

Краюшкина Наталья Геннадьевна

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПЕРЕМЕННОГО
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО–МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

14.03.01 – анатомия человека

03.03.04 – клеточная биология, цитология, гистология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Волгоград, 2013

Работа выполнена в Государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор Александрова Людмила Ивановна
кандидат медицинских наук, доцент Загребин Валерий Леонидович

Официальные оппоненты:

Коробкеев Александр Анатольевич

доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии человека Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ставропольский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Бугаева Ирина Олеговна

доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой гистологии, эмбриологии, цитологии Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Ведущая организация:

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «___»_____2013 г. в ____ часов на заседании Диссертационного совета Д 208.008.01 при Государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 400131, г. Волгоград, пл. Павших борцов, 1

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Автореферат разослан «___»_____2013 года

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор медицинских наук, профессор

Н.В. Григорьева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Актуальность в настоящее время приобретает необходимость изучения повреждающего эффекта электромагнитных полей (ЭМП), сопряженных с эксплуатацией постоянно увеличивающегося числа промышленных и бытовых объектов, которые являются источниками электромагнитных излучений (ЭМИ) антропогенной природы. (А.А. Байрамов, 2004; Л.И. Пустовалова с соавт., 2005; Ю.С. Рысин с соавт., 2006; В.А. Антонов с соавт., 2007; В.В. Глебов с соавт., 2008; М.В. Гудина, 2008; И.С. Евсеев, 2008; М.Ю. Капитонова с соавт., 2012; Л.И. Александрова с соавт., 2013; Z. Cao et al., 2013; S. Crocetti et al., 2013; M. Feychting., 2013; X. Liu et al., 2013; S. Nakatani-Enomoto et al., 2013; F. Shamsi Mahmoudabadi et al., 2013).

До настоящего времени ряд актуальных вопросов биотропного действия ЭМИ не имеют однозначного решения; некоторые гигиенические нормы, регламентирующие контакты с источниками ЭМП требуют пересмотра; современные средства защиты не могут считаться высокоэффективными (В.И. Петросян с соавт., 2002; И.П. Сусак с соавт., 2005; А.Б. Гапеев, 2006; Г.В. Федорович, 2007; С.М. Рогачева с соавт., 2008; Г. Шелкунов, 2009; Л.И. Александрова с соавт., 2010; R.P. Bogers et al., 2013; B. Lv et al., 2013; K. Schaap et al., 2013).

Установлено, что одной из наиболее чувствительных систем к воздействию ЭМИ, наряду с нервной, эндокринной, половой, сердечно – сосудистой, является система органов иммуногенеза (А.Г. Бочкарева, 2002; Н.В. Богомолова с соавт., 2007; М.С. Cammaerts et al., 2013; Н. Cho et al., 2013; Н. J. Kim et al., 2013; K. Lim et al., 2013; M.T. Tran et al., 2013).

Исследования воздействия ЭМП на органы иммуногенеза приобретают особую актуальность в связи с их важнейшей ролью обеспечения общего и иммунного гомеостаза. (М.Р. Сапин, 2006; 2012.) Результаты дестабилизирующего влияния ЭМИ на органы иммуногенеза являются наиболее угрожающими для жизнедеятельности, поскольку сопровождаются иммуносупрессорным эффектом, ведущим этиопатологическим фактором многих заболеваний (С.В. Петренко с соавт., 1993; Е.Н. Чуян с соавт., 2005; М.Р. Сапин, 2012; J.E. Bae et al., 2013; M. Esposito et al., 2013; J. Huang et al., 2013; A.H. Poulsen et al., 2013).

Самыми многочисленными и полифункциональными органами иммунной защиты человека и животных являются лимфатические узлы (М.Р. Сапин, 2012). В литературе сведения о морфологии этих, а также других органах иммуногенеза при экспериментальном воздействии переменного электромагнитного поля промышленной частоты (ПЭМП ПЧ) распространённого в бытовых и производственных условиях (50 Гц) наиболее полно представлено в цикле работ Л.И. Александровой и Л.И. Александровой с соавт. с 1980 по 2013 гг.

Однако, новые данные о морфологических реакциях органов иммуногенеза на ЭМИ промышленных характеристик, полученные с использованием наиболее информативных инновационных методов

иммуноморфологии (М.Ю. Капитонова с соавт., 2009) по литературным сведениям отсутствуют (Н. Fujii et al., 2012; E.P. Rafalovskaia-Orlovskaja et al., 2012; D. Karnak et al., 2013; B.E. Schaafsma et al., 2013).

Недостаточно представлены статистические сведения о планиметрических параметрах паренхиматозных структур лимфатических узлов при электромагнитных воздействиях, отсутствуют количественные данные о площадях синусов, выполняющих важнейшую, дренажную функцию в этих органах (М.Р. Сапин с соавт., 2000). Не исследованы изменения пространственных ориентировок морфологических элементов лимфатических узлов, не изучена степень упорядоченности расположения и степень ветвления их протяженных образований, которые могут быть информативно значимыми характеристиками структурной дезорганизации лимфатического узла в экспериментальных условиях.

Это позволило считать исследование воздействий ПЭМП ПЧ на изменения структурных элементов лимфоузлов в экспериментальных условиях актуальной задачей, решение которой имеет как теоретическое, так и практическое значение.

Цель исследования

Изучить закономерность изменений строения лимфатических узлов и динамики морфометрических параметров их структур при экспериментальном воздействии переменного электромагнитного поля промышленной частоты 50 Гц и напряженности 16 кА/м в зависимости от продолжительности воздействия и локализации лимфатических узлов.

Задачи исследования

1. Изучить морфологические особенности и количественные характеристики лимфоидных узелков, мозговых тяжей, межузелковой и паракортикальной зон висцеральных (брыжеечных) и соматических (паховых) лимфатических узлов в норме и под влиянием ПЭМП ПЧ в зависимости от продолжительности воздействия (1, 7, 14 и 28 дней).

2. Выявить изменения пространственного распределения, ориентировок мозговых тяжей и мозговых синусов лимфатических узлов в зависимости от локализации при воздействии ПЭМП ПЧ различной экспозиции.

3. Дать количественную оценку пространственной ориентации и степени ветвления мозговых тяжей лимфатических узлов в норме и в условиях экспериментального ПЭМП ПЧ различной длительности.

4. Выявить наиболее информативные характеристики преобразования структур лимфатического узла при биотропном эффекте ПЭМП ПЧ.

Научная новизна исследования

Впервые в экспериментальных условиях с использованием современных иммуноморфологических методик выявлены закономерности динамики морфометрических параметров структур представителей висцеральной группы лимфоузлов (брыжеечные) и соматической (паховые) в ответ на воздействие ПЭМП ПЧ различной продолжительности.

Установлены нелинейные изменения морфометрических характеристик паренхиматозных структур и элементов дренажной системы лимфоузлов по мере увеличения сроков эксперимента, более выраженные в паренхиме, а также особенности биотропного эффекта ПЭМП ПЧ в зависимости от локализации органов.

Впервые обнаружено, что кратковременные электромагнитные излучения (1 день) приводят к увеличению морфометрических параметров структур лимфоузлов, дальнейшая экспозиция (до 7 дней) дает обратный эффект, а продолжающееся воздействие экспериментального фактора (14 дней, 28 дней) соотносится с проявлениями адаптивного характера, когда количественные характеристики структур изменяются в направлении исходного уровня.

Впервые определены качественные признаки и количественная выраженность изменений пространственной организации морфологических элементов лимфоузлов при воздействии ПЭМП ПЧ.

Впервые показано, что наиболее «представительные» протяженные структуры мозгового вещества – мозговые тяжи и мозговые синусы под воздействием ПЭМП ПЧ изменяют пространственную ориентацию, что выявляется графически в особенностях, в зависимости от сроков облучения, фигуры «розы числа пересечений», а изменения сходны с динамикой планиметрических показателей и отличаются в узлах висцеральной и соматической групп. Впервые установлено, что при облучении ПЭМП ПЧ разной длительности нелинейно изменяется количественная оценка меры упорядоченности пространственной ориентации и степень ветвления мозговых тяжей.

Впервые получена оценка информативности биотропного эффекта ПЭМП ПЧ для различных элементов лимфоузлов. Наиболее значимые изменения обнаруживают структуры лимфоидной паренхимы и проявляются в динамике планиметрических параметров, организованности пространственного распределения структур и степени ветвления мозговых тяжей.

Научно – практическая значимость работы

Полученные в работе данные расширяют имеющиеся представления о закономерностях морфологии органов иммуногенеза в норме и при воздействии антропогенных экологических факторов.

Для изучения структуры лимфатических узлов в норме и для оценки степени морфометрических изменений этих органов под влиянием дестабилизирующих факторов разработаны и внедрены новые методические приемы. Предложенные в работе методы графической, количественной оценки пространственной организованности протяженных образований лимфатического узла (мозговые тяжи, мозговые лимфатические синусы), и степени их ветвления можно использовать для получения новой морфометрической информации об интактных органах и мере пространственных преобразований их структур в экспериментальных условиях и патологоанатомической практике.

Новые морфологические сведения о структурной организации лимфатических узлов в норме и под влиянием антропогенных экологических

факторов будут полезны студентам в лекционных курсах по анатомии человека, гистологии, эмбриологии, цитологии, общей гигиене, экологии, патологической анатомии и профпатологии.

Основные положения, выносимые на защиту

1. При общем воздействии ПЭМП ПЧ различной продолжительности изменения морфометрических параметров структур лимфоузлов имеют свои особенности, морфологические реакции в лимфоузлах определяются временем экспозиции экспериментального фактора, принадлежностью лимфоузлов к висцеральной или соматической группе и не имеют линейной динамики.

2. Под воздействием ПЭМП ПЧ различной продолжительности наиболее «представительные» протяженные структуры мозгового вещества - мозговые тяжи и мозговые синусы имеют особенности пространственной ориентации, которые зависят от длительности воздействия экспериментального фактора и выявляются графически.

3. Под влиянием экспериментального электромагнитного поля различной экспозиции нелинейно меняется количественная характеристика степени упорядоченности пространственного расположения мозговых тяжей и степень ветвления этих структур в плоскости среза лимфатического узла.

Апробация работы

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научно-практической конференции, посвященной 60-летию государственного учреждения «Волгоградский Областной Центр Медицинской Профилактики»: «Современные здоровые сберегающие технологии в системе обеспечения здоровья населения Волгоградской области» (Волгоград, 2008); IX Конгрессе ассоциации морфологов с международным участием «Медико-экологические проблемы возрастной морфологии. Адаптационные процессы органов и систем» (Бухара, 2008); VI съезде анатомов, гистологов и эмбриологов России (Саратов, 2009); научно-практической конференции, посвященной памяти члена – корреспондента РАМН, Заслуженного деятеля науки РФ, проф. В. Б. Писарева «Актуальные вопросы экспериментальной и клинической морфологии» (Волгоград, 2010); X Конгрессе ассоциации морфологов с международным участием (Ярославль, 2010); 69-й открытой научно-практической конференции молодых ученых и студентов с международным участием (Волгоград, 2011); III Эмбриологическом симпозиуме: «ЮГРА-ЭМБРИО-2011» «Закономерности эмбрио-фетальных морфогенезов у человека и позвоночных животных» (Ханты-Мансийск, 2011); XI Конгрессе Международной ассоциации морфологов (Самара, 2012); XVI Региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области (Волгоград, 2011); Юбилейной 70-й открытой научно-практической конференции молодых ученых и студентов с международным участием «Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины» (Волгоград, 2012); научно-практической конференции «Актуальные вопросы патологической анатомии. Геронтологические аспекты патологических процессов», посвященной 75-летию кафедры патологической анатомии и 100-

летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки ДагАССР, проф. С.С. Касабьяна (Волгоград, 2012); Всероссийской конференции морфологов, посвященной памяти Заслуженного работника высшей школы, проф. Р.И. Асфандиярова (Астрахань, 2012); заседании Волгоградского отделения Всероссийского научного общества анатомов, гистологов и эмбриологов, 2012.

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 20 научных работ, в том числе 10 в ведущих рецензируемых научных журналах, входящих в действующий «Перечень ВАК» (Медицинские науки, редакция апрель 2008); получены 4 удостоверения на рационализаторские предложения; издана в соавторстве монография.

Реализация и внедрение результатов исследования

Работа выполнена на кафедрах анатомии человека и гистологии, эмбриологии, цитологии ГБОУ ВПО «ВолгГМУ» Минздрава России (ректор – академик РАМН, Заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор В.И. Петров).

Полученные данные используются в лекционных курсах и на практических занятиях по анатомии человека, гистологии, эмбриологии, цитологии, патологической анатомии, общей гигиене ВолгГМУ.

Способ и устройство для графического анализа изменений пространственного распределения ориентировок мозговых тяжей в плоскости среза лимфоузлов при воздействии дестабилизирующих факторов, а также способ количественного определения изменений степени упорядоченности пространственного расположения мозговых тяжей в плоскости среза лимфоузлов при воздействии экспериментальных факторов, способ определения степени ветвления мозговых тяжей лимфоузлов и способ определения морфометрических параметров лимфоузлов при помощи имидж – анализа изображения гистологических срезов используются в научной работе на кафедрах анатомии человека, гистологии, эмбриологии, цитологии, патологической анатомии при изучении лимфатических узлов различной локализации человека и животных, а также в клинической практике Волгоградского областного патологоанатомического бюро при изучении лимфатических узлов в условиях патологии.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на **192** страницах компьютерного текста, содержит **16** рисунков и **50** таблицы. Она состоит из введения, 4 глав (обзор литературы – 1; материал и методы исследования – 2; результаты собственных исследований – 3; обсуждения результатов исследования – 4), выводов, рекомендаций по использованию результатов исследования, списка литературы, включающего **146** отечественных и **84** зарубежных источников.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для работы послужили висцеральные (брыжеечные) и соматические (паховые) лимфоузлы клинически здоровых половозрелых (6 мес.) кроликов – самцов породы шиншилла (10 интактных животных и 40 в

экспериментальной группе по 10 кроликов, подвергаемых воздействию ПЭМП ПЧ (50 Гц и напряженности 16 кА/м). Каждые 10 опытных животных подвергали воздействию экспериментального фактора в течение 1, 7, 14 и 28 суток (по 6 часов в день). Забор материала осуществляли на следующий день после завершения эксперимента.

Экспериментальные исследования проводились в соответствии с принципами биоэтики, правилами лабораторной диагностики (GLP), этическими нормами, изложенными в «Международных рекомендациях по проведению медико-биологических исследований с использованием животных» (1985) и в соответствии с приказом МЗ РФ №267 от 16.06.2003 г. «Об утверждении правил лабораторной практики» и МЗ СССР №755 от 12.08.1977г.

Извлеченные лимфоузлы фиксировали в жидкости Карнуа и 10% водном растворе формалина, изготавливали парафиновые блоки, из которых в соответствии с общепринятыми методиками готовили серийные гистологические срезы толщиной 5-7 мкм, сделанные на уровне ворот и полюсов узлов. Полученные срезы окрашивали гематоксилин–эозином, азур II–эозином, по Фельгену, по Футу, по Вейгерту, по Ван Гизону, по Маллори.

Давалась качественная характеристика структурам. Для морфометрического исследования применялся микроскоп фирмы Micros MC 300, цифровая камера Olimpus с разрешением 4 Mpix, объектмикрометр ОМП – У 4.2. Применялась программа морфометрии «Photo M» (Chernigovsky Loffe Phys Tech inst., версия 1.2.12.2000), а также использован имидж–анализ (рац. предл. №5 от 4.03.2013, ВолгГМУ).

Для анализа изменений пространственного распределения ориентировок структур мозгового вещества в наибольшей мере регулирующих ток лимфы в органе (мозговые тяжи, мозговые синусы) в плоскости среза лимфатического узла при воздействии ПЭМП ПЧ направление преимущественной ориентировки этих структур определяли методом графического анализа пространственного распределения ориентировок, (рац. предл. №2 от 22.02.2011 ВолгГМУ). Способ позволяет по изображению среза узла, с учетом числа пересечений контуров изучаемых структур с условными прямыми линиями, имеющими заданные положения, компьютерной графикой создавать фигуры «розы числа пересечений». Форма получаемой фигуры наглядно характеризует преимущественное направление продольных осей протяженных структур лимфоузлов в норме и изменение ее в результате эксперимента.

Для количественных определений изменения степени упорядоченности пространственного расположения мозговых тяжей при воздействии ПЭМП ПЧ применяли методику оценки преимущественной ориентировки морфологических структур по величине углов, образуемых стандартной условной линией и длинной осью протяженных объекта (рац. предл. №28 от 15.10.2010, ВолгГМУ). Количественная характеристика меры организованности пространственной ориентировки структур давалась по среднему квадратическому отклонению полученного вариационного ряда (величины углов). При этом выделяют три вида ориентировок: строгую – при значении σ

около нуля; предпочтительную – $\sigma < 30^\circ$ и случайную – при значении $\sigma \geq 30^\circ$ (А.А. Гуцол с соавт., 1988).

Особенности ветвления мозговых тяжей в норме и при облучении ПЭМП ПЧ определяли способом количественной характеристики степени ветвления структур, основанной на «теории графов» (А.А. Гуцол с соавт., 1988). Оси мозговых тяжей представляли в виде плоских фигур – графов, вершинами которых служили места отхождения лучей – степень вершины графа (рац. предл. №14 от 22.02.2011, ВолгГМУ).

Цифровой материал обрабатывали современными методами математической статистики с вычислением выборочных средних, показателей их разнообразия, сходства и различия (Д.А. Новиков с соавт., 2005) с использованием программ Statistica StatSoft Enterprise 10.0, Microsoft Word Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

После 1 дня облучения (6 часов) в лимфоузлах обеих локализаций отмечается «стимулирующий» эффект однократного воздействия ПЭМП ПЧ, более выраженный в лимфоузле соматической группы (рис. 1, 2). Так, общая площадь брыжеечного лимфоузла изменяется недостоверно ($40,61 \pm 1,53 \text{ мм}^2$ в группе контроля и $40,49 \pm 2,80 \text{ мм}^2$ в эксперименте, $P > 0,05$). Общая площадь паховых лимфоузлов увеличивается с $8,20 \pm 0,12 \text{ мм}^2$ (группа контроля) до $9,30 \pm 0,23 \text{ мм}^2$ после первого дня воздействия ПЭМП ПЧ ($P < 0,001$).

После 7 дней облучения (табл. 1, 2, рис. 1, 2) морфофункциональные изменения проявляются отрицательной динамикой практически всех морфометрических параметров, но в большей мере свидетельствуют о выраженном подавлении лимфоцитопoэтической и иммунопоэтической функций и, прежде всего, пахового лимфоузла (уменьшение площадей структур лимфоидной паренхимы). Причем, если в брыжеечном лимфоузле обратное развитие больше касается В-зависимых зон (лимфоидные узелки, мозговые тяжи) – М.Р. Сапин с соавт., 1978, 2000, то в паховом лимфоузле отрицательная динамика размерных характеристик проявляет себя больше в отношении Т-зависимой зоны (межузелковая зона, глубокая кора). Эти факты согласуются с данным М.Р. Сапина с соавт., (1978). Известно, что наиболее подвержены повреждающим факторам структуры с максимальными функциональными нагрузками. В брыжеечных лимфоузлах в иммунных реакциях наиболее выражено гуморальное звено, реализуемое В-зависимыми зонами, в то время как в паховых лимфоузлах в иммунных реакциях более проявляет себя клеточное звено, связанное с Т-зависимыми зонами. Сопоставление динамики планиметрических параметров функционально различных структур лимфоузлов под действием ПЭМП ПЧ показывает, что транспортная система лимфоузлов оказывается наиболее инертной к экспериментальному фактору.

После 14 дней облучения динамика планиметрических показателей большинства структур лимфоузлов проявляет признаки направленности к исходному уровню, что можно квалифицировать как проявление начала «восстановления», адаптации к действию экспериментального фактора.

Таблица 1

Абсолютная площадь структур висцеральных (брыжеечных) лимфоузлов в норме (контроль) и после 7 дней облучения ПМП ПЧ, мм²

Статистические параметры	Группа животных	Общая площадь лимфоузла	Общая площадь лимфоидных узлов	Мозговые тяжи	Межузелковая часть	Пара кортикальная зона
M ± m	Контроль	40,6±1,531	4,065±0,189	10,939±0,555	9,173±0,477	4,928±0,427
	7 дней облучения	24,098±3,286*	1,729±0,290 [#]	4,656±0,593 [#]	4,108±0,615*	2,275±0,297*
Лимиты (min-max)	Контроль	32,404-53,984	2,093-4,726	7,921-14,672	5,108-14,672	1,800-11,431
	7 дней облучения	10,389-52,160	0,788-3,915	1,039-9,811	1,643-9,293	0,990-4,748
Размах вариации	Контроль	21,580	2,633	6,751	9,504	9,631
	7 дней облучения	41,771	3,127	8,772	7,650	3,758
Среднее квадрат. отклонение	Контроль	6,846	0,843	2,484	2,135	1,908
	7 дней облучения	14,697	1,298	2,652	2,749	1,326
Коэффиц. вариации (CV)	Контроль	16,86%	20,78%	22,71%	23,27%	38,72%
	7 дней облучения	60,988%	75,072%	58,995%	66,918%	58,286%

*p<0,05 – контроль по отношению к опытной группе 7 дней облучения ПЭМП ПЧ

[#]p<0,001 – контроль по отношению к опытной группе 7 дней облучения ПЭМП ПЧ

Таблица 2

Абсолютная площадь структур соматических (паховых) лимфоузлов в норме (контроль) и после 7 дней облучения ПМП ПЧ, мм²

Статистические параметры	Группа животных	Общая площадь лимфоузла	Общая площадь лимфоидных узлов	Мозговые тяжи	Межузелковая часть	Пара кортикальная зона
M ± m	Контроль	8,197±0,123	0,783±0,041	1,118±0,083	2,927±0,097	1,841±0,093
	7 дней облучения	3,433±0,059*	0,277±0,016*	0,350±0,023*	0,783±0,049 [#]	0,548±0,036 [#]
Лимиты (min-max)	Контроль	6,927-8,706	0,387-1,249	0,682-1,923	2,121-3,894	1,138-3,042
	7 дней облучения	2,927-3,720	0,141-0,389	0,172-0,454	0,274-0,981	0,395-0,908
Размах вариации	Контроль	1,779	0,862	1,241	1,773	1,904
	7 дней облучения	0,793	0,248	0,282	0,707	0,513
Среднее квадрат. отклонение	Контроль	0,549	0,189	0,373	0,433	0,418
	7 дней облучения	0,263	0,072	0,105	0,218	0,162
Коэффиц. вариации (CV)	Контроль	7,06%	24,05%	33,36%	14,79%	22,71%
	7 дней облучения	7,661%	25,99%	30,00%	27,84%	29,56%

*p<0,05 – контроль по отношению к опытной группе 7 дней облучения ПЭМП ПЧ

[#]p<0,001 – контроль по отношению к опытной группе 7 дней облучения ПЭМП ПЧ

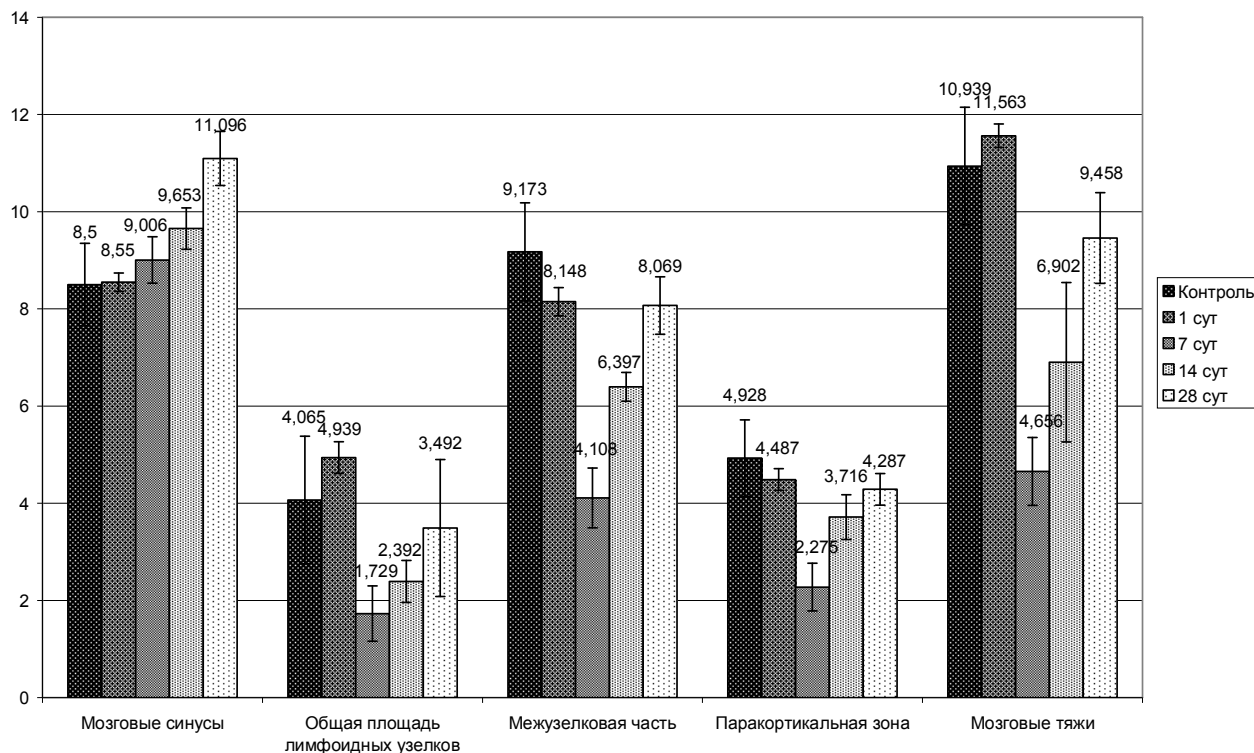


Рис. 1. Диаграмма выборочных средних абсолютных площадей для некоторых структурных компонентов брыжеечных лимфоузлов в норме (контроль) и при воздействии ПЭМП ПЧ в течение 1, 7, 14, 28 дней. По оси абсцисс отложены структурные компоненты, по оси ординат – величины абсолютных площадей (мм²).

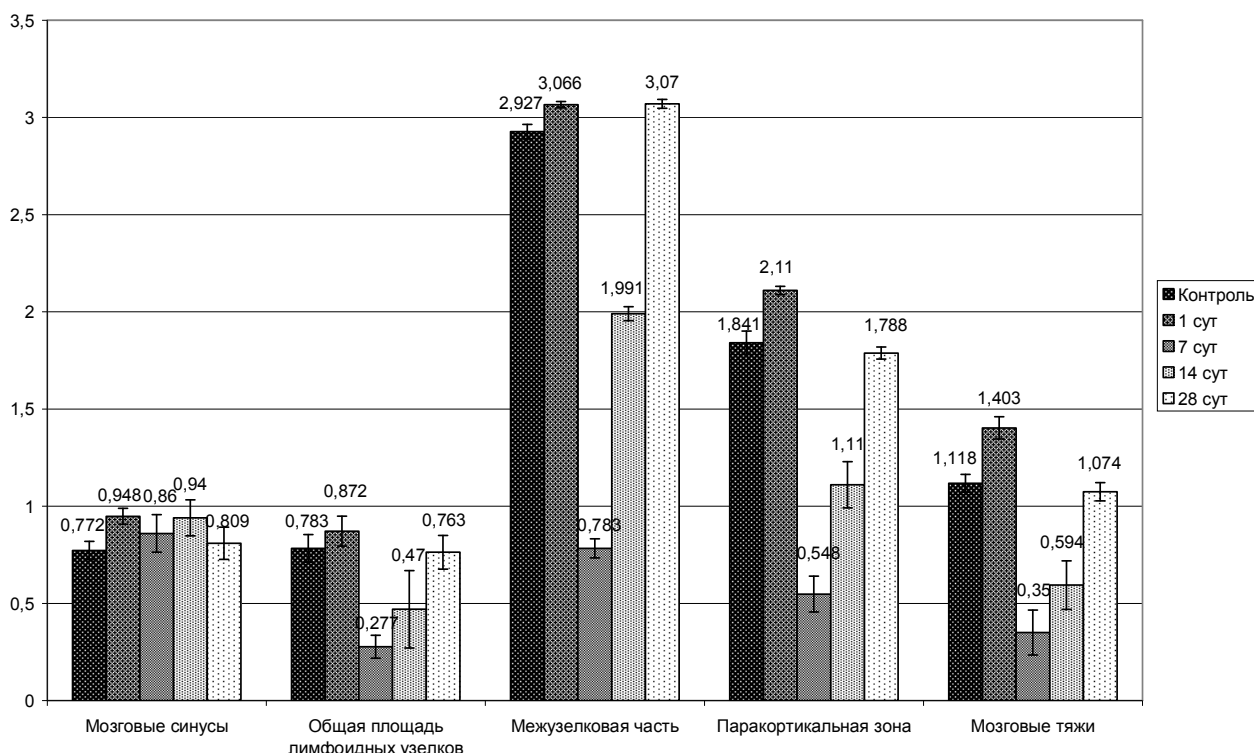


Рис. 2. Диаграмма выборочных средних абсолютных площадей для некоторых структурных компонентов паховых лимфоузлов в норме (контроль) и при воздействии ПЭМП ПЧ в течение 1, 7, 14, 28 дней. По оси абсцисс отложены структурные компоненты, по оси ординат – величины абсолютных площадей (мм²).

Динамика размерных характеристик структур паховых лимфоузлов к 14 дню эксперимента более выражена, чем в брыжеечных. Так, если площадь лимфоидных узелков к 14 дню эксперимента в паховых лимфоузлах равна $0,47 \pm 0,02 \text{ мм}^2$, что достоверно больше, чем после 7 дней облучения ($0,28 \pm 0,02 \text{ мм}^2$, $P < 0,001$), то в брыжеечных она только имеет тенденцию к увеличению с $1,73 \pm 0,29 \text{ мм}^2$ до $2,39 \pm 0,23 \text{ мм}^2$, $P > 0,05$.

Полученные результаты свидетельствуют о более выраженных восстановительных процессах в лимфоузлах соматической группы (паховых). Этому можно дать следующее предположительное объяснение. Общеизвестно, что в любом органе специфические функции реализует паренхима, а главной функцией лимфоидной паренхимы лимфоузла, как показывает М.Р. Сапин с соавт. (1978), является продукция лимфоцитов. По данным этих же авторов соединение лимфатического узла с лимфатическими сосудами происходит в эволюции поздно, следовательно, барьерно-фильтрационная функция проявляется позднее и является вторичной. В этой связи изменения транспортных путей узла под действием ПЭМП ПЧ можно поставить в зависимость от первоначальной реакции на экспериментальный фактор со стороны лимфоидной ткани. Особенности морфологических проявлений реакции паховых и брыжеечных лимфоузлов на экспериментальный фактор можно объяснить, различными функциональными проявлениями соматических и висцеральных лимфоузлов в норме. Брыжеечные лимфоузлы, помимо функций общих с паховыми, выполняют особую роль в транспорте жиров от органов пищеварения и в метаболизме жиров (М.Р. Сапин, с соавт., 1978). Возможно, участие брыжеечных лимфоузлов в нагрузке не связанной, с так называемыми общими функциями лимфоузлов, характерными для лимфоузлов любой локализации, делает эти органы более инертными к воздействию экспериментального фактора (ПЭМП ПЧ).

После 28 дней эксперимента размерные характеристики достигают исходного уровня контроля. Таким образом, общей закономерностью изменения структур лимфоузлов на ПЭМП ПЧ является нелинейность морфологических изменений.

Исследование степени упорядоченности пространственного распределения мозговых тяжей и мозговых синусов, выраженное графически в виде фигуры, так называемой, «розы числа пересечений» показало, что в брыжеечном и паховом лимфоузлах интактных кроликов эти фигуры сходны. Они имеют сравнительно правильную форму с преобладанием продольного размера над поперечным. Фигуры «вытянуты» в направлении ворот. Продольный размер ориентирован преимущественно перпендикулярно границе коркового и мозгового вещества и направлен соответственно току лимфы в мозговом веществе в сторону ворот. Это направление иллюстрирует пространственную организацию мозговых тяжей и мозговых лимфатических синусов в ограничении которых принимают участие мозговые тяжи.

Поскольку морфометрическими исследованиями нами выявлены два принципиально различных периода морфологической перестройки лимфоузлов под действием ПЭМП ПЧ – период «угнетения» (7 дней) и период адаптации

или «восстановления» (28 дней облучения), исследования упорядоченности распределения протяженных структур мозгового вещества графическим методом было проведено для группы контроля и двух этих экспериментальных периодов.

После облучения в течение 7 дней фигура «розы числа пересечений» в лимфоузлах обеих локализаций приобретает «неправильный» характер. Это, прежде всего «многолопастная» форма, свидетельствующая о неупорядоченном, «разнонаправленном» расположении мозговых тяжей и очевидно токе лимфы, выраженном графически. Более неправильной формой отличаются фигуры пахового лимфоузла, что свидетельствует о более заметной дезорганизации пространственного расположения мозговых тяжей и мозговых синусов лимфоузлов соматической группы.

Для интерпретации полученных данных нами использованы результаты работы Бебуришвили А.Г. с соавт. и кафедры анатомии человека ВолгГМУ (1992), изучавших пространственную структуру печеночных лимфоузлов в условиях портально-лимфатической гипертензии, которая создавалась в лимфатическом узле сальникового отверстия (узел Клермона) у собак блокадой портального кровотока. У контрольных собак графические фигуры «розы числа пересечений» имели резко вытянутую форму и четко ориентированы в направлении ворот лимфоузла. Спустя 2 недели после блокады портального кровотока графические фигуры утрачивали преимущественную ориентацию в направлении ворот лимфоузла. На основании изложенных данных можно предположить, что дезорганизующее влияние на пространственное распределение мозговых тяжей и мозговых синусов при воздействии ПЭМП ПЧ связано с лимфотоком и предположительно с лимфостазом и лимфатической гипертензией. Поскольку «деформация» фигуры «розы числа пересечений» после 7 дней эксперимента более характерна для паховых лимфоузлов, можно предположить, что лимфостаз и лимфогипертензия более выражены при этом в лимфоузлах соматической группы. После 28 дней эксперимента форма данных фигур приближалась к таковой в контрольной группе животных, причем также более заметно в паховых лимфоузлах. Это свидетельствует и о более мобильных адаптивных и восстановительных процессах в лимфоузлах соматической группы.

Количественная оценка меры пространственной организованности мозговых тяжей и мозговых лимфатических синусов может быть использована для предположительного суждения о транспортной функции этого органа (М.Р. Сапин с соавт., 1978). Указанную оценку (по среднему квадратическому отклонению величин углов между произвольной линией и длинной осью мозговых тяжей) давали для группы контрольных животных, при облучении в течение 7 дней (период «подавления» морфофункциональной активности органа) и при воздействии ПЭМП ПЧ в течение 28 дней (период «восстановления»).

В брыжеечном лимфатическом узле контрольных животных σ для мозговых тяжей составляла $12,34^\circ$ (табл. 3), т.е. $\sigma < 30^\circ$, что квалифицировано в качестве «предпочтительной» их ориентировки. После облучения в течение 7

дней этот параметр составил $51,26^\circ$, что говорит о случайной ориентировке ($\sigma > 30^\circ$), количественно свидетельствующая о «дезорганизации» пространственной ориентации мозговых тяжей, а следовательно и синусов, которые они ограничивают. Полученные морфологические данные косвенно свидетельствуют о нарушении транспортной функции лимфоузла. Это согласуется с результатами, приведенными выше о вероятном лимфостазе и лимфогипертензии в брыжеечном лимфоузле после 7 дней эксперимента. После 28 дней воздействия ПЭМП ПЧ σ составила $27,32^\circ$, практически приближаясь к контролю. Вид ориентировки являлся уже «предпочтительным» ($\sigma < 30^\circ$). Это, по-видимому, должно сопровождаться восстановлением дренажной функции брыжеечного лимфоузла.

Таблица 3

Количественная оценка меры пространственной организованности мозговых тяжей лимфоузлов при воздействии ПЭМП ПЧ в зависимости от экспозиции (по значению σ вариационного ряда величины углов, образуемых произвольной линией и длинной осью мозговых тяжей)

Экспозиция ПЭМП ПЧ	σ брыжеечных лимфоузлов	σ паховых лимфоузлов
Контроль	$12,34^\circ$	$3,75^\circ$
7 дней	$51,26^\circ$	$46,36^\circ$
28 дней	$27,32^\circ$	$23,66^\circ$

Количественный параметр пространственной ориентировки мозговых тяжей пахового лимфоузла в контроле составил $3,75^\circ$ ($\sigma < 30^\circ$), свидетельствуя о «предпочтительности» данной ориентировки, «приближаясь» к «строгой», т.е. о более «организованном» расположении мозговых тяжей, чем в брыжеечном лимфоузле. После 7 дней воздействия ПЭМП ПЧ, значение σ существенно увеличивается. Оно уступает таковому в брыжеечном лимфоузле, но, по сравнению с контрольной величиной сигмы пахового лимфоузла, свидетельствует о более выраженной «реакции» на ПЭМП ПЧ 7-дневной экспозиции лимфоузлов соматической группы. После 28 дней облучения ПЭМП ПЧ количественная характеристика пространственной ориентировки мозговых тяжей пахового лимфоузла свидетельствует о более упорядоченной ориентировке мозговых тяжей по сравнению с периодом «7 дней эксперимента», о чем указывает σ равная $23,66^\circ$ ($\sigma < 30^\circ$), причем меньшая по величине чем σ после 28 дней облучения в брыжеечном лимфоузле ($27,32^\circ$).

Все изложенное свидетельствует о более выраженной динамике перестройки пространственной ориентировки мозговых тяжей лимфоузла соматической группы, как в период «угнетения» (7 дней облучения), так и в период «адаптации» (28 дней воздействия полем).

Нами дана количественная характеристика степени ветвления мозговых тяжей при воздействии ПЭМП ПЧ, которая в литературе дается только описательно (М.Р. Сапин с соавт. 1978; P. Li et al 2012), представляя оси мозговых тяжей в виде фигур на плоскости – графов, вершинами которых являлись точки ответвления лучей.

В брыжеечных лимфоузлах контрольных животных (табл. 4) преобладают двух- и трехлучевые конструкции графов ($54,55 \pm 1,77\%$ и $22,73 \pm 0,46\%$ соответственно). Незначительно количество однолучевых и четырехлучевых структур. В «критический» период облучение (после 7 суток), когда утрачивается мера упорядоченности пространственного расположения мозговых тяжей существенное преобладание получают однолучевые структуры ($77,42 \pm 1,14\%$). Последние нередко выглядят в виде отдельных островков овоидной или несколько вытянутой формы на фоне расширенных мозговых лимфатических синусов.

После воздействия ПЭМП ПЧ в течении 28 суток (период «восстановления») степень ветвления мозговых тяжей имеет выраженную тенденцию приближения к контрольным значениям. Хотя в данный период эксперимента преобладают двух- и однолучевые композиции ($44,44 \pm 1,36\%$ и $27,78 \pm 1,31\%$ соответственно). Трехлучевая конструкция графов ($22,22 \pm 0,43\%$) достоверно уступает однолучевой ($13,64 \pm 0,87$), $P < 0,001$.

Таблица 4

Процентное соотношение (%) вершин с различным количеством лучей графов мозговых тяжей в плоскости среза лимфоузлов интактных кроликов и при облучении ПЭМП ПЧ различной длительности

Степень вершины графа	Брыжеечные лимфоузлы			Паховые лимфоузлы		
	Время экспозиции поля			Время экспозиции поля		
	Контроль	7 дней	28 дней	Контроль	7 дней	28 дней
1	$13,64 \pm 0,87^{*#}$	$77,42 \pm 1,14^{\diamond}$	$27,78 \pm 1,31$	-	$16,67 \pm 1,56$	-
2	$54,55 \pm 1,77^{*}$	$12,30 \pm 0,73^{\diamond}$	$44,44 \pm 1,36$	$40,63 \pm 1,23^{*}$	$50,06 \pm 1,87$	$40,43 \pm 1,27$
3	$22,73 \pm 0,46^{*}$	$6,45 \pm 0,80^{\diamond}$	$22,22 \pm 0,43$	$28,13 \pm 1,27^{*}$	$27,77 \pm 1,01$	$36,17 \pm 1,50$
4	$9,08 \pm 1,24^{*}$	$3,83 \pm 0,76^{\diamond}$	$5,56 \pm 0,65$	$25,00 \pm 0,43^{*}$	$5,56 \pm 0,77$	$23,40 \pm 0,42$
5	-	-	-	$6,24 \pm 0,67$	-	-

* $p < 0,05$ – контроль по отношению к опытной группе 7 дней облучения ПЭМП ПЧ

$p < 0,05$ – контроль по отношению к опытной группе 28 дней облучения ПЭМП ПЧ

$\diamond p < 0,05$ – опытная группа 7 дней облучения ПЭМП ПЧ
по отношению к группе 28 дней облучения ПЭМП ПЧ

Динамика ветвления мозговых тяжей паховых лимфоузлов при облучении ПЭМП ПЧ сходна с таковой брыжеечных лимфоузлов (табл. 4), но имеет также свои особенности. У контрольных животных преобладают (также как и в брыжеечных лимфоузлах) двух- и трехлучевые конструкции графов ($40,63 \pm 1,23\%$ и $28,13 \pm 1,27\%$ соответственно). Вместе с тем, в паховых лимфоузлах значительно представлены трехлучевые структуры графов, хотя их количество достоверно меньше двухлучевых ($P < 0,05$). Количественной особенностью графов контрольных животных паховых лимфоузлов, в отличие от брыжеечных, является наличие пятилучевых структур графов ($6,24 \pm 0,67\%$). При экспозиции поля в течении 7 суток в паховых лимфоузлах появляется значительный процент однолучевых структур графов ($16,67 \pm 1,56\%$), увеличивается процент двухлучевых конструкций ($40,63 \pm 1,23$ в контроле и $50,06 \pm 1,87$ после 7 дней эксперимента, $P < 0,001$). Тенденцию к уменьшению имеют трехлучевые структуры ($P > 0,05$). Существенно снижается процент четырехлучевых конструкций, с $25,00 \pm 0,43\%$ в контроле, до $5,56 \pm 0,77\%$ после 7

дней облучением полем ($P < 0,001$) и отсутствуют пятилучевые конструкции графов.

После 28 дней воздействия ПЭМП ПЧ наибольший процент степени вершин графов составляют двух- и трехлучевые структуры ($40,43 \pm 1,27\%$ и $36,17 \pm 1,50\%$ соответственно), а также существенно увеличивается процент четырехлучевых структур, с $5,56 \pm 0,77\%$ после 7 дней эксперимента, до $23,40 \pm 0,42\%$ после 28 дней облучения ($P < 0,001$), хотя пятилучевые структуры практически отсутствуют.

Из приведенных данных следует, что степень ветвления мозговых тяжей паховых лимфоузлов при облучении ПЭМП ПЧ проявляет более заметную реакцию, чем в брыжеечных. Более выражена динамика рассматриваемых показателей после 7 дней облучения и особенно после 28 дней облучения, когда степень вершины графов (в отличии от брыжеечных лимфоузлов) практически приближаются к контрольным значениям.

Из всего сказанного о динамике пространственной организации мозговых тяжей при облучении ПЭМП ПЧ (розы «фигуры числа пересечений»; количественная оценка степени упорядоченности пространственного расположения; мера ветвления мозговых тяжей) следует, что узлы соматической группы (паховые) более динамично испытывают морфологические преобразования (также как и ряд планиметрических характеристик) в ответ на дестабилизирующий фактор, чем лимфоузлы висцеральной группы (брыжеечные).

ВЫВОДЫ

1. Влияние ПЭМП ПЧ различной продолжительности приводит к качественным и количественным изменениям структур соматических (паховых) и висцеральных (брыжеечных) лимфоузлов. При этом однодневное облучение в большей степени влияет на соматические лимфоузлы, иллюстрируя стимулирующее действие, а облучение в течение 7 дней оказывает угнетающий эффект. Висцеральные лимфоузлы также подвержены такой нелинейной динамике перестройки, но в меньшей степени.
2. В висцеральных (брыжеечных) лимфоузлах после 7 дней облучения ПЭМП ПЧ наблюдается подавление лимфоцитопоэтической и иммунопоэтической функций преимущественно за счет уменьшения размеров В-зависимых зон: лимфоидные узелки – с $4,065 \pm 0,189$ до $1,729 \pm 0,290$ мм², мозговые тяжи – с $10,939 \pm 0,555$ до $4,656 \pm 0,593$ мм².
3. В соматических (паховых) лимфоузлах после 7 дней облучения ПЭМП ПЧ проявляется отрицательная динамика размерных характеристик в большей степени в отношении Т-зависимой зоны: межузелковая зона – с $2,927 \pm 0,097$ до $0,783 \pm 0,049$ мм², глубокая кора – с $1,841 \pm 0,093$ до $0,548 \pm 0,036$ мм².
4. В соматических (паховых) лимфоузлах после 7 дней воздействия ПЭМП ПЧ наблюдается резкое снижение упорядоченности пространственного распределения мозговых тяжей и мозговых синусов, выраженное графически в виде фигуры «розы числа пересечений», что также наблюдается, хотя менее выражено, в группе висцеральных (брыжеечных) лимфоузлов.

5. К 14 суткам отмечается динамичное изменение морфометрических параметров лимфоузлов обеих опытных групп к таковым в контрольной группе и уже на 28 день приходится период «восстановления», который сопровождается морфологическими проявлениями «адаптивных» реакций, когда величины морфометрических параметров структур соответствуют контрольным.
6. Общей закономерностью изменения размеров морфологических структур, а также упорядоченности пространственной ориентировки мозговых тяжей и мозговых синусов лимфоузлов при воздействии ПЭМП ПЧ является нелинейность динамики адаптационных изменений: 7 день облучения – период угнетения, 28 день облучения – период адаптации.
7. В висцеральных и соматических лимфоузлах в зависимости от экспозиции ПЭМП ПЧ степень упорядоченности пространственных ориентировок мозговых структур демонстрирует переход от «предпочтительной» ориентировки мозговых тяжей в контроле ($\sigma < 30^\circ$) к «случайной» после 7 дней облучения ($\sigma > 30^\circ$), а после 28 суток эксперимента – снова к «предпочтительной» ($\sigma < 30^\circ$).
8. В брыжеечных лимфоузлах контрольных животных преобладает двух- и трехлучевая композиция графов ($41,0 \pm 1,26\%$ и $25,1 \pm 1,0\%$ соответственно). В «критический» период облучения (после 7 суток) начинает преобладать одно- и двухлучевая степень ветвления ($71,1 \pm 0,85\%$ и $27,0 \pm 0,37\%$ соответственно). Сходную направленность имеет степень ветвления мозговых тяжей паховых узлов, однако она более выражена, чем в брыжеечных.
9. Таким образом, при облучении ПЭМП ПЧ наиболее информативными характеристиками преобразований структур лимфатических узлов, по мере экспозиции экспериментального фактора, являются планиметрические параметры паренхиматозных образований, графическое выражение и количественные данные меры упорядоченности пространственной организации мозговых тяжей, а также степень их ветвления.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Новые данные о количественных морфометрических характеристиках лимфоузлов с использованием имидж – анализа изображения в норме и при воздействии дестабилизирующего фактора, а также графические и количественные особенности пространственной ориентации протяженных морфологических образований и степени их ветвления в плоскости среза целесообразно использовать в учебном процессе при изложении разделов о лимфатической системе и органах иммуногенеза в курсе анатомии человека, гистологии, патологической анатомии, общей гигиене, в экспериментальных исследованиях при изучении влияния на лимфоузлы дестабилизирующих факторов, а также в патологоанатомической практике при оценке изменений лимфоузлов в условиях патологии.

Ряд микрофотографий и графических фигур («розы числа пересечений») рекомендуется использовать в учебном процессе при рассмотрении соответствующих разделов по морфологии органов иммуногенеза на кафедрах морфологического профиля.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Краюшкина Н.Г. Современные информационные технологии в изучении воздействия переменного электромагнитного поля промышленной частоты (ПеМП ПЧ) на лимфатические узлы кролика / Л.И. Александрова, М.Ю. Капитонова, Н.Г. Краюшкина // Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН и Администрации Волгоградской области – 2007 - №3 – С. 41.
2. Краюшкина Н.Г. Дестабилизирующее воздействие электромагнитных полей в аспектах современных информационных технологий // Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН и Администрации Волгоградской области – 2008 - №3 – С. 44–45.
3. Краюшкина Н.Г. Антропогенное воздействие электромагнитных полей на органы иммунной системы / Л.И. Александрова, М.Ю. Капитонова, Н.Г. Краюшкина // **Морфология** – 2008 – том. 133, №2 – С. 8.
4. Краюшкина Н.Г. Морфологические эффекты экспериментального воздействия электромагнитного поля на органы иммуногенеза. / Л.И. Александрова, М.Ю. Капитонова, Н.Г. Краюшкина, Н.А. Редькина (Материалы VI съезда анатомов, гистологов и эмбриологов России, Саратов) // **Морфология**. – 2009. – т.136, №4. – С. 8–9.
5. Краюшкина Н.Г. Органы иммуногенеза в аспектах экологической морфологии / Л.И. Александрова, М.Ю. Капитонова, Н.Г. Краюшкина // Сб. научных трудов: «Однораловские морфологические чтения», Воронеж, 2009. - в. 8, С. 228–230.
6. Краюшкана Н.Г. Взаимодействие электромагнитных полей с биологическими объектами – актуальная проблема экологической иммуноморфологии (Материалы научно - практической конференции, посвященной памяти чл. – кор. РАМН, Заслуженного деятеля науки РФ, д.м.н., проф. В.Б. Писарева) // Сб. научных трудов «Актуальные вопросы экспериментальной и клинической морфологии», Волгоград, 2010. - С. 41–46.
7. Краюшкина Н.Г. Инновационные методы иммуноморфологии в оценке дестабилизирующего воздействия антропогенных электромагнитных полей / М.Ю. Капитонова, Л.И. Александрова, Н.Г. Краюшкина // **Журнал теоретической и практической медицины, спец. Выпуск, Москва**. – 2010, т. 8, С. 277–279.
8. Краюшкина Н.Г. Планиметрические характеристики лимфатических узлов при экспериментальном воздействии переменного электромагнитного поля промышленной частоты / Л.И. Александрова, М.Ю. Капитонова, Н.Г. Краюшкина (Материалы X конгресса ассоциации морфологов с международным участием, г. Ярославль, 2010) // **Морфология, 2010**. - т. 137, №4. - С. 14.
9. Краюшкина Н.Г. Динамика планиметрических параметров паховых лимфатических узлов кролика при воздействии переменного электромагнитного поля промышленной частоты (ПеМП ПЧ) // **Журнал теоретической и практической медицины. Спец. выпуск, Воронеж**. - 2011, т. 9. - С. 168 – 169.
10. Краюшкина Н.Г. Морфологические проявления реакции лимфатического узла на воздействие переменного электромагнитного поля промышленной частоты (ПеМП ПЧ) (Материалы 69 – й открытый научно - практический конференции молодых ученых и студентов с международным участием – г. Волгоград, 27 – 30 апреля 2011) // Сб. научных трудов «Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины», Волгоград, 2011. – 239 с.
11. Краюшкина Н.Г. Планиметрическая характеристика синусов паховых лимфатических узлов кролика при воздействии экспериментального фактора / Н.Г. Краюшкина, Л.И. Александрова, Е.Г. Шефер (Материалы III Эмбриологического симпозиума: «ЮГРА – ЭМБРИО, 2011. Закономерности эмбрио – фетальных морфогенезов у человека и позвоночных животных», г. Ханты – Мансийск, 5 – 6 октября, 2011) // **Морфология, 2011**, т. 140. №5. - с. 95.
12. Краюшкина Н.Г. Закономерности изменений планиметрических характеристик брыжеечных лимфатических узлов под влиянием переменного электромагнитного поля промышленной частоты / М.Ю. Капитонова, Н.Г. Краюшкина, Л.И. Александрова (Материалы XI Конгресса Международной ассоциации морфологов. Самара, 29 мая – 1 июня 2012.) // **Морфология, 2012**, т. 147, №3. - С. 70–70.
13. Краюшкина Н.Г. Площади лимфоидных узелков пахового лимфатического узла при воздействии переменного электромагнитного поля промышленной частоты (ПеМП ПЧ) // Сб. научных трудов «Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины»,

- Волгоград, 2011. - с. 20 – 22. (Материалы XVI Региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области. – Волгоград, 8 – 11 ноября 2011).
14. Краюшкина Н.Г. Характеристика степени ветвления мягкотных тяжей брыжеечных лимфатических узлов кроликов / Н.Г. Краюшкина, А.Е. Науменко, А.Б. Доронин, Н.Г. Сыродоева // Материалы юбилейной 70-й открытой научно практической конференции молодых ученых и студентов с международным участием «Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины». 11 – 14 апреля, 2012 г., Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2012г. - С. 390–391.
15. Краюшкина Н.Г. Пространственная ориентировка мозговых лимфатических синусов брыжеечного лимфатического узла кролика / А.Б. Доронин, Н.Г. Краюшкина, А.Е. Науменко, Н.Г. Сыродоева // Материалы юбилейной 70 – й открытой научно практической конференции молодых ученых и студентов с международным участием «Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины». 11 – 14 апреля, 2012г., Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2012г. - С. 385–386.
16. Краюшкина Н.Г. Графический анализ преимущественного распределения ориентировок мозговых лимфатических синусов и мозговых тяжей лимфатического узла / Н.Г. Краюшкина, А.Б. Доронин, А.Е. Науменко, Н.Г. Сыродоев // Материалы научно- практической конференции «Актуальные вопросы патологической анатомии. Геронтологические аспекты патологических процессов», посвященной 75 – летию кафедры патологической анатомии и 100 – летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Даг АССР, проф. С.С. Касабяна 18/IV – 12. Волгоград, 2012. – С. 62–70.
17. Краюшкина Н.Г. Планиметрические изменения лимфатических узлов лабораторных животных при воздействии переменного электромагнитного поля промышленной частоты / Н.Г. Краюшкина, Л.И. Александрова, В.Л. Загребин, А.А. Нестеров, Н.А. Мураева // Вестник ВолгГМУ, №3 (43) 2012. - С. 104–107.
18. Краюшкина Н.Г. Морфометрические параметры лимфатических узлов при воздействии электромагнитного излучения / Астраханский медицинский журнал, 2012. – т7, - №4, - С. 161–163.
19. Краюшкина Н.Г. Морфология органов иммуногенеза при воздействии электромагнитных излучений / Л.И. Александрова, Н.Г. Краюшкина, В.Л. Загребин, А.И. Перепелкин, Н.А. Мураева // Вестник ВолгГМУ, в. 2 (46) 2013.- С. 32–36.
20. Краюшкина Н.Г. Изменение морфометрических параметров брыжеечных лимфатических узлов лабораторных животных при воздействии переменного электромагнитного поля промышленной частоты / Н.Г. Краюшкина, Л.И. Александрова, В.Л. Загребин, А.А. Нестерова, Н.А. Мураева // Вестник ВолгГМУ, №3 (47) 2013.- С. 81–84.

СПИСОК РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ, РАЗРАБОТАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Способ и устройство для графического анализа изменений пространственного распределения ориентировок мозговых лимфатических синусов и мягкотных тяжей в плоскости среза лимфатических узлов при воздействии дестабилизирующих факторов / Краюшкина Н.Г. (удостов. на рац. пр. №2 от 22.02.2011, ВолгГМУ)
2. Способ количественного определения изменений степени упорядоченности пространственного расположения мозговых лимфатических синусов и мягкотных тяжей в плоскости среза лимфатических узлов при воздействии экспериментальных факторов / Краюшкина Н.Г. (удостов. на рац. пр. №28 от 15.10.2010, ВолгГМУ).
3. Способ и устройство для количественного определения степени ветвления мягкотных тяжей и промежуточных синусов лимфатических узлов (удостов. на рац. пр. №14 от 22.02.2011, ВолгГМУ).
4. Способ определения морфометрических параметров лимфатических узлов при помощи имидж – анализа изображения гистологических срезов Краюшкина Н.Г. (удостов. на рац. пр. №5 от 04.03.2013, ВолгГМУ).

МОНОГРАФИЯ, ОПУБЛИКОВАННАЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Александрова Л.И., Краюшкина Н.Г., Загребин В.Л., Перепелкин А.И. Иммунная система и электромагнитные излучения. – Волгоград, ООО «Арт-линия», 2013 – 126 с.

