

*Е.Л. Рыжковская, О.Н.Савко, В.С. Улащик, А.В.Мурашко, С.В. Иващенко*  
**Действие низкочастотного ультразвука на суставную капсулу и  
хрящ голеностопного сустава в эксперименте**  
*ГНУ "Институт физиологии НАН Беларуси", Белорусский государственный  
медицинский университет г.Минск, Республика Беларусь*

С использованием гистологического метода исследования доказан положительный терапевтический эффект низкочастотного ультразвука (частота 60, 80 и 100кГц) при экспериментальном артрите.

Ключевые слова: низкочастотный ультразвук, артрит.

В лечебной практике начинает использоваться низкочастотный ультразвук (НУЗ) (от 16 до 200 кГц) [1,2], механизм действия которого и его отличие от широко применяемого в физиотерапии высокочастотного ультразвука [2,3] не изучен. Между тем теоретически можно предположить, что физиологическое и лечебное действие этих физических факторов не только заметно различается, но и существенно зависит от частоты и интенсивности ультразвука. Эти сведения послужат научной основой оптимизации низкочастотной ультразвуковой терапии.

С этой целью на модели экспериментального артрита у крыс изучено терапевтическое действие низкочастотного ультразвука частотой 60, 80 и 100 кГц.

Материал и методы. Экспериментальные исследования проведены на 37 белых половозрелых беспородных крысах-самцах массой 180 - 220 г стадной разведения вивария ГНУ "Институт физиологии НАН Беларуси", разделенных на 5 групп: контрольная группа - 8, интактная группа - 5, три опытные группы по 8 животных в каждой. С целью моделирования асептического воспаления животным указанных групп (контрольная, опытные 1-3) в первый день эксперимента вводили 10 мг зимозана, растворенного в 1 мл изотонического раствора (0,9% NaCl) с добавлением 0,2 мл вазелинового масла в голеностопный сустав задней левой лапки. Данные интактной группы животных использовали для оценки нормативных значений морфологических показателей.

С 4-го дня развития воспаления, инициированного введением зимозана с вазелиновым маслом, ежедневно на область голеностопного сустава задней лапки осуществляли "озвучивание" с помощью экспериментального образца аппарата для низкочастотной ультразвуковой терапии АНУЗТ 1-100, разработанного в НИИ ПФП им. А.Н. Севченко БГУ при участии авторов.

Параметры воздействия: 1-я опытная группа - частота 60 кГц, длительность воздействия - 5 мин.; 2-я опытная группа - частота 80 кГц, длительность воздействия - 5 мин.; 3-я опытная группа - частота 100 кГц, длительность воздействия - 5 мин. В качестве контактного вещества использовали вазелиновое масло. Курс озвучивания - 7-10 процедур.

Для морфологического исследования брали образцы всех составных компонентов тканей сустава в виде суставного блока и приготавливали по общепринятым методикам для дальнейшего изучения с применением методов световой микроскопии. Срезы толщиной 15 мкм окрашивали гематоксилином и эозином, после чего проводили морфологическую оценку состояния основных

элементов голеностопного сустава с помощью светового микроскопа DMLS с программным обеспечением («Leica», Германия).

#### Результаты и обсуждение

Морфологический анализ тканей сустава животных, подвергшихся воздействию ультразвуком частотой 60 кГц. Проведенные макро- и микроскопические исследования показали, что использование ультразвуковой терапии с частотой 60 кГц (5 мин., 10 процедур) благоприятно воздействует на снижение площади отека и кровоизлияния в суставные элементы голеностопного сустава экспериментальных крыс и практически купирует воспалительный выпот гнойного характера в суставной полости и лимфоцитарный инфильтрат во всех слоях «синовиальной среды сустава», выявленные в ходе экспериментального воспаления. При данных параметрах воздействия практически все анатомо-морфологические характеристики сустава к концу курса лечения приближались к норме.

При вскрытии полости голеностопного сустава суставные поверхности были чистые, гладкие, блестящие. В полости наблюдалось небольшое количество прозрачной синовиальной жидкости. Суставная капсула, внутрисуставные связки и синовиальные сумки без видимой патологии. На разрезе хрящевая ткань однородная, белая.

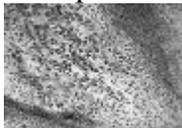


Рисунок 1. Микрофото. Опыт 1 (60 кГц, 5 мин., 10 процедур). Участок суставного хряща. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение: хОб.10

При морфологическом исследовании хрящевой ткани голеностопного сустава экспериментальных крыс выявлено, что строение суставного хряща в пределах физиологической нормы: хрящевой матрикс не разрушен, хондроциты располагались равномерно среди однородного межучточного вещества и в большинстве своем по размерам и форме приближались к контрольным (Рис.1). Морфологический анализ тканей сустава животных, подвергшихся воздействию ультразвуком частотой 80 кГц. У крыс, получавших ультразвук частотой 80 кГц (5 мин., 10 процедур), при гистологическом исследовании голеностопного сустава регистрировались признаки остаточного воспалительного процесса, что выражалось в небольшом отеке суставной сумки и распространенной смешанно-клеточной инфильтрации с преобладанием лейкоцитов. Численность и площадь воспалительных клеточных инфильтратов была намного меньше (Рис. 2А), чем в начале лечения и у контрольной группы животных (Рис. 2Б).

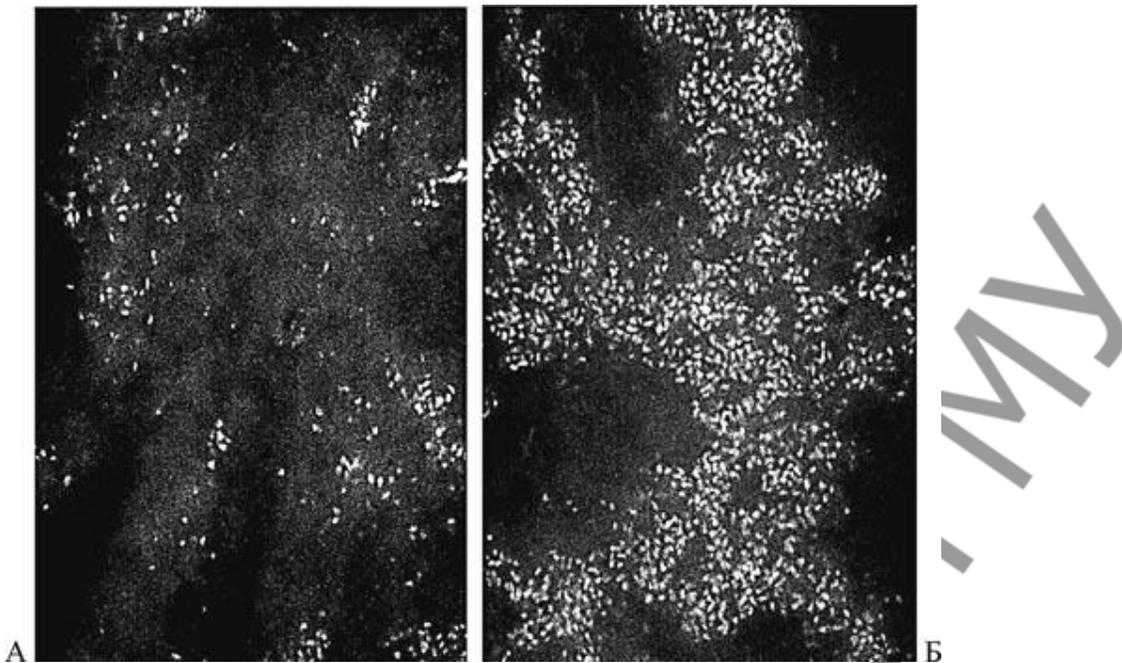


Рисунок 2. Микрофото. Опыт 2 (80 кГц, 5 мин., 10 процедур). Смешанно-клеточная инфильтрация суставных тканей до начала лечения (Б) и после применения НУЗ (А). Метод Эль-Бадави и Шенка. Увеличение: хОб.10. При данных параметрах воздействия усугубление воспалительного процесса нами не обнаружено. Однако, наблюдался небольшой отек соединительной ткани фиброзной сумки, тканевые элементы сустава были умеренно разобщены. Изменений в строении хряща суставной поверхности не было выявлено: хрящ имел правильное строение.

Морфологический анализ тканей сустава животных, подвергшихся воздействию ультразвуком частотой 100 кГц. Значительная терапевтическая эффективность озвучивания отмечена и при использовании ультразвука частотой 100 кГц (5 мин., 7 процедур). В суставных тканях регистрировалось умеренное число лейкоцитов и тучных клеток.

При этих параметрах воздействия практически все анатомо-морфологические характеристики сустава соответствовали норме. На поверхности хряща хондроциты были мелкие и расположены равномерно. Крупные хондроциты имели округлую или овальную форму, располагались в лакунах по несколько клеток (Рис.3).

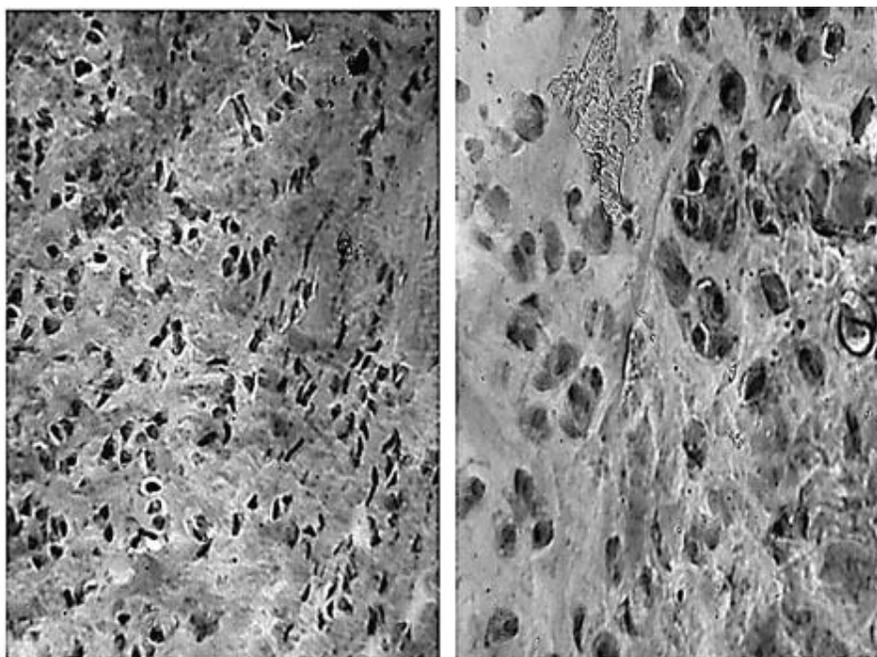


Рисунок 3. Опыт 3 (100 кГц, 5 мин., 7 процедур). Суставной хрящ. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение: хОб.10 (А); Об.25 (Б).

При макроскопическом исследовании воспаленного сустава животных, подвергшихся воздействию ультразвуком частотой 100 кГц (5 мин., 10 процедур), наблюдалось некоторое ухудшение состояния: в «синовиальной среде сустава» выявлялись незначительные признаки воспаления. В некоторых случаях соединительнотканые волокна были разволокнены с оптическими пустотами между ними.

Следует отметить, что изменения в суставных тканях животных, подвергшихся воздействию ультразвуком частотой 100 кГц в количестве 7 и 10 процедур стереотипны. С морфологической точки зрения 7 процедур озвучивания предпочтительнее, так как после них остаточных воспалительных изменений отмечалось меньше, чем после 10 воздействий низкочастотным ультразвуком. Таким образом, полученные результаты микроскопического исследования подтвердили наличие терапевтического эффекта при применении низкочастотного ультразвука при экспериментальном воспалении в голеностопном суставе крыс. Проведение ультразвукового озвучивания способствовало купированию воспаления и восстановлению суставных тканей голеностопного сустава и суставного хряща.

Наиболее выраженные регенеративно-репаративные процессы и лучшие макро- и микроскопические показатели наблюдались после проведения курсового лечения низкочастотным ультразвуком частотой 60 кГц (5 мин. 10 процедур) и 100 кГц (5 мин. 7 процедур): в «синовиальной среде сустава» практически отсутствовали признаки воспалительного процесса, характерные для экспериментального артрита и обнаруживаемые у контрольной группы животных. При данных параметрах воздействия все анатомо-морфологические характеристики сустава приближались к норме.

После озвучивания воспаленного сустава частотой 80 кГц не происходило полного восстановления всех тканей сустава. В некоторых случаях сохранялся отек и разобщения клеток суставной сумки и синовиальной оболочки, однако

гиалиновый хрящ практически не отличался от такового у контрольных животных.

Проведенные исследования указывают на то, что противовоспалительное и трофико-стимулирующее действие низкочастотного ультразвука зависит от частоты, продолжительности и количества процедур. Данные важны для разработки методик низкочастотной ультразвуковой терапии в клинической артрологии.

#### Литература

1. Терапия ультразвуковыми волнами (низко- и высокочастотная ультразвуковая терапия с применением аппаратов серии МИТ, Барвинок, Стриж, Лор) / И. З. Самосюк, Г. Е. Шимков, Н. В. Чухраев и др. // Науч.-практ. матер. по примен. физ. факторов в клин. и курортной практике. Киев, 2003. 177 с.
2. Улащик, В. С. Низкочастотный ультразвук: действие на организм, лечебное применение и перспективы исследования // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2000. № 6. С. 3-8.
3. Боголюбов, В. М., Пономаренко, Г. Н. Общая физиотерапия. М.; СПб., 1998.