

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ТКАНЕВОЙ ТРАВМАТИЗАЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ХИРУРГИЧЕСКОГО ДОСТУПА ПРИ РЕВИЗИОННОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

Синеокий А.Д.¹, Плиев Д.Г.¹, Гуацаев М.С.¹, Ефимов Н.Н.¹, Стафеев Д.В.¹, Михайлов К.С.¹, Несинов А.Н.²

¹ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: sineoky_91@mail.ru;

² СПб ГБУЗ «Городская поликлиника № 4», Санкт-Петербург

Статья посвящена сравнению мышечной травматизации хирургических доступов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. Был проведен лабораторный анализ биохимических маркеров тканевой травматизации у 56 пациентов, которым выполнялось ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава. Пациенты были разделены на три группы по типу используемого доступа – мини-инвазивный переднелатеральный (n=11), стандартный прямой латеральный (n=33), стандартный задний доступ (n=12). До операции и на 3-и, 5-е, 7-е сутки после нее измерялось содержание таких маркеров, как креатининфосфаткиназа, лактатдегидрогеназа, аспаратаминотрансфераза, креатинин, с-реактивный белок. Проведенный анализ маркеров тканевой травматизации продемонстрировал, что статистически значимые различия между хирургическими доступами были обнаружены только у одного показателя – с-реактивного белка (стандартный прямой латеральный доступ оказался связан с его максимальным увеличением), а различия в КФК, ЛДГ, АСТ, КРЕ обнаружено не было. В результате проведенной работы установлено, что мышечная травма присутствует при выполнении любых доступов. Это демонстрирует, что основной урон, который влияет на изменение биохимических показателей, наносится не путем отсечения мышц (как при выполнении только стандартного латерального и стандартного заднего доступов), а при давлении хирургических инструментов на мышцы, которое присутствует при выполнении как стандартных, так и малоинвазивных доступов, при которых отсечения мышц от мест прикрепления не производится.

Ключевые слова: тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, мини-инвазивные доступы, ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, биохимический маркер.

COMPARATIVE ANALYSIS OF MUSCLE TRAUMA MARKERS DEPENDING ON APPROACHES IN REVISION HIP ARTHROPLASTY

Sineoky A.D.¹, Pliev D.G.¹, Guatsaev M.S.¹, Efimov N.N.¹, Stafeev D.V.¹, Mikhaylov K.S.¹, Nesinov A.N.²

¹ Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden, St. Petersburg, e-mail: sineoky_91@mail.ru;

² SPB GBUZ «City Hospital № 4» Saint-Petersburg

This article is devoted to the comparison of tissue injuries depending on using different surgical approaches during hip revision. Laboratory analysis of biochemical markers of tissue injuries in 56 patients under hip revision has been carried out. The patients were divided into 3 groups according to the surgical approaches used during the operation: minimally invasive anterolateral (n=11), a standard lateral (n=33), a standard posterior approach (n=12). Such markers as creatine phosphatase, lactate dehydrogenase, aspartate transaminase, creatinine, a C-reactive protein were carefully measured on the 3rd, 5th and 7th day before the operation. The analysis of tissue injuries markers has proved that statistically significant differences among approaches have been found only in C-reactive protein (the standard anterolateral turned out to be related only with its maximum increase) although the differences in phosphatase, lactate dehydrogenase, aspartate transaminase, creatinine have not been detected. Following the research it can be claimed that tissue injuries are inevitable using any approaches. It demonstrates that the main damage which affects the change of biochemical indicators is not the one caused by cutting off the muscle from its origins (while using only standard lateral or a standard posterior approaches), but the pressure put by surgical instruments on muscles during either standard or minimally invasive hip replacement surgery when the cutting off the muscles is not implied.

Keywords: total hip replacement, minimally invasive hip replacement surgery, hip revision, biochemical markers.

На данный момент можно наблюдать существенное увеличение количества операций эндопротезирования тазобедренного сустава и наличия молодых пациентов трудоспособного возраста, для которых скорейшая реабилитация и возврат к обычной жизни являются важными компонентами лечения [1].

При выполнении операции у пациентов данной возрастной категории особое внимание следует уделять бережному отношению к мягкотканым структурам, окружающим тазобедренный сустав, в особенности средней ягодичной мышце. Ее повреждение может привести к стойкому болевому синдрому и возникновению хромоты в послеоперационном периоде [2, 3]. Это заставляет задуматься о применении малотравматичных доступов, так как пациенты данной возрастной группы неизбежно столкнутся с операцией ревизионного эндопротезирования и повторным повреждением мягкотканых структур [4]. Однако на настоящий момент одним из наиболее популярных доступов, используемых как для первичного, так и для ревизионного эндопротезирования, является прямой латеральный доступа Хардинга – около 42% ортопедов используют его в своей практике [5]. Данный доступ обеспечивает отличный обзор вертлужной впадины и проксимального отдела бедра, но наносит существенный ущерб передней порции средней ягодичной мышце – так, частота ее жирового перерождения при первичной артропластике может достигать 20%, по данным Howell et al. [6]. При ревизионном эндопротезировании стоит учитывать, что ее повторное повреждение может привести к жировой дегенерации почти 70% передней и 40% центральной порции после выполнения двух и более вмешательств [7].

В отличие от стандартных доступов, мини-инвазивные методики позволяют сохранить целостность анатомических структур, окружающих тазобедренный сустав, а также связаны с меньшей травматичностью. В то же время большинство исследований изучают травматизацию мягкотканых структур только при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава (путем анализа биохимических маркеров тканевой травматизации), исключая ревизионное, что и послужило причиной выполнения нашего собственного исследования.

Цель исследования: провести лабораторные исследования уровня содержания маркеров тканевой травматизации в зависимости от вида использованного хирургического доступа у пациентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава.

Материалы и методы исследования

В исследование вошли 56 пациентов, средний возраст которых составил 56 ($\pm 10,65$) лет, из них 22 мужчины и 34 женщины.

Пациенты были разделены на 3 группы по типу используемого доступа – мини-инвазивного переднелатерального доступа (МПЛД) (n=11), стандартного прямого

латерального доступа (СПЛД) (n=33) и стандартного заднего доступа (СЗД) (n=12). Распределение пациентов по группам в зависимости от возраста и индекса массы тела (ИМТ) представлено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение пациентов в зависимости от возраста и ИМТ

Параметры	МПЛД	СПЛД	СЗД
Возраст (лет)	65,6(±7,7)	63,3(±11,3)	58(±11,8)
ИМТ (кг/м ²)	30,7(±6,8)	29,43(±13,4)	27,9(±2,97)

Критерием включения в исследование был сохраненный проксимальный отдел бедренной кости с сохранными стенками и крышей вертлужной впадины. У пациентов в анамнезе было только одно вмешательство на оперированном суставе – операция первичной артропластики, т.е. предстоящая ревизионная операция была второй. Критерием исключения было наличие ревматоидного артрита у исследуемых пациентов.

Был проведен сравнительный анализ травматичности мягких тканей между группами путем измерения содержания следующих маркеров тканевой травматизации – креатининфосфаткиназы (ЛДГ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), аспартатаминотрансферазы (АСТ), креатинина (КРЕ), с-реактивного белка (срб). В историях болезни всех пациентов, включенных в исследование, проанализированы данные протоколов операций (оценивались длительность вмешательства и величина интраоперационной кровопотери), также учтены трудности, возникающие во время операции, и интраоперационные осложнения. В таблице 2 перечислены операции, которые проводились пациентам в соответствующих группах: замена только вертлужного компонента (замена ВК), замена только бедренного компонента (замена БК), замена вертлужного и бедренных компонентов (замена ВБК), замена полиэтиленового вкладыша (замена ПЭВК).

Таблица 2

Замена компонентов в зависимости от типа доступов

Диагноз	МПЛД n=11 (19,64%)	СПЛД n=33 (58,93%)	СЗД n=12 (21,43%)	Всего n=56 (100%)
Замена ВК	4 7,14%	7 12,50%	4 7,14%	15 26,79%
Замена БК	1 1,79%	7 12,50%	1 1,79%	9 16,07%
Замена ВБК	3 5,36%	7 12,50%	6 10,71%	16 28,57%
Замена ПЭВК	3 5,36%	12 21,43%	1 1,79%	16 28,57%

Уровень маркеров тканевой травматизации оценивался до операции и на 3-й, 5-й, 7-й дни после вмешательства.

Для наилучшего отражения динамики изменения после операции расчет уровня показателя в послеоперационном периоде проводился по формуле:

$\frac{(A-B) \times 100}{B}$, где А – уровень показателя в анализируемый день после операции, В – уровень показателя до операции. Данная формула позволяла получить величину изменения показателя в процентах по сравнению с его исходным уровнем до операции.

Для выполнения статистического анализа использовались методы прикладной статистики в программе Statistica 10. Так как большая часть полученных данных была распределена ненормально, то для их обработки применялись методы непараметрической статистики, а количественные данные выражались с помощью использования медианы (ME) и квартилей (Q1-Q3). Для сравнения количественных данных при наличии двух независимых выборок использовали критерий Манна–Уитни (Mann–Whitney), если же количество выборок было три и выше, то применяли критерий Краскела–Уоллиса (Kruskal–Wallis). Для поиска и оценки корреляционной связи использовался критерий ранговой корреляции Спирмена, подходящий для обработки данных, распределенных ненормально.

Результаты исследования и их обсуждение

Все вмешательства выполнялись опытными хирургами, использующими исследуемые доступы в своей обычной практике как при первичном, так и при ревизионном эндопротезировании. Использовались эндопротезы гибридной (74, 61,7%) и бесцементной фиксации (46, 38,3%) компонентов. Не было обнаружено инфекционных осложнений, тромбозов и тромбоза, т.е. все проанализированные операции не были связаны с общехирургическими ранними послеоперационными осложнениями.

Во время изучения соотношения длительности операции и интраоперационной кровопотери была найдена корреляционная связь средней силы – Spearman R=0,56 (p<0,001). Корреляции между ИМТ и длительностью операции обнаружено не было (p=0,23), как и между ИМТ и интраоперационной кровопотерей (p=0,409). В результате анализа разницы в длительности выполнения ревизионного эндопротезирования была определена статистически значимая разница между изучаемыми подгруппами – выполнение операции с использованием стандартного заднего доступа заняло больше времени (p=0,0002), а кровопотеря при этом доступе оказалась максимальной (p=0,0054) (табл. 3).

Таблица 3

Длительность операции и объем кровопотери в исследуемых подгруппах

	МПЛД	СПЛД	СЗД	p=
	МЕ (Q1–Q3)	МЕ (Q1–Q3)	МЕ (Q1–Q3)	
Длительность операции (мин)	75 (Q1–Q3: 60–85)	87 (Q1–Q3: 65–115)	130 (Q1–Q3: 117–170)	p=0,0002
Объем кровопотери (мл)	200 (Q1–Q3: 120–250)	250 (Q1–Q3: 175-400)	575 (Q1–Q3: 300–925)	p=0,0054

Далее длительность операции и интраоперационная кровопотеря изучались в зависимости от типа удаляемого компонента – только бедренный, только вертлужный, бедренный и вертлужный, а также те вмешательства, когда производилась только замена полиэтиленового вкладыша. Была обнаружена статистически значимая разница между типами удаляемого компонента: операция по замене полиэтиленового вкладыша ожидаемо протекала заметно быстрее, чем удаление вертлужного и бедренных компонентов (табл. 4).

Таблица 4

Длительность операции и интраоперационная кровопотеря в зависимости от типа удаляемого компонента

	Замена ПЭВК	Замена ВБК	Замена ВК	Замена БК	p=
	МЕ (Q1–Q3)	МЕ (Q1–Q3)	МЕ (Q1–Q3)	МЕ (Q1–Q3)	
Длительность операции (мин)	75 (Q1–Q3: 58–92)	122,5 (Q1–Q3: 95–162)	100 (Q1–Q3: 65–120)	100 (Q1–Q3: 80–115)	p=0,0069
Кровопотеря (мл)	150 (Q1–Q3: 100–250)	400 (Q1–Q3: 325–675)	225 (Q1–Q3: 150–600)	200 (Q1–Q3: 200–300)	p=0,001

Болевой синдром пациентов измерялся на 1-е, 2-е, 3-и, 4-е, 5-е сутки после операции с помощью визуально-аналоговой шкалы (ВАШ). В раннем послеоперационном периоде данные ВАШ постепенно снижались, и была обнаружена статистически значимая разница между стандартными доступами и малоинвазивным переднелатеральным доступом – пациенты, прооперированные с помощью МПЛД, отмечали меньший болевой синдром, кроме результатов на 5-й день после вмешательства (табл. 5).

Таблица 5

Уровень интенсивности болевого синдрома у пациентов, перенесших ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава

	МПЛД	СПЛД	СЗД	p
	МЕ (Q1–Q3)	МЕ (Q1–Q3)	МЕ (Q1–Q3)	
ВАШ д/о	5,5 (Q1–Q3: 4–6)	5 (Q1–Q3: 4–6)	5 (Q1–Q3: 4–6)	p=0,9402
ВАШ на 1-й день п/о	5 (Q1–Q3: 4–6)	7 (Q1–Q3: 6–8)	7 (Q1–Q3: 6–8)	p=0,0278
ВАШ на 2-й день п/о	4 (Q1–Q3: 3–5)	6 (Q1–Q3: 5–7)	6,5 (Q1–Q3: 5,5–7)	p=0,0042
ВАШ на 3-й день п/о	3 (Q1–Q3: 2–5)	5 (Q1–Q3: 4–6)	6 (Q1–Q3: 5–6,5)	p=0,0021
ВАШ на 4-й день п/о	3 (Q1–Q3: 2–4)	4 (Q1–Q3: 3–6)	5,5 (Q1–Q3: 4,5–6)	p=0,0023
ВАШ на 5-й день п/о	3 (Q1–Q3: 2–4)	4 (Q1–Q3: 3–5)	4 (Q1–Q3: 3,5–5)	p=0,0350

При оценивании динамики роста таких биохимических маркеров тканевой травматизации, как КФК, ЛДГ, АСТ, креатинин, в послеоперационном периоде не было обнаружено статистически значимой разницы между группами исследуемых доступов на 3-й, 5-й, 7-й дни после операции (табл. 6).

Таблица 6

Динамика роста КФК, ЛДГ, АСТ, КРЕ в послеоперационном периоде

		МПЛД	СПЛД	СЗД	p
		МЕ (Q1–Q3)	МЕ (Q1–Q3)	МЕ (Q1–Q3)	
КФК	3-й день п/о, %	1131,63 (Q1–Q3: 163,8–1871,91)	1112,39 (Q1–Q3: 300–1534,5)	877,87 (Q1–Q3: 428–1233,91)	p=0,95
	5-й день п/о, %	484,27 (Q1–Q3: 100–681,46)	577,45 (Q1–Q3: 108,8–1025,9)	480,99 (Q1–Q3: 174,01–741,78)	p=0,8
	7-й день п/о, %	245,29 (Q1–Q3: 100–681,46)	233,61 (Q1–Q3: 108,8–1025,9)	192,43 (Q1–Q3: 174,01–741,78)	p=0,82

		МПЛД	СПЛД	СЗД	p
		ME (Q1–Q3)	ME (Q1–Q3)	ME (Q1–Q3)	
	день п/о, %	–46,84–431,46)	–10,08–305,88)	24,5–271,15)	
ЛДГ	3-й день п/о, %	7,80 (Q1–Q3: 4,41–56,65)	15,73 (Q1–Q3: 6,82–36,31)	5,11 (Q1–Q3: 0,52–23,89)	p=0,278
	5-й день п/о, %	19,15 (Q1–Q3: 7,05–43,1)	22,35 (Q1–Q3: 13,61–44,15)	21,04 (Q1–Q3: 9,5–32,77)	p=0,342
	7-й день п/о, %	28,00 (Q1–Q3: –5,74–53,62)	35,43 (Q1–Q3: 19,66–53,33)	35,86 (Q1–Q3: 22,42–55,7)	p=0,796
АСТ	3-й день п/о, %	103,67 (Q1–Q3: 16,67–273,36)	116,28 (Q1–Q3: 38,52–189,25)	97,98 (Q1–Q3: 32,9–155,56)	p=0,93
	5-й день п/о, %	57,62 (Q1–Q3: 8,57–185,31)	106,58 (Q1–Q3: 37,5–201,94)	68,14 (Q1–Q3: 16,47–122,69)	p=0,226
	7-й день п/о, %	22,86 (Q1–Q3: 8,07–74,67)	48,19 (Q1–Q3: 13,07–176,28)	54,01 (Q1–Q3: 21,39–92,77)	p=0,368
КРЕ	3-й день п/о, %	–5,45 (Q1–Q3: –7,8–8,64)	–2,94 (Q1–Q3: –15,58–4,23)	–1,06 (Q1–Q3: –10,8–7,19)	p=0,775
	5-й день п/о, %	–11,70 (Q1–Q3: –12–(–4,69))	–8,06 (Q1–Q3: –12,7–0)	–9,01 (Q1–Q3: –12,5–(–3,12))	p=0,7410
	7-й день п/о, %	–5,32 (Q1–Q3: –7,2–1,24)	–6,00 (Q1–Q3: –12,28–0,33)	–4,00 (Q1–Q3: –8,06–4,28)	p=0,83

Далее проводился анализ динамики изменения показателей срб в послеоперационном периоде, и были обнаружены статистически значимые различия между подгруппами МПЛД

и СПЛД на 3-й, 5-й, 7-й дни после операции – СПЛД продемонстрировал наибольшее увеличение этого показателя. Данные СРБ наглядно продемонстрированы в таблице 7.

Таблица 7

Показатели СРБ в послеоперационном периоде

	МПЛД	СПЛД	СЗД	p
	МЕ (Q1–Q3)	МЕ (Q1–Q3)	МЕ (Q1–Q3)	
3-й день п/о, %	964,17 (Q1–Q3: 441–1446,54)	2611,84 (Q1–Q3: 922,09–4797,42)	1652,58 (Q1–Q3: 914,08–3855)	p=0,014
5-й день п/о, %	539,09 (Q1–Q3: 311,6–728,24)	1120,00 (Q1–Q3: 525–3059,27)	604,97 (Q1–Q3: 370,03–1388,57)	p=0,015
7-й день п/о,%	315,72 (Q1–Q3: 100–44,53)	799,52 (Q1–Q3: 208,02–1272,41)	421,70 (Q1–Q3: 176,05–691,47)	p=0,007

Таким образом, проведенный анализ маркеров тканевой травматизации продемонстрировал, что статистически значимые различия между хирургическими доступами были обнаружены только у одного показателя – с-реактивного белка (стандартный прямой латеральный доступ оказался связан с его максимальным увеличением), а разницы в КФК, ЛДГ, АСТ, КРЕ обнаружено не было. В то же время группа МПЛД продемонстрировала статистически меньшую интенсивность болевого синдрома в первые 4 суток после вмешательства, чем группы стандартных хирургических доступов.

На данный момент существует достаточное количество исследований, изучающих разницу в биохимических маркерах тканевой травматизации мышц между различными хирургическими доступами при эндопротезировании тазобедренного сустава. Однако часто их результаты противоречат друг другу: то заявляется о меньшей травматизации при использовании малоинвазивных доступов, то утверждается, что разница в биохимических показателях отсутствует.

Michael Muller с соавторами сравнили мышечную травматизацию при переднелатеральном мини-инвазивным доступе и модифицированной версии стандартного латерального доступа. Авторы выяснили, что стандартный латеральный доступ оказался связан с более высоким уровнем миоглобина в послеоперационном периоде, однако никакой статистически значимой разницы с мини-инвазивным переднелатеральным доступом

найден не было, а уровень креатининфосфаткиназы был почти одинаковым в этих двух группах [8].

Rykov с соавторами измерили уровень креатининкиназы и с-реактивного белка у пациентов, прооперированных с помощью переднего (n=23) и заднелатерального (заднего, n=23) доступов. Авторы не обнаружили никаких статистически значимых различий, а функциональные результаты пациентов также значимо не отличались [9].

В то же время Zhao с соавторами также сравнили результаты переднего (n=60) и заднелатерального (n=60) доступов. Оценивая величину мышечной травмы, хирурги отслеживали в послеоперационном периоде такие биохимические показатели, как креатининкиназа, с-реактивный белок, интерлейкин-6, скорость оседания эритроцитов, гемоглобин и гематокрит. В течение первых 4 дней после операции передний доступ был связан с меньшим увеличением этих показателей после операции, а разница с заднелатеральным доступом была статистически значима. Также передний доступ показал меньший болевой синдром в течение первых 3 дней после операции (со статистически значимой разницей), однако на 6-й месяц после операции результаты у изучаемых доступов были одинаковыми [10].

Nistor et al. оценили результаты тотального эндопротезирования, выполненного с помощью переднего (n=35) и латерального (n=35) доступа. Все операции были проведены хирургом, находящимся в начале кривой обучения. Оценивая мышечную травму, авторы измеряли уровни миоглобина, креатининкиназы и лактатдегидрогеназы в послеоперационном периоде, также фиксировались уровень болевого синдрома и потребление обезболивающих после вмешательства. Было установлено, что в послеоперационном периоде уровень миоглобина в группе переднего доступа был ниже ($p < 0,001$), однако в содержании креатининкиназы и лактатдегидрогеназы не было обнаружено никаких различий. В то же время передний доступ продемонстрировал меньший болевой синдром ($p < 0,001$) с меньшим потреблением морфина ($p < 0,001$) [11].

Langraeber et al. сравнили результаты тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, выполненного с использованием переднелатерального мини-инвазивного (n=36) и стандартного (n=39) доступов. Авторы не нашли статистически значимой разницы между доступами в уровне креатининкиназы и с-реактивного белка после операции, а также в уровне послеоперационного болевого синдрома [12].

Заключение

Учитывая, что в проведенном исследовании все подгруппы продемонстрировали примерно одинаковые результаты при оценке биохимических параметров (кроме срб), можно утверждать, что мышечная травма присутствует при выполнении любых доступов.

Это демонстрирует, что основной урон, который влияет на изменение биохимических показателей, наносится не путем отсечения мышц (как при выполнении стандартного латерального и стандартного заднего доступов), а при давлении хирургических инструментов на мышцы, которое присутствует при выполнении как стандартных, так и малоинвазивных доступов, при которых отсечения мышц от мест прикрепления не производится. Однако группа мини-инвазивного переднелатерального доступа продемонстрировала меньшую интенсивность болевого синдрома в послеоперационном периоде, что следует учитывать при предоперационном планировании, особенно у пациентов младшей возрастной группы, для которых скорейший возврат к активной трудоспособной жизни является важнейшим компонентом лечения.

Конфликт интересов: отсутствует.

Список литературы

1. McAuley J.P., Szuszczewicz E.S., Young A., et al. Total hip arthroplasty in patients 50 years and younger. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2004. V. 218. P. 119-125. DOI: 10.1097/00003086-200401000-00019.
2. Bogunovic L., Lee S.X., Haro M.S., et al. Application of the Goutallier/Fuchs rotator cuff classification to the evaluation of hip abductor tendon tears and the clinical correlation with outcome after repair. *Arthroscopy.* 2015. V. 31(11). P. 2145–2151.
3. Engelken F., Wassilew G.I., Köhlitz T. Assessment of fatty degeneration of the gluteal muscles in patients with THA using MRI: reliability and accuracy of the Goutallier and quartile classification systems. *J Arthroplasty.* 2014. V. 29(1). P. 149–153.
4. Liu S.S., Della Valle A., Besculides M.C., Gaber L.K., Memtsoudis S.G. Trends in mortality, complications, and demographics for primary hip arthroplasty in the United States. *Int. Orthop.* 2009. V. 33(3). P. 643–651.
5. Chechik O, Khashan M, Lador R, Salai M, Amar E. Surgical approach and prosthesis fixation in hip arthroplasty worldwide. *Arch Orthop. Trauma Surg.* 2013. V. 133(11). P. 1595–600.
6. Howell GE, Biggs RE, Bourne RB. Prevalence of abductor mechanism tears of the hips in patients with osteoarthritis. *J. Arthroplasty.* 2001. V. 16(1). P. 121–123.
7. Von Roth P, Abdel MP, Wauer F, Winkler T, Wassilew G, Diederichs G, Perka C. Significant muscle damage after multiple revision total hip replacements through the direct lateral approach. *Bone Joint J.* 2014. V. 96-B(12). P. 1618-1622.
8. Müller M, Tohtz S, Springer I, Dewey M, Perka C. Randomized controlled trial of abductor muscle damage in relation to the surgical approach for primary total hip replacement: Minimally

invasive anterolateral versus modified direct lateral approach. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011. V. 131(2). P. 179–189.

9. Rykov K, Reininga IHF, Sietsma MS, Knobben BAS, Ten Have BLEF. Posterolateral vs Direct Anterior Approach in Total Hip Arthroplasty (POLADA Trial): A Randomized Controlled Trial to Assess Differences in Serum Markers. *J Arthroplasty.* 2017. V. 32(12). P. 3652-3658.e1

10. Zhao HY, Kang PD, Xia YY, Shi XJ, Nie Y, Pei FX. Comparison of Early Functional Recovery After Total Hip Arthroplasty Using a Direct Anterior or Posterolateral Approach: A Randomized Controlled Trial. *J Arthroplasty.* 2017. V. 32(11). P. 3421-3428.

11. Nistor DV, Caterev S, Bolboacă SD, Cosma D, Lucaciu DOG, Todor A. Transitioning to the direct anterior approach in total hip arthroplasty. Is it a true muscle sparing approach when performed by a low volume hip replacement surgeon? *Int Orthop.* 2017. V. 41(11). P. 2245-2252.

12. Landgraeber S, Quitmann H, Güth S, Haversath M, Kowalczyk W, Kecskeméthy A, Heep H, Jager M. A prospective randomized peri- and post-operative comparison of the minimally invasive anterolateral approach versus the lateral approach. *Orthop Rev (Pavia).* 2013. V. 5(3). P. 19.