

Результаты лечения пациентов с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава

А.А. Корыткин, Ю.М. Эль Мудни, К.А. Ковалдов, Я.С. Новикова, Б.Ю. Белоусов

ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России
Верхне-Волжская набережная, д. 18, 603155, г. Нижний Новгород, Россия

Реферат

Перипротезные переломы — одна из основных причин выполнения ревизионных операций. Лечение пациентов с перипротезными переломами связано с большим количеством осложнений и не теряет своей актуальности.

Цель исследования — оценить результаты лечения пациентов с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава и определить факторы, влияющие на эффективность лечения.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ медицинской документации 76 пациентов, проходивших лечение по поводу перипротезных переломов бедренной кости. Пострадавшие были разделены на группы согласно Объединенной системе классификации перипротезных переломов UCS. Наблюдение пациентов длилось от 6 до 124 мес. (в среднем $34,90 \pm 28,81$).

Результаты. В 3 (3,9%) случаях перипротезные переломы бедренной кости являлись осложнением первичного эндопротезирования тазобедренного сустава и были интраоперационными, в 75 (96,1%) — ревизионного; в 56 (71,8%) случаях — с бесцементным, в 22 (28,2%) — с цементным типом фиксации бедренного компонента. У 30 (38,5%) пациентов переломы произошли по ятрогенным причинам, то есть интраоперационно, у 48 (61,5%) — вследствие высоко- и низкоэнергетических травм. Чаще всего встречались переломы типа В — в 53 (68%) случаях. Консервативная терапия, фиксация серкляжами или пластиной с винтами показали низкую эффективность. В группе пациентов с расширенной остеотомией большого вертела сращение было достигнуто в 90,5%, в то время как в группе без ее использования — в 75%. Низкий процент сращения перипротезных переломов наблюдался при переломах типов А и В1 (65% и 66,7% соответственно). При лечении пациентов с перипротезными переломами типов В2, В3 и С консолидация наступила более чем у 80% пациентов. Различные осложнения развились в 17 (21,8%) случаях.

Выводы. Эффективное лечение пациентов с перипротезными переломами бедренной кости было сопряжено с выполнением расширенной остеотомии большого вертела ($\gamma = 0,51$; $p = 0,032$), отсутствием осложнений в послеоперационном периоде ($R = 0,55$; $p = 0,00001$), типами переломов В2, В3 и С ($\gamma = 0,40$; $p = 0,02$), использованием ревизионных бесцементных бедренных компонентов с дистальной фиксацией ($\gamma = 0,35$; $p = 0,018$). При лечении пациентов с переломами вертелов и стабильными бедренными компонентами швы нитью или фиксация проволоочными серкляжами неэффективны, предпочтительно проведение остеосинтеза пластиной с крючками типа Dall-Miles. При сомнениях относительно стабильности ножки предпочтение следует отдавать ревизии с применением бесцементных бедренных компонентов, в частности длинных ножек с дистальной фиксацией.

Ключевые слова: эндопротезирование тазобедренного сустава, перипротезные переломы, осложнения.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-34-44

Корыткин А.А., Эль Мудни Ю.М., Ковалдов К.А., Новикова Я.С., Белоусов Б.Ю. Результаты лечения пациентов с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(3):34-44. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-34-44.

Cite as: Korytkin A.A., El Mudni Yu.M., Kovaldov K.A., Novikova Ya.S., Belousov B.Yu. [Outcome of Periprosthetic Femoral Fractures in Hip Arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(3):34-44. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-34-44.

Новикова Яна Сергеевна. Верхне-Волжская набережная, д. 18, 603155, г. Нижний Новгород, Россия / Yana S. Novikova. 18, Verkhne-Volzhskaaya nab., 603155, Nizhny Novgorod, Russian Federation; e-mail: novikova_jana@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 07.02.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 04.06.2018.

Outcome of Periprosthetic Femoral Fractures in Hip Arthroplasty

A.A. Korytkin, Yu.M. El Mudni, K.A. Kovaldov, Ya.S. Novikova, B.Yu. Belousov

Privolzhsky Research Medical University

18, Verkhne-Volzhskaya nab., 603155, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Abstract

Periprosthetic fractures are one of the main reasons for revision surgery according to the data of large joint replacement registers. Treatment of patients with periprosthetic fractures is associated with a big number of complications and still keeps its relevance.

Purpose of the study is to evaluate treatment outcome of patients with periprosthetic femoral fractures in hip replacement.

Material and Methods. The authors performed a retrospective analysis of medical histories of 76 patients who underwent treatment of periprosthetic femoral fractures. The patients were divided into groups by the Unified Classification System (UCS). Follow up period was from 6 to 124 months (mean of 34.90 ± 28.81).

Results. 3 cases (3.9%) of periprosthetic femoral fractures were the complications after primary hip arthroplasty and occurred intraoperatively, 75 cases (96.1%) were complications after revision surgery; 56 cases (71.8%) were reported with uncemented and 22 cases (28.2%) with cemented femoral components. In 30 cases (38.5%) fractures had a iatrogenic nature and occurred intraoperatively, in 48 cases (61.5%) — occurred due to high- and low energy trauma. Type B fractures were observed most often — in 53 cases (68%). Conservative treatment, fixation by cerclage or by plate and screws has proven to be the least effective operative options. In the group of patients with extended osteotomy of the greater trochanter the healing was achieved in 90.5% of cases, while in the group without osteotomy — in 75% of cases. Low healing rate of periprosthetic fractures was observed for A and B1 type fractures (65% and 66.7% respectively). Follow up of patients with B2, B3 and C type fractures demonstrated consolidation in more than 80% of cases. Various complications were reported in 17 cases (21.8%).

Conclusion. Effective treatment of patients with periprosthetic femoral fractures was associated with extended osteotomy of the greater trochanter ($\gamma = 0.51$; $p = 0.032$), absence of complications in postoperative period ($R = 0.55$; $p = 0.00001$), B2, B3 and C fracture types ($\gamma = 0.40$; $p = 0.02$) and use of revision uncemented femoral components with distal fixation ($\gamma = 0.35$; $p = 0.018$). In the authors opinion use of sutures or cerclage wires are not effective in cases of trochanteric fractures and stable femoral components; it would be preferable to perform internal fixation by a plate with hooks such as Dall-Miles. In case of doubts in regard of stem stability the revision should rather stipulate use of uncemented femoral components, in particular long stems with distal fixation.

Keywords: hip joint arthroplasty, periprosthetic fractures, complications.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-34-44

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Перипротезные переломы бедренной кости являются частым осложнением тотального эндопротезирования тазобедренного сустава (ТБС) и могут случаться непосредственно во время операции или после ее выполнения [1]. Обычно такие переломы требуют сложных ревизионных вмешательств, клинические исходы которых не всегда благоприятны, показатели смертности остаются высокими [2]. По данным зарубежных регистров артропротезирования и регистра эндопротезирования тазобедренного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена, перипротезные переломы являются одной из пяти основных причин выполнения ревизионных вмешательств: до 10% ревизий ТБС обусловлены перипротезными переломами [2–5].

По результатам ретроспективного анализа клиники Мауо с 1969 по 1990 г., распространенность

перипротезных переломов после почти 20000 операций первичного эндопротезирования составила 0,6%. При этом после 17579 случаев первичного цементного эндопротезирования перипротезные переломы встречались в 0,6%, а после 2078 операций бесцементного — в 0,4%. Среди 4397 ревизионных вмешательств распространенность перипротезных переломов в послеоперационном периоде составила 2,4%, причем 2,8% после 3265 цементных ревизий и 1,5% — после 1132 бесцементных [6]. По данным современной литературы, частота интраоперационных перипротезных переломов бедренной кости достигает 27,8%, в то время как распространенность перипротезных переломов в послеоперационном периоде в одних исследованиях соответствует 1,5–4%, в других — колеблется от 0,07% до 18% [7–9]. Рост числа перипротезных переломов в последние десятилетия растет. Данный

факт обусловлен увеличением количества выполняемых первичных и ревизионных эндопротезирований тазобедренного сустава, в частности с применением бесцементных бедренных компонентов и связанных имплантов, увеличением срока службы имплантатов, высокими функциональными требованиями пациентов после операции, ростом числа пожилых пациентов с остеопорозом, перенесших эндопротезирование [10, 11].

Цель исследования — оценить результаты лечения пациентов с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава и определить факторы, влияющие на эффективность лечения.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ медицинской документации 76 пациентов (78 случаев перипротезных переломов), проходивших лечение

по поводу перипротезных переломов бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава в период с 2006 по 2016 г. Вмешательства выполнялись тремя опытными хирургами. Из медицинских карт пациентов были получены сведения о возрасте, гендерной принадлежности, первичном диагнозе, количестве вмешательств на заинтересованном суставе, обстоятельствах возникновения перипротезного перелома, виде лечения и возникших после него осложнений. Из протоколов операции получены данные о типе вмешательства, виде удаленных и имплантируемых конструкций. Информированное добровольное согласие на обработку и публикацию персональных данных получено от всех пациентов.

Чаще переломы случались у женщин старше 60 лет ($p = 0,028$). Характеристика пациентов на момент возникновения перипротезного перелома представлена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика пациентов на момент возникновения перипротезного перелома бедренной кости

Показатель	Среднее значение \pm среднеквадратичное отклонение (диапазон/доля)
Средний возраст, лет	56,76 \pm 13,64 (25–92)
0–59 лет	40/78 (51,3%)
>60 лет	38/78 (48,7%)
Пол	
Количество мужчин	34/76 (45%)
Количество женщин	42/76 (55%)
Сторона	
Правая	41/78 (52,6%)
Левая	37/78 (47,4%)
Двусторонние переломы	2/76 (2,6%)
Средний индекс массы тела, кг/м ²	27,51 \pm 4,15 (18,1–40,6)
Первичный диагноз	
Остеоартроз	37 (47,4%)
Посттравматическая патология	20 (25,6%)
Ревматоидный артрит	4 (5,1%)
Другой (аваскулярный некроз и пр.)	17 (21,9%)
Тип фиксации бедренного компонента	
Цементный	22 (28,2%)
Бесцементный	56 (71,8%)
Тип тотального эндопротезирования	
Первичное	3 (3,9%)
Ревизионное	75 (96,1%)
Причина перипротезного перелома	
Высокоэнергетическая травма	44 (56,4%)
Ятрогенный перелом	30 (38,5%)
Низкоэнергетическая травма	4 (5,1%)
Среднее количество вмешательств	1,53 \pm 0,99 (0–5)
Средний срок наблюдения, мес.	34,90 \pm 28,81 (6–124)

Пострадавшие были разделены на группы согласно Объединенной системе классификации перипротезных переломов UCS [12], также отмечались признаки остеолита и других состояний костной ткани, способствующих возникновению перелома в области имплантата. Стабильность ножки эндопротеза оценивалась по рентгенограммам, выполненным на последнем контрольном осмотре. Стабильность бесцементной ножки определяли по критериям С.А. Engh с соавторами, которые включали отсутствие рентгенопрозрачных линий, сформировавшегося пьедестала у кончика бедренного компонента, перестройки калькара и признаков миграции ножки [13]. Критерии стабильности цементной ножки включали отсутствие признаков миграции бедренного компонента и рентгенопрозрачных линий на границе имплантат-цемент (от 50 до 100% зоны имплантат-цемент). Главными критериями позитивной оценки результата лечения пациента на момент контрольного осмотра являлись консолидация перипротезного перелома и нормальное функционирование эндопротеза. В представленной выборке были случаи развития различных послеоперационных осложнений, приводивших к необходимости проведения дальнейшего лечения пациента в результате которого удавалось достичь консолидации перелома. Исход перипротезного перелома оценивали после первой попытки его лечения, то есть консолидацию после повторных операций оценивали как несращение.

Клиническая оценка результатов лечения пациентов проводилась по результатам опросников. Пациенты заполняли визуальную аналоговую шкалу (Visual Analogue Scale — VAS), отражающую интенсивность болевого синдрома, и шкалу оценки ограничения функций тазобедренного сустава и исхода остеоартроза (Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score — HOOS) до операции, через 3, 6 и 12 мес. после ее выполнения.

Статистическая обработка полученных данных проводилась при помощи программного обеспечения Microsoft Office Excel, Access 2013 и Statistica 6.1. Для оценки различий в сравниваемых группах пользовались U-тестом Манна–Уитни и знаковым ранговым тестом Вилкоксона. Для сравнения бинарных показателей между независимыми группами применяли тест χ^2 . При уровне значимости $p \leq 0,05$ различия между сравниваемыми группами считали статистически значимыми. Степень согласованности изменений исследуемых параметров оценивали по результатам корреляционного анализа с вычислением коэффициента Спирмена (R) и гамма коэффициента (γ).

Результаты

В 3 (3,9%) случаях перипротезные переломы бедренной кости являлись осложнением первичного эндопротезирования тазобедренного сустава, в 75 (96,1%) — ревизионного. Все перипротезные переломы, развившиеся в результате первичного эндопротезирования, произошли во время операции. Вероятно, это связано с агрессивной хирургической техникой, ошибками в выборе типа имплантата, сочетающимися с анатомическими особенностями пациентов. Чаще всего перипротезные переломы случались после первого ревизионного вмешательства (60,3% — 47 ТБС), реже после второй ревизии (24,4% — 19 ТБС), еще реже после третьей, четвертой и пятой (5,1%, 3,9% и 2,6%, соответственно).

Чаще всего у пострадавших встречались переломы типа В — 68% случаев (53 ТБС, $p = 0,001$). На переломы типа А приходилось 25,6% (20 ТБС) и типа С — 6,5% (5 ТБС). Не было зарегистрировано ни одного перипротезного перелома типов D, E и F. В свою очередь, среди типа А чаще встречались переломы большого вертела А-G — 70% (14 ТБС, $p = 0,015$). На переломы малого вертела типов А-L и одновременно большого и малого вертелов типов А-G/L приходилось по 5% (1 ТБС) и 25% (5 ТБС) соответственно. Основной вклад в структуру переломов типа В внесли переломы В2 и В3, составляя 45,3% (24 ТБС) и 37,7% (20 ТБС) соответственно. На переломы типа В1 приходилось 17% (9 ТБС). Структура способов лечения в зависимости от типа перипротезного перелома представлена в таблице 2.

У пациентов с перипротезными переломами типа А перелом большого вертела, изолированный или в сочетании с переломом малого вертела, был выявлен в 95% случаев (19 ТБС). Большинство переломов данного типа (65% — 13 ТБС) произошли во время операции, причем в 4 из 13 случаев диагноз был установлен в послеоперационном периоде. Травма и выраженный остеолит проксимального отдела бедренной кости послужили причиной переломов типа А в 25% (5 ТБС) и 10% (2 ТБС) случаев соответственно. У 6 пациентов (20%) перипротезные переломы были стабильными, что, в соответствии со стандартными рекомендациями Vancouver group [14], позволило применить консервативную тактику лечения (иммобилизация тазобедренного сустава). Однако консервативная терапия не принесла ожидаемого положительного результата: лечение 3 из 6 переломов закончилось несращением, включая 1 случай перипротезной инфекции. Остальных 14 пациентов с нестабильными перипротезными переломами типа А лечили различными хирургическими способами (табл. 2).

Способы лечения в зависимости от типа перипротезного перелома

Способ лечения	Тип перелома, %					
	A (n = 20)	B1 (n = 9)	B2 (n = 24)	B3 (n = 20)	C (n = 5)	D, E, F (n = 0)
Консервативный (n = 9)	30	11,1	4,2	–	20	–
Остеосинтез серкляжной проволокой (n = 7)	5	33,3	8,3	5	–	–
Остеосинтез пластиной и винтами (n = 8)	15	11,1	12,5	–	20	–
РТЭП ТБС и серкляжная фиксация (n = 16)	15	22,2	20,8	30	–	–
РТЭП ТБС ревизионным бесцементным бедренным компонентом (n = 7)	15	–	12,5	5	–	–
РТЭП ТБС ревизионным бесцементным бедренным компонентом и серкляжная фиксация (n = 29)	20	22,2	41,7	55	40	–
РТЭП ТБС с импакционной костной пластикой и серкляжной фиксацией (n = 2)	–	–	–	5	20	–

РТЭП ТБС – ревизионное тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава.

В 3 случаях из 14 был выполнен остеосинтез перипротезного перелома пластиной: 2 из них закончились несращением после первичного лечения. У одного из этих двух пациентов интраоперационно была диагностирована периимплантная инфекция второго типа. Через 2 нед. после первичного вмешательства ему была проведена хирургическая обработка раны с сохранением импланта (debridement, antibiotics and implant retention – DAIR) и реостеосинтез серкляжной проволокой с дальнейшим исходом в сращение. У других 3 пациентов из 14 для лечения перипротезного перелома было проведено ревизионное тотальное эндопротезирование ТБС с применением бесцементных бедренных компонентов дистальной фиксации: у одного из них консолидации перелома удалось добиться только после повторной ревизионной операции, так как у пациента произошел вывих головки эндопротеза. Еще одно несращение перелома большого вертела было констатировано после попытки лечения с использованием серкляжной фиксации и ревизионного тотального эндопротезирования ТБС. Таким образом, при переломах типа А сращение было достигнуто в 13 случаях из 20 (65%).

Две трети переломов типа В1 (66,7% – 6 ТБС) имели ятрогенный механизм, еще треть произошли вследствие травмы (33,3% – 3 ТБС). При лечении пациентов с переломами типа В1 в подавляющем большинстве (7 переломов из 9) использовалась серкляжная фиксация, включая 4 случая по поводу интраоперационно возникшего перелома во время ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава. Первичным исходом лечения стала

консолидация лишь одного из 4 перипротезных переломов, что свидетельствует о низкой эффективности использования серкляжной фиксации у пациентов с переломами типа В1. Впоследствии двум пациентам с признаками несращения был выполнен повторный остеосинтез при помощи пластин с исходом в сращение, третьему – дебридмент послеоперационной раны в срок до 3 нед. после выполнения операции по причине раневой инфекции, что также закончилось сращением. В остальных 2 случаях переломов типа В1 в качестве лечения использовалась консервативная терапия с исходом в сращение (1 ТБС) и остеосинтез при помощи контралатеральной LCPDF, ориентированной проксимально, монокортикальных и бикортикальных LHS винтов с последующей консолидацией (1 ТБС). При переломах типа В1 сращение было достигнуто в 6 случаях из 9 (66,7%).

Основная масса переломов типа В2 произошла вследствие травмы: 17 случаев из 24 (70,8%). Доля переломов В2 по причине интраоперационного повреждения была статистически значимо ниже аналогичного показателя в структуре причин переломов типа А и составила 29,2% ($p = 0,022$). В 10 (41,6%) случаях для лечения пациентов с переломами типа В2 применялась серкляжная фиксация, выполненная во время ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава при помощи бесцементного ревизионного компонента дистальной фиксации, в 5 (20,8%) случаях – дополнительная фиксация серкляжами во время ревизионного эндопротезирования с использованием стандартной бесцементной ножки. У 3 пациентов

из 5, которым имплантировали стандартный бедренный компонент, в послеоперационном периоде развились осложнения: в 2 случаях вывихи головки эндопротеза, устраненные закрытым способом, и в 1 случае инфицирование послеоперационной раны — DAIR. В дальнейшем осложнения были успешно купированы, и у всех трех пациентов исходом явилась консолидация перелома. Остеосинтез при помощи пластин был выбран в качестве лечения перелома типа B2 у 3 пациентов из 24 (12,5%): в 2 случаях использовалась пластина Dall-Miles и в одном — контралатеральная LCPDF, ориентированная проксимально. У одного из этих трех пациентов в послеоперационном периоде произошел вывих, который после закрытого устранения не помешал успешному сращению перелома. В 2 случаях интраоперационно возникшего перипротезного перелома B2 выполнялся остеосинтез при помощи серкляжей. Также необходимо отметить, что в 1 случае из 24 из-за противопоказаний к оперативному лечению была принята консервативная тактика лечения, исходом которой стало несращение. При переломах типа B2 сращение было достигнуто в 23 (95,8%) случаях.

Наиболее частой причиной перипротезных переломов B3, как же как переломов типа B2, была травма (16 ТБС — 80%). В 3 случаях (15%) переломы произошли по ятрогенным причинам, в 1 случае (5%) — в результате выраженного остеолита на фоне нестабильной цементной ножки. Переломы типа B3, произошедшие во время операции, встречались гораздо реже, чем интраоперационные перипротезные переломы A и B1 ($p = 0,003$ и $p = 0,01$ соответственно). У 11 пациентов из 20 (55%) осуществляли лечение с использованием серкляжной фиксации, выполненной во время ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава при помощи бесцементного ревизионного компонента дистальной фиксации. В трех случаях из 11, один из которых сопровождался вывихом головки эндопротеза, другой — перипротезной инфекцией, оперативное вмешательство было выполнено повторно по причине несращения с исходом в консолидацию. Еще 7 пациентов из 20 (35%) были пролечены при помощи серкляжной фиксации, произведенной во время ревизии стандартной бесцементной ножки. В 2 случаях из 7 у пациентов присутствовал дефицит проксимального отдела бедренной кости. С целью устранения дефекта в одном случае использовалась титановая сетка, в другом — техника импакционной костной пластики. В 1 случае из 20 по причине возникновения интраоперационного перелома была произведена его фиксация серкляжами, однако исходом явилось несращение. Этому пациенту была выполнена повторная операция — ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава с исхо-

дом в сращение. При переломах типа B3 сращение было достигнуто в 16 случаях из 20 (80%).

В 3 случаях из 5 (60%) переломы типа C имели травматический характер, в одном случае причиной был выраженный остеолит, еще в одном — интраоперационное повреждение. Трем пациентам из пяти выполнялось ревизионное эндопротезирование ТБС бесцементным ревизионным компонентом дистальной фиксации и серкляжная фиксация. Одному из них для создания оптимальной фиксации ножки дополнительно использовались титановая сетка и импакционная костная пластика проксимального отдела бедренной кости, однако у пациента произошел вывих, устраненный закрытым способом с последующим исходом в сращение. В одном случае из 5 по причине коморбидной патологии была избрана консервативная тактика лечения, исходом которой стало несращение. Сращение было достигнуто у 4 пациентов из 5 (80%).

В общей структуре перипротезных переломов, независимо от типа, расширенная остеотомия большого вертела (extended trochanteric osteotomy — ЕТО) с целью удаления хорошо фиксированного бедренного компонента и предотвращения дальнейшего повреждения бедра выполнялась в 26,9% случаев. Установлено, что выполнение расширенной остеотомии большого вертела сопряжено с консолидацией перипротезного перелома. Так, в группе пациентов с ЕТО, насчитывающей 21 случай, сращение было достигнуто в 90,5%, в то время как в группе без ЕТО, состоящей из 57 пациентов, сращение было достигнуто в 75%. Данные результаты были подтверждены с использованием коэффициента корреляции гамма ($\gamma = 0,51$; $p = 0,032$).

При оценке результатов анкетирования пациентов с перипротезными переломами была показана эффективность проведенного лечения. Суммы баллов по VAS и HOOS через 3, 6 и 12 мес. после лечения статистически значимо отличались от результатов до лечения ($p < 0,001$, табл. 3).

Несращение перелома после первичного лечения было зафиксировано у 16 (20,5%) пациентов из 78, после повторного — у 7 (9%). Переломы типа A были сопряжены с несращением ($\gamma = 0,40$; $p = 0,02$). Почти 50% всех несращений после первичного лечения произошли у пациентов с переломами большого вертела типов A-G.

Была установлена прямая корреляционная взаимосвязь между отсутствием осложнений в послеоперационном периоде и успешной консолидацией перипротезного перелома ($R = 0,55$; $p = 0,00001$). Различные осложнения развились в среднем через $7,2 \pm 4,0$ мес. после операции (от 0,5 до 12 мес.) в 17 случаях (21,8%): вывих головки эндопротеза — в 6 (7,7%), перипротезная инфекция — в 6 (7,7%) и замедленная консолидация — в 5 (6,4%) (табл. 4).

Таблица 3

Результаты анкетирования пациентов до и в различные сроки после лечения перипротезных переломов

Срок проведения анкетирования	Результат анкетирования, баллы	
	VAS	HOOS
До лечения	7,5±1,1	20,8±4,8
Через 3 мес. после лечения	6,1±1,1*	29,8±6,1#
Через 6 мес. после лечения	4,5±1,6*	39,3±8,6#
Через 12 мес. после лечения	2,1±1,8*	50,3±12,1#

* — статистически значимые отличия по сравнению с показателями VAS до лечения, $p < 0,001$; # — статистически значимые отличия по сравнению с показателями HOOS до лечения, $p < 0,001$.

Таблица 4

Структура осложнений после первичного лечения перипротезных переломов

Тип осложнения	Кол-во случаев	Способ повторного лечения	Окончательный исход
Вывих головки эндопротеза	6	РТЭП ТБС + связанный вкладыш (2) Закрытое вправление (4)	Консолидация (2) Консолидация (4)
Перипротезная инфекция	6	Удаление эндопротеза с последующей установкой спейсера и РТЭП ТБС в дальнейшем (3) DAIR через 2 нед. после операции (1) DAIR до 3 нед. после операции и реостеосинтез серкляжной проволокой (2)	Консолидация (2) Консолидация (1) Консолидация (2)
Замедленная консолидация	5	Остеосинтез пластинами (2) РТЭП ТБС (2) Консервативное лечение (1)	Консолидация (2) Консолидация (2) Консолидация (0)

Обсуждение

В настоящее время общепризнанной классификацией перипротезных переломов, которая основывается на их локализации, качестве костной ткани, а также степени стабильности компонентов эндопротеза и определяет тактику лечения, является классификация Vancouver, разработанная С.Р. Duncan и В.А. Masri [14]. Ее надежность и достоверность были неоднократно подтверждены многими авторами [15, 16]. Однако в 2014 г. С.Р. Duncan и F.S. Haddad предложили объединенную систему классификации перипротезных переломов UCS для совершенствования системы Vancouver [12]. В случае применения UCS для перипротезных переломов бедренной кости классификация Vancouver дополняется категориями D, E и F: тип D — переломы диафиза бедренной кости между двумя эндопротезами (тазобедренного и коленного суставов), тип E — одновременные переломы каждой из двух костей, поддерживающих один эндопротез (вертлужной впадины и бедренной кости), тип F — редкий вид переломов, затрагивающий нативную суставную поверхность,

контактирующую с противоположной суставной поверхностью, замещенной имплантом (переломы вертлужной впадины после гемиартропластики) [17]. По нашему мнению, система UCS является адекватным инструментом для оценки характера перипротезных переломов. С ее помощью нам удалось успешно классифицировать все 78 перипротезных переломов. К настоящему времени в своей практике нам не пришлось столкнуться с типами перипротезных переломов D, E и F, и классификации Vancouver было бы достаточно для описания представленных наблюдений. Однако, учитывая мировой опыт стремительно развивающегося ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава, система UCS является полезной, так как дополняет хорошо отработанную классификацию Vancouver, не меняя ее сути.

Основным фактором риска развития перипротезных переломов, согласно R. Sarvilinna с соавторами, является наличие остеолита, связанного с расшатыванием импланта [18]. По данным клиники Mayo и шведского регистра эндопротезирования тазобедренного сустава, 94% и 70%

пациентов, соответственно, имели признаки расшатывания ножки эндопротеза до возникновения перипротезного перелома [4, 19]. Однако любой патологический процесс, захватывающий костную ткань или влияющий на походку, может стать фактором риска развития перипротезного перелома. Примерами таких процессов являются остеопороз, ревматоидный артрит, болезнь Педжета, полинейропатия [20]. Среди наших пациентов 48,7% были старше 60 лет, у большей части из них был диагностирован остеопороз, ревматоидным артритом страдали около 5%. К факторам риска развития перипротезных переломов также относят наличие опухолевого процесса, кортикальных дефектов, травмы, ревизионных вмешательств на тазобедренном суставе в анамнезе, варусного положения ножки эндопротеза [8].

Одни авторы считают возраст, пол и индекс массы тела не значимыми факторами риска развития перипротезных переломов [4]. По данным других авторов, пожилой возраст, наоборот, следует относить к располагающим факторам для возникновения перипротезного перелома [8, 10]. В нашей работе установлено, что перипротезные переломы чаще случались у женщин пожилого и старческого возраста, что, предположительно, может быть связано с прогрессированием остеопороза на фоне гормональных изменений в постменопаузальном периоде.

Некоторые авторы установили, что использование бедренных компонентов эндопротеза с бесцементным типом фиксации является фактором риска возникновения перипротезных переломов, в частности, интраоперационных [2, 8, 20]. Наши данные согласуются с мнением исследователей: в общей массе наблюдений перипротезные переломы чаще возникали у пациентов с бесцементным типом фиксации бедренного компонента, чем с цементным ($p = 0,0001$). В ятрогенной группе наблюдалась аналогичная тенденция: перипротезные переломы в 3 раза чаще возникали у пациентов с бесцементными конструкциями эндопротезов по сравнению с цементными (23 против 7, $p = 0,004$).

В нашем исследовании среди обстоятельств возникновения перипротезных переломов преобладали травматические (56,4%) и ятрогенные (38,5%). По мнению некоторых исследователей, наиболее частым механизмом развития перипротезных переломов в послеоперационном периоде является низкоэнергетическая травма — падение с высоты собственного роста или высоты сидения — в 75% случаев первичного эндопротезирования тазобедренного сустава и 56% случаев ревизионного эндопротезирования [4, 9]. В нашей выборке периимплантные переломы по причине низкоэнергетических травм встречались всего в 5,1%

случаев. Полученные нами данные также указывают на крайне высокий риск возникновения перипротезных переломов при ревизии (доля в общей массе наблюдений 3,9% после первичного эндопротезирования и 96,1% после ревизионного).

Считается, что при типах перипротезных переломов А, В1 и С, когда бедренный компонент имплантата остается стабильным, сращение перелома может быть достигнуто либо посредством консервативной терапии, либо путем открытого вправления и внутренней фиксации пластинами (ORIF). С другой стороны, ревизионное эндопротезирование ТБС — вариант выбора для перипротезных переломов с нестабильным бедренным компонентом (типы В2 и В3) [11, 14]. Мы установили, что консолидация перипротезных переломов была статистически значимо связана с техникой выполненного лечения ($\gamma = 0,35$; $p = 0,018$). Консервативная терапия, серкляжная фиксация или ORIF показали низкую эффективность, и даже после повторного лечения сращения удалось достичь лишь в 25% случаев (у 2 из 8 пациентов). Данные согласуются с мнением авторов, считающих, что неоперативное лечение перипротезных переломов часто приводит к неудовлетворительным результатам, а использование серкляжей не всегда обеспечивает достаточно стабильную фиксацию [21]. При использовании пластин могут возникать проблемы с цементной мантией вокруг имплантата во время проведения винтов [22]. В свою очередь, при несращении после первой попытки лечения перелома, в качестве которой было выбрано ревизионное эндопротезирование, повторное лечение привело к успешному исходу в 70% случаев.

Большой вертел — место прикрепления абдукторов бедра, поэтому переломы типа А практически всегда приводят к болям в области большого вертела, нарушению походки и повышенному риску развития вывиха головки эндопротеза. Хорошее костное сращение происходит редко, уступая место нестабильному фиброзному. Помимо этого, переломы вертелов представляют серьезную проблему, так как обладают небольшой площадью поверхности для удовлетворительного сращения. Также, вследствие работы абдукторов, эта область является зоной высокого стресса, а при наличии бедренного компонента эндопротеза возникает препятствие для надежной фиксации пластин винтами. Часто переломы вертелов происходят на фоне остеолита интраоперационно, поэтому их проще предотвратить, чем потом добиваться их сращения. Необходимо идентифицировать потенциально опасную в плане перелома кость, уделяя внимание качеству костной ткани и, особенно, наличию признаков остеолита. Лучше выполнить расширенный доступ и при необходимости ЕТО,

чем получить перелом. Из особенностей хирургической техники можно выделить следующие: адекватный доступ; аккуратный релиз мягких тканей; выявление признаков остеолита; интраоперационная классификация перипротезного перелома с повышенным вниманием к оценке стабильности ножки; определение возможности выполнения ЕТО; использование высокоскоростных буров при любых манипуляциях на бедре, особенно при удалении бедренного компонента на фоне варусного ремоделирования бедренной кости.

Расширенная остеотомия большого вертела, являющаяся приемом выбора при ревизионном эндопротезировании ТБС и облегчающая удаление ножки эндопротеза, выполнялась в 26,9% случаев и наиболее часто использовалась при лечении пациентов с перипротезными переломами типов В2/В3. При выполнении ЕТО несращение регистрировалось у каждого десятого пациента (9,5%), в то время как без ЕТО частота наступления несращения повышалась в 2,5 раза — консолидации перелома не удавалось достичь уже у каждого четвертого пациента (25%). По нашим прогнозам, в будущем доля операций с применением ЕТО будет значительно выше.

Результаты анкетирования пациентов с перипротезными переломами по VAS и HOOS продемонстрировали эффективность проведенного лечения и адекватность выбранной тактики лечения в зависимости от типа перелома. При этом с течением времени, прошедшего с момента проведения операции или консервативного лечения, наблюдалась тенденция к улучшению функциональных результатов по HOOS и снижению интенсивности болевого синдрома в ТБС по VAS (см. табл. 3).

В исследовании результатов лечения 66 пациентов с перипротезными переломами со средним сроком наблюдения 12 мес. К. Holley с соавторами сообщают о наличии сращения у 74% больных после первичного лечения перипротезного перелома, в то время как 12% исследуемых подверглись повторному оперативному вмешательству с целью достижения консолидации, что в общем составило 86%. Осложнения возникли в 19 (29%) случаях, что, по мнению авторов, связано с трудоемкостью процесса лечения обозначенной патологии [23]. Мы получили схожие данные: консолидация перелома после первичного лечения наблюдалась у 79,5% пациентов, после повторных вмешательств сращение было достигнуто в 91% случаев; осложнения развились в 21,8% случаев. Другие авторы также сообщают о достаточно высокой частоте осложнений при лечении перипротезных переломов, которая достигает 25% [24, 25].

Наше исследование показало хорошие результаты лечения пациентов с перипротезными переломами типов В2, В3 и С — консолидация наступила

после первичного лечения более чем у 80% пациентов. Низкий процент сращения перипротезных переломов бедренной кости наблюдался при переломах типов А и В1 (65% и 66,7%, соответственно). Перипротезные переломы большого вертела на фоне ревизионных вмешательств особенно трудоемки в лечении, что может быть объяснено часто возникающим локальным дефицитом костной ткани, неправильным выбором тактики лечения, например, попыткой консервативного лечения на фоне многократных вмешательств на суставе или несоблюдением хирургической техники — субоптимальной репозицией с недостаточной компрессией зоны перелома, что вполне объяснимо в условиях ревизионного эндопротезирования. Кроме того, как показывает наш опыт, перипротезные переломы типа А, как правило, ассоциированы с наличием признаков остеолита, который создает серьезные препятствия для успешной репозиции с последующей консолидацией. Предположительно неудовлетворительные результаты лечения пациентов с переломами типа В1 могут быть связаны с нарушением техники выполнения фиксации или недооценкой стабильности бедренного компонента при дифференциальной диагностике переломов типа В1 и В2 [19, 21]. Использование предоперационных рентгенограмм может быть недостаточно надежным для оценки стабильности бедренного компонента имплантата, поэтому важно проводить дополнительную проверку стабильности ножки эндопротеза интраоперационно [21, 22, 26]. В.В. Хоминец с соавторами считают, что в спорных ситуациях выполнение компьютерной томографии является необходимым методом диагностики перипротезных переломов [20]. При наличии каких-либо сомнений относительно стабильности бедренного компонента рекомендуется проведение ревизионного тотального эндопротезирования ТБС [21].

Выводы

Выбор тактики лечения пациентов с перипротезными переломами бедренной кости остается сложным дискуссионным вопросом для современных травматологов-ортопедов. Анализ собственных результатов лечения показал, что осложнения после лечения обозначенной патологии возникают у каждого пятого пациента. Главными причинами неудовлетворительных анатомо-функциональных результатов являются вывихи головки эндопротеза, перипротезная инфекция и замедленная консолидация. Для достижения удовлетворительного сращения часто требуется выполнение повторных оперативных вмешательств.

Установлено, что эффективное лечение пациентов с перипротезными переломами бедренной

кости было сопряжено с выполнением расширенной остеотомии большого вертела ($\gamma = 0,51$; $p = 0,032$), отсутствием осложнений в послеоперационном периоде ($R = 0,55$; $p = 0,00001$), типами переломов В2, В3 и С ($\gamma = 0,40$; $p = 0,02$), использованием ревизионных бесцементных бедренных компонентов с дистальной фиксацией ($\gamma = 0,35$; $p = 0,018$). Пол, возраст, индекс массы тела, первичный диагноз, количество предыдущих вмешательств на заинтересованном тазобедренном суставе, тип фиксации бедренного компонента эндопротеза, использование сетки с целью устранения костного дефекта не влияли на исход лечения.

Переломы типа А проще предотвратить, чем потом добиваться их сращения. Они особенно трудоемки в лечении ввиду сложности достижения адекватной фиксации и частого возникновения фиброзного сращения. Возможным способом решения проблемы замедленной консолидации переломов большого и малого вертелов может быть дальнейшее усовершенствование устройств для их фиксации и техники выполнения операции.

Согласно современным представлениям, выбор тактики лечения пациентов с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава зависит от типа перелома, стабильности бедренного компонента, качества костной ткани бедра и наличия противопоказаний к проведению операции. По нашему мнению, при лечении пациентов с переломами вертелов и стабильными бедренными компонентами швы нитью или фиксация проволоочными серкляжами не эффективны, предпочтительно проведение остеосинтеза пластиной с крючками типа Dall-Miles. При наличии сомнений относительно стабильности бедренного компонента предпочтение следует отдавать ревизионному эндопротезированию тазобедренного сустава с применением бесцементных бедренных компонентов, в частности, длинных ножек с дистальной фиксацией.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

- Zagra L., Ceroni R.G. Periprosthetic femoral fractures in total hip arthroplasty. *Eur Surg Orthops Traumatol.* 2014;2527-2551. DOI: 10.1007/978-3-642-34746-7_200.
- Amenabar T., Rahman W.A., Avhad V.V., Vera R., Gross A.E., Kuzyk P.R. Vancouver type B2 and B3 periprosthetic fractures treated with revision total hip arthroplasty. *Int Orthop.* 2015;39(10):1927-1932. DOI: 10.1007/s00264-015-2957-6.
- Bozic K.J., Kurtz S.M., Lau E., Ong K., Vail T.P., Berry D.J. The epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(1):128-133. DOI: 10.2106/jbjs.h.00155.
- Lindahl H., Malchau H., Herberts P., Garellick G. Periprosthetic femoral fractures. *J Arthroplasty.* 2005;20(7):857-865. DOI: 10.1016/j.arth.2005.02.001.
- Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Черный А.Ж., Муравьева Ю.В., Гончаров М.Ю. Данные регистра эндопротезирования тазобедренного сустава РНИИТО им. П. Р. Вредена за 2007-2012 годы. *Травматология и ортопедия России.* 2013;(3):167-190. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Cherniy A.Z., Muravyeva Y.V., Goncharov M.Y. [Data of hip arthroplasty registry of Vreden Institute for the period 2007-2012 years]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2013;(3):167-190. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2013--3-167-190.
- Lewallen D.G., Berry D.J. Periprosthetic fracture of the femur after total hip arthroplasty. Treatment and results to date. *J Bone Joint Surg.* 1997;79A(12):1881-1890. DOI: 10.2106/00004623-199712000-00014.
- Hoffmann M.F., Lotzien S., Schildhauer T.A. Outcome of periprosthetic femoral fractures following total hip replacement treated with polyaxial locking plate. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2016;27(1):107-112. DOI: 10.1007/s00590-016-1851-2.
- Sidler-Maier C.C., Waddell J.P. Incidence and predisposing factors of periprosthetic proximal femoral fractures: a literature review. *Int Orthop.* 2015;39(9):1673-1682. DOI: 10.1007/s00264-015-2721-y.
- Ricci W.M. Periprosthetic femur fractures. *J Orthop Trauma.* 2015;29(3):130-137. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000282.
- Rocca Della G.J., Leung K.S., Pape H.-C. Periprosthetic fractures: epidemiology and future projections. *J Orthop Trauma.* 2011;25:S66-70. DOI: 10.1097/BOT.0b013e31821b8c28.
- Parvizi J., Vegari D.N. Periprosthetic proximal femur fractures: current concepts. *J Orthop Trauma.* 2011;25:S77-81. DOI: 10.1097/BOT.0b013e31821b8c3b.
- Duncan C.P., Haddad F.S. The unified classification system (UCS): improving our understanding of periprosthetic fractures. *Bone Joint J.* 2014;96-B(6):713-716. DOI: 10.1302/0301-620x.96b6.34040.
- Engh C.A., Ho H., Powers C.C., Huynh C., Beykirch S.E., Hopper R.H. Osteolysis propensity among bilateral total hip arthroplasty patients. *J Arthroplasty.* 2011;26(4):555-561. DOI: 10.1016/j.arth.2010.05.014.
- Duncan C.P., Masri B.A. Fractures of the femur after hip replacement. *Instr Course Lect.* 1995;44:293-304.
- Rayan F., Dodd M., Haddad F.S. European validation of the Vancouver classification of periprosthetic proximal femoral fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90(12):1576-1579. DOI: 10.1302/0301-620x.90b12.20681.
- Naqvi G.A., Baig S.A., Awan N. Interobserver and intraobserver reliability and validity of the Vancouver classification system of periprosthetic femoral fractures after hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2012;27(6):1047-1050. DOI: 10.1016/j.arth.2011.11.021.
- Vioreanu M.H., Parry M.C., Haddad F.S., Duncan C.P. Field testing the unified classification system for periprosthetic fractures of the pelvis and femur around a total hip replacement: an international collaboration. *Bone Joint J.* 2014;96-B(11):1472-1477. DOI: 10.1302/0301-620x.96b11.34214.
- Sarvilinna R., Huhtala H.S., Sovellius R.T., Halonen P., Nevalainen J., Pajamäki K.J. Factors predisposing to

- periprosthetic fracture after hip arthroplasty: a case (n=31)-control study. *Acta Orthop Scand*. 2004;75(1):16-20. DOI: 10.1080/00016470410001708030.
19. Lindahl H., Malchau H., Oden A., Garellick G. Risk factors for failure after treatment of a periprosthetic fracture of the femur. *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88(1):26-30. DOI: 10.1302/0301-620x.88b1.17029.
 20. Хоминец В.В., Метленко П.А., Богданов А.Н., Кудяшев А.Л., Мироевский Ф.В. Ближайшие результаты лечения больных с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2015;(4):70-78. Khominets V.V., Metlenko P.A., Bogdanov A.N., Kudyashev A.L., Miroevsky F.V. [Immediate results of treatment periprosthetic femoral fractures after hip replacement]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(4):70-78. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-4-70-78.
 21. Yasen A.T., Haddad F.S. Periprosthetic fractures: bespoke solutions. *Bone Joint J*. 2014;96-B(11 Suppl A):48-55. DOI: 10.1302/0301-620x.96b11.34300.
 22. Korbelt M., Sponer P., Kucera T., Procházka E., Procek T. Results of treatment of periprosthetic femoral fractures after total hip arthroplasty. *Acta Medica (Hradec Kralove)*. 2013;56(2):67-72. DOI: 10.14712/18059694.2014.26.
 23. Holley K., Zelken J., Padgett D., Chimento G., Yun A., Buly R. Periprosthetic Fractures of the femur after hip arthroplasty: an analysis of 99 patients. *HSS J*. 2007;3(2):190-197. DOI: 10.1007/s11420-007-9045-4.
 24. Fink B. Revision arthroplasty in periprosthetic fractures of the proximal femur. *Oper Orthop Traumatol*. 2014;26(5):455-468. DOI: 10.1007/s00064-014-0305-4.
 25. Kim Y., Tanaka C., Tada H., Kanoe H., Shirai T. Treatment of periprosthetic femoral fractures after femoral revision using a long stem. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16:113. DOI: 10.1186/s12891-015-0565-7.
 26. Корыткин А.А., Смирнов А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С., Ковалдов К.А., Эль Мудни Ю.М. Опыт использования аппаратов внешней фиксации в условиях ригидных деформаций тазобедренного сустава на этапе предоперационной подготовки и планирования сложных случаев первичного и ревизионного эндопротезирования. *Гений ортопедии*. 2018;24(1):18-23. DOI: 10.18019/1028-4427-2018-24-1-18-23. Korytkin A.A., Smirnov A.A., Zakharova D.V., Novikova Ya.S., Kovaldov K.A., El' Mudni Yu.M. [Experience with external fixation devices during preoperative preparation and planning of primary and revision hip arthroplasty in complicated cases of rigid hip deformity]. *Genij ortopedii* [Orthopaedic Genius]. 2018;24(1):18-23. (in Russian). DOI: 10.18019/1028-4427-2018-24-1-18-23.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Корыткин Андрей Александрович — канд. мед. наук, заведующий ортопедическим отделением (взрослых) Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород, Россия

Эль Мудни Юнес Мустафович — ординатор, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород, Россия

Ковалдов Кирилл Александрович — аспирант, врач травматолог-ортопед Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород, Россия

Новикова Яна Сергеевна — канд. биол. наук, младший научный сотрудник Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород, Россия

Белоусов Борис Юрьевич — канд. мед. наук, врач-рентгенолог Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Andrey A. Korytkin — Cand. Sci. (Med.), head of Adult Orthopedics Department, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Younes M. El Moudni – resident, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Kirill A. Kovaldov — graduate student, orthopedic surgeon, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Yana S. Novikova — Cand. Sci. (Biol.), junior researcher, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Boris Yu. Belousov — Cand. Sci. (Med), radiologist, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation