



Рисунок 1 – Схема лабораторной установки для измерения интенсивности ЭМИ:
1 – лабораторный стол; 2 – поворотный диск; 3 – источник СВЧ-излучения; 4 – ЭМЭ;
5 – датчик измерителя интенсивности ЭМИ; 6 – мультиметр

Мультиметр располагается на свободной части лабораторного стола (за пределами координатной сетки). Данная установка позволяет ознакомиться с методами измерения ЭМИ СВЧ-диапазона, а также изучить методы защиты от радиоизлучения при работе с устройствами и аппаратами, содержащими СВЧ-генератор. Установка позволяет определить зависимости плотности потока ЭМИ СВЧ-диапазона от расстояния до источника СВЧ и угла поворота, определить экранирующие свойства различных материалов.

Заключение

Таким образом, в результате проведения лабораторной работы «Оценка эффективности электромагнитных экранов в СВЧ-диапазоне» студенты приобретают сведения о физических характеристиках электромагнитных полей и излучений и их источниках, изучают механизмы взаимодействия ЭМИ с композиционными материалами, овладевают практическими навыками решения проблем электромагнитной безопасности и защиты от негативного влияния ЭМИ СВЧ-диапазона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черняев, А. П. Введение в медицинскую физику: учеб. пособие / А. П. Черняев, Б. Я. Наркевич – М. : ООП физического факультета МГУ, 2019. – 81 с.
2. Поглотители энергии электромагнитного излучения оптического и СВЧ диапазонов на основе полимерных композитов / В. А. Банный [и др.] // Полимерные материалы и технологии. – 2017. – Т. 3, № 4. – С. 64–68.
3. Банный, В. А. Оценка уровня электромагнитного фона и способы защиты от СВЧ-излучения: учебно-методическое пособие для студентов 1 курса всех факультетов медицинских вузов / В. А. Банный. – Гомель : Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет», 2015. – 64 с.

УДК: 616.728.2.018.4-089.844-092.9

**Ю. В. Бондарева, Д. В. Чарнаштан, Э. А. Надыров, Д. А. Зиновкин,
Н. Г. Мальцева, И. В. Ковалев, В. И. Николаев**

**Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»
г. Гомель, Республика Беларусь**

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ БЕСЦЕМЕНТНОЙ НОЖКИ ЭНДОПРОТЕЗА ТАЗобедренного СУСТАВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОКОМПЗИТНОЙ ИНТРАМЕДУЛЛЯРНОЙ КОСТНОЙ ПЛАСТИКИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Введение

Костные трансплантаты широко используется в ортопедической хирургии. В процессе установки бесцементной ножки тотального эндопротеза тазобедренного сустава (ТЭТС) могут использоваться костно-пластические материалы. В связи с этим важную

роль играет остеоинтеграция имплантата в костную ткань. Механизмы остеоинтеграции базируются на таких процессах, как остеокондукция или остеоиндукция, составляющих взаимодействия имплантата с окружающими тканями [1].

На границе «имплантата и кости» протекают процессы, характерные для репаративного остеогенеза согласно стадиям: воспаление, пролиферация и дифференциация клеток, формирование кости *de novo* и ремоделирование. Основные клеточные механизмы при имплантации бесцементного бедренного компонента ТЭТС включают остеокластическую резорбцию кости с последующим образованием новой кости. Если рассматривать взаимосвязь костно-пластических материалов и механизмов регенерации, то полностью все механизмы регенерации реализуются только при имплантации аутогенной губчатой кости, поскольку аутокость содержит клеточные элементы, запускающие остеогенез [2].

Накопленные исследования показали, что остеобласты регулируют формирование и функционирование остеокластов. Недавние исследования взаимного воздействия остеокластов на остеобласты показали, что остеокласты способствуют формированию кости, регулируя дифференциацию и активность остеобластов с помощью различных механизмов [3]. Во время ремоделирования кости многие факторы роста (TGF- β 1, IGF1), высвобождаемые из костного матрикса путем остеокластической резорбции, индуцируют остеобластическую дифференциацию мезенхимных стволовых клеток (МСК), формирование кости и считаются важными медиаторами связи [4].

Помимо процесса резорбции, контакт между остеокластами и остеобластами считается наиболее важным механизмом опосредованной остеокластами дифференцировки остеобластов и остеогенеза. Предыдущие исследования доказали, что остеокласты могут регулировать минерализацию и поведение остеобластов в системе совместного культивирования, а дефицит остеокластов приведет к дезорганизации коллагеновых фибрилл и архитектуры матрикса, снижению минерализации кости и удержанию отложения матрикса *in vivo* и *in vitro* [5].

Цель

Оценить морфологические характеристики формирующейся костной ткани и ее клеточный состав при ранней остеоинтеграции бесцементной ножки тотального эндопротеза тазобедренного сустава у лабораторных крыс при интрамедуллярном использовании нативного аутологичного губчатого биокомпозита.

Материал и методы исследования

Экспериментальная часть работы выполнена на 40 крысах линии Wistar обоих полов в возрасте 9–10 месяцев, весом $272,0 \pm 16,6$ г. Экспериментальные животные были разделены на 2 равные группы по 20 особей в каждой.

Все манипуляции с животными производились под воздействием воздушно-изофлюранового наркоза. Дефект костной ткани моделировался в асептических условиях через хирургический доступ к проксимальному отделу бедренной кости с остеотомией в зоне большого вертела. В экспериментальной группе животных имплантацию экспериментального аналога ножки ТЭТС (кистевая спица, покрытая диоксидом титана) проводили со смесью, изготовленной из аутологичной губчатой кости, извлеченной из костномозгового канала, и приготовленной ранее крысиной плазмы, обогащенной растворимыми факторами тромбоцитов в соотношении 9:1 (нативный аутологичный губчатый биокомпозит). В контрольной группе имплантация проводилась без использования указанной смеси. Животные выводились из эксперимента на 7-е и 14-е сутки (по 20 животных на каждый срок наблюдения). Для гистологического исследования

готовились гистологические срезы толщиной 3–4 мкм и окрашивались гематоксилином и эозином по стандартной методике.

Морфологическое исследование гистологических препаратов проводили с использованием микроскопа Nikon Eclipse 50i. Подсчет параметров производили с использованием программы анализа изображения ImageG. При проведении морфометрического исследования было посчитано количество остеокластов и остеогенных клеток (остеобластов и остеоцитов) на тестовую площадь 18945 мкм², рассчитана площадь новообразованной костной ткани в мкм². Для каждого срока количество клеток было пересчитано на площадь новообразованной костной ткани.

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием пакета статистических программ GraphPad Prism 8.0. Оценка нормальности распределения признаков проводилась с использованием критерия Шапиро – Уилка, анализ количественных признаков показал их отличие от закона нормального распределения. В этой связи для сравнительного анализа признаков использован U-критерий Манна – Уитни. За уровень статистической значимости принимался $p < 0,05$. При представлении числовых значений была использована медиана (Me), 25-й и 75-й перцентиль: Me (25%, 75%).

Результаты исследования и их обсуждение

На 7-е сутки эксперимента в контрольной группе животных вокруг ножки ТЭТС формировалась грануляционная ткань с наличием отдельных очагов грубоволокнистой костной ткани с тонкими костными трабекулами, окруженными остеобластами. Пространство между костных балок заполняла грануляционная ткань. Присутствовали некротизированные костные осколки с явлениями резорбции остеокластами.

У животных экспериментальной группы по периферии импланта отмечалась созревающая грануляционная ткань, формировались многочисленные костные трабекулы, состоящие из формирующейся костной ткани (формирующаяся активная регенераторная костная мантия). Грануляционная ткань содержала костные осколки, которые не подвергались некрозу. Костные осколки покрывали клетки остеобластического ряда, по их периферии отмечалось формирование костного матрикса.

Площадь новообразованной костной ткани на данном сроке наблюдения в экспериментальной группе составила 715132,5 [686614,0–742638,0] мкм² и была статистически значимо выше в сравнении с контрольной 403455,0 [399618,0–415603,0] мкм², ($p < 0,001$).

На 14-е сутки эксперимента в контрольной группе животных по периферии аналога ножки бесцементного ТЭТС определялась активная регенераторная костная мантия, содержащая созревающую грануляционную и костную ткань. Фиброзная и костная ткань, окружающая имплант содержала формирующиеся костные трабекулы, между которыми находились клетки миелоидного и лимфоидного кроветворения.

У животных экспериментальной группы также определялась активная регенераторная костная мантия, которая начинала формировать фиброзно-костную эндостальную мантию, содержащую костные балки. Между костными балками присутствовали очаги костномозгового кроветворения. Костные балки были окружены остеобластами, в толще костных балок определялись остециты, расположенные в костных лакунах.

Площадь новообразованной костной ткани на данном сроке наблюдения в экспериментальной группе составила 1336888,0 [1103714,0–1371698,0] мкм² и была статистически больше, чем в контрольной группе 627852,0 [421786,0–712014,0] мкм², ($p = 0,001$). Показатели клеточного состава по периферии бесцементной ножки ТЭТС представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Клеточный состав новообразованной костной ткани

Показатели	Сроки наблюдения / группы		p
	7-е сутки / эксперимент	7-е сутки / контроль	
Остеокласты	1170,0 [830,0-1207,0]	618,0 [277,0-852,0]	0,0160
Остеогенные клетки	2887,0 [2717,0-3284,0]	1767,0 [1554,0-1916,0]	0,0002
Показатели	14-е сутки / эксперимент	14-е сутки / контроль	p
Остеокласты	1341,0 [1270,0-1976,0]	298,0 [265,0-365,0]	0,0033
Остеогенные клетки	5080,0 [4587,0-5433,0]	1624,0 [1326,0-2220,0]	0,0036

Морфометрическое исследование клеточного состава новообразованной костной ткани на 7-е сутки эксперимента показало, что количество остеокластов в экспериментальной группе, рассчитанной на площадь молодой кости было в 1,9 раза больше, чем в контрольной группе животных, ($p=0,0160$). Количество остеогенных клеток в экспериментальной группе было в 1,6 раз превышало аналогичный показатель контрольной группы ($p=0,0002$).

На 14-е сутки количество остеокластов в экспериментальной группе в 4,5 раза превышало количество клеток в контрольной группе ($p=0,003$). Количество остеогенных клеток в экспериментальной группе превышало в 3,1 раза по сравнению с контрольной группой ($p=0,0036$).

Проведенное гистологическое и морфометрическое исследование показало, что более интенсивно остеointеграция проходит в группе экспериментальных животных при использовании нативного аутологичного губчатого биокомпозита и плазмы, обогащенной растворимыми факторами роста тромбоцитов в сравнении с животными контрольной группы. На всех сроках наблюдения количество остеокластов и остеобластических клеток в экспериментальной группе превышало количество в контрольной, что свидетельствует о том, что остеокласты способствуют формированию костной ткани, оказывая влияние на дифференцировку и активность остеобластов [5]. Следует отметить, что в экспериментальной группе наблюдался остеогенез в котором костные осколки биокомпозитного материала выступали как каркас для формирования костного матрикса, при этом резорбция костных осколков и новообразованной костной ткани практически отсутствовала. По-видимому, это связано гистомодулирующим эффектом плазмы, обогащенной растворимыми факторами роста тромбоцитов, запускающей процессы остеогенеза без разрушения костной ткани.

Заключение

Проведенное экспериментальное морфологическое и морфометрическое исследование процессов ранней остеointеграции после имплантации аналога бесцементного бедренного компонента ТЭТС показало, что предложенный костно-пластический биокомпозит обладает высокими гистомодулирующими свойствами, что проявилось в более интенсивном образовании активной регенераторной костной мантии. Это выразило себя высокими показателями новообразованной костной ткани и более быстрым формированием фиброзно-костной манжеты по периферии импланта, а также высокими значениями остеокластов и остеогенных клеток. Полученные результаты могут послужить экспериментальным обоснованием для внедрения в клиническую практику нового метода бесцементного эндопротезирования тазобедренного сустава.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cellular Mechanisms Responsible for Success and Failure of Bone Substitute Materials / T. Rolvien [et al] // Int J Mol Sci. – 2018. – Vol. 19, №10. 2893. doi: 10.3390/ijms19102893.
2. Кирилова, И. А. Костная ткань как основа остеопластических материалов для восстановления костной структуры / И. А. Кирилова // Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии. – 2011. – №1. – С. 68–74.
3. Charles, J. F. Osteoclasts: more than ‘bone eaters’ / J. F. Charles, A. O. Aliprantis // Trends Mol Med. – 2014. – Vol. 20, № 8. – P. 449–459. doi: 10.1016/j.molmed.2014.06.001.
4. Matrix IGF-1 maintains bone mass by activation of mTOR in mesenchymal stem cell / L. Xian [et al] // NAT MED. – 2012. – Vol. 18, № 7. – P. 1095–1101. doi: 10.1038/nm.2793
5. Osteoclast deficiency results in disorganized matrix, reduced mineralization, and abnormal osteoblast behavior in developing bone / J Bone Miner Res. – 2004. – Vol. 19, № 9. – P. 1441–1451. doi: 10.1359/JBMR.040514.

УДК 611.69-055.2-053

М. А. Борисова

Учреждение образования

**«Гомельский государственный медицинский университет»
г. Гомель, Республика Беларусь**

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЖЕНЩИН РАЗНОГО ВОЗРАСТА В ПРОЦЕССЕ МАММОГЕНЕЗА

Введение

Как показывают современные научные исследования, изучение строения, развития и функционирования молочных желез (МЖ) обусловлена постоянным ростом числа патологий во всем мире. Молочная железа является не только важнейшей составной частью репродуктивной системы женщины, но и важнейшим органом, осуществляющим питание, иммунитет и дальнейшее развитие ребенка. Различие морфологических характеристик МЖ связаны с возрастом, с периодами жизни, фазами менструального цикла и лактацией.

Цель

Изучение особенностей морфологического строения МЖ женщин разного возраста в процессе маммогенеза.

Материал и методы исследования

В качестве материалов исследования были использованы публикации в научных журналах, затрагивающие тему исследования, а также научные монографии и разработки ведущих ученых по выбранной тематике исследования.

В качестве методов исследования были использованы такие теоретические методы, как синтез, индукция, дедукция, анализ, контент-анализ, сопоставительный анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

Маммогенез – развитие молочных желез (МЖ) в различные возрастные периоды женщины. Он имеет свои морфологические и морфометрические особенности.

Из проведенных многочисленных исследований маммогенез делится на разные периоды: эмбриональный период; период новорожденности; период полового созревания; репродуктивный период; период беременности и лактации; период пери- и постменопаузы.