

Влияние комбинированного лазерного и сочетанного магнитолазерного воздействия на процессы созревания субхондральной кости в условиях искусственновызванной травмы сустава

б-я городская клиническая больница г. Минска, Институт физиологии НАН РБ²

Изложены результаты исследований по влиянию комбинированного лазерного и сочетанного магнитолазерного воздействия на процессы регенерации субхондральной кости в эксперименте

Ключевые слова: лазерное излучение, субхондральная кость

Широкое применение низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) различного диапазона в медицинской практике началось в 70-е годы XX столетия [9].

В литературе описано активизирующее влияние света лазера в красном диапазоне волн на биосинтетические процессы в клетках человека в культуре ткани [1]. Красный свет лазера способствует повышению темпа клеточных делений. Однако стимулирующий эффект лазера в красном диапазоне волн невелик по абсолютной величине и недостаточно стабилен, но может применяться в качестве стимулятора заживления ран и повреждения тканей различной этиологии [2,5].

На основе биохимических данных и клинических наблюдений установлено, что наиболее эффективно использование комбинированного воздействия лазерного света различных областей оптического диапазона. Одним из первых описан стимулирующий эффект комбинированного лазерного облучения синей и красной областей спектра на репаративный остеогенез [6,9].

Многочисленные экспериментальные и клинические исследования показали, что при лазерном воздействии на повреждённые ткани в них происходят благоприятные для стимуляции репаративной регенерации местные (биофизические, биохимические, иммунные, цитохимические) и общие (нейроэндокринные, иммунные, рефлекторные) процессы [5,6,10]. Курсовое лазерное облучение оказывает стимулирующее действие на метаболические процессы не только в непосредственно облучаемой ткани, но и в ЦНС, что выражается в активации энергетических и пластических процессов и снижении свободнорадикального окисления [7].

Лазерное излучение, воздействуя на ткань в области повреждения, ускоряет процессы васкуляризации путём образования новых сосудов, что уменьшает развитие застойных явлений и способствует более полноценному обеспечению регенерируемых тканей кислородом и веществами необходимыми для процессов репарации [4].

В патогенетическом механизме действия НИЛИ на биологические ткани первоначальным звеном является фотоакцепция квантов света внутриэпидермальными макрофагами, включающими реакцию микроциркуляторного русла. Спустя некоторое время реакция приобретает всеобщий характер, а активация капиллярного кровотока происходит за счёт раскрытия ранее нефункционирующих капилляров и более пролонгированного процесса, связанного с образованием новой капиллярной сети [8].

Стимулирующее влияние НИЛИ на процессы регенерации тканей, в том числе и костной, связаны с интенсификацией пролиферации клеток, обусловленной в свою

очередь усилением энергетического обмена и их биосинтетической активности в силу повышения активности важнейших ферментных систем [1,3].

Известно, что в восстановлении структуры и функции травмированного сустава важную роль выполняет субхондральная кость, активно участвующая в репаративных процессах не только поврежденной кости, но и хряща. Однако этапы и закономерности процессов роста и восстановления субхондральной кости при травме суставов изучены недостаточно.

Целью настоящего исследования являлось изучение эффективности лазерного облучения различных областей спектра (синей, красной) и постоянного магнитного поля на репаративные процессы субхондральной кости при искусственно вызванной травме.

В работе мы пытались выявить субмикроскопические показатели влияния комбинированного лазерного и сочетанного магнитолазерного воздействия на процессы репарации субхондральной кости после искусственно вызванной травмы.

Объектом исследования являлась субхондральная кость экспериментально травмированного наружного мыщелка бедра коленного сустава кролика.

Изучение влияния комбинированного лазерного облучения и магнитного поля на ультраструктуру субхондральной кости проведено на 4-х группах животных.

I группа (контроль) – в послеоперационном периоде животные лазерному облучению не подвергались.

II группа – в послеоперационном периоде животные получили 18 сеансов комбинированного НИЛИ синей и красной областей спектра на 10 точек (6 точек на коже в окружении раны и 4 точки в области печени) по 1 минуте каждого света на каждую точку. Суммарное время облучения составило 20 минут за сеанс.

III группа – в послеоперационном периоде животные получили 18 сеансов совместного действия лазерного излучения красной области спектра ($\lambda=632,8$ нм, мощностью 100 мВт на 1см²) и магнитного поля одновременно. В течение каждого сеанса облучали те же 10 точек на коже в области раны и печени по 2 минуты на каждую точку. Суммарное совместное действие лазерного луча и магнита в течение сеанса составляло 20 минут.

Электронно-микроскопические исследования репаративной зоны сустава на 30 сутки после искусственной травмы показали, что, в сравнении с I (контрольной) группой в остальных происходили следующие изменения:

II группа – в глубокой области раны отмечалось энергичное восстановление субхондральной костной ткани. В исследуемой области наблюдались измененные хондроциты – резко гипертрофированные и вакуолизированные. Вблизи таких хондроцитов с признаками дегенерации отмечалось значительное уплотнение межклеточного вещества, заполненного многочисленными толстыми коллагеновыми волокнами с рассеянными среди них матричными пузырьками. Многие пузырьки содержали гомогенное электронноплотное вещество и являлись центром минерализации костной ткани. В эти области межклеточного вещества прорастали сосуды микроциркуляторного русла, заполненные форменными элементами крови. Полученные факты свидетельствовали о том, что облучение стимулировало кровоснабжение раневой области сустава и вызывало интенсивную реорганизацию межклеточного вещества в регенерирующей костной ткани, образование толстых волокон коллагена и минерализацию оссеоида. Часть остеогенных клеток трансформировалось в остеобласты с многочисленными отростками. Остеобласты,

как показали наблюдения, способны делиться до наступления полной кальцификации, образуя молодые костные клетки, погруженные в лакуны.

III группа – в глубоких слоях раны, прилежащих к субхондральной кости, выявлялось большое количество резко измененных хондроцитов, характеризовавшихся гиперплазией своей цитоплазмы. Такие хондроциты секретировали матричные пузырьки, которые заполняют цитоплазму и затем отделялись от поверхности хондроцитов и обнаруживались в межклеточном веществе хряща и кости. Матричные пузырьки обнаруживались в местах интенсивной кальцинации. Поскольку им присущи некоторые виды активности, стимулирующие этот процесс, то, по-видимому, они могли служить тем ключевым фактором, который необходим для запуска и поддержания процесса обызвествления в хряще и образующейся кости. Органический компонент матрикса хряща, содержащего гипертрофированные хондроциты, представлен аморфным межклеточным веществом, густо заполненным хорошо выраженными тяжами коллагеновых волокон, проходящими в разных направлениях.

На границе с субхондральной костью определялись молодые остеогенные клетки, которые пролиферировали, подходили к хрящевой зоне и дифференцировались в остеобласты. Остеобласты располагались вдоль дегенерирующих распадающихся хондроцитов и покрывали их слоем костной ткани. Новообразованная костная ткань прочно соединялась с веществом хрящевой пластинки. В указанных областях кости также определялись матричные пузырьки – мелкие округлые мембранные структуры, которые образовывались и выделялись в матрикс остеобластами.

В новообразованную кость из глубоких областей раны вращали капилляры. Они прорастали остеоид и часто опустевшую лакуну, в которой прежде находился хондроцит. После его дегенерации и последующего распада лакуна заполнялась матричными пузырьками, которые участвовали в кальцификации остеоидного матрикса.

Полученные данные нашего исследования позволили сделать вывод, что 18 сеансов комбинированного облучения НИЛИ синей и красной областей спектра оказывало стимулирующее влияние на репаративные процессы субхондральной кости. Прорастание капилляров улучшало кровоснабжение тканей и способствовало более интенсивному формированию остеоида, а также пролиферации и дифференцировке остеогенных клеток, образованию молодых остеобластов в лакунах костной ткани и ее минерализации. В тоже время 18 сеансов сочетанного воздействия НИЛИ красной области спектра и магнитного поля являются оптимальными для репаративных процессов и интенсивной кальцификации субхондральной кости при ее повреждении. В процессе восстановления костной ткани участвуют остеогенные клетки и остеобласты поврежденной кости, которые замещают дегенерирующие хондроциты глубоких слоев раны, в “избытке” образовавшиеся под влиянием комбинированного лазерного облучения и постоянного магнитного поля. В процессе кальцификации новообразованной кости активное участие принимают остеобласты и дегенерирующие гипертрофированные хондроциты, образующие матричные пузырьки – центры кальцификации и формирования зрелого костного матрикса.

Таким образом, комбинированное лазерное и сочетанное магнитолазерное воздействие оказывают благотворное влияние на процессы регенерации субхондральной кости, способствуют раннему заживлению повреждённого участка

субхондральной пластинки и суставного хряща. Наиболее же выраженный эффект наблюдался после сочетанного магнитолазерного воздействия.

Литература

1. Александров, М. Т. Некоторые вопросы изучения механизма стимулирующего действия гелий-неонового лазера / М. Т. Александров [и др.] // Результаты экспериментальных и клинических исследований. М., 1976. С. 4 – 6.
2. Буйлин, В. А. Низкоинтенсивная лазерная терапия суставов: информационно-методический сб. / под ред. О. К. Скобелкина. М.: ТОО «Фирма «Техника», 1996. 35 с.
3. Буйлин, В. А. Применение АЛТ “Мустанг” в травматологии: информ.-метод. сб. М.: ТОО «Фирма «Техника», 1997. 33 с.
4. Гамалея, Н. Ф. Актуальные вопросы механизма биологического действия излучения лазеров / Н. Ф. Гамалея // Применение средств и методов лазерной техники в биологии и медицине. Киев, 1981. С. 128 – 134.
5. Елисеенко, В. И. Механизмы взаимодействия различных видов лазерного излучения с биологическими тканями / В. И. Елисеенко // Использование лазеров для диагностики и лечения заболеваний. М., 1996. С. 3.
6. Заживление переломов костей: экспериментальные и клинические исследования. И. Р. Воронович, И. В. Ролевич, А. А. Губко, Н. С. Сердюченко // Минск: Наука и техника, 1994. 174 с.
7. Зубкова, С. М. Прямое и опосредованное действие лазерного излучения на кровь / С. М. Зубкова // Влияние лазерного излучения на кровь. Киев, 1989. С. 183 – 185.
8. Козлов, В. И. Воздействие лазерного излучения на систему микроциркуляции: сб. науч. тр., посв. памяти акад. Д. А. Жданова / В. И. Козлов, К. Т. Зайцев. М., 1998. С. 51.
9. Крюк, А. С., Мостовников, В. А., Хохлов, И. В., Сердюченко, Н. С. // Терапевтическая эффективность лазерного излучения. Минск, 1986.
10. Kubota, J., Ohshiro, T. The effects of diode laser low reactive-level lasertherapy (LLLT) on flap survival in a rat model // Laser Therapy, 1989, V.1. № 3. P. 127.