

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОЛИФЕРАЦИЮ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК.

*В.Г.Лещенко, Е.М.Ермоленко, Ж.А.Ибрагимова, Т.С.Колесникова, Е.В.Ходосовская,
С.И.Марчук, С.Е.Семерихина, М.А.Шеламова*

*Белорусский государственный медицинский университет,
пр-т Дзержинского, 83, 220116 Минск, Беларусь;
E-mail: S_Leshenko@mail.ru.*

Abstract. It is shown that exposure to a weak alternating magnetic field frequency of 50 Hz is greatly decreases the rate of proliferation of mesenchymal stem cells compared to the control samples. Increasing the magnetic field from 28 to 182 μT increase the inhibitory action of a magnetic field on the proliferation of mesenchymal stem cells (MSCs).

Studies using PCR demonstrated chondrogenic differentiation of MSCs cultured in complete nutritional medium without special differentiation factors under the action of a weak magnetic alternating field.

В предыдущей работе [1] нами было показано, что магнитное поле может оказывать хондрогенное действие на мезенхимальные стволовые клетки (МСК) не только в дифференцирующей среде, но и полной питательной среде, не содержащей специальных биохимических добавок. В данной работе исследовалось влияние слабого переменного магнитного поля на пролиферацию, жизнеспособность и возможность хондрогенеза МСК, без добавления биохимических факторов, влияющих на их хондрогенную дифференцировку.

На культуры МСК, выделенные из жировой ткани, воздействовали переменным магнитным полем частотой 50 Гц, индукцией 28 мкТл и 182 мкТл. Источником магнитного поля служила специально изготовленная катушка Гельмгольца, диаметром 162 мм и высотой 80 мм. Магнитная индукция измерялась по оси катушки с относительной погрешностью 5%, неоднородность поля по радиусу катушки составляла около 10%.

Были исследованы 4 группы образцов:

1. МСК в полной питательной среде (ППС) – контроль;
2. МСК в ППС с воздействием магнитным полем $B_{\text{эф}} = 28$ мкТл по 90 минут в течение первых 3-х дней культивирования;
3. МСК в ППС - контроль;
4. МСК в ППС с воздействием магнитным полем $B_{\text{эф}} = 182$ мкТл по 30 минут в течение первых 3-х дней культивирования;

Для изучения влияния магнитного поля на пролиферацию клетки снимали с поверхности культурального пластика на 6, 9, 12, 14 сутки. Жизнеспособность и пролиферацию оценивали микроскопическим методом с помощью камеры Горяева. Возможность хондрогенеза оценивали путем исследования клеток на появление экспрессии маркеров хондрогенной дифференцировки коллагена II, агрекана и SOX9.

Результаты сравнительного анализа пролиферации МСК контрольных образцов и образцов, подвергнувшихся действию магнитных полей индукцией $B_{\text{эф}} = 28$ мкТл и 182 мкТл, представлены в табл. 1 и 2, а соответствующие гистограммы – на рис.1 и 2.

Таблица 1 - Сравнение пролиферации клеток в контроле и при воздействии магнитным полем 28 мкТл.

Образцы	Количество клеток (тыс /мл)			
	6-е сутки	9-е сутки	12-е сутки	14-е сутки
Контроль	45	57	85	65
$B = 28$ мкТл	47,5	40	50	40

Таблица.2 - Сравнение пролиферации клеток в контроле и при воздействии магнитным полем 182 мкТл.

Образцы	Количество клеток (тыс /мл)			
	6-е сутки	9-е сутки	12-е сутки	14-е сутки
Контроль	100	110	130	150
V=182 мкТл	60	65	100	100

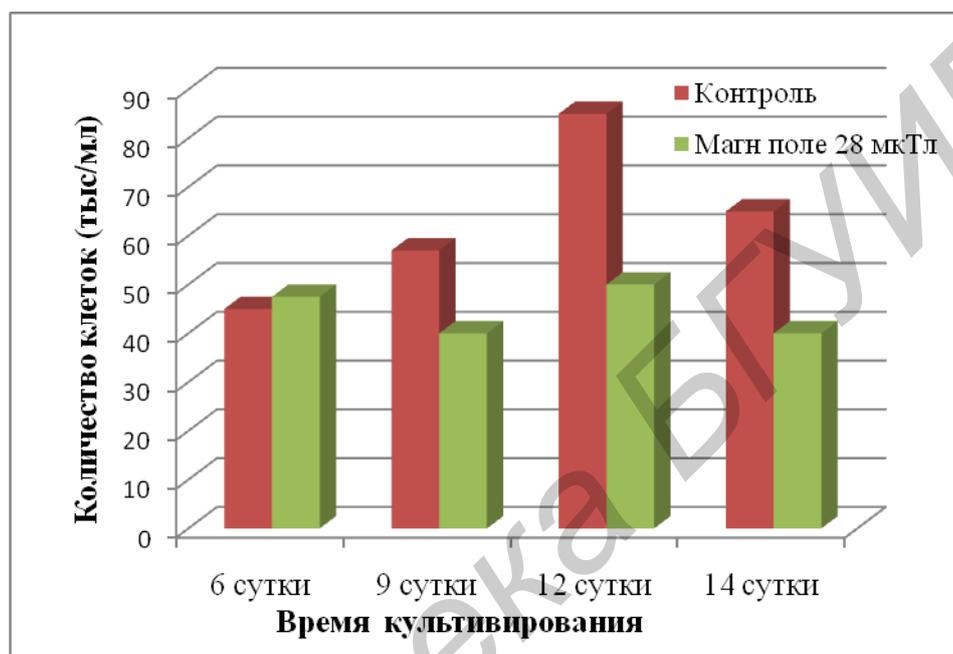


Рисунок 1 - Влияние магнитного поля 28 мкТл на пролиферацию МСК

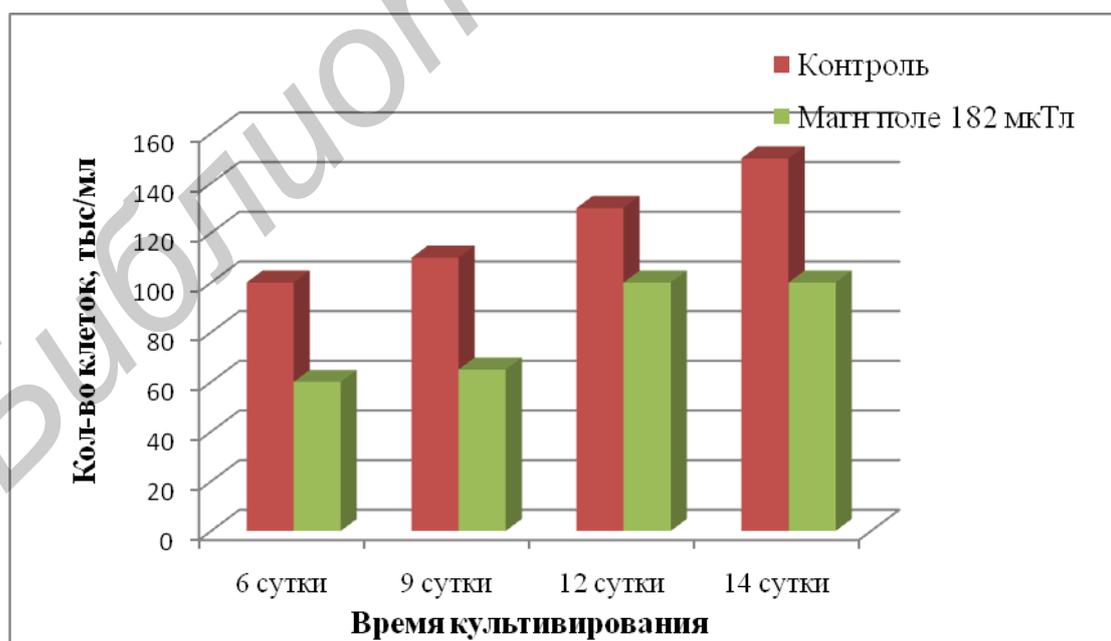


Рисунок 2 - Влияние магнитного поля 182 мкТл на пролиферацию МСК.

Как видно из таблиц и гистограмм, скорость пролиферации клеток, подвергшихся воздействию магнитного поля, значительно снижается по сравнению с контрольными образцами, начиная с 6-9 суток культивирования. При этом увеличение индукции магнитного поля с 28 до 182 мкТл ведет к усилению угнетающего действия поля на пролиферацию экспериментальных образцов. Заметим также, что на 12-14 сутки культивирования (т.е. через 9-11 суток после магнитного воздействия) угнетающее действие поля на пролиферацию несколько ослабевает.

Для выявления хондрогенного действия магнитного поля на МСК были проведены молекулярно-биологические исследования образцов на наличие генетических маркеров дифференцировки (SOX9, Aggrecan) с использованием полимеразной цепной реакции (ПЦР), при этом для положительного контроля использовали биоптаты хрящевой ткани.

Изучение электрофореграмм биоптатов хрящевой ткани (контрольных образцов) и экспериментальных клеток, культивируемых в полной питательной среде без дифференцировочных факторов и подвергшихся воздействию магнитного поля, показало наличие в экспериментальных образцах маркеров хондрогенеза, что свидетельствует о хондрогенной дифференцировке МСК в переменном магнитном поле.

Таким образом, нами показано, что воздействие слабым переменным магнитным полем частотой 50 Гц значительно снижает скорость пролиферации мезенхимальных стволовых клеток начиная с 6-9 суток культивирования по сравнению с контрольными образцами. Увеличение индукции магнитного поля с 28 до 182 мкТл ведет к усилению угнетающего действия магнитного поля на пролиферацию мезенхимальных стволовых клеток.

Исследования также подтвердили показанную в [1] хондрогенную направленность дифференцировки МСК, культивируемых в полной питательной среде, под действием слабого переменного магнитного поля.

Литература

1. **Ермоленко, Е.М.** / Влияние переменного магнитного поля на хондрогенную дифференцировку мезенхимальных стволовых клеток / Ермоленко, Е.М. Ибрагимова Ж.А., Колесникова Т.С., Ходосовская Е.В., Марчук СИ., Семерихина С.Е., Лещенко В.Г. // Международная научная конференция «Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем», 17-20 июня 2014 г, Минск, Беларусь, Сборник статей, ч.2, с. 197-199.

МЕТОД ОЦЕНКИ БИОМЕХАНИКИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОАНАЛИЗА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

С.А. Лихачёв¹, В.В. Ващилин¹, И.С. Гурский¹, С.В. Еленская²

¹ГУ «Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии» МЗ РБ, ninh@mail.ru

²ГУ «Республиканский госпиталь Департамента финансов и тыла МВД Республики Беларусь»

Abstract. The objective of the research was to develop the method for lumbar spine biomechanics evaluation by means of real-time videomotion analysis. The software developed allows to perform real-time tracking of color markers placed over the key anatomic landmarks (spinous processes of Th12-S1 vertebrae) and to calculate the desired angles. This provides feedback while performing exercises, which facilitates effective training.

У человека по мере развития костно-мышечной системы формируется индивидуальный двигательный стереотип. Неправильная координация мышечных движений, возникающая как следствие неадекватных статических и динамических нагрузок, развития дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника, вызывает нарушение двигательного стереотипа с формированием болей, мышечных напряжений. Основным методом восста-