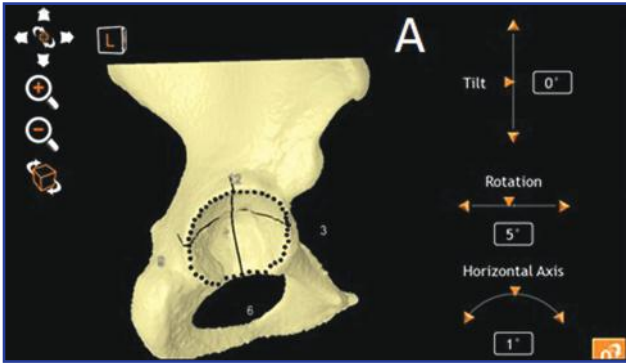
## Обсуждение

Определение морфологических типов дефицита покрытия ВВ в условиях дисплазии следует считать ключевым для оптимизации имплантационной техники при ТЭТС с позиции понимания патофизиологии и биомеханики конкретного сустава [5, 11, 15, 21, 23, 25, 28]. Отметим, что классическая диспластическая недостаточность покрытия верхней стенки ВВ с определенной степенью надежности может быть верифицирована при помощи стандартной рентгенографии — показатель краниальной миграции головки, угол Виберга (LCE-angle), угол Шарпа (acetabular horizontal inclination angle) [26]. Однако применение рентгенометрических параметров для идентификации дефицита передней и задней стенок, таких как знак перекреста (crossover sign) и знак задней стенки (posterior wall sign), не может быть оправдано в силу низкой диагностической точности [8, 9, 29]. Таким образом, верификация морфологических подтипов дисплазии требует надежных методик визуализации с возможностью трехмерной оценки секторального дефицита ВВ [5, 11, 15, 25].

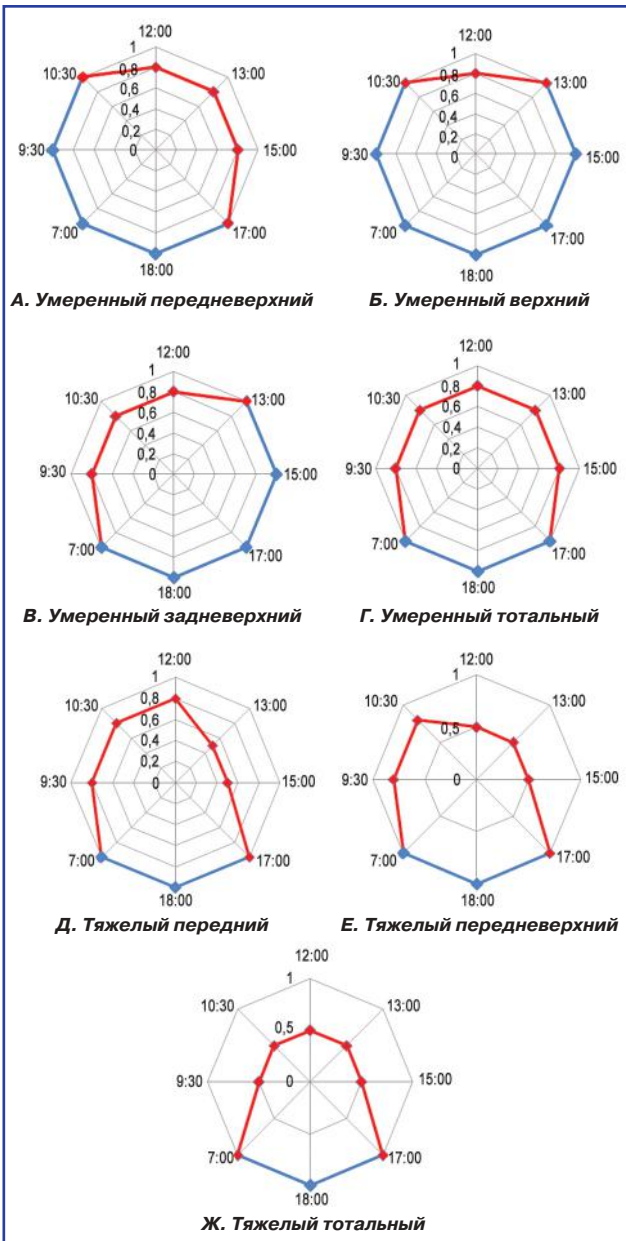
Многообразие методологий и подходов к классификации секторального дефицита ВВ свидетельствует об актуальности научного поиска в данной сфере, однако затрудняет анализ, сравнение результатов и формирование клинических рекомендаций. Нами была применена методика S. Anda et al. [3, 4] с дополнениями M. Fujii et al. [7–9] и J. Nepple et al. [20], обладающая высокой цитируемостью и достаточной воспроизводимостью.

Так, при целостном рассмотрении группы дисплазии в текущем исследовании преобладали три паттерна ацетабулярной недостаточности, распределенные в приблизительно равных пропорциях: умеренный передневерхний (22,7 %), тяжелый передневерхний (21,2 %) и умеренный тотальный паттерн (16,7 %). Сходные результаты были получены M. Fujii et al. [7–9], которые сообщили о преобладании переднезаднего (30 %), глобального и задневерхнего дефицита (34 %) при диспластической деформации типов I–III по Crowe. В текущей работе частота изолированного задневерхнего дефицита составила 7,6 %, преимущественно среди случаев ДК типов I–II по Crowe. Также одним из выводов вышеупомянутой работы [9] было отсутствие различий в типах ацетабулярной недостаточности среди клинических случаев с умеренной и тяжелой дисплазией, что согласуется с нашими выводами о неспецифичности паттернов относительно типа ДК.

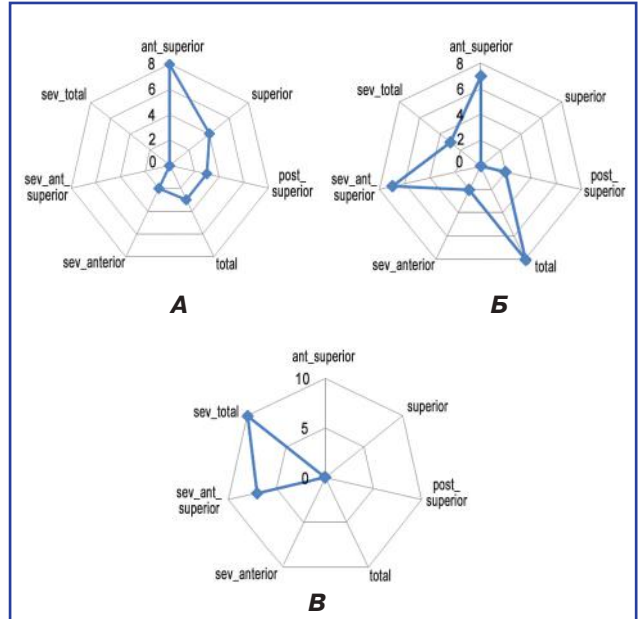
В работе Tannast et al. [24], основанной на данных стандартной рентгенографии, также была продемонстрирована высокая вариабельность секто-



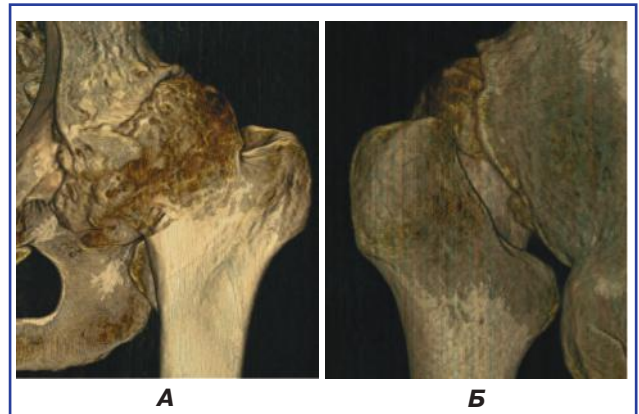
**Рисунок 1. Определение локализации дефекта ВВ на 3D-топограмме таза**



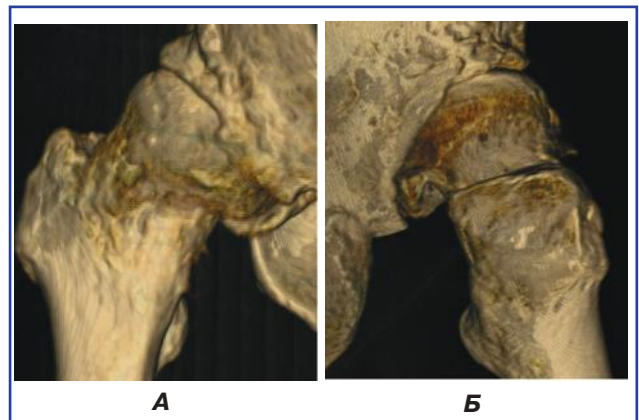
**Рисунок 2. Схемы паттернов секторального дефицита ВВ среди клинических случаев ДК типов I–III по Crowe**



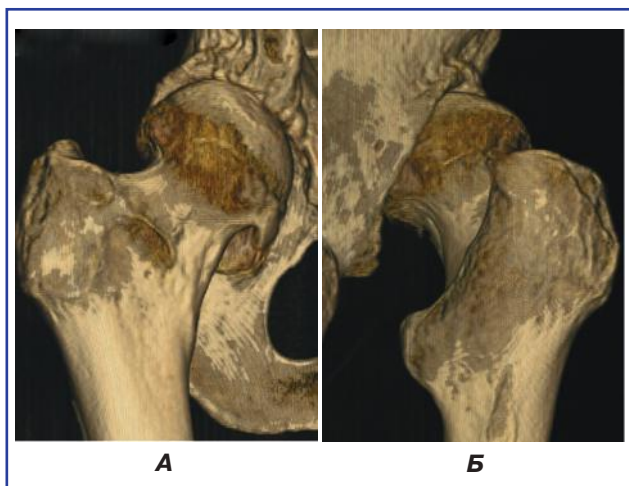
**Рисунок 3. Стратификация клинических случаев согласно паттернам секторального дефицита ВВ: А – Crowe I, Б – Crowe II, В – Crowe III**



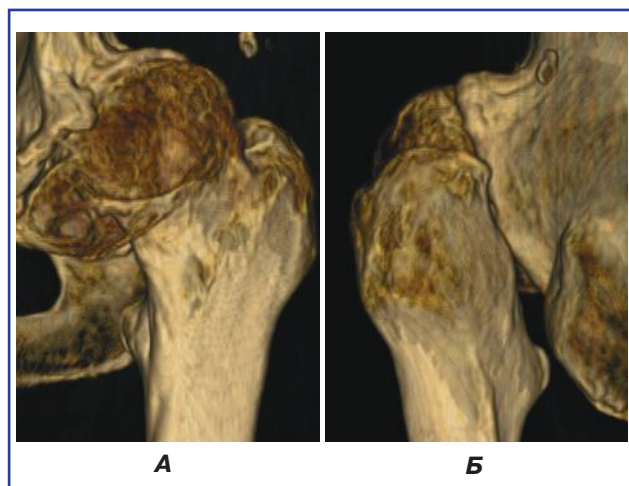
**Рисунок 4. Клинический пример передневерхнего умеренного дефицита ВВ, тип I по Crowe, 3D-топограмма: А – вид спереди, Б – вид сзади**



**Рисунок 5. Клинический пример задневерхнего умеренного дефицита ВВ, тип I по Crowe, 3D-топограмма: А – вид спереди, Б – вид сзади**



**Рисунок 6. Клинический пример тотально-го умеренного дефицита ВВ, тип II по Crowe, 3D-топограмма: А — вид спереди, Б — вид сзади**



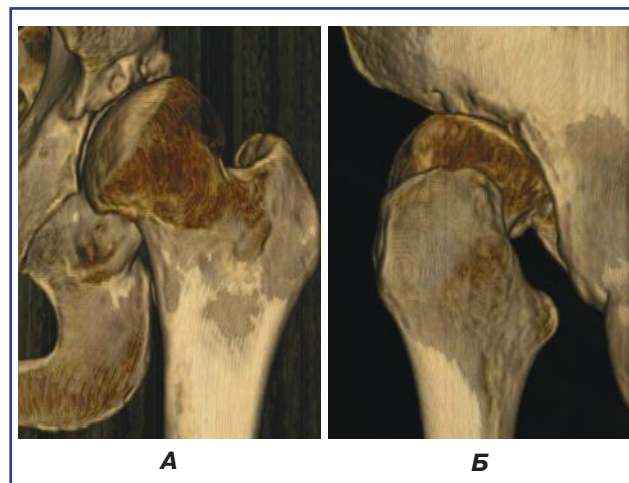
**Рисунок 7. Клинический пример тяжелого передневерхнего дефицита ВВ, тип II по Crowe, 3D-топограмма: А — вид спереди, Б — вид сзади**

рального покрытия в условиях диспластической деформации. Авторы выделили три морфологических подтипа ацетабулярной недостаточности: переднюю (56 % случаев), тотальную (33 % случаев) и заднюю (11 % случаев). S. Anda et al. [3, 4], исследуя ацетабулярную морфологию при помощи МСКТ, сообщили о выявляемости переднего дефицита среди 2/3 и заднего — среди 1/3 случаев в исследуемой группе. Аналогично методологии нашей работы Akiyama et al. [7] была представлена МСКТ-морфометрическая характеристика ВВ в условиях дисплазии с оценкой углов переднего (ASA) и заднего секторов (PASA), а ацетабулярная недостаточность стратифицирована на передний, задний и тотальный подтипы. Исследование H. van Bosse et al. [25], представляющее МСКТ 3D-характеристику 48 суставов с признаками дисплазии, было направлено на сравнение пространственных нарушений геометрии ВВ с нормативными показателями, а не выделение специфических подгрупп деформации. F. Haddad et al. [12] в ходе анализа секторального дефицита ВВ 10 суставов с признаками ДК были получены результаты, аналогичные таковым нашего исследования.

Следует отметить, что вышеупомянутые, а также доступные литературные источники представляют результаты секторального дефицита ВВ в целом по группе дисплазии, без стратификации на типы и стадийность процесса, что ограничивает их клиническую применимость. Исходя из этого, текущее исследование дополняет и углубляет сведения о морфологических вариантах секторальной недостаточности в зависимости от типа ДК по Crowe.

## Выводы

Данная работа направлена на повышение диагностической точности в ходе предоперационного планирования ТЭТС и улучшение клинико-функ-



**Рисунок 8. Клинический пример тотально-го тяжелого дефицита ВВ, тип III по Crowe, 3D-топограмма: А — вид спереди, Б — вид сзади**

циональных результатов вмешательства на основании анализа вариаций секторального дефицита ВВ при различных типах ДК, а также их взаимосвязи с фронтальной инклинацией и амплитудой движений сустава.

Разработан подход к стратификации секторального дефицита ВВ, учитывающий локализацию и степень тяжести недостаточности стенок, что позволяет оптимизировать предоперационное планирование и выполнение ТЭТС.

Согласно предложенному подходу определены 7 паттернов секторального дефицита ВВ, выявляемых при диспластической деформации типов I–III по Crowe. Выделенные паттерны характеризуются разнообразием и выявляются в различных пропорциях при различных типах ДК.

Диспластическая деформация типа I по Crowe характеризовалась 5 паттернами секторального де-

фицита с превалированием умеренного передне-верхнего (40 %) и умеренного верхнего дефицита (20 %). Отмечается ведущая утрата покрытия верхней и передней стенок в пределах 30 % от нормативных значений.

В подгруппе Crowe II было определено 6 паттернов дефицита. Нарастающая утрата покрытия ВВ обуславливает смещение локализации дефицита в сторону передневерхнего сектора, который с учетом степени тяжести суммарно составил 48,2 % от всех клинических случаев подгруппы.

Задневерхний дефицит, выявляемый при типах I и II по Crowe (15 и 6,9 % соответственно), является наиболее затруднительным для верификации при помощи рутинной рентгенографии и требует особого внимания при выборе тактики установки вертлужного компонента при ТЭТС.

Тяжелый тотальный дефицит с утратой более 30 % покрытия всех секторов ВВ, а также тяжелый передневерхний дефицит практически в равных пропорциях составляют паттерны подгруппы Crowe III и могут быть предикторами высокого риска нестабильности АК.

Избыточная антеверсия ВВ ( $> 20^\circ$ ) коррелировала с дефицитом передневерхней стенки ВВ ( $r = 0,74$ ;  $p < 0,001$ ), в то время как ретроверсия впадины ( $< 15^\circ$ ) сочеталась с задневерхней недостаточностью ( $r = 0,89$ ;  $p < 0,001$ ). Дефициты, приводящие к разнонаправленной утрате костного массива как передней, так и задней стенки, не оказывали влияния на показатель фронтальной инклинации.

Выявлено статистически значимое ( $p = 0,003$ ) увеличение амплитуды внутренней ротации бедра среди случаев с дефицитом передневерхней локализации. Увеличение амплитуды наружной ротации бедра при локализации дефицита в заднем и задневерхнем сегментах находится на уровне статистической тенденции.

**Перспективы дальнейших исследований.** Результаты и закономерности, полученные в ходе текущей работы, требуют подтверждения в ходе исследования большего числа наблюдений, предполагающего рандомизацию.

**Данные о связи публикации с плановыми научно-исследовательскими работами, фондами, грантами.** Текущее исследование выполнено в рамках НИР кафедры ортопедии и травматологии ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины» «Разработка новых и усовершенствование существующих методов лечения травм и заболеваний опорно-двигательной системы» (номер государственной регистрации — 0214U002077, шифр темы — ИН 04.16).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии какого-либо конфликта интересов и собственной финансовой заинтересованности при подготовке данной статьи.

## Список литературы

1. Лоскутов А.Е., Ковбаса Е.А., Олейник А.Е., Стрыженый В.Г. и др. Предоперационная оценка секторального дефицита вертлужной впадины в условиях диспластического коксартроза. *Морфология*. 2019. Том 13, № 1. С. 17-37.
2. Altıntaş F., Gökçe A., Güven M., İnan M. Analyzing acetabular deficiency by computed tomography in osteoarthritis after Crowe type 2 developmental dysplasia of the hip. *Joint Diseases Rel. Surg.* 2009. 20 (3). 127-130.
3. Anda S., Svenningsen S., Dale L.G., Benum P. The acetabular sector angle of the adult hip determined by computed tomography. *Acta Radiol.* 1986. 27. 443-447.
4. Anda S., Terjesen T., Kvistad K.A., Svenningsen S. Acetabular angles and femoral anteversion in dysplastic hips in adults: CT investigation. *J. Comput. Assist Tomogr.* 1991. 15. 115-120.
5. Beltran L.S., Rosenberg Z.S., Mayo J.D., De Tuesta M.D. Imaging evaluation of developmental hip dysplasia in the young adult. *Am. J. Radiology.* 2013. 200. 1077-1088.
6. Crowe J.F., Mani V.J., Ranawat C.S. Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1979. Vol. 61, № 1. 15-23
7. Fujii M., Nakashima Y., Sato T., Akiyama M. Acetabular tilt correlates with acetabular version and coverage in hip dysplasia. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2012. 470. 2827-2835.
8. Fujii M., Nakashima Y., Sato T., Akiyama M. Pelvic deformity influences acetabular version and coverage in hip dysplasia. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2011. 469. 1735-1742.
9. Fujii M., Nakashima Y., Yamamoto T., Mawatari T. Acetabular retroversion in developmental dysplasia of the hip. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2010. 92. 895-903.
10. Ganz R., Leunig M. Morphological variations of residual hip dysplasia in the adult. *Hip Int.* 2007. 17 (5). 22-28.
11. Geijer M., El-Khoury G.Y. Imaging of the acetabulum in the era of multidetector computed tomography. *Emergency Radiology.* 2007. 14. 271-277.
12. Haddad F.S., Garbuz D.S., Duncan C.P., Janzen D.L., Munk P.L. CT evaluation of periacetabular osteotomies. *J. Bone Joint Surg. Br.* 2000. 82. 526-531.
13. Hartofilakidis G., Karachalios T., Georgiades G., Kourlaba G. Total hip arthroplasty in patients with high dislocation: a concise follow-up, at minimum of fifteen years, of previous reports. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2011. 93. 1614-1618.
14. Hingsammer A.M., Bixby S., Zurakowski D., Yen Y.M. How do acetabular version and femoral head coverage change with skeletal maturity? *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2015. 473. 1224-1233.
15. Ito H., Matsuno T., Hirayama T., Tanino H. Three-dimensional computed tomography analysis of nonosteoarthritic adult acetabular dysplasia. *Skeletal Radiol.* 2009. 38. 131-139.
16. Jawad M.U., Scully S.P. In brief: Crowe's classification. *Arthroplasty in developmental dysplasia of the hip. Clin. Orthop. Rel. Res.* 2011. 469. 306-308.
17. Karachalios Th., Hartofilakidis G. Congenital hip disease in adults: terminology, classification, pre-operative planning and management. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2010. 92 (7). 914-921.

18. Lee W.A., Saroki A.J., Loken S. et al. Radiographic identification of arthroscopically relevant acetabular structures. *Am. J. Sports Med.* 2016. 44. 67-73.
19. Mendes D.G., Said M.S., Aslan K. Classification of adult congenital hip dysplasia for total hip arthroplasty. *Orthopedics.* 1996. 19. 881-887.
20. Nepple J.J., Wells J., Ross J.R., Bedi A. Three patterns of acetabular deficiency are common in young adult patients with acetabular dysplasia. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2017. 475. 1037-1044.
21. Peters C.L., Erickson J.A., Anderson L., Anderson A.A. Hip-preserving surgery: understanding complex pathomorphology. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2009. 91 (6). 42-58.
22. Steppacher S.D., Tannast M., Ganz R., Siebenrock K.A. Mean 20-year follow-up of Bernese periacetabular osteotomy. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2008. 46b. 1633-1644.
23. Tallroth K., Lepistö J. Computed tomography measurement of acetabular dimensions: normal values for correction of dysplasia. *Acta Orthopaedica.* 2006. 77 (4). 598-602.
24. Tannast M., Hanke M.S., Zheng G., Steppacher S.D. What are the radiographic reference values for acetabular under and overcoverage? *Clin. Orthop. Relat. Res.* 214. 473. 1234-1246.
25. Van Bosse H., Wedge J.H., Babyn P. How are dysplastic hips different? A three-dimensional CT study. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2014. 473. 1712-1723.
26. Werner C.M.L., Copeland C.E., Bouaicha S. Relationship between Wiberg's lateral center edge angle, Lequesne's acetabular index, and medial acetabular bone. *Skeletal Radiology.* 2011. 40. 1435-1442.
27. Werner C.M.L., Ramseier L.E., Ruckstuhl T., Stromberg J. Normal values of Wiberg's lateral center-edge angle and Lequesne's acetabular index — a coxometric update. *Skeletal Radiol.* 2012. 41. 1273-1278.
28. Xenakis T.A., Gelalis I.D., Koukoubis T.D., Soucacos P.N. Neglected congenital dislocation of the hip. Role of computed tomography and computer-aided design for total hip arthroplasty. *J. Arthroplasty.* 1996. 11. 893-898.
29. Zaltz I., Kelly B.T., Hetsroni I., Bedi A. The crossover sign overestimates acetabular retroversion. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2013. 471. 2463-2470.

Получено/Received 13.06.2019

Рецензировано/Revised 27.06.2019

Принято в печать/Accepted 15.07.2019 ■

Лоскутов О.Є.<sup>1</sup>, Ковбаса О.О.<sup>1</sup>, Олійник О.Є.<sup>1</sup>, Стрижений В.Г.<sup>2</sup>, Губарик О.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро, Україна

<sup>2</sup>КЗ «Дніпропетровська обласна клінічна лікарня імені І.І. Мечникова», м. Дніпро, Україна

### Патерни секторального дефіциту вертлюжної западини в умовах диспластичного коксартрозу

**Резюме. Актуальність.** Верифікація морфології секторального дефіциту вертлюжної западини (ВЗ) в умовах дисплазії є ключовою для прецизійної імплантації ацетабулярного компонента (АК) при тотальній ендопротезуванні кульшового суглоба (ТЕКС). Дослідження демонструють широку варіабельність дефіциту покриття ВЗ незалежно від тяжкості диспластичного коксартрозу (ДК). При цьому можливості стандартної рентгенографії кульшового суглоба для об'єктивної оцінки стану секторального покриття значно обмежені, що потребує застосування надійних методик візуалізації. **Мета:** дослідження варіабельності секторального дефіциту та визначення його патернів в умовах ДК; визначення зв'язку патернів з типом ДК за Crowe, фронтальною інклинацією ВЗ та обсягом рухів у суглобі. **Матеріали та методи.** Проведено комплексне порівняльне МСКТ-морфометричне дослідження 66 кульшових суглобів з ДК (Crowe I — 20 (30,3 %), Crowe II — 29 (43,9 %) і Crowe III — 17 (25,8 %)). Визначались показники кутів переднього (ААSА), заднього (PASA), горизонтального (НАSА) секторів ВЗ; кутів Віберга, Шарпа; фронтальної інклинації ВЗ, поєднані з візуальною оцінкою параметрів дефекту на 3D-топограмі; стратифікація дефіциту згідно з тяжкістю, локалізацією та визначенням його патернів; кореляція патернів дефіциту з показниками фронтальної інклинації, обсягом рухів ураженого суглоба. **Результати.** Визначено 7 патернів секторального дефіциту ВЗ, що спостерігаються в різних пропорціях при кожному з типів ДК (I–III) за Crowe. Тип I за Crowe характеризувався 5 патернами секторального дефіциту з переважанням помірного передньоверхнього (40 %) та помірного верхнього (20 %) дефіцитів із втратою покриття стінок у межах 30 % від норми. У підгрупі Crowe II визначено 6 патернів дефі-

циту з переважанням важкого та помірного передньоверхнього патернів (48,2 %). Задньоверхній дефіцит, що визначається при типах I та II за Crowe (15 і 6,9 % відповідно), є найбільш складним для верифікації за допомогою рутинної рентгенографії та потребує особливої уваги при визначенні тактики імплантації АК. Тяжкий тотальний дефіцит із втратою більш ніж 30 % покриття всіх секторів ВЗ і тяжкий передньоверхній дефіцит становлять патерни підгрупи Crowe III і є предикторами високого ризику нестабільності АК. Надмірна антеверсія ВЗ (> 20°) корелювала з дефіцитом передньоверхньої стінки ВЗ ( $r = 0,74$ ,  $p < 0,001$ ), тоді як ретроверсія западини (< 15°) поєднувалася із задньоверхньою недостатністю ( $r = 0,89$ ,  $p < 0,001$ ). Дефіцити, що призводять до різноспрямованої втрати кісткового масиву як передньої, так і задньої стінки, не впливали на показник фронтальної інклинації. Виявлено статистично значуще ( $p = 0,003$ ) збільшення амплітуди внутрішньої ротації стегна серед випадків з дефіцитом передньоверхньої локалізації. Збільшення амплітуди зовнішньої ротації стегна при локалізації дефіциту в задньому та задньоверхньому сегментах знаходиться на рівні статистичної тенденції. **Висновки.** Формування секторального дефіциту ВЗ є різноспрямованим процесом і характеризується значною варіабельністю. Беззаперечною є клінічна перевага МСКТ-морфометричної оцінки геометрії ВЗ під час передопераційного планування, що дозволяє верифікувати топографію та кількісні характеристики секторального дефіциту ВЗ та є ключовою у визначенні імплантаційної техніки АК при ТЕКС.

**Ключові слова:** ендопротезування кульшового суглоба; диспластичний коксартроз; вертлюжна западина; секторальний дефіцит; патерн



A.E. Loskutov<sup>1</sup>, E.A. Kovbasa<sup>1</sup>, A.E. Oleynik<sup>1</sup>, V.G. Strijeniy<sup>2</sup>, A.V. Gubarik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State Institution "Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine", Dnipro, Ukraine

<sup>2</sup>Mechnikov Dnipropetrovsk Regional Clinical Hospital, Dnipro, Ukraine

### Patterns of acetabular sectoral deficiency in hip dysplasia

**Abstract. Background.** Variability and combination of acetabular morphological abnormalities make a wide spectrum of deformity patterns that requires reliable visualization. Acetabular deficiency localization and severity, as well as frontal inclination angle are pivotal for implantation technique, however inaccessible through a routine radiography. The purpose was to assess acetabular sectoral deficiency in hip dysplasia and to define its correlation with head cranial migration and acetabular sphericity indices. **Materials and methods.** There was performed a complex comparative MSCT-morphometric investigation of 66 patients with hip dysplasia (Crowe I — 20 (30.3 %), Crowe II — 29 hips (43.9 %), Crowe III — 17 hips (25.8 %)). There were assessed anterior (AASA), posterior (PASA) and horizontal (HASA) sector angles; Wiberg and Sharp angles; acetabular frontal inclination; their correlation with indices of femoral head cranial migration and acetabular sphericity. **Results.** Normal values of acetabular coverage were defined as AASA — 63.5° [57; 68], PASA — 105° [97; 115], HASA — 166° [163; 178], Wiberg angle — 40° [39; 43], Sharp angle — 37° [35; 38]; acetabular frontal inclination — 22° [17; 26]. There were re-

vealed strong correlation between HASA and femoral head cranial migration ( $r = -0.65$ ;  $p < 0.00001$ ) and acetabular sphericity index ( $r = 0.89$ ;  $p < 0.00001$ ) that confirms progressive deepening of acetabular deficiency according to dysplasia severity. The similar tendency is defined for anterior ASA: Crowe I — 45° [40; 50], Crowe II — 35° [28; 38], Crowe III — 25.5° [27; 31] ( $p < 0.001$ ). Posterior wall deficiency is accompanied neither with anterior ( $r = 0.17$ ) nor superior ( $r = 0.43$ ) one. No statistically significant difference ( $p > 0.05$ ) was defined between acetabular inclination angles either during between-group or intra-group comparison. The acetabular inclination was defined as the relation of anterior and posterior sector angles ( $1/2 \times (PASA-ASA)$ ). **Conclusions.** The acetabular sectoral deficiency remains to be multidirectional and is realized in multiple deformity patterns. MSCT-morphometry during preplanning is of important value due to verification and quantification of the acetabular sectoral deficiency that is an issue for implantation technique chose.

**Keywords:** total hip replacement; hip dysplasia; acetabulum; sectoral deficiency; pattern