

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОУГЛЕРОДНЫХ ИМПЛАНТОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДИАФИЗАРНЫХ ПОСТОСТЕОМИЕЛИТИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

*Резник Л.Б., Дзюба Г.Г., Ерофеев С.А., Стасенко И.В.
ФГБОУ ВО «Омский МГУ» Минздрава России
Омск, Россия*

Инфекционные поражения костей являются актуальной проблемой современной медицины[3, 5]. При различных типах остеомиелита выполняется хирургическая обработка очага с формированием костного дефекта, после чего в условиях стихания процесса требует замещение мягкотканого дефекта с реконструкцией кости[4, 7]. Углеродный композиционный материал с перекрестным расположением армирующих волокон, показывает повышенное в сравнении с металлом и стеклопластиком сопротивление усталостному разрушению, поэтому изучение перспектив использования наноуглеродного материала для реконструкции постостеомиелитических дефектов кости представляют серьезный интерес в травматологии и ортопедии[1, 2, 6].

Цель исследования: определить возможность реконструкции пострезекционных дефектов диафиза длинных костей на основе применения углеродного наноструктурного имплантата.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования проводились на 32 здоровых кроликах. Животным проводилось моделирование процесса остеомиелита с последующей санацией и замещением полученного дефекта различными osteoconductive материалами (углеродный наноструктурный имплант, аллокость, керамика). В динамике выполнялся рентген-контроль, проводилось наблюдение за состоянием животных, заживлением ран. После 6 недель животные выводились из эксперимента и проводилось биомеханическое, гистоморфологическое исследование полученных препаратов.

Для клинического подтверждения результатов лечения остеомиелита длинных костей, полученных в ходе эксперимента, был проведен анализ 15 историй болезни пациентов, находившихся на стационарном лечении в отделение гнойной хирургии БУЗОО КМХЦ г. Омска и на базе РНЦ ВТО им. Г.А. Илизарова г. Курган. Основной методикой оперативного лечения являлась радикальная некрэксеквестэктомия с вскрытием костномозгового канала, пластика полученного дефекта углеродным наноструктурным

имплантом (УНИ), остеосинтез аппаратом внешней фиксации. Анализ полученных данных основывался на результатах проведенных клинических, рентгенологических, биохимических методов исследования, а также оценки качества жизни с использованием опросника SF-36.

Результаты и обсуждение. При наблюдении за животными после имплантации УНИ, мы наблюдали более раннее восстановление опороспособности конечности и купирование отека в сравнении с другими группами животных. При анализе рентгенограмм в сроке 6 недель наблюдалась полная остеоинтеграция углеродного импланта в отличие от керамического и аллокостного материала. При этом механическая устойчивость костного регенерата с углеродным наноструктурным имплантом на разрыв на границе кость-имплант составила $0,097 \pm 0,013 \text{ Н/м}$, что соответствовало механическим параметрам здоровой кости, и была на 45-50 % выше аналогичных характеристик других материалов (Таблица 1).

Таблица 1

**Результаты биомеханического теста по группам исследования
(Ме, нижний Q₁ и верхний Q₃ квартиль)**

Группа	Кол-во образцов (абс.)	Медиана (Н/м)	Q ₁	Q ₃
Здоровая кость	8	0,09	0,090	0,100
УНИ	8	0,095	0,090	0,100
Аллокость	8	0,055	0,050	0,062
Керамика	8	0,045	0,045	0,050

Эти данные подтверждались и результатами определения рентгенологической оптической плотности контрольных снимков. Так к 6 недели оптическая плотность после имплантации углеродного наноструктурного импланта составила 150 у.е., что соответствовало оптической плотности снимка здоровой кости – 152 у.е. ($p=0,0007$).

Морфологический анализ, полученных в ходе эксперимента гистотопограмм и микрофотографий позволял судить о высоком адгезивном взаимодействии между УНИ и костной тканью реципиента. Данное взаимодействие происходит по типу обрастания. При этом в данном сроке опыта не определялось значимого представительства соединительной ткани между имплантом и окружающими костными структурами. Соединительнотканная прослойка формировалась на более ранних сроках, а затем была замещена костной тканью. Отмечено наличие мелких угольных фрагментов в прилежащей костной ткани, в том числе и на некотором удалении. Вместе с тем в матриксе rareфицированной материнской кости обнаруживались многочисленные участки формирования остеодных островков, что говорит о наличии костеобразования по интеркаляционному типу.

В ходе клинической части работы определены условия использования УНИ для достижения положительного результата лечения, к которым относятся использование материала в стадии стойкой ремиссии, сочетанное использование дополнительных

методов фиксации, предпочтительней с методом компрессионно-дистракционного остеосинтеза. Использование УНИ при замещении пострезекционного дефекта не более 10% длины сегмента приводит к снижению количества осложнений, уменьшению сроков фиксации в компрессионно-дистракционном аппарате, отсутствию необходимости повторных оперативных вмешательств, улучшает качество жизни пациентов в сравнении с группой контроля

Выводы:

1. Использование УНИ в эксперименте обеспечило позитивную остеоинтеграцию на границе «кость-имплантат», при этом механическая устойчивость костного регенерата на разрыв на данной границе соответствовало механическим параметрам здоровой кости, что также подтверждалась данными определения оптической плотности контрольных рентгенограмм и данными морфологического исследования.

2. Алгоритм использования углеродного импланта при замещении костного дефекта диафиза длинной кости в условиях остеомиелита в фазе стойкой ремиссии в сочетании с внеочаговым чрескостным остеосинтезом позволяет достичь полной консолидации с образованием прочного костно-углеродного блока в сроке 18 недель при замещении дефекта не более 10% длины сегмента.

3. При оценке ближайших и отдаленных результатов лечения пациентов после использования УНИ для реконструкции пострезекционных дефектов длинных костей получены положительные результаты лечения в 60% случаев.

Список литературы

1. Анализ опыта применения углеродных наноструктурных имплантов в травматологии и ортопедии / Д. Ю. Борзунов [и др.] // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2016. – № 2. – С. 77-85.

2. Углеродные наноструктурные импланты – инновационный продукт для травматологии и ортопедии. Ч. 1. Результаты экспериментальных исследований / С. П. Миронов [и др.] // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2015. – № 3. – С. 46-53.

3. Хронический остеомиелит: диагностика, лечение, профилактика (обзор литературы) / Ю. С. Винник [и др.] // Моск. хирург. журн. – 2014. – № 2. – С. 50-53.

4. Чолахян А. В. Современные представления о хроническом посттравматическом остеомиелите / А. В. Чолахян // Известия высших учеб. заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2013. – № 1 (25). – С. 113-123.

5. Синдром взаимного отягощения повреждений у пострадавших с сочетанной травмой / В. А. Соколов [и др.] // Вестн. хирургии. – 2006. – № 6. – С. 25-28.

6. Скрыбин В. Л. Использование углеродных наноструктурных имплантов для замещения пострезекционных дефектов при опухолевых и кистозных поражениях костей. Клинические рекомендации / В. Л. Скрыбин, А. С. Денисов. – Пермь, 2011. – 19 с.

7. Parsons B. Surgical management of chronic osteomyelitis / B. Parsons, E. Strauss // Am. J. Surg. – 2004. – Vol. 188, suppl. 1A. – P. 57-66.