

<https://doi.org/10.54500/2790-1203-2024-4-124-60-67>

УДК 616-001.5; 616.711
МРНТИ 76.29.39; 76.29.41

Оригинальная статья

Оценка эффективности применения аутологичных мезенхимальных стволовых клеток на основе гранул никелида титана при пластике тела сломанного позвонка

Байдарбеков М.У.¹, Ипмагамбетов Д.Н.², Абдикаликов М.С.³

¹ Заведующий отделением Травматология №1, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени академика Н.Д. Батпенова, Астана, Казахстан. E-mail: B.m.u.80@mail.ru

² Врач травматолог-ортопед, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени академика Н.Д. Батпенова, Астана, Казахстан. E-mail: jangir89@googlegmail.com

³ Нейрохирург врач-ординатор отделения Травматология №1, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени академика Н.Д. Батпенова, Астана, Казахстан. E-mail: Makokz12@mail.ru

Резюме

Тяжелые компрессионные оскольчатые и взрывные переломы тел позвонков требуют хирургического лечения с восстановлением опороспособности вентральной колонны. На сегодня применяются в лечении данного вида переломов также применяются мезенхимальные стволовые клетки.

Цель исследования: анализ результатов транспедикулярной пластики тела позвонка с гранулами никелида титана в смеси с МСК.

Методы. В исследование включено 102 пациентов с нестабильными, неосложненными переломами грудного и поясничного отделов позвоночника, оперированные из дорзального доступа в отделении Травматологии №1, Национального научного центра травматологии и ортопедии имени академика Батпенова Н.Д. в период с 2022 по 2023 г.

Результаты. В ходе проведенного исследования было выявлено, что метод транспедикулярной фиксации с пластикой тела позвонка гранулами NiTi в смеси с МСК позволяет устранить кифотическую деформацию позвоночника, восстановить высоту тела позвонка в среднем на $94,2 \pm 11,2$ % и приводит к незначительной потере коррекции, а применение МСК способствует ускорению регенерации костной ткани и терапевтически безопасен при использовании в травматологии и ортопедии.

Выводы. Применение МСК способствует ускорению регенерации костной ткани согласно критериям оценки консолидации костной ткани по Bridwell и терапевтически эффективен и безопасен при использовании в травматологии и ортопедии.

Ключевые слова: перелом тела позвонка, мезенхимальные стволовые клетки, пластика тела позвонка, никелид титан.

Corresponding author: Murat Baidarbekov, Head of the department of Traumatology №1, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician Batpenov N.D., Astana, Kazakhstan.
Postal code: Z00P7X6
Address: Kazakhstan, Astana, Abylay Khan Avenue 15A
Phone: +7 747 555 02 17
E-mail: B.m.u.80@mail.ru

2024; 4 (124): 60-67
Received: 28-10-2024
Accepted: 18-11-2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Тяжелые компрессионные оскольчатые и взрывные переломы тел позвонков требуют хирургического лечения с восстановлением опороспособности вентральной колонны. Выполнение переднего спондилодеза, а при показаниях, в сочетании с задней фиксацией поврежденного позвоночного двигательного сегмента за одну операцию приводит к хорошим результатам, но является травматичной, продолжительной, технически сложной и влечет за собой возможность сохранения боли в области хирургических доступов [1,2]. Оперативные методы из одного доступа позволяют значительно снизить травматичность хирургического вмешательства, что дает возможность выполнить стабилизацию передних и задних структур за одну операцию, но продолжительность операции значительна [3]. Применение транспедикулярной фиксации с транспедикулярной пластикой тела

сломанного позвонка гранулами никелида титана в смеси с мезенхимально-стромальными клетками (МСК) обеспечивают надежную стабилизацию поврежденного позвоночно-двигательного сегмента (ПДС), восстановить высоту сломанного позвонка [4,5] и ускорить репаративную регенерацию костной ткани [6]. Стволовые клетки, полученные из жировой ткани, как показывают исследования, засеянные на гранулы никелида титана, могут способствовать дифференцировке остеобласто-подобных клеток, что приводит к образованию структур схожей с губчатой костью [7], тем самым в свою очередь позволяет достигнуть регенерации костной ткани.

Цель исследования: анализ результатов транспедикулярной пластики тела позвонка с гранулами никелида титана в смеси с мезенхимальными стволовыми клетками.

Материалы и методы

После госпитализации в стационар все пациенты заполняли информированные согласия об участии в исследовании с одобрения Этической комиссии Национального научного центра травматологии и ортопедии имени академика Батпеннова Н.Д. (№1, от 04.02.2021г.) Астана, Республика Казахстан, и Хельсинской декларации 1964 года и последующих поправок к ней.

Материалом для настоящей работы явились 102 пациентов с нестабильными неосложненными переломами грудного и поясничного отделов позвоночника оперированные из дорзального доступа в отделении «травматологии №1», ННЦТО им. акад. Батпеннова Н.Д. в период с 2022 по 2023 гг., возрасте от 18 до 62 лет, средний возраст составил $41,36 \pm 10,15$ лет, мужчин было 59, лиц женского пола — 43. Травма получена при дорожно-транспортном происшествии (ДТП) 31 больных, в быту — 34, на производстве — 12, спортивная травма — 13 пострадавших и падение тяжести у 12 пациентов. У всех больных переломов были нестабильными, неосложненными. У 32 больных травмы была изолированная и у 70 больных сочетанная.

В исследовании включены пациенты с неосложненными, нестабильными переломами типа А и В, грудного и поясничного отделов позвоночника, оперированные из дорзального доступа.

В зависимости от вида костно-пластического материала больные основной группы были разделены на две группы исследования:

- группа I (n=50; 49%) - пациенты с переломами грудного и поясничного отделов позвоночника, оперированные методом транспедикулярной пластики тела сломанного позвонка гранулами никелида титана (NiTi);

- группа II (n=52; 51%) - пациенты с переломами грудного и поясничного отделов позвоночника, оперированные методом транспедикулярной пластики тела позвонка гранулами никелида титана и МСК;

Метод стандартной спондилографии поврежденных сегментов позвоночника в прямой и боковой проекциях проведен нами у всех наблюдавшихся пациентов при поступлении, после операции и периоде от 4-6 и 9,12 и более месяцев. Степень наклона краниальной и каудальной поверхностей тела позвонка определяли по индексу клиновидного позвонка (ИК) [8].

Объем вводимых пластических материалов для поврежденного позвонка рассчитывался по формуле (Рисунок 1), позволяющей определить необходимую величину для полной коррекции деформации тела [9].

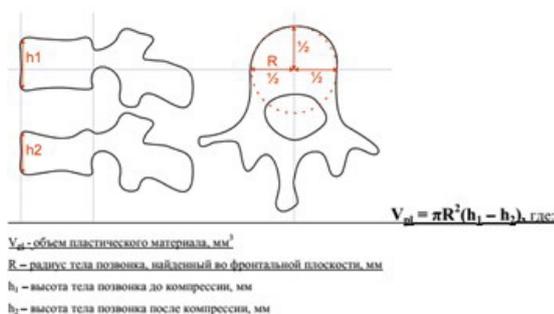


Рисунок 1 - Формула расчета объема необходимого пластического материала для полной коррекции деформации тела позвонка

Метод компьютерной томографии (КТ) поврежденных сегментов применялся при поступлении пациента и в процессе лечения. Это исследование позволяло установить тип перелома по классификации (по Magerl et al., 1994) [10]. Клиническая оценка

качества жизни пациентов проводилась с помощью визуальной аналоговой шкалы боли (ВАШ) и Опросника Освестри [11, 12], а оценка регенерации костной ткани в послеоперационный период проводилась согласно классификации (по Bridwell et al., 1995) [13].

Методика заготовки биокомпозитного материала. Забор подкожного жира из передней брюшной стенки проводили под местной анестезией специально заготовленными иглами. Затем забранный

жировой слой подкожного жира отправлялся в «Национальный Центр Биотехнологий» для обработки в специальном контейнере, где из биоптата выделялись аутологичные МСК [14] (Рисунок 2).



Рисунок 2 - Забор подкожного жира из передней брюшной стенки за день до операции под местной анестезией специально заготовленными иглами

После обработки материал доставляется в операционную. Во время операции были использованы гранулы NiTi, который затем использовали с выделенным МСК. Это обеспечивало возможность использования имплантата в качестве инкубатора и носителя для клеток остеогенной дифференцировки.

Техника выполнения пластики тела позвонка с использованием биокомпозитного импланта на основе гранул NiTi и МСК. Операции выполнялись пациентам под эндотрахеальным наркозом с использованием O-arm и с навигационной станцией Stealth Station. В положении больного на животе, предварительно придав разгибание пациенту на операционном столе, с помощью O-arm производили разметку операционного поля. Осуществляли

традиционный срединный доступ к позвоночнику со скелетированием остистых отростков, задних поверхностей суставных пар и основания поперечных отростков. Расположение и протяженность доступа зависели от уровня повреждения и количества поврежденных позвоночных сегментов. В соответствии с анатомическими ориентирами в корнях дужек позвонков, смежных со сломанным, формировали канала и устанавливали транспедикулярные винты. На одной из сторон закрепляли стержень в винтах и придавали экстензию и дистракцию. На противоположной стороне в педикуле сломанного позвонка формировали канал. Для введения костно-замещающего материала разработано устройство (Рисунок 3) [15].



Рисунок 3 - Пластика тела позвонка с использованием устройства для введения костно-замещающего материала и процессе имплантации гидрогеля

По сформированному каналу устанавливали разработанное устройство для введения костно-замещающего материала таким образом, что концевой отдел воронки подводили между фрагментами тела. Затем через воронку устройства при помощи толкателя нагнетали NiTi в объеме $6,00 \pm 1,09$ грамм.

Далее устройство удаляли, а по штихт каналу вводили транспедикулярно винт, осуществляли закрепление стержня в головках винтов, предварительно придавали дополнительно экстензию и дистракцию (Рисунок 4).

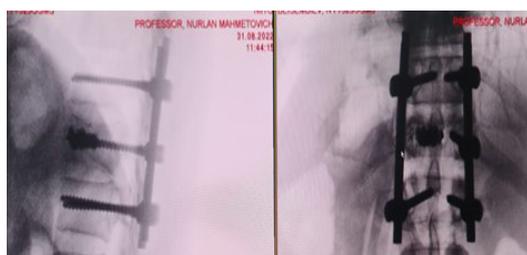


Рисунок 4 - Фото рентгенограмма пациента после транспедикулярной фиксации и пластики тела позвонка с гранулами NiTi и МСК: А- прямая; В- боковая проекции

Аналогично описанному методу в контрольной группе проводили пластику тела сломанного позвонка с NiTi. В послеоперационном периоде больным

независимо от группы в течение 3 суток назначали не наркотические анальгетики, антибиотики в течение 7-10 суток, компрессию венозных коллекторов

нижних конечностей эластичными бинтами или компрессионным трикотажем, физиотерапию, лечебную физкультуру и дыхательную гимнастику.

Активизировали пациентов на 3 сутки после операции со съёмным ортопедическим корсетом.

Результаты

При сравнении общих характеристик исследуемых групп нами было выявлено, что больные всех исследуемых групп были статистически

сопоставимы по возрасту, полу, типу травмы, типу перелома и по поврежденному отделу позвоночного столба ($p > 0,05$) (Таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение общих характеристик I и II групп ($p \geq 0,05$)

Основные характеристики		I группа	II группа
Возраст	М	47,9 ± 13,8 г.	44,8 ± 12,1 г.
	Ж	52,7 ± 14,5 г.	53,4 ± 13,7 г.
Пол	М	60%	57,4%
	Ж	40%	42,6%
Тип травмы	ДТП	30%	31,9%
	В быту	32%	29,8%
	На производстве	12%	12,8%
	Спортивная	12%	14,9%
Тип перелома по классификации АО	Падение тяжести	14%	10,6%
	А	70%	70%
Поврежденный отдел позвоночника	В	30%	30%
	Грудной отдел позвоночника	58%	57,4%
	Поясничный отдел позвоночника	42%	42,6%

В дальнейшем ходе исследования сравнения по критериям показателей кифотической деформации, ИК, потери коррекции, ВАШ и индекса Освестри проводились по среднему общему показателю двух исследуемых групп. При сравнении сроков до операции нами было определено, что сроки во всех исследуемых группах не превышали 10 койко-дней, то есть оперативное лечение у больных проводилось в ранние сроки после полученной травмы.

При сравнении послеоперационных значений кифотической деформации групп (Таблица 2) нами было выявлено, что данные показатели групп I и II были статистически равны ($p > 0,05$). При сравнении данных ближайшего и отдаленного периодов нами были получены аналогичные результаты.

Таблица 2 - Сравнение показателей кифотической деформации позвоночника между I и II группами в периодах до, после операции, в ближайшем и отдаленном периодах (в градусах)

Группа	До операции	Период наблюдения		
		После операции	Ближайший	Отдаленный
I (n = 50)	10,9 ± 1,46	1,4 ± 1,31	2,7 ± 1,52	3,5 ± 2,42
II (n = 52)	11,5 ± 1,54	1,5 ± 1,87	3,0 ± 1,18	3,6 ± 2,37
p	p = 0,163	p = 0,101	p = 0,124	p = 0,236

Таким образом, проведенный сравнительный анализ показателей кифотической деформации периодов наблюдений указывает эффективность методов оперативного лечения I и II групп в отношении

коррекции кифотической деформации после оперативного лечения.

Сравнение средних показателей индекса клиновидности обеих групп представлено в Таблице 3.

Таблица 3 - Сравнение показателей ИК двух исследуемых групп в периодах до, после операции, в ближайшем и отдаленном периодах (в процентах)

Группа	До операции	Период		
		После операции	Ближайший	Отдаленный
I (n = 50)	156,5 ± 44,61	107,1 ± 8,32	108,1 ± 9,63	115,7 ± 12,75
II (n = 52)	149,6 ± 29,34	105,3 ± 4,76	106,2 ± 6,75	110,3 ± 7,16
p	p = 0,218	p = 0,132	p = 0,177	p = 0,203

При сравнении послеоперационных значений ИК групп (таблица 3) нами было выявлено, что значения ИК групп I и II сравнялись ($p > 0,05$).

Таким образом, проведенный сравнительный анализ показателей ИК указывает на то, что метод оперативного лечения I и II групп статистически

значимо лучше восстанавливает высоту тела позвонка в послеоперационном периоде, а в ближайшем и отдаленном периодах наблюдения значения ИК были равнозначны.

Сравнение показателей потери коррекции в

периодах наблюдения представлено в таблице 4. При сравнении значений потери коррекции групп (таблица 4) нами было выявлено, что данные показатели группы I и II были равнозначными ($p > 0,05$) как в ближайшем, так и в отдаленном периоде наблюдения.

Таблица 4 - Сравнение показателей потери коррекции групп I и II в ближайшем и отдаленном периодах наблюдения (в градусах)

Группа	Период наблюдения	
	ближайший	отдаленный
I (n = 50)	1,3 ± 0,98	2,4 ± 1,11
II (n = 52)	1,4 ± 1,21	2,3 ± 1,28
p	p = 0,421	p = 0,368

То есть оперативное лечение методами пластики тела позвонка приводило к статистически значимо более низким потерям коррекции в ближайшем и отдаленном периодах наблюдения в обеих группах, что связано с использованием NiTi в обеих группах.

При сравнении общих показателей по ВАШ (Таблица 5) нами было получено, что значения группы

II в ближайшем периоде были статистически значимо ниже показателей группы I. В отдаленном периоде наблюдения данные по ВАШ основной группы были статистически значимо ниже показателей группы I. При сравнении показателей по индексу Освестри (Таблица 5) нами было получено, что значения группы II в ближайшем периоде были статистически значимо ниже показателей группы I.

Таблица 5 - Сравнение показателей функциональной адаптации I группы до операции, в ближайшем и отдаленном периодах наблюдения с группой II

Периоды наблюдения, группы		I	II	p
ВАШ, баллы	До операции	7,9 ± 1,50	8,0 ± 1,48	p = 0,6
	ближайший период	4,0 ± 1,45	2,7 ± 1,49	p = 0,0018
	отдаленный период	3,9 ± 1,48	1,9 ± 1,58	p = 0,0014
Индекс Освестри	До операции	35,2 ± 4,68	32,9 ± 5,89	p = 0,26
	ближайший период	23,9 ± 5,42	21,9 ± 6,20	p = 0,045
	отдаленный период	24,2 ± 4,68	19,9 ± 3,89	p = 0,0011

В отдаленном периоде наблюдения данные по индексу Освестри основной группы (II) были статистически значимо ниже показателей всех групп сопоставления.

При сравнении общих показателей по ВАШ и индексу Освестри нами было получено, что значения группы II в ближайшем периоде были статистически значимо ниже показателей группы I. В отдаленном периоде наблюдения данные по ВАШ и индексу Освестри основной группы были статистически значимо ниже показателей I всех групп.

Для анализа консолидации костной ткани, через 12 месяцев нами была проведена стандартная спондилография (таблица 6), с целью оценки формирования костного блока согласно классификации по Bridwell.

По результатам нашего наблюдения признаки консолидации во II группе оказались выше, что подтверждается статистически значимыми различиями и указывает на более высокую эффективность хирургического лечения с применением МСК.

Таблица 6 - Сравнение показателей регенерации костной ткани по Bridwell

Оценка	I группа	II группа	p
I	68% (n=34)	75% (n=39)	p=0.0015
II	16% (n=8)	17,3% (n=9)	p=0.0697
III	10% (n=5)	7,7% (n=4)	p=0.5509
IV	6% (n=3)	-	-

Обсуждение

Согласно заключению многих авторов, МСК являются одним из наиболее перспективных типом клеток для клеточной терапии, с целью улучшения результатов лечения [16]. Преимуществом стволовых клеток, полученных из жировой ткани заключается в том, что их можно собирать у пациента с легкостью и малоинвазивным способом [17]. Кроме того, данные клетки являются мультипотентными и могут дифференцироваться в различные типы клеток,

например, остеоциты, адипоциты, нейрциты, эндотелиальные клетки сосудов, кардиомиоциты, β-клетки поджелудочной железы и гепатоциты и характеризуются иммуносупрессивными свойствами и низкой иммуногенностью, что позволяет без каких либо осложнений добиться регенерации костной ткани в более краткий срок.

Сравнительный анализ показателей кифотической деформации, периодов наблюдений

указывает эффективность методов оперативного лечения I и II групп в отношении коррекции кифотической деформации после оперативного лечения. Данные свидетельствуют о том, что метод короткосегментарной фиксации с пластикой тела позвонка с и без МСК в послеоперационном периоде корригировал кифотическую деформацию на весь период консолидации тел позвонка [18,19,20]. При анализе показателей ИК указывает на то, что метод оперативного лечения I и II групп статистически значимо лучше восстанавливает высоту тела позвонка в послеоперационном периоде, а в ближайшем и отдаленном периодах наблюдения значения ИК были равнозначны. Полученные данные свидетельствуют о том, что метод короткосегментарной фиксации с пластикой тела позвонка с и без МСК в послеоперационном периоде обеспечивал надежную стабилизацию поврежденных сегментов позвоночника на весь период консолидации тел позвонка, позволял восстановить в большей степени высоту тела [21,22]. В ходе исследования установлена прямая корреляционная связь между ИК и кифотической деформации в восстановлении опороспособности ПДС [23]. То есть оперативное лечение методами пластики тела позвонка приводило к статистически значимо более низким потерям коррекции в ближайшем и отдаленном периодах наблюдения в обеих группах, что связано с использованием NiTi в обеих группах. Полученные данные связаны с тем, что метод ТПФ с пластикой тела позвонка NiTi с и без МСК

повышает прочность тела сломанного позвонка и его устойчивости к компрессионным нагрузкам путем введения в него гранулированных имплантатов или костных трансплантатов. Причем с увеличением прочности имплантатов возрастает устойчивость к сжатию и сохранению восстановленных формы и вертикального размера сломанного тела [24]. Послеоперационные раны у всех пациентов исследуемых групп зажили первичным натяжением, раневых осложнений не было. По лабораторным данным анализ крови (С-реактивный белок, лейкоциты и скорость оседания эритроцитов), в послеоперационном и в периодах наблюдения повышения допустимых значений не было, что подтверждает терапевтическую безопасность и клиническую эффективность МСК при пластике тела сломанного позвонка в смеси с NiTi [14].

Резюмируя все вышеперечисленное, можно отметить, что несмотря на активное развитие медицины, клиническая потребность в эффективной регенерации костей по-прежнему остается на высоком уровне. Использование МСК и бесклеточных регенеративных подходов продемонстрировало хорошие результаты в восстановлении дефектов костной ткани и является перспективным направлением [25]. Для продуктивного применения МСК в восстановлении костных дефектов необходимо дальнейшее гистологическое изучение механизмов действия регенерации костной ткани.

Вывод

Метод транспедикулярной фиксации с пластикой тела позвонка гранулами NiTi в смеси с МСК и без нее позволяет устранить кифотическую деформацию позвоночника, восстановить высоту тела позвонка в среднем на 94,2±11,2% и приводит к незначительной потере коррекции, а применение МСК способствует ускорению регенерации костной ткани согласно критериям оценки консолидации костной

ткани по Bridwell и терапевтически безопасен при использовании в травматологии и ортопедии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют, что конфликтов интересов нет.

Финансирование. Данная статья написана в рамках Научно-технической программ BR11065157и BR21881815.

Литература

1. Li D., Huang Y., Yang H., Sun T. et al. Short-segment pedicle instrumentation with transpedicular bone grafting for nonunion of osteoporotic vertebral fractures involving the posterior edge. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatology*, 2013; 23 (1): 21-26. [[Crossref](#)]
2. Huang Y.S., Ge C.Y., Feng H., Zhang H. P. et al. Bone cement-augmented short-segment pedicle screw fixation for Kümmell disease with spinal canal stenosis. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 2018; 24: 928. [[Crossref](#)]
3. Spiegl U.J., Osterhoff G., Bula P., Hartmann F. et al. Biomechanics and clinical outcome after posterior stabilization of mid-thoracic vertebral body fractures: a systematic literature review. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 2021; 47: 1389-1398. [[Crossref](#)]
4. Luo Z.W., Liao W.J., Sun B.L., Wu J.B. et al. Short-segment fixation and transpedicular bone grafting for the treatment of thoracolumbar spine fracture. *Frontiers in surgery*, 2023; 9: 1039100. [[Crossref](#)]
5. Байдарбеков М.У. Минимально-инвазивные методы хирургического лечения переломов грудного и поясничного отделов позвоночника дорзальными доступами: Автореф. дис. ... канд.наук. - Новосибирск. - 2018. - 158 с. [[Google Scholar](#)]
6. Baidarbekov M.U. Minimal'no-invazivnye metody khirurgicheskogo lecheniya perelomov grudnogo i poyasnichnogo otdelov pozvonochnika dorzal'nymi dostupami (Minimally invasive methods of surgical treatment of fractures of the thoracic and lumbar spine with dorsal approaches) [in Russian] Avtoref. dis.... kand.nauk. - Novosibirsk. - 2018. -158 s. [[Google Scholar](#)]
7. D'Souza M., Macdonald N.A., Gendreau J.L. Graft Materials and Biologics for Spinal Interbody Fusion. *Biomedicines*, 2019; 7(4): 75. [[Google Scholar](#)]
7. Fernandez-Firen M., Alvarado E., Torres A. Eleven-year follow-up of two groups of patients comparing autonomous porous tantalum cage with autologous bone graft and plates in anterior cervical spondylodesis. *World Neurosurgery*, 2019. 122: 156-167. [[Crossref](#)]
8. Korovessis P.G., Baikousis A., Stamatakis M. Use of the Texas Scottish Rite Hospital Instrumentation in the treatment of thoracolumbar injuries. *Spine*, 1997; 22(8): 882-888. [[Google Scholar](#)]
9. Аветисян А.Р. Пластика тел грудных и поясничных позвонков пористыми биокерамическими гранулами (экспериментальное исследование): Автореф. дис. ... канд. мед. наук. - Новосибирск, 2014. - 163 с. [[Google Scholar](#)]

Avetisyan A.R. *Plastika tel grudnykh i poyasnichnykh pozvonkov poristymi biokeramicheskimi granulyami (eksperimental'noe issledovanie) (Plastic surgery of the thoracic and lumbar vertebrae with porous bioceramic granules (experimental study))* [in Russian]. Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. - Novosibirsk, 2014. - 163 s. [[Google Scholar](#)]

10. Magerl F, Aebi M, Gertzbein S.D., Harms J. et al. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *European Spine Journal*, 1994; 3: 184-201. [[Crossref](#)]

11. Fairbank J.C., Pynsent P.B. The Oswestry Disability Index. *Spine*. 2000; 25: 2940-2952. [[Google Scholar](#)]

12. Macnab I. Negative disc exploration: an analysis of the cause of nerve root involvement in sixty-eight patients. *J. Bone Joint Surg*, 1971; 53: 891-903. [[Google Scholar](#)]

13. Bridwell K.H., Lenke L.G., McEneaney K.W., Baldus C. et al. Anterior fresh frozen structural allografts in the thoracic and lumbar spine. Do they work if combined with posterior fusion and instrumentation in adult patients with kyphosis or anterior column defects? *Spine*, 1995; 20(12): 1410-1418. [[Google Scholar](#)]

14. Issabekova A., Kudaibergen G., Skenova A., Dairov A. et al. The Therapeutic Potential of Pericytes in Bone Tissue Regeneration. *Biomedicine*, 2023; 12(1): 21. [[Crossref](#)]

15. База Евразийских патентов: EA 030844B1 20181031. Устройство для введения костно-замещающего материала. [[Google Scholar](#)]

Baza Evraziyskix patentov: EA 030844B1 20181031. Ustrojstvo dlya vvedeniya kostno-zameshayushhego materiala (The database of Eurasian patents: EA 030844B1 20181031. A device for the introduction of bone replacement material) [in Russian]. [[Google Scholar](#)]

16. Ciuffi S., Zonefrati R., Brandi M.L. Adipose stem cells for bone tissue repair. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, 2017; 14(2): 217. [[Crossref](#)]

17. Zuk P.A., Zhu M., Mizuno H., Huang J. et al. Hedrick M.H. Multilineage cells from human adipose tissue: implications for cell-based therapies. *Tissue engineering*, 2001; 7(2): 211-28. [[Crossref](#)]

18. Ozdemir B., Kanat A., Erturk C., Batic O.E. et al. Restoration of Anterior Vertebral Height by Short-Segment Pedicle Screw Fixation with Screwing of Fractured Vertebra for the Treatment of Unstable Thoracolumbar Fractures. *World Neurosurgery*, 2017; 99: 409-417. [[Crossref](#)]

19. Kocis J., Kelbl M., Kocis T., Navrat T. Percutaneous versus open pedicle screw fixation for treatment of type A thoracolumbar fractures *Eur J Trauma Emerg Surgery*, 2020; 46(1): 147-152. [[Crossref](#)]

20. Choovongkomol K., Piyapromdee U., Thepjung S., Tanaviriyachai T. et al. Comparative Outcomes of Percutaneous and Conventional Open Pedicle Screw Fixation for Single-level Thoracolumbar Spine Injury: Randomised Controlled Trial. *Malaysian Orthopaedic Journal*, 2024; 18(1): 106. [[Crossref](#)]

21. Kapoen C., Liu Y., Bloemers F.W., Deunk J. Pedicle screw fixation of thoracolumbar fractures: conventional short segment versus short segment with intermediate screws at the fracture level-a systematic review and meta-analysis. *European Spine Journal*, 2020; 29(10): 2491-2504. [[Crossref](#)]

22. Tang Y., Li H., Ruan X., Yang H. et al. Percutaneous kyphoplasty with or without posterior pedicle screw fixation for the management of severe osteoporotic vertebral compression fractures with nonunion. *J Orthop Surg Research*, 2024; 19(1): 240. [[Crossref](#)]

23. Krylov V.V., Lutsik A.A., Parfenov V.E., Dulaev A.K. et al. A protocol recommended for treating acute complicated and uncomplicated spinal injuries in adult patients (Association of Neurosurgeons of Russia). Part 1. *Zhurnal voprosy neirokhirurgii imeni NN Burdenko*, 2014; 78(6): 60-67. [[Crossref](#)]

24. Гребень А.И., Еремин П.С., Костромина Е.Ю., Марков П.А. и др. Использование мезенхимальных стволовых клеток и экзосом в лечении костных дефектов // *Гений ортопедии*. - 2024. - Т. 30. - № 1. - С. 124-133. [[Google Scholar](#)]

Greben` A.I., Eremin P.S., Kostromina E.Yu., Markov P.A. i dr. Ispol'zovanie mezenximal'ny'x stvolovy'x kletok i e'ksosom v lechenii kostny'x defektov (The use of mesenchymal stem cells and exosomes in the treatment of bone defects) [in Russian]. *Geniy ortopedii*, 2024; 30 (1): 124-133. [[Google Scholar](#)]

Сынған омыртқа денесінің пластикасына титан никелидінің түйіршіктеріне негізделген аутологиялық мезенхималық дің жасушаларын қолдану тиімділігін бағалау

Байдарбеков М.Ө. ¹, Ипмағамбетов Ж.Н. ², Әбдіқаликов М.С. ³

¹ №1 Травматология бөлімшесінің меңгерушісі, Академик Н.Ж. Батпенев атындағы ұлттық ғылыми травматология және ортопедия орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: V.m.u.80@mail.ru

² Травматолог-ортопед дәрігер, Академик Н.Ж. Батпенев атындағы ұлттық ғылыми травматология және ортопедия орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: jangir89@googlemail.com

³ №1 травматология бөлімшесінің дәрігер-ординаторы нейрохирург, Академик Н.Ж. Батпенев атындағы ұлттық ғылыми травматология және ортопедия орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: Makokz12@mail.ru

Түйіндеме

Омыртқа денелерінің қысылған ұсақталған және жарылған сынықтары внутральды коллоналардың тірек қабілетін қалпына келтіре отырып, хирургиялық емдеуді қажет етеді. Бүгінде сынықтың осы түрін емдеуде мезенхималық дің жасушалары да қолданылады.

Зерттеудің мақсаты: мезенхималық дің жасушаларымен (МДЖ) араласқан титан никелидінің түйіршіктері бар омыртқа денесінің транспедикулярлық пластикасының нәтижелерін талдау.

Әдістері. Зерттеуге 2022-2023 жылдар аралығында академик Н.Д. Батпенев атындағы ҰҒТО "№ 1 травматология" бөлімшесінде дорсальды қол жетімділіктен операция жасалған, кеуде және бел омыртқасының тұрақсыз, асқынбаған сынықтары бар 102 паціент енгізілді.

Нәтижесі. Зерттеу барысында МДЖ-мен араласқан NiTi түйіршіктерімен омыртқа денесінің пластикасымен транспедикулярлық бекіту әдісі омыртқаның кифотикалық деформациясын жоюға, омыртқа денесінің биіктігін орта есеппен $94,2 \pm 11,2\%$ қалпына келтіруге мүмкіндік беретіні және түзетудің шамалы жоғалуына әкелетіні анықталды, ал МСК қолдану сүйек регенерациясын жеделдетуге ықпал етеді және травматологияда қолданған кезде емдік қауіпсіз.

Қорытынды. МДЖ қолдану Bridwell сәйкес сүйек тінінің консолидациясын бағалау критерийлеріне сәйкес сүйек тінінің регенерациясын жеделдетуге ықпал етеді және травматология мен ортопедияда қолданғанда терапевтік тиімді және қауіпсіз.

Түйін сөздер: омыртқаның сынуы, мезенхималық дің жасушалары, омыртқа денесінің пластикасы, никелид титан.

Evaluation of the effectiveness of autologous mesenchymal stem cells based on titanium nickelide granules in plasty of a broken vertebral body

[Murat Baidarbekov](#)¹, [Zhangir Ipmagambetov](#)², [Margulan Abdigalikov](#)³

¹ Head of the department of Traumatology No1, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician Batpenov N.D., Astana, Kazakhstan. Email: B.m.u.80@mail.ru

² Neurosurgeon, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician Batpenov N.D., Astana, Kazakhstan. Email: jangir89@googlemail.com

³ Neurosurgeon, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician Batpenov N.D., Astana, Kazakhstan. Email: Makokz12@mail.ru

Abstract

Severe compression comminuted and burst fractures of the vertebral bodies require surgical treatment with restoration of the supporting ability of the ventral column. Today, mesenchymal stem cells are also used in the treatment of this type of fractures.

Objective of the study: analysis of the results of transpedicular vertebral body plastic surgery with titanium nickelide granules mixed with MSCs.

Methods. The study included 102 patients with unstable, uncomplicated fractures of the thoracic and lumbar spine, operated on from the dorsal approach in the Traumatology Department No. 1, National Scientific Center for Traumatology and Orthopedics named after Academician N.D. Batpenov in the period from 2022 to 2023.

Results. The study revealed that the method of transpedicular fixation with vertebral body plastic surgery using NiTi granules mixed with MSCs allows eliminating kyphotic spinal deformity, restoring the height of the vertebral body by an average of $94.2 \pm 11.2\%$ and leads to a slight loss of correction, while the use of MSCs accelerates bone tissue regeneration and is therapeutically safe when used in traumatology and orthopedics.

Conclusions. The use of MSCs accelerates bone tissue regeneration according to the Bridwell bone consolidation criteria and is therapeutically effective and safe when used in traumatology and orthopedics.

Keywords: vertebral fracture, mesenchymal stem cells, vertebral body plasty, titanium nickelide.