

**ISSN (online) 3106-5538
(ISSN-L: 1727-9712)**

**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ ТРУДА
И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ»**

**ЕҢБЕК ГИГИЕНАСЫ ЖӘНЕ
МЕДИЦИНАЛЫҚ ЭКОЛОГИЯ**

**Г И Г И Е Н А Т Р У Д А
И МЕДИЦИНСКАЯ
ЭКОЛОГИЯ**

№ 2, 2026г.

**OCCUPATIONAL HYGIENE and
MEDICAL ECOLOGY**

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

КАРАГАНДА

Журнал «Гигиена труда и медицинская экология» издается с IV квартала 2003 года.

Журнал «Гигиена труда и медицинская экология» поставлен на учет периодического печатного издания, информационного агентства и сетевого издания в Министерстве культуры и информации Республики Казахстан.(свидетельство № KZ32VPY00103728 от 18 октября 2024 года)

Журнал зарегистрирован Национальной Государственной Книжной палатой Республики Казахстан от 5 июня 2003 года №1727-9712.

26 ноября 2025 года был поучен online ISSN: 3106-5538.

СОБСТВЕННИК:

НАО «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Отаров Е.Ж., доктор медицинских наук, асс.профессор, главный научный сотрудник НАО «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний»

Заместитель главного редактора: Отарбаева М.Б., доктор медицинских наук, профессор кафедры неврологии, психиатрии и реабилитологии, заведующая курсом повышения квалификации по медицине труда

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

1. Аманбекова А.У., д.м.н., профессор, главный профпатолог НАО «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний», председатель Ассоциации Республиканского Общественного объединения «Ассоциация врачей-профпатологов» (Республика Казахстан)

2. Бухтияров И.В., заслуженный деятель науки РФ, д.м.н., профессор, академик РАН, директор ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф.Измерова», заведующий кафедрой медицины труда, авиационно-космической и водолазной медицины Институт общественного здоровья им.Эрисмана, Первого МГМУ им. И.М.Сеченова (Сеченовского университета) (Российская Федерация)

3. Алексеев А.В., доктор PhD, заместитель директора по научной работе, заведующий испытательной лабораторией НАО «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний» (Республика Казахстан)

4. Мусина А.А., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой общественного здоровья и эпидемиологии НАО «Медицинский Университет Астана» (Республика Казахстан)

5. Мамырбаев А.А., д.м.н., профессор кафедры гигиенических дисциплин и профболезней Западно-Казахстанского медицинского университета, академик НАН, ВШК, АПМ, РАЕН, МАИН, заслуженный работник, почетный профессор Республики Казахстан (Республика Казахстан)

6. Потеряева Е.Л., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки врачей ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, проректор по лечебной работе (Новосибирск, Российская Федерация)

ISSN 3106-5538

Гигиена труда и медицинская экология. №2, 2026

7. Агзамова Г.С., д.м.н., профессор, ученый секретарь медико- педагогического факультета Ташкентской медицинской академии (Республика Узбекистан)
8. Бакиров А.Б., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой терапии и профессиональных болезней с курсом ИДПО, Академик АН РБ; Заслуженный врач РФ и РБ; заслуженный деятель науки РБ; Советник директора УФНИИ института медицины труда и экологии человека (Уфа, РБ, Российская Федерация)
9. Гребенева О.В., д.м.н., главный научный сотрудник НАО «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний» (Республика Казахстан)
10. Баттакова Ш.Б., д.м.н., профессор кафедры неврологии, психиатрии и реабилитологии НАО «Карагандинский Медицинский Университет» (Республика Казахстан)
11. Койгельдинова Ш.С., д.м.н., профессор кафедры внутренних болезней НАО «Карагандинский Медицинский Университет» (Республика Казахстан)
12. Досыбаева Г.Н., д.м.н., ассоциированный профессор, заведующая кафедрой врач общей практики – 2 (ВОП-2) Южно-Казахстанской Медицинской Академии (Республика Казахстан)
13. Малютин Н.Н., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой факультетской терапии №2, профессиональной патологии и клинической лабораторной диагностики Пермского государственного университета им. Академика Е.А. Вагнера, член ИОН (Российская Федерация)
12. Исмаилова А.А., д.м.н., профессор кафедры общественного здоровья и эпидемиологии МУА. Академик Евразийской Международной Академии наук в области экологии и безопасности жизнедеятельности, Академик Европейской Академии естественных наук (Республика Казахстан)
13. Сабиров Ж.Б., доктор PhD, заведующий научно-исследовательской санитарно-гигиенической лабораторией НАО «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний» (Республика Казахстан)
14. Хамракулова М.А., д.м.н., профессор «НИИ санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний» МЗ Республики Узбекистан (Республика Узбекистан).
15. Султанова М.Дж., д.м.н., профессор Азербайджанского медицинского университета, проректор по научной работе. (Республика Азербайджан)

**Электронная версия журнала размещается на сайте <https://nauka.naoncgt.kz/>
Подписной индекс 76260**

Адрес редакции журнала: 100017, г. Караганды, ул. Мустафина, 15
Тел./факс: 50-68-85
e-mail: yertay.otarov@gmail.ru

**ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ
ДИАГНОСТИКИ ЦЕРВИКАЛГИИ: НАУЧНЫЙ ОБЗОР****Калыбаева У.А.¹, Отарбаева М.Б.¹, Баттакова Ш.Б.¹,
Григолашвили М.А.¹, Нуралиева А.Е.¹, Болат Н.Б.¹**

¹НАО «Карагандинский Медицинский Университет» (100012, Республика Казахстан, г. Караганда, ул. Гоголя, 40; e-mail: info@qmu.kz)

1. Калыбаева У.А., НАО «Карагандинский Медицинский Университет», Кафедра неврологии, психиатрии и реабилитологии, e-mail: info@qmu.kz
2. Отарбаева М.Б., e-mail: mb.otarbaeva103@mail.ru
3. Баттакова Ш.Б., e-mail: sharbanu_battakova@mail.ru
4. Григолашвили М.А., e-mail: Grigolashvili@qmu.kz
5. Нуралиева А.Е., e-mail: nuraliyeva.9898@mail.ru
6. Болат Н.Б., e-mail: info@qmu.kz

Целью данной обзорной статьи является систематизация и анализ современных инновационных методов дифференциальной диагностики цервикалгии. Цервикалгия, или боль в шее, является распространенной патологией, часто связанной с дегенеративно-дистрофическими изменениями в шейном отделе позвоночника. В последние годы появились новые методы диагностики, такие как ультразвуковая эластография, функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), молекулярная диагностика, диффузионно-взвешенная МРТ, постуральный анализ, а также технологии виртуальной и дополненной реальности. Эти инновационные методы позволяют более точно и объективно оценить состояние шейного отдела позвоночника, выявить ранние признаки патологических изменений и провести дифференциальную диагностику болей в шее. Также рассматриваются такие передовые технологии, как МРТ спектроскопия и оптическая когерентная томография. Особое внимание уделяется использованию искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа медицинских изображений. В данной статье обсуждаются преимущества и перспективы этих инновационных подходов, а также их влияние на улучшение качества медицинской помощи и повышение качества жизни пациентов.

Ключевые слова: цервикалгия; дифференциальный диагноз; ультразвуковая эластография; функциональная магнитно-резонансная томография; молекулярная диагностика

Введение. Распространенность и социально-экономическое значение болей в шеи.

Цервикалгия, или боль в шее, определяется как боль в области шейного отдела позвоночника, которая может отдавать в руки и длится не менее 24 часов [1]. В зарубежной литературе этот термин чаще называют "neck pain" (боль в шее) [2]. Цервикалгия представляет собой сложный болевой синдром, который может быть вызван различными факторами, включая мышечное напряжение, дегенеративные изменения позвоночника, травмы, воспаление и другие патологические процессы.

Хотя боль в шее чаще всего ассоциируется со взрослыми, новые данные свидетельствуют о том, что из-за новых технологий эта проблема все чаще встречается у детей и подростков [2]. В 2017 году глобальные стандартизированные по возрасту показатели распространенности и заболеваемости боли в шее составили 3551,1 и 806,6 на 100 000 человек соответственно [1].

Симптомы цервикалгии [3]: локализация боли: боль может быть локализована в задней части шеи, боковой поверхности шеи, или распространяться на плечи, руки и голову; характер боли: боль может быть острой, тупой, ноющей, колющей, пульсирующей; интенсивность боли: от легкой до сильной, ограничивающей повседневную деятельность.

Сопутствующие симптомы: ограничение подвижности шеи, мышечное напряжение, головная боль, головокружение, онемение или покалывание в руках.

Причины цервикалгии [4]: мышечное напряжение: длительное пребывание в неудобной позе, неправильная осанка, стресс; дегенеративные изменения позвоночника: остеохондроз, спондилез, грыжи межпозвоночных дисков; травмы: ушибы, растяжения, переломы; воспалительные заболевания: ревматоидный артрит, спондилит; другие причины: инфекции, опухоли, фибромиалгия.

Болевой синдром при цервикалгии может значительно варьировать в зависимости от причины и степени повреждения тканей. В некоторых случаях боль может быть легкой и ноющей, в других - острой и интенсивной, значительно ограничивающей подвижность шеи и повседневную деятельность. Боль может усиливаться при движении, напряжении мышц, длительном пребывании в одной позе [5].

В зависимости от причины боли, могут наблюдаться различные сопутствующие симптомы. Например, при мышечном напряжении часто отмечается ограничение подвижности шеи, мышечные спазмы и болезненность при пальпации. При дегенеративных изменениях позвоночника боль может сопровождаться онемением или покалыванием в руках, головной болью, головокружением. При

воспалительных заболеваниях может наблюдаться повышение температуры тела, общая слабость, отечность и покраснение в области шеи [3, 4, 5].

Дети и подростки проводят в среднем от 5 до 7 часов в день, склонившись над своими устройствами, что равносильно 1825-2555 часам в год [6]. Это может привести к изменению физиологического шейного лордоза, выпячиванию дисков, дегенерации шейного отдела позвоночника, а также головным болям, головокружению и боли в шее [7]. Исследование Fares et al. (2017) показывают, что у 100% детей и подростков с неспецифической болью в шее также наблюдается боль в спине и плечах [7]. Другие симптомы включают напряжение глаз, сухость глаз, близорукость, раздражительность, стресс, тревогу, проблемы с общением и снижение успеваемости в школе [7]. Согласно исследованию Adamson et al. (2007), проведенному в Таиланде, распространенность боли в шее и плечах среди школьников была высокой, как и у европейских подростков (от 15% до 28%) и китайских подростков (41,1%) [8, 9]. Распространенность симптомов боли в опорно-двигательном аппарате у детей школьного возраста различается в зависимости от возраста, группы и пола. Головная боль была наиболее распространенным симптомом боли в опорно-двигательном аппарате, о котором сообщалось, с самой высокой распространенностью среди тайских подростков школьного возраста [2]. Кроме того, было обнаружено, что головная боль и симптомы боли в опорно-двигательном аппарате чаще встречались у девочек, чем у мальчиков, и эти показатели, как правило, выше у детей старшего возраста. Боль в лодыжке или стопе была частой болью в опорно-двигательном аппарате среди мальчиков и девочек младшего возраста, занимающихся спортом. Боль в шее и плечах была распространенной болью в опорно-двигательном аппарате среди мальчиков и девочек старшего возраста и была связана с использованием компьютера и ношением школьной сумки [2].

Проблема болей в шее актуальна не только для детей и подростков, но и для взрослого работоспособного населения. Статистика показывает, что до 72% людей трудоспособного возраста хотя бы раз в год испытывают боли в шее, а у 1,7-11,5% эта проблема становится причиной временной нетрудоспособности [1]. С возрастом количество людей, испытывающих дискомфорт и боль в области шеи, увеличивается, причем женщины сталкиваются с этой проблемой чаще мужчин [1].

У взрослого населения боли в шее часто связаны с образом жизни и профессиональной деятельностью. Длительное пребывание в статичных позах, например, при работе за компьютером, вождении автомобиля или выполнении монотонных движений, приводит к перенапряжению мышц шеи и плеч, что вызывает боль и дискомфорт. Также боли в шее могут быть следствием травм, например, при автомобильных авариях или падениях, а также результатом возрастных изменений в позвоночнике, таких как остеохондроз и спондилез [1, 2].

Стресс, тревога и депрессия также могут способствовать развитию болей в шее. Психозомоциональное напряжение вызывает мышечные спазмы и ухудшает кровообращение, что приводит к боли и ограничению подвижности шеи. Кроме того, неправильная осанка, лишний вес и недостаток физической активности также могут стать факторами риска развития болей в шее у взрослого населения [2].

Согласно исследованию Global Burden of Disease Study (2017), основными причинами болей в шее у взрослого населения являются дегенеративные изменения позвоночника (остеохондроз, спондилез, протрузии и грыжи межпозвоночных дисков), мышечное перенапряжение и спазмы, травмы шеи, а также воспалительные заболевания (ревматоидный артрит, спондилит) [2]. Также боли в шее могут быть вызваны стрессом, неправильной осанкой, длительным пребыванием в неудобной позе, например, во время сна или работы за компьютером.

Цервикалгия представляет собой серьезную социально-экономическую проблему. В 2016 году в США расходы на здравоохранение, связанные с болью в пояснице и шее, составили 134,5 миллиарда долларов, являясь самыми высокими среди 154 других состояний [10]. Эти расходы включают в себя прямые затраты на медицинскую помощь, такие как консультации специалистов, диагностические процедуры, медикаментозное лечение, физиотерапию, массаж и, в некоторых случаях, хирургическое вмешательство.

Консультация невролога или ортопеда в США может стоить от 100 до 300 долларов. Диагностические процедуры, такие как рентген шейного отдела позвоночника, могут обойтись пациенту в 150-300 долларов, в то время как МРТ или КТ могут стоить от 800 до 2500 долларов. Медикаментозное лечение может варьироваться от 20 долларов за безрецептурные обезболивающие до нескольких сотен долларов за более сильные препараты или инъекции. Курс физиотерапии, состоящий из 10-12 сеансов, может стоить от 500 до 1500 долларов, а стоимость массажа может варьироваться от 50 до 100 долларов за сеанс. В случае необходимости хирургического вмешательства, стоимость операции может достигать 20000 долларов и выше, в зависимости от сложности процедуры и продолжительности госпитализации [10].

Помимо прямых медицинских расходов, цервикалгия существенно влияет на качество жизни пациентов. Боль в шее ограничивает повседневную активность, снижает работоспособность и приводит к социальной изоляции [7]. В 2012 году в США 25,5 млн человек пропустили в среднем 11,4 рабочих дня из-за боли в шее [11]. Это приводит к значительным потерям производительности труда и экономическим убыткам как для самих работников, так и для работодателей. У детей и подростков цервикалгия может негативно сказаться на успеваемости в школе и социализации [7].

Таким образом, цервикалгия является серьезной проблемой общественного здравоохранения, требующей комплексного подхода к профилактике и лечению. Высокие затраты на диагностику и лечение, а также потери производительности

труда и снижение качества жизни пациентов подчеркивают важность разработки эффективных стратегий профилактики и раннего выявления цервикалгии.

Актуальность. Традиционные методы диагностики, такие как рентгенография, компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ), хотя и являются информативными, имеют ряд ограничений. Они могут не выявлять ранние признаки дегенеративных изменений, не всегда позволяют оценить функциональное состояние шейного отдела позвоночника и могут быть связаны с лучевой нагрузкой [4]. Кроме того, традиционные методы лечения, такие как медикаментозная терапия и физиотерапия, не всегда оказываются достаточно эффективными, особенно при хронической цервикалгии [12].

Инновационные методы диагностики, такие как искусственный интеллект и машинное обучение, ультразвуковая эластография, функциональная МРТ и другие, позволяют более точно и объективно оценить состояние шейного отдела позвоночника, выявить ранние признаки патологических изменений и выбрать наиболее эффективную тактику лечения [13]. Новые методы лечения, такие как малоинвазивные вмешательства, роботизированная реабилитация и применение виртуальной реальности, открывают новые возможности для персонализированной и эффективной терапии цервикалгии [14].

Таким образом, разработка и внедрение инновационных подходов в диагностике и лечении цервикалгии являются необходимыми для улучшения качества медицинской помощи, снижения экономических затрат и повышения качества жизни пациентов.

Целью данного обзора является систематизация и анализ современных достижений в области диагностики и лечения цервикалгии с акцентом на применении инновационных технологий.

Методы исследования. Тип исследования: Обзор литературы, включающий анализ научных статей, опубликованных в период с мая 2019 года по май 2024 года, посвященных инновационным методам диагностики цервикалгии.

Критерии включения публикаций: статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах; статьи, содержащие информацию об инновационных методах диагностики цервикалгии (новые технологии визуализации, биомаркеры и др.); статьи на русском или английском языках.

Критерии исключения публикаций: статьи, не относящиеся к теме цервикалгии или инновационным методам диагностики; статьи с низким уровнем доказательности (например, описания отдельных клинических случаев без статистического анализа); дублирующие публикации.

Поиск и отбор статей: для поиска статей использовались базы данных Pub Med, Scopus и Web of Science. Поиск проводился по ключевым словам, таким как «цервикалгия», «дифференциальная диагностика», «ультразвуковая эластография», «функциональная магнитно-резонансная томография» и другие. В результате было отобрано 50 наиболее релевантных и информативных статей.

Анализ данных: Отобранные статьи были проанализированы с целью выявления основных тенденций и достижений в области инновационных методов диагностики цервикалгии. Особое внимание уделялось оценке эффективности и перспективности новых методов, а также их потенциальному влиянию на клиническую практику.

Результаты исследований:

I. Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО)

Применение ИИ и МО в анализе медицинских данных [15].

Применение ИИ и МО в диагностике цервикалгии выходит за рамки анализа медицинских изображений. Алгоритмы МО, такие как метод опорных векторов (SVM), k-ближайших соседей (KNN), метод случайного леса (RF) и искусственные нейронные сети (ANN), позволяют анализировать не только снимки, но и другие данные пациента (анамнез, физикальные данные, результаты лабораторных и функциональных исследований).

Преимущества ИИ диагностики по сравнению с человеком [16]:

1. Раннее выявление патологий: Алгоритмы МО способны выявлять на ранних стадиях дегенеративно-дистрофические изменения в шейном отделе позвоночника (остеохондроз, спондилез, протрузии и грыжи межпозвоночных дисков).

2. Прогнозирование интенсивности боли: МО позволяет прогнозировать интенсивность боли, что помогает врачам выбирать эффективные методы лечения.

3. Оценка рисков развития осложнений: ИИ может оценить вероятность развития осложнений (хронизация боли, неврологические нарушения), что позволяет проводить профилактические мероприятия.

4. Персонализированный подход: ИИ учитывает индивидуальные особенности пациента (возраст, пол, образ жизни, сопутствующие заболевания) для разработки персонализированных планов лечения.

Что выявляет ИИ на разных стадиях заболевания [16].

Ранние стадии: начальные дегенеративно-дистрофические изменения в шейном отделе позвоночника; минимальные протрузии и грыжи межпозвоночных дисков; функциональные нарушения в шейном отделе позвоночника; риск развития хронической боли.

Поздние стадии: выраженные дегенеративно-дистрофические изменения в шейном отделе позвоночника; большие грыжи межпозвоночных дисков; спондилолистез; неврологические нарушения; снижение качества жизни.

Пример использования ИИ [17].

В исследовании Anan et al. (2021) описано использование чат-бота на основе ИИ для помощи пациентам с болью в шее и пояснице. Чат-бот давал инструкции по выполнению упражнений и советы по улучшению симптомов, что привело к значительному улучшению состояния пациентов.

Прогнозирование результатов лечения и выявление значимых факторов.

Машинное обучение используется для прогнозирования результатов лечения цервикалгии. Исследование Liew et al. (2022) показало, что некоторые алгоритмы МО превосходят логистическую регрессию в прогнозировании улучшения боли в шее [16]. Исследование Khanum et al. (2024) определило наиболее значимые факторы, влияющие на интенсивность боли в шее у специалистов, работающих за компьютером [15].

Машинное обучение показывает значительный потенциал в диагностике и прогнозировании цервикалгии [18]. Выбор оптимального алгоритма зависит от конкретной задачи и характеристик данных. Необходимы дальнейшие исследования для определения наиболее эффективных методов машинного обучения в различных клинических ситуациях.

II. Виртуальная реальность (VR) в диагностике боли в шее [19, 20].

Виртуальная реальность (VR) – инновационный метод, применяемый в диагностике боли в шее. VR создает контролируемую среду, имитирующую реальные жизненные ситуации, вызывающие боль, что позволяет специалистам отслеживать движения пациента и оценивать их характеристики в режиме реального времени.

Оценка состояния пациента с помощью VR.

В процессе VR-диагностики пациент выполняет различные движения шей, следуя инструкциям или игровым задачам в виртуальном пространстве. Система VR отслеживает движения головы и шеи, фиксируя амплитуду, скорость, плавность и другие параметры. Это позволяет получить объективные данные о функциональном состоянии шеи, выявить ограничения подвижности, мышечные спазмы и другие патологические изменения. VR также используется для оценки эффективности лечения.

Преимущества VR-диагностики [21]: безопасность и комфорт: VR не вызывает боли или дискомфорта, что особенно важно для пациентов с хронической болью; естественные условия: диагностика проводится в более естественных условиях, что может повысить точность результатов; повышенная вовлеченность пациентов: интерактивность VR делает процесс диагностики более интересным.

Снижение затрат: VR может снизить затраты на диагностику, так как не требует дорогостоящего оборудования; улучшение коммуникации: VR улучшает коммуникацию между врачом и пациентом, позволяя визуализировать состояние пациента; потенциал для телемедицины: VR открывает возможности для проведения диагностики и консультаций на расстоянии.

Что выявляет VR на разных стадиях заболевания [21].

Ранние стадии: нарушения проприоцепции (восприятие положения тела в пространстве); незначительные ограничения диапазона движений; повышенная чувствительность к боли; психологические факторы, способствующие развитию боли.

Поздние стадии: значительные ограничения диапазона движений; хроническая боль; инвалидизация; психологические расстройства, связанные с болью.

Перспективы и ограничения VR в диагностике боли в шее [20].

VR – перспективный инструмент для диагностики боли в шее, предлагающий объективные и стандартизированные методы оценки. Необходимы дальнейшие исследования для разработки более сложных VR-протоколов диагностики и оценки долгосрочных результатов использования VR в лечении. Важно разработать стандартизированные протоколы оценки и определить, как VR-данные могут быть интегрированы с другими диагностическими методами.

III. Ультразвуковая эластография.

Принцип работы и преимущества [22].

Эластография – современный метод визуализации, позволяющий оценить механические свойства тканей, в частности, их жесткость или эластичность. В отличие от традиционных методов, фокусирующихся на анатомических особенностях, эластография предоставляет информацию о функциональных характеристиках тканей, а именно об их способности деформироваться под воздействием внешней силы.

Физической основой эластографии является измерение скорости распространения акустических волн в тканях. Скорость зависит от жесткости ткани: чем жестче ткань, тем быстрее распространяются волны. В методе сдвиговой волновой эластографии (SWE) специальный датчик генерирует сдвиговые волны, скорость которых измеряется, и на основе полученных данных строится карта распределения жесткости тканей – эластограмма.

Преимущества эластографии [23]: неинвазивность и безопасность: позволяет использовать метод для широкого круга пациентов; динамическая оценка: позволяет отслеживать изменения состояния тканей в режиме реального времени.

Эластография на ранних и поздних стадиях цервикалгии.

На ранних стадиях эластография может выявить незначительные изменения эластичности тканей, свидетельствующие о начальных стадиях воспаления или дегенерации. Это позволяет начать лечение на ранней стадии и предотвратить осложнения [24].

На поздних стадиях эластография помогает оценить степень фиброза, наличие рубцовой ткани и другие изменения, связанные с хронической болью и ограничением подвижности [22, 23].

Применение эластографии в исследованиях цервикалгии.

Исследование Velazquez Saornil et al. (2023) показало, что эластография может быть использована для оценки эффективности различных методов лечения хронической боли в шее, таких как сухая игла и ишемическая компрессия [25].

Однако, результаты исследований о связи между жесткостью мышц шеи и болью неоднозначны. Некоторые исследования не обнаружили значимых различий в жесткости мышц между пациентами с болью в шее и здоровыми людьми, в

то время как другие выявили корреляцию между повышенной жесткостью мышц и наличием боли [25].

Эластография – перспективный инструмент в диагностике и лечении цервикалгии. Метод позволяет получить дополнительную информацию о функциональном состоянии тканей шейного отдела позвоночника, что может быть полезно для выбора оптимальной тактики лечения и оценки его эффективности. Необходимы дальнейшие исследования для более полного понимания роли эластографии в диагностике и лечении цервикалгии.

IV. Функциональная магнитно-резонансная томография

Принцип работы и преимущества [26].

Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) основана на явлении ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Атомы водорода в тканях организма, помещенные в сильное магнитное поле МРТ-сканера, выстраиваются вдоль линий поля. При воздействии радиочастотного импульса они отклоняются, а затем возвращаются в исходное состояние, испуская сигнал, регистрируемый сканером. Разные ткани имеют разную концентрацию водорода и скорость вращения атомов в исходное состояние (время релаксации), что позволяет получать контрастные изображения.

Ключевым механизмом фМРТ является BOLD-эффект (Blood Oxygenation Level Dependent), основанный на различии магнитных свойств оксигемоглобина (HbO₂) и дезоксигемоглобина (Hb). Нейронная активность увеличивает кровоток и концентрацию HbO₂, что меняет локальное магнитное поле. Сканер регистрирует это изменение как изменение интенсивности сигнала, визуализируя активные области мозга.

Изменения BOLD-сигнала в разных областях мозга позволяют оценить их функциональную связность - синхронизацию активности. Области, активирующиеся одновременно или с небольшой задержкой, считаются функционально связанными.

Технические аспекты [27]: Эхо-планарная визуализация (EPI): Позволяет быстро получать изображения мозга; предварительная обработка данных: Коррекция движения головы, пространственная нормализация и фильтрация шумов.

Статистический анализ: Выявляет области мозга, активность которых связана с определенными задачами или состояниями.

ФМРТ исследует нейронные механизмы боли, включая активацию болевых центров, взаимодействие областей мозга при восприятии боли и влияние различных факторов на активность мозга.

Преимущества фМРТ перед МРТ в диагностике цервикалгии: оценка функциональных изменений: фМРТ выявляет изменения в активности и взаимодействии областей мозга, связанных с болью, что не видно на обычной МРТ. На ранних стадиях цервикалгии фМРТ может обнаружить тонкие изменения в паттернах активности мозга, такие как измененная связность между областями, ответствен-

ными за обработку боли, еще до появления структурных изменений [28]; ранняя диагностика: фМРТ обнаруживает изменения в мозге, связанные с хронической болью, еще до появления структурных изменений, видимых на МРТ [28, 29].

Изменения, выявляемые фМРТ на поздних стадиях цервикалгии.

На поздних стадиях заболевания фМРТ может выявить [29]: изменения в паттернах функциональной связности мозга; изменения в активности областей мозга, связанных с болью; структурные изменения в мозге, например, уменьшение объема серого вещества; нарушение связи между различными сетями мозга.

Примеры использования фМРТ в исследованиях цервикалгии: Ihara et al. (2019) обнаружили измененную функциональную связность между областями мозга у пациентов с хронической болью в шее, связанную с повышенным уровнем кинезиофобии (страха движения) [30]; Wang et al. (2024) исследовали влияние иглоукалывания на функциональную связность мозга у пациентов с хронической болью в шее и обнаружили, что оно модулирует функциональную связность в областях, связанных с обработкой боли и эмоций [31]; Yang et al. (2020) выявили снижение объема серого вещества и функциональной связности в определенных областях мозга у пациентов с хронической цервикальной спондилогенной болью [32].

Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) – ценный инструмент для исследования нейрофизиологических механизмов цервикалгии. Она позволяет выявить функциональные изменения в мозге, невидимые на обычной МРТ, и может быть использована для разработки более эффективных методов диагностики и лечения этого состояния.

V. Диффузионно-взвешенная МРТ (ДВИ)

Принцип работы ДВИ.

ДВИ – метод магнитно-резонансной томографии, основанный на измерении диффузии молекул воды в тканях. Патологические изменения, такие как ишемия, воспаление или демиелинизация, приводят к изменениям характера диффузии. ДВИ визуализирует эти изменения, предоставляя информацию о микроструктуре тканей [33].

Физические основы ДВИ.

Применение специальных градиентов магнитного поля делает сигнал МРТ чувствительным к движению молекул воды. Измерение диффузии в разных направлениях дает информацию о направлении и степени ограничения движения воды. Например, повреждение нервных волокон меняет направление диффузии воды вдоль них [34].

Применение ДВИ при цервикалгии.

ДВИ оценивает состояние спинного мозга и окружающих тканей при заболеваниях шейного отдела позвоночника (например, спондилотическая миелопатия). На ранних стадиях заболевания ДВИ может выявить незначительные изменения в микроструктуре тканей, такие как отек или воспаление, которые могут

быть не видны на обычной МРТ. На более поздних стадиях ДВИ может обнаружить более выраженные изменения, такие как демиелинизация или атрофия спинного мозга [34].

Ключевые показатели ДВИ [34]: фракционная анизотропия (ФА): отражает степень направленности диффузии воды. Снижается при повреждении нервных волокон; аксиальная диффузия: параллельно нервным волокнам; радиальная диффузия: перпендикулярно нервным волокнам.

Изменения этих параметров указывают на различные патологические процессы.

Diffusion Basis Spectrum Imaging (DBSI).

DBSI предоставляет более детальную информацию о микроструктуре тканей по сравнению с традиционной ДВИ. Количественная оценка различных параметров диффузии (ФА, аксональная и радиальная диффузия) позволяет точнее определить характер и степень повреждения спинного мозга [35].

Применение DBSI: прогнозирование клинических исходов: исследование Zhang et al. (2023) показало, что DBSI может прогнозировать долгосрочные клинические исходы после хирургического лечения спондилотической миелопатии [35]; идентификация фенотипов CSM: DBSI идентифицирует различные фенотипы спондилотической миелопатии, различающиеся по степени тяжести, клиническим проявлениям и прогнозу [35]. Это открывает возможности для персонализированного лечения.

Другие применения ДВИ.

ДВИ используется для диагностики диссекции сонной артерии, визуализируя гематому в стенке артерии, что может быть не видно на обычной МРТ [33].

Диффузионно-взвешенная МРТ – ценный инструмент в диагностике цервикалгии. Этот метод предоставляет дополнительную информацию о состоянии тканей шейного отдела позвоночника и прогнозирует результаты лечения. Продвинутое методы, такие как DBSI, расширяют возможности нейровизуализации, способствуя разработке персонализированных подходов к лечению и улучшению клинических исходов для пациентов.

VI. Магнитно-резонансная спектроскопия (МРС)

Принцип работы МРС.

МРС – метод, позволяющий измерить концентрации различных метаболитов в тканях головного или спинного мозга. После выбора области интереса (ROI) на МРТ-изображениях применяется специальная последовательность импульсов, возбуждающая атомы водорода. Возвращаясь в исходное состояние, атомы испускают сигналы, которые регистрируются МРС-системой. Полученный спектр отражает концентрации метаболитов в исследуемой области [36].

Ключевые метаболиты и их значение [37].

N-ацетиласпартат (NAA): маркер нейрональной целостности. Снижение NAA может указывать на повреждение или потерю нейронов: креатин (Cr): учас-

твует в энергетическом обмене клеток; холин (Cho): компонент клеточных мембран, повышение Cho может быть связано с воспалением или демиелинизацией; миоинозитол (mI): участвует в передаче сигналов в клетках. Повышение mI может указывать на глиоз (разрастание глиальной ткани); глутамат/глутамин (Glx): нейротрансмиттеры, изменения Glx могут отражать нарушения в нейротрансмиссии.

Анализ соотношений концентраций этих метаболитов дает дополнительную информацию о патологических процессах.

Применение МРС в диагностике боли в шее.

Хотя МРС широко применяется для исследования заболеваний головного мозга, ее использование для диагностики боли в шее ограничено [36].

На ранних стадиях дегенеративных изменений в шейном отделе позвоночника МРС может выявить [36]: снижение концентрации NAA, что может свидетельствовать о повреждении нейронов; повышение соотношения холин/креатин, что может указывать на воспаление или демиелинизацию.

На поздних стадиях МРС может обнаружить [38]: увеличение внеклеточной фракции воды, свидетельствующее о наличии отека; снижение фракционной анизотропии, указывающее на нарушение целостности белого вещества.

Перспективы и ограничения МРС в диагностике боли в шее.

Исследования Farrell et al. (2020) и Chen et al. (2020) демонстрируют потенциал МРС в выявлении изменений метаболитов в спинном мозге, связанных с болью в шее [36, 37]. Однако, необходимы дополнительные исследования для полной оценки диагностической ценности МРС в этой области.

VII. МР-нейрография в диагностике болей в шее

Магнитно-резонансная (МР) нейрография - это метод визуализации, который позволяет детально исследовать нервы и окружающие их структуры. Этот метод основан на использовании МРТ для получения изображений нервов с высоким разрешением. МР-нейрография может быть особенно полезна при диагностике заболеваний периферической нервной системы, включая цервикальную радикулопатию, которая возникает из-за компрессии нервных корешков в шейном отделе позвоночника [39].

Диффузионно-взвешенная МР-нейрография.

Одним из подходов в МР-нейрографии является диффузионно-взвешенная МР-нейрография. Этот метод использует способность МРТ измерять диффузию молекул воды в тканях. В нервах, которые подвергаются компрессии, диффузия воды может быть изменена, что позволяет выявить пораженные участки. Takahara et al. (2008) успешно использовали диффузионно-взвешенную МР-нейрографию для исследования плечевого сплетения [40].

SHINKEI и SHINKEI-Quant.

Другим важным достижением в области МР-нейрографии является разработка трехмерной (3D) методики SHINKEI (3D nerve-sheath signal increased with

inked rest-tissue rapid acquisition of relaxation enhancement). SHINKEI позволяет получать изображения нервов с высоким разрешением, подавляя сигналы от окружающих тканей, таких как кровеносные сосуды, мышцы и жир [41]. Это улучшает визуализацию нервов и облегчает диагностику.

Дальнейшим развитием SHINKEI стала методика SHINKEI-Quant, которая позволяет одновременно получать МР-нейрографию и количественно оценивать время релаксации T2. Время релаксации T2 - это параметр, который может изменяться в пораженных нервах. SHINKEI-Quant была использована для диагностики различных заболеваний периферической нервной системы, включая хроническую воспалительную демиелинизирующую полинейропатию [41].

МР-нейрография в диагностике цервикальной радикулопатии.

Eguchi et al. (2020) использовали SHINKEI-Quant для исследования пациентов с цервикальной радикулопатией, вызванной грыжей межпозвоночного диска. У этих пациентов наблюдалось увеличение времени релаксации T2 в пораженных нервах по сравнению со здоровыми нервами. Кроме того, соотношение T2 (отношение времени релаксации T2 на пораженной стороне к времени релаксации T2 на здоровой стороне) коррелировало с интенсивностью боли в руке [42].

Sato et al. (2020) также использовали SHINKEI-Quant для диагностики люмбальной радикулопатии (компрессии нервных корешков в поясничном отделе позвоночника). Этот метод позволил выявить пораженные нервные корешки и оценить степень их повреждения [43].

МР-нейрография, особенно с использованием методик SHINKEI и SHINKEI-Quant, представляет собой перспективный инструмент для диагностики цервикальной радикулопатии. Этот метод позволяет не только визуализировать пораженные нервы, но и количественно оценить степень их повреждения. Это может быть полезно для выбора оптимальной тактики лечения и оценки эффективности терапии.

VIII. Генетические и молекулярные аспекты

Боль в шее представляет собой распространенную проблему, этиология которой варьирует от травматических повреждений и дегенеративных заболеваний до генетической предрасположенности. Современная диагностика данного состояния включает комплексный подход, основанный на генетических исследованиях, анализе биомаркеров и оценке молекулярных изменений.

Генетический анализ позволяет выявить специфические локусы, ассоциированные с повышенным риском развития болевого синдрома в шейном отделе позвоночника. Например, наличие определенных аллелей в генах FOXP2 и LINC01572 может указывать на наследственную предрасположенность [44]. Данная информация способствует разработке персонализированных стратегий профилактики и лечения.

Исследование биомаркеров играет важную роль в дифференциальной диагностике боли в шее. Повышенные уровни провоспалительных цитокинов, таких

как IL-1, IL-6 и TNF- α , могут свидетельствовать о дискогенной природе болевого синдрома, обусловленного дегенеративными изменениями межпозвонковых дисков. Анализ экспрессии микроРНК, в частности let-7i-5p, позволяет оценить степень жировой инфильтрации мышц шеи, которая часто сопутствует хроническому болевому синдрому и приводит к функциональным нарушениям [45, 46].

Оценка молекулярных изменений в тканях шейного отдела позвоночника также является неотъемлемой частью диагностического процесса. Повышенные значения T2-релаксации в трапециевидной мышце, выявляемые при магнитно-резонансной томографии (МРТ), могут указывать на нейрогенное воспаление и периферическую сенситизацию, опосредованные кальцитонин-ген-связанным пептидом (CGRP). Эти данные позволяют не только уточнить диагноз, но и определить оптимальную тактику терапии, включая медикаментозное лечение, физиотерапию и другие методы [47].

На ранних стадиях заболевания, когда клинические проявления могут быть минимальными, генетический анализ и исследование биомаркеров позволяют выявить предрасположенность к развитию болевого синдрома и своевременно начать профилактические мероприятия. На более поздних стадиях, при хронизации болевого синдрома, оценка молекулярных изменений помогает определить степень повреждения тканей и выбрать наиболее эффективную стратегию лечения [44, 45, 46, 47].

Таким образом, комплексный подход к диагностике боли в шее, включающий генетические исследования, анализ биомаркеров и оценку молекулярных изменений, обеспечивает высокую точность диагностики и способствует разработке индивидуальных планов лечения, учитывающих особенности каждого пациента.

IX. Постуральный анализ и боль в шее

Анатомические и физиологические основы постурального анализа.

Постуральный анализ – это метод оценки положения тела и выравнивания позвоночника, основанный на понимании анатомии и физиологии опорно-двигательной системы [48]. Шея, являясь частью позвоночника, состоит из семи шейных позвонков, соединенных межпозвонковыми дисками, связками и мышцами. Эти структуры обеспечивают подвижность и стабильность шеи, позволяя выполнять разнообразные движения [49].

Правильная осанка предполагает естественные изгибы позвоночника, равномерное распределение нагрузки на мышцы и связки, а также оптимальное положение головы и шеи относительно туловища. Нарушения осанки могут привести к перегрузке определенных структур, вызывая боль, мышечные спазмы и ограничение подвижности [49].

Диагностика боли в шее с помощью постурального анализа.

Постуральный анализ помогает выявить специфические постуральные нарушения, связанные с болью в шее. Например, исследование Khan et al. (2022) по-

казало, что плохая осанка и напряжение шеи могут привести к боли и ограничению подвижности [49].

На ранних стадиях постуральный анализ может выявить незначительные отклонения от нормы, такие как [49]: незначительное смещение головы вперед; небольшое искривление шейного отдела позвоночника; асимметрия в положении плеч; напряжение в определенных группах мышц шеи.

На поздних стадиях заболевания могут наблюдаться более выраженные изменения, такие как [49]: значительное смещение головы вперед (синдром «компьютерной шеи»); выраженное искривление шейного отдела позвоночника (гиперкифоз или гиперлордоз); значительная асимметрия в положении плеч и лопаток; мышечные контрактуры и триггерные точки в мышцах шеи.

Методы постурального анализа [49]: визуальное наблюдение: специалист оценивает положение головы, шеи, плеч и бедер относительно друг друга и вертикальной оси тела; фотографии: позволяют зафиксировать осанку пациента и провести более детальный анализ; рентген: помогает выявить структурные изменения позвоночника, такие как сколиоз или кифоз, которые могут быть причиной боли в шее; компьютерный анализ осанки: позволяет получить количественные данные о положении тела и углах наклона различных сегментов позвоночника.

Ограничения и комплексный подход.

Постуральный анализ не является окончательным диагностическим методом, поскольку боль в шее может быть вызвана различными факторами. Он должен использоваться в сочетании с другими методами, такими как медицинский осмотр, сбор анамнеза и визуализирующие исследования.

Исследование Gao et al. (2023) выявило ряд факторов риска боли в шее, включая неправильное использование подушки, недостаток физических упражнений, неправильную осанку при сидении, травмы шеи и плеч в анамнезе, использование электронных устройств, высокий уровень стресса и другие. Эти факторы необходимо учитывать при оценке состояния пациентов и разработке плана лечения [48].

Постуральный анализ – полезный инструмент в диагностике боли в шее, помогающий выявить постуральные нарушения, способствующие боли. Важно использовать его в сочетании с другими диагностическими методами и учитывать индивидуальные особенности каждого пациента. Такой комплексный подход позволяет разработать эффективные стратегии лечения и улучшить качество жизни пациентов.

Дифференциальная диагностика цервикалгии с использованием инновационных методов.

Виртуальная реальность (VR): VR предлагает уникальные возможности для дифференциальной диагностики цервикалгии, предоставляя объективные и количественные данные, которые дополняют традиционные методы оценки [20].

1. Оценка диапазона движений: VR позволяет точно измерить диапазон движений шеи в различных плоскостях, что может быть затруднительно при обычном физическом осмотре. Это помогает выявить ограничения подвижности, характерные для определенных патологий, таких как спондилез или фасеточный синдром [21].

2. Оценка проприоцепции: VR может использоваться для создания контролируемых сенсомоторных конфликтов, которые помогают оценить проприоцепцию шеи - способность человека ощущать положение своей шеи в пространстве. Нарушения проприоцепции могут быть связаны с хронической болью в шее и нарушением функции шейных мышц. VR позволяет выявить эти нарушения и отличить их от других причин боли, таких как воспаление или повреждение нервов [20].

3. Выявление триггеров боли: VR может моделировать различные движения и положения головы, которые могут провоцировать боль в шее. Это позволяет пациенту определить конкретные триггеры боли, которые могут быть не очевидны при обычном опросе или осмотре. Например, некоторые пациенты могут испытывать боль при повороте головы в определенную сторону или при наклоне головы вперед [21].

VR позволяет проводить более точную и персонализированную диагностику цервикалгии, выявляя специфические факторы, способствующие возникновению и поддержанию боли. Это помогает выбрать наиболее эффективные методы лечения и реабилитации, направленные на устранение конкретных причин боли и улучшение качества жизни пациентов [21].

Ультразвуковая эластография (УЗЭ): ультразвуковая эластография (УЗЭ) – это неинвазивный метод визуализации, который позволяет оценить эластичность тканей. В контексте цервикалгии УЗЭ, и в частности её разновидность, сдвиговая волновая эластография (SWE), играет важную роль в дифференциальной диагностике, позволяя различать цервикалгию, вызванную мышечными проблемами, от боли, связанной с другими причинами [22].

1. Оценка эластичности мышц: SWE позволяет количественно оценить жесткость мышц шеи, измеряя скорость распространения сдвиговых волн в тканях. Повышенная жесткость мышц может свидетельствовать о наличии мышечного напряжения, спазма или фиброза, что часто сопровождает цервикалгию [22, 23].

2. Дифференциация мышечной и немышечной боли: Измеряя жесткость различных мышц шеи (например, верхней трапециевидной мышцы), SWE может помочь определить, является ли боль преимущественно мышечной по происхождению. Это позволяет отличить цервикалгию, вызванную мышечными проблемами, от боли, связанной с другими причинами, такими как повреждение суставов, нервов или межпозвоночных дисков [22].

3. Оценка эффективности лечения: SWE также может использоваться для оценки эффективности лечения, направленного на расслабление мышц и снижение их жесткости. Повторные измерения жесткости мышц после проведения терапии (например, массажа, физиотерапии или медикаментозного лечения) позволяют оценить динамику изменений и эффективность выбранного подхода [22].

Таким образом, УЗЭ, и особенно SWE, предоставляет ценную информацию для дифференциальной диагностики цервикалгии, помогая определить, является ли боль преимущественно мышечной по происхождению [25]. Это позволяет выбрать наиболее эффективные методы лечения и реабилитации, направленные на устранение конкретных причин боли и улучшение качества жизни пациентов.

Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ): фМРТ в состоянии покоя (rs-fMRI) - это инновационный метод нейровизуализации, который позволяет исследовать функциональную связность (FC) мозга, то есть синхронизацию активности различных его областей [26]. Этот метод открывает новые возможности для дифференциальной диагностики цервикалгии, особенно в случаях хронической боли.

1. Оценка изменений, связанных с хронической болью: Хроническая боль может вызывать изменения в функциональной связности мозга, затрагивая области, отвечающие за обработку боли, эмоции и когнитивные функции. rs-fMRI позволяет выявить эти изменения, что помогает отличить цервикалгию, связанную с центральной сенситизацией (повышенной чувствительностью к боли), от боли, вызванной преимущественно периферическими факторами (например, повреждением тканей) [27].

2. Дифференциация от изменений, вызванных стрессом и депрессией: Стресс и депрессия также могут вызывать изменения в функциональной связности мозга, которые иногда схожи с изменениями, наблюдаемыми при хронической боли. rs-fMRI позволяет провести более детальный анализ паттернов активности мозга, что помогает дифференцировать цервикалгию от этих психических состояний [27].

3. Оценка эффективности лечения: rs-fMRI может использоваться для оценки эффективности различных методов лечения хронической боли, таких как медикаментозная терапия, физиотерапия или когнитивно-поведенческая терапия. Изменения в функциональной связности мозга после лечения могут свидетельствовать о его эффективности и помочь в выборе оптимальной стратегии терапии [28].

4. Изучение нейрофизиологических механизмов боли: rs-fMRI позволяет исследовать нейрофизиологические механизмы, лежащие в основе хронической боли в шее. Это может включать изучение взаимодействия между различными областями мозга, участвующими в обработке боли, а также выявление потенциальных биомаркеров, которые могут помочь в диагностике и прогнозировании течения заболевания [28].

Rs-fMRI представляет собой мощный инструмент для дифференциальной диагностики цервикалгии, позволяющий выявить изменения в активности мозга, связанные с хронической болью, и отличить их от изменений, вызванных другими факторами [26, 29, 30]. Этот метод также помогает оценить эффективность лечения и углубить понимание нейрофизиологических механизмов боли, что способствует разработке более эффективных и персонализированных подходов к лечению пациентов с цервикалгией.

Диффузионно-взвешенная МРТ (ДВИ): ДВИ - это метод нейровизуализации, основанный на измерении диффузии молекул воды в тканях. В контексте дифференциальной диагностики цервикалгии, ДВИ предоставляет ценную информацию о состоянии спинного мозга и нервных корешков, помогая выявить патологические изменения, которые могут быть причиной боли и неврологических симптомов [33].

1. Оценка микроструктурных изменений: ДВИ позволяет выявить микроструктурные изменения в тканях шейного отдела позвоночника, которые могут быть не видны на обычной МРТ. Это включает оценку таких параметров, как фракционная анизотропия (FA), средняя диффузия (MD), аксональная диффузия (AD) и радиальная диффузия (RD). Изменения этих параметров могут свидетельствовать о наличии отека, ишемии, демиелинизации или других патологических процессов в нервной ткани [33, 34, 35].

2. Диагностика цервикальной спондилотической миелопатии (CSM): CSM - это дегенеративное заболевание позвоночника, которое приводит к компрессии спинного мозга и развитию неврологических симптомов. ДВИ позволяет выявить признаки компрессии спинного мозга, такие как снижение FA и повышение MD в пораженных сегментах. Это помогает дифференцировать CSM от других причин цервикалгии, таких как грыжи дисков или фасеточный синдром [33, 34, 35].

3. Дифференциация различных типов повреждений нервов: ДВИ может помочь отличить аксональное повреждение нервов (связанное с нарушением целостности аксонов) от демиелинизирующего повреждения (связанного с разрушением миелиновой оболочки). Это важно для определения прогноза и выбора оптимальной тактики лечения [33, 34, 35].

4. Оценка эффективности лечения: ДВИ может использоваться для мониторинга эффективности лечения CSM и других заболеваний позвоночника. Изменения в параметрах диффузии после лечения могут свидетельствовать о восстановлении нервной ткани и улучшении прогноза для пациента [33, 34, 35].

ДВИ является мощным инструментом для дифференциальной диагностики цервикалгии, позволяя выявить микроструктурные изменения в тканях шейного отдела позвоночника и отличить различные патологии, вызывающие боль и неврологические симптомы [33, 34, 35]. Этот метод также помогает оценить эффективность лечения и прогнозировать течение заболевания, что способствует улучшению качества медицинской помощи и повышению качества жизни пациентов.

Магнитно-резонансная спектроскопия (МРС): МРС - это неинвазивный метод, позволяющий оценить биохимический состав тканей *in vivo* [35]. В контексте дифференциальной диагностики цервикалгии МРС может быть использована для выявления метаболических нарушений в тканях шейного отдела позвоночника, связанных с различными патологическими процессами [35, 36, 37].

1. Оценка метаболитов: МРС позволяет измерить концентрацию различных метаболитов в тканях, таких как N-ацетиласпартат (NAA), креатин (Cr), холин (Cho) и лактат. Изменения в уровнях этих метаболитов могут свидетельствовать о наличии воспаления, ишемии, дегенеративных процессов или других патологических состояний [35, 36, 37].

2. Дифференциация воспалительных и дегенеративных процессов: Например, снижение уровня NAA и повышение уровня Cho может указывать на наличие воспалительного процесса, в то время как снижение уровня NAA и Cr может свидетельствовать о дегенеративных изменениях в нервной ткани. Это помогает дифференцировать цервикалгию, вызванную воспалением (например, при ревматоидном артрите), от боли, связанной с дегенеративными изменениями (например, при остеохондрозе) [35, 36, 37].

3. Оценка степени повреждения тканей: МРС может использоваться для оценки степени повреждения тканей шейного отдела позвоночника, например, при травмах или дегенеративных заболеваниях. Изменения в уровнях метаболитов могут коррелировать с тяжестью повреждения и помочь в выборе оптимальной тактики лечения [35, 36, 37].

4. Мониторинг эффективности лечения: МРС может быть использована для мониторинга эффективности лечения, направленного на уменьшение воспаления или замедление дегенеративных процессов. Изменения в уровнях метаболитов после лечения могут свидетельствовать о его эффективности и помочь в корректировке терапевтической стратегии [35, 36, 37].

Хотя применение МРС в диагностике цервикалгии все еще находится на стадии исследования, этот метод обладает большим потенциалом для дифференциальной диагностики и оценки эффективности лечения [35, 36, 37]. Дальнейшие исследования помогут уточнить диагностическую ценность МРС и определить ее место в клинической практике.

МР-нейрография: МР-нейрография - это высокотехнологичный метод визуализации, который позволяет получить детальное изображение нервов и окружающих их структур. В контексте дифференциальной диагностики цервикалгии, МР-нейрография играет важную роль в выявлении и оценке повреждений нервов, особенно при цервикальной радикулопатии [39, 40, 41, 42].

1. Визуализация нервов: МР-нейрография позволяет получить изображения нервных корешков, сплетений и периферических нервов с высоким разрешением. Это позволяет выявить компрессию, воспаление, отек или другие патологические

изменения нервов, которые могут быть причиной боли в шее и неврологических симптомов [39, 40, 41, 42].

2. Оценка степени повреждения нервов: МР-нейрография не только визуализирует нервы, но и позволяет оценить степень их повреждения. Это может быть сделано путем измерения различных параметров, таких как толщина нерва, интенсивность сигнала и наличие отека. Эта информация помогает определить тяжесть радикулопатии и выбрать наиболее эффективную тактику лечения [39, 40, 41, 42].

3. Дифференциация цервикальной радикулопатии от других патологий: МР-нейрография позволяет отличить цервикальную радикулопатию от других причин боли в шее, таких как миофасциальный болевой синдром, фасеточный синдром или спондилез. Визуализация пораженных нервов подтверждает диагноз радикулопатии и позволяет исключить другие возможные причины боли [40, 41].

4. Оценка эффективности лечения: МР-нейрография может использоваться для мониторинга эффективности лечения цервикальной радикулопатии. Уменьшение отека и воспаления нерва, а также восстановление его нормальной структуры после лечения свидетельствуют о положительной динамике и эффективности выбранного подхода [39, 40, 41, 42].

5. Методики SHINKEI и SHINKEI-Quant: В последние годы были разработаны новые методики МР-нейрографии, такие как SHINKEI и SHINKEI-Quant, которые позволяют получать еще более четкие и информативные изображения нервов. SHINKEI подавляет сигналы от окружающих тканей, что улучшает визуализацию нервов, а SHINKEI-Quant позволяет одновременно получать изображения и количественно оценивать время релаксации T2, что может быть полезно для оценки степени повреждения нервов [41, 42, 43].

МР-нейрография является мощным инструментом для диагностики и оценки цервикальной радикулопатии, предоставляя детальную информацию о состоянии нервов и их повреждении. Этот метод помогает в дифференциальной диагностике, выборе оптимальной тактики лечения и мониторинге эффективности терапии, что способствует улучшению качества жизни пациентов.

Генетические и молекулярные методы: генетические и молекулярные аспекты боли в шее открывают новые горизонты в дифференциальной диагностике цервикалгии, позволяя выявить пациентов с предрасположенностью к хронической боли, оценить тяжесть заболевания и определить потенциальные терапевтические мишени.

1. Генетические маркеры: Исследования генома человека выявили несколько генетических локусов, связанных с повышенным риском развития хронической боли в шее. Например, гены *FOXP2* и *LINC01572* ассоциированы с предрасположенностью к боли в шее и плече. Выявление этих генетических маркеров может помочь в ранней диагностике и прогнозировании течения заболевания, а также в разработке персонализированных подходов к лечению [44].

2. Воспалительные цитокины: Повышенные уровни воспалительных цитокинов, таких как интерлейкин-1 (IL-1), интерлейкин-6 (IL-6) и фактор некроза опухоли альфа (TNF- α), могут свидетельствовать о наличии воспалительного процесса в тканях шейного отдела позвоночника. Это может помочь дифференцировать цервикалгию, вызванную воспалением (например, при ревматоидном артрите), от боли, связанной с другими причинами, такими как дегенеративные изменения или травма [44].

3. МикроРНК: МикроРНК - это небольшие молекулы РНК, которые играют важную роль в регуляции экспрессии генов. Исследования показали, что определенные микроРНК могут быть связаны с развитием хронической боли в шее [44]. Например, микроРНК let-7i-5p ассоциирована с жировой инфильтрацией мышц шеи, что может привести к хронической боли и нарушению функции мышц [45, 46].

4. Другие молекулярные маркеры: Исследования также изучают другие молекулярные маркеры, такие как кальцитонин-ген-связанный пептид (CGRP), который играет важную роль в передаче болевых сигналов. Изменения в уровнях этих маркеров могут помочь в диагностике и оценке тяжести заболевания, а также в разработке новых методов лечения, направленных на молекулярные механизмы боли [47].

Генетические и молекулярные методы предоставляют новые возможности для дифференциальной диагностики цервикалгии, позволяя выявить пациентов с повышенным риском развития хронической боли, оценить тяжесть заболевания и определить потенциальные терапевтические мишени [44, 45, 46, 47]. Это открывает путь к более персонализированному и эффективному лечению цервикалгии, улучшая прогноз и качество жизни пациентов.

Постуральный анализ: Постуральный анализ - это метод оценки положения тела и выравнивания позвоночника в статике и динамике. Он играет важную роль в дифференциальной диагностике цервикалгии, поскольку позволяет выявить нарушения осанки, которые могут быть как причиной, так и следствием боли в шее [48, 49, 50].

1. Выявление постуральных нарушений: Постуральный анализ помогает выявить различные нарушения осанки, такие как [48, 49, 50]: Forward head posture (FHP) - смещение головы вперед относительно вертикальной оси тела; Rounded shoulders - округление плеч и сутулость; гиперкифоз грудного отдела позвоночника - увеличение изгиба грудного отдела позвоночника; асимметрия плеч или таза - неравномерное распределение нагрузки на позвоночник. Эти нарушения могут приводить к перегрузке мышц и связок шеи, сдавлению нервных корешков и развитию болевого синдрома [48, 49, 50].

2. Дифференциация от других причин боли: Постуральный анализ помогает отличить цервикалгию, вызванную постуральными нарушениями, от боли,

связанной с другими причинами, такими как травмы, дегенеративные заболевания позвоночника или воспалительные процессы.

3. Оценка влияния осанки на боль: Постуральный анализ позволяет оценить, как различные положения тела и движения влияют на интенсивность и характер боли в шее. Это помогает выявить специфические триггеры боли и разработать индивидуальные рекомендации по коррекции осанки.

4. Оценка эффективности лечения: Постуральный анализ может использоваться для оценки эффективности лечения, направленного на коррекцию осанки. Улучшение показателей осанки после проведения терапии (например, упражнений на растяжку и укрепление мышц) может свидетельствовать о её эффективности и положительном влиянии на состояние пациента.

Постуральный анализ является ценным инструментом в дифференциальной диагностике цервикалгии, позволяя выявить нарушения осанки, которые могут способствовать возникновению и поддержанию боли [48, 49, 50]. Коррекция этих нарушений с помощью физиотерапии, мануальной терапии или других методов может значительно улучшить состояние пациентов и снизить риск развития хронической боли.

Обсуждение. В последние годы наблюдается значительный прогресс в области диагностики цервикалгии благодаря внедрению инновационных методов, таких как искусственный интеллект [15, 16, 17, 18], машинное обучение [15, 16, 17, 18], виртуальная реальность [20, 21], ультразвуковая эластография [22, 23], функциональная МРТ [26, 27, 28, 29, 30, 31, 32], диффузионно-взвешенная МРТ [33, 34, 35], магнитно-резонансная спектроскопия [36, 37], МР-нейрография [39, 40, 41, 42, 43], генетические и молекулярные методы [44, 45, 46, 47], а также постуральный анализ [49, 50]. Эти методы предоставляют более точную и объективную информацию о состоянии шейного отдела позвоночника, механизмах боли и индивидуальных особенностях пациентов.

Применение искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет автоматизировать анализ медицинских изображений, повысить точность диагностики и выявить ранние признаки патологических изменений, таких как дегенеративно-дистрофические изменения, грыжи дисков и спондилолистез, что помогает в дифференциальной диагностике цервикалгии. Виртуальная реальность открывает новые возможности для оценки диапазона движений, проприоцепции и выявления триггеров боли, что способствует разработке персонализированных программ реабилитации. Ультразвуковая эластография позволяет оценить эластичность мышц и выявить наличие мышечного напряжения или спазма, что важно для дифференциальной диагностики и выбора методов лечения.

Функциональная МРТ в состоянии покоя позволяет исследовать функциональную связность мозга и выявить изменения, связанные с хронической болью, что помогает отличить цервикалгию от других состояний, таких как стресс или депрессия [30]. Диффузионно-взвешенная МРТ помогает оценить микроструктур-

ные изменения в тканях шейного отдела позвоночника и диагностировать такие состояния, как цервикальная спондилотическая миелопатия [34, 35], что особенно важно при наличии неврологической симптоматики. Магнитно-резонансная спектроскопия предоставляет информацию о биохимических изменениях в тканях, что может быть полезно для выявления воспаления и дегенеративных процессов, помогая в дифференциации между различными причинами боли. МР-нейрография позволяет визуализировать нервы и оценить степень их повреждения, что особенно важно при диагностике цервикальной радикулопатии [42, 43], которая может проявляться болью в шее и руке.

Генетические и молекулярные методы позволяют выявить пациентов с предрасположенностью к хронической боли и определить потенциальные терапевтические мишени, что способствует разработке персонализированных подходов к лечению. Постуральный анализ помогает выявить нарушения осанки, которые могут способствовать возникновению боли в шее [50], и разработать индивидуальные рекомендации по коррекции осанки.

В целом, инновационные методы диагностики цервикалгии имеют большой потенциал для улучшения качества медицинской помощи. Они позволяют проводить более точную и персонализированную диагностику, выбирать наиболее эффективные методы лечения и реабилитации, а также прогнозировать течение заболевания. Дальнейшее развитие и внедрение этих методов в клиническую практику может привести к значительному прогрессу в лечении цервикалгии и улучшению качества жизни пациентов.

Заключение. Проведенный обзор литературы показал, что инновационные методы диагностики играют ключевую роль в улучшении понимания, диагностики и лечения цервикалгии [1, 3, 4]. Эти методы, основанные на передовых технологиях, таких как искусственный интеллект, машинное обучение, виртуальная реальность и молекулярная диагностика, предоставляют новые возможности для более точной и персонализированной оценки состояния пациентов с болью в шее.

Применение искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) в анализе медицинских изображений позволяет повысить точность и скорость диагностики [15, 16, 17, 18], выявляя ранние признаки патологических изменений, таких как дегенеративно-дистрофические изменения, грыжи дисков и спондилолистез. Виртуальная реальность (VR) открывает новые возможности для оценки диапазона движений, проприоцепции и выявления триггеров боли [20, 21], что способствует разработке персонализированных программ реабилитации. Ультразвуковая эластография (УЗЭ) позволяет оценить эластичность мышц и выявить наличие мышечного напряжения или спазма [22, 23], что важно для дифференциальной диагностики и выбора методов лечения.

Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) в состоянии покоя (rs-fMRI) позволяет исследовать функциональную связность мозга и выявить изменения, связанные с хронической болью [30, 31, 32]. Диффузионно-взве-

шенная МРТ (ДВИ) помогает оценить микроструктурные изменения в тканях шейного отдела позвоночника и диагностировать такие состояния, как цервикальная спондилотическая миелопатия [33, 34, 35]. Магнитно-резонансная спектроскопия (МРС) предоставляет информацию о биохимических изменениях в тканях [36, 37], что может быть полезно для выявления воспаления и дегенеративных процессов. МР-нейрография позволяет визуализировать нервы и оценить степень их повреждения [39, 40, 41, 42, 43], что особенно важно при диагностике цервикальной радикулопатии.

Генетические и молекулярные методы, такие как исследования генетических маркеров и воспалительных цитокинов [44, 45, 46, 47], позволяют выявить пациентов с предрасположенностью к хронической боли и определить потенциальные терапевтические мишени. Постуральный анализ помогает выявить нарушения осанки, которые могут способствовать возникновению боли в шее [49, 50].

Несмотря на значительный прогресс в области диагностики цервикалгии, остаются вопросы, требующие дальнейшего изучения. Например, необходимо провести больше исследований для определения оптимальных алгоритмов машинного обучения для различных клинических ситуаций, а также для разработки стандартизированных протоколов оценки с использованием виртуальной реальности. Кроме того, необходимы дальнейшие исследования для определения диагностической ценности магнитно-резонансной спектроскопии и генетических маркеров в клинической практике.

В целом, инновационные методы диагностики цервикалгии представляют собой мощный инструмент для улучшения качества медицинской помощи. Они позволяют проводить более точную и персонализированную диагностику, выбирать наиболее эффективные методы лечения и реабилитации, а также прогнозировать течение заболевания. Дальнейшее развитие и внедрение этих методов в клиническую практику может привести к значительному прогрессу в лечении цервикалгии и улучшению качества жизни пациентов.

Литература

1. Safiri S., Kolahi A.-A., Hoy D., Buchbinder R., Mansournia M.A., Bettampadi D., Naghavi M. Global, regional, and national burden of neck pain in the general population, 1990–2017: systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2017 // *BMJ*. 2020. Vol. 368. DOI: 10.1136/bmj.m791.
2. David D., Giannini C., Chiarelli F., Mohn A. Text Neck Syndrome in Children and Adolescents // *Frontiers in Pediatrics*. 2021. Vol. 9. Art. 635643. DOI: 10.3389/fped.2021.635643.
3. Popescu A., Lee H. Neck pain and lower back pain // *Medical Clinics*. 2020. Vol. 104, No. 2. P. 279–292. DOI: 10.1016/j.mcna.2019.10.007.

4. Cohen S.P., Hooten W.M. Advances in the diagnosis and management of neck pain // *BMJ*. 2017. Vol. 358. DOI: 10.1136/bmj.j3221.
5. Vikat A., Rimpelä A., Salminen J.J., Rimpelä M. Neck or shoulder pain and low back pain in Finnish adolescents // *Scandinavian Journal of Rheumatology*. 2000. Vol. 29, No. 3. P. 166–172. DOI: 10.1080/030097400447912.
6. Hansraj K.K. Assessment of stresses in the cervical spine caused by posture and position of the head // *Surgical Technology International*. 2014. Vol. 25. P. 277–279.
7. Fares J., Fares M.Y., Fares Y. Musculoskeletal neck pain in children and adolescents: risk factors and complications // *Surgical Neurology International*. 2017. Vol. 8. DOI: 10.4103/sni.sni_168_17.
8. Adamson G., Murphy S., Shevlin M., Buckle P., Stubbs D. Profiling school-children in pain and associated demographic and behavioural factors: a latent class approach // *Pain*. 2007. Vol. 129, No. 3. P. 295–303. DOI: 10.1016/j.pain.2006.10.015.
9. Shan Z., Hong Y., Zeng Q., Pi J. How schooling and lifestyle factors affect neck and shoulder pain? // *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2014. Vol. 15, No. 1. Art. 245. DOI: 10.1186/1471-2474-15-245.
10. Dieleman J.L., Cao J., Chapin A., Chen C., Li Z., Liu A., Murray C.J. US health care spending by payer and health condition, 1996–2016 // *JAMA*. 2020. Vol. 323, No. 9. P. 863–884. DOI: 10.1001/jama.2020.0734.
11. Lezin N., Watkins-Castillo S. The Impact of Musculoskeletal Disorders on Americans: Opportunities for Action. Executive Summary of The Burden of Musculoskeletal Diseases in the United States: Prevalence, Societal and Economic Cost. Rosemont, IL: United States Bone and Joint Initiative, 2016. 20 p.
12. Price J., Rushton A., Tyros I., Tyros V., Heneghan N.R. Effectiveness and optimal dosage of exercise training for chronic non-specific neck pain: a systematic review with a narrative synthesis // *PLoS ONE*. 2020. Vol. 15, No. 6. Art. e0234511. DOI: 10.1371/journal.pone.0234511.
13. Barbero M., Navarro-Santana M.J., Palacios-Ceña M., Ortega-Santiago R., Cescon C., Falla D., Fernández-de-Las-Peñas C. Clinical significance and diagnostic value of pain extent extracted from pain drawings: a scoping review // *Diagnostics*. 2020. Vol. 10, No. 8. Art. 604. DOI: 10.3390/diagnostics10080604.
14. Romero-Morales C., Bravo-Aguilar M., Abuin-Porras V., Almazán-Polo J., Calvo-Lobo C., Martínez-Jiménez E.M., Navarro-Flores E. Current advances and novel research on minimal invasive techniques for musculoskeletal disorders // *Disease-a-Month*. 2021. Vol. 67, No. 10. Art. 101210. DOI: 10.1016/j.disamonth.2021.101210.
15. Khanum F., Khan A.R., Khan A., Aafreen A., Khan A.A., Ahmad A., Obaidat S.M. Predicting mechanical neck pain intensity in computer professionals using machine learning: identification and correlation of key features // *Frontiers in Public Health*. 2024. Vol. 12. Art. 1307592. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1307592.

16. Liew B.X.W., Kovacs F.M., Rügamer D., Royuela A. Machine learning versus logistic regression for prognostic modelling in individuals with non-specific neck pain // *European Spine Journal*. 2022. Vol. 31, No. 8. P. 2082–2091. DOI: 10.1007/s00586-021-06936-8.
17. Anan T., Kajiki S., Oka H., Fujii T., Kawamata K., Mori K., Matsudaira K. Effects of an artificial intelligence-assisted health program on workers with neck/shoulder pain, stiffness and low back pain: randomized controlled trial // *JMIR mHealth and uHealth*. 2021. Vol. 9, No. 9. Art. e27535. DOI: 10.2196/27535.
18. Park C., Mummaneni P.V., Gottfried O.N., Shaffrey C.I., Tang A.J., Bisson E.F., Chan A.K. Which supervised machine learning algorithm can best predict achievement of minimum clinically important difference in neck pain after surgery in patients with cervical myelopathy? A QOD study // *Neurosurgical Focus*. 2023. Vol. 54, No. 6. DOI: 10.3171/2023.3.FOCUS2344.
19. Jiménez-Grande D., Farokh Atashzar S., Martinez-Valdes E., Marco De Nun-zio A., Falla D. Kinematic biomarkers of chronic neck pain measured during gait: a data-driven classification approach // *Journal of Biomechanics*. 2021. Vol. 118. Art. 110190. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2021.110190.
20. Harvie D.S., Smith R.T., Moseley G.L., Meulders A., Michiels B., Sterling M. Illusion-enhanced virtual reality exercise for neck pain: a replicated single case series // *Clinical Journal of Pain*. 2020. Vol. 36, No. 1. P. 101–109. DOI: 10.1097/AJP.0000000000000777.
21. Grassini S. Virtual reality assisted non-pharmacological treatments in chronic pain management: a systematic review and quantitative meta-analysis // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. Vol. 19, No. 7. Art. 4071. DOI: 10.3390/ijerph19074071.
22. Dieterich A.V., Yavuz U.Ş., Petzke F., Nordez A., Falla D. Neck muscle stiffness measured with shear wave elastography in women with chronic nonspecific neck pain // *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2020. Vol. 50, No. 4. P. 179–188. DOI: 10.2519/jospt.2020.9212.
23. Ertekin E. Neck pain in rounded shoulder posture: clinico-radiologic correlation by shear wave elastography // *International Journal of Clinical Practice*. 2022. Vol. 2022. Art. e14240. DOI: 10.1111/ijcp.14240.
24. Onda A., Onozato K., Kimura M. Clinical features of neck and shoulder pain (Katakori) in Japanese hospital workers // *Fukushima Journal of Medical Science*. 2022. Vol. 68, No. 2. P. 79–87. DOI: 10.5387/fms.2022-1.
25. Velázquez Saornil J., Sánchez Milá Z., Campón Chekroun A., Barragán Casas J.M., Frutos Llanes R., Rodríguez Sanz D. Effectiveness of Dry Needling and Ischaemic Trigger Point Compression of the Levator Scapulae in Patients with Chronic Neck Pain: A Short-Term Randomized Clinical Trial // *Journal of Clinical Medicine*. 2023. Vol. 12, No. 19. Art. 6136. DOI: 10.3390/jcm12196136.

26. Kragel P.A., Han X., Kraynak T.E., Gianaros P.J., Wager T.D. Functional MRI can be highly reliable, but it depends on what you measure: a commentary on Elliott et al. (2020) // *Psychological Science*. 2021. Vol. 32, No. 4. P. 622–626. DOI: 10.1177/0956797620985835.
27. Boutet A., Madhavan R., Elias G.J., Joel S.E., Gramer R., Ranjan M. [и др.]. Predicting optimal deep brain stimulation parameters for Parkinson's disease using functional MRI and machine learning // *Nature Communications*. 2021. Vol. 12, No. 1. Art. 3043. DOI: 10.1038/s41467-021-23298-1.
28. Cortese S., Aoki Y.Y., Itahashi T., Castellanos F.X., Eickhoff S.B. Systematic review and meta-analysis: resting-state functional magnetic resonance imaging studies of attention-deficit/hyperactivity disorder // *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2021. Vol. 60, No. 1. P. 61–75. DOI: 10.1016/j.jaac.2020.10.011.
29. Yin Y., He S., Xu J., You W., Li Q., Long J. [и др.]. The neuropathophysiology of temporomandibular disorders-related pain: a systematic review of structural and functional MRI studies // *The Journal of Headache and Pain*. 2020. Vol. 21, No. 1. Art. 78. DOI: 10.1186/s10194-020-01133-1.
30. Ihara N., Wakaizumi K., Nishimura D., Kato J., Yamada T., Suzuki T. [и др.]. Aberrant resting-state functional connectivity of the dorsolateral prefrontal cortex to the anterior insula and its association with fear avoidance belief in chronic neck pain patients // *PLoS ONE*. 2019. Vol. 14, No. 8. Art. e0221023. DOI: 10.1371/journal.pone.0221023.
31. Wang X., Ni X., Ouyang X., Zhang Y., Xu T., Wang L. [и др.]. Modulatory effects of acupuncture on raphe nucleus-related brain circuits in patients with chronic neck pain: a randomized neuroimaging trial // *CNS Neuroscience & Therapeutics*. 2024. Vol. 30. Art. e14335. DOI: 10.1111/cns.14335.
32. Yang Q., Xu H., Zhang M., Wang Y., Li D. Volumetric and functional connectivity alterations in patients with chronic cervical spondylotic pain // *Neuroradiology*. 2020. Vol. 62, No. 6. P. 741–748. DOI: 10.1007/s00234-020-02418-7.
33. Adam G., Darcourt J., Roques M., Ferrier M., Gramada R., Meluchova Z. [и др.]. Standard diffusion-weighted imaging in the brain can detect cervical internal carotid artery dissections // *American Journal of Neuroradiology*. 2020. Vol. 41, No. 2. P. 318–322. DOI: 10.3174/ajnr.A6394.
34. Zhang J.K., Jayasekera D., Javeed S., Greenberg J.K., Blum J., Dibble C.F. [и др.]. Diffusion basis spectrum imaging predicts long-term clinical outcomes following surgery in cervical spondylotic myelopathy // *The Spine Journal*. 2023. Vol. 23, No. 4. P. 504–512. DOI: 10.1016/j.spinee.2022.11.003.
35. Zhang J.K., Javeed S., Greenberg J.K., Dibble C.F., Song S.-K., Ray W.Z. Diffusion basis spectrum imaging identifies clinically relevant disease phenotypes of cervical spondylotic myelopathy // *Clinical Spine Surgery*. 2022. Vol. 36, No. 3. P. 134–142. DOI: 10.1097/BSD.0000000000001383.

36. Farrell S.F., Cowin G., Pedler A., Durbridge G., Sterling M. Spinal cord injury is not a feature of chronic whiplash-associated disorder: a magnetic resonance spectroscopy study // *European Spine Journal*. 2021. Vol. 30, No. 3. P. 591–597. DOI: 10.1007/s00586-020-06652-3.
37. Chen Y.-L., He Z.-G., Wang Q., Xiang H.-B., Fan L., Xiong J. Specific patterns of spinal metabolite ratio underlying α -me-5-HT-evoked pruritus compared with compound 48/80 based on proton nuclear magnetic resonance spectroscopy // *Current Medical Science*. 2020. Vol. 40, No. 4. P. 761–766. DOI: 10.1007/s11596-020-2238-y.
38. Wang L., Yu J., Shu D., Huang B., Wang Y., Zhang L. Primary endodermal hemangiopericytoma/solitary fibrous tumor of the cervical spine: a case report and literature review // *BMC Surgery*. 2021. Vol. 21, No. 1. Art. 405. DOI: 10.1186/s12893-021-01366-y.
39. Kollmer J., Bendszus M. Magnetic resonance neurography: improved diagnosis of peripheral neuropathies // *Neurotherapeutics*. 2021. Vol. 18, No. 4. P. 2368–2383. DOI: 10.1007/s13311-021-01084-3.
40. Takahara T., Hendrikse J., Yamashita T., Mali W.P., Kwee T.C., Imai Y., Luijten P.R. Diffusion-weighted MR neurography of the brachial plexus: feasibility study // *Radiology*. 2008. Vol. 249, No. 2. P. 653–660. DOI: 10.1148/radiol.2492080264.
41. Tadenuma H., Abe K., Yoneyama M., Goto Y., Takeyama M., Tanaka I., Sakai S. Improved visualization of diffusion-prepared MR neurography (SHINKEI) in the lumbosacral plexus combining high-intensity reduction (HIRE) technique // *Magnetic Resonance Imaging*. 2020. Vol. 69. P. 22–27. DOI: 10.1016/j.mri.2020.02.006.
42. Eguchi Y., Enomoto K., Sato T., Watanabe A., Sakai T., Norimoto M. [и др.]. Simultaneous MR neurography and apparent T2 mapping of cervical nerve roots before microendoscopic surgery to treat patients with radiculopathy due to cervical disc herniation: preliminary results // *Journal of Clinical Neuroscience*. 2020. Vol. 74. P. 213–219. DOI: 10.1016/j.jocn.2019.08.099.
43. Sato T., Eguchi Y., Norimoto M., Inoue M., Enomoto K., Watanabe A. [и др.]. Diagnosis of lumbar radiculopathy using simultaneous MR neurography and apparent T2 mapping // *Journal of Clinical Neuroscience*. 2020. Vol. 78. P. 339–346. DOI: 10.1016/j.jocn.2020.07.036.
44. Meng W., Chan B.W., Harris C., Freidin M.B., Hebert H.L., Adams M.J. [и др.]. A genome-wide association study finds genetic variants associated with neck or shoulder pain in UK Biobank // *Human Molecular Genetics*. 2020. Vol. 29, No. 8. P. 1396–1404. DOI: 10.1093/hmg/ddaa041.
45. Elliott J.M., Rueckeis C.A., Pan Y., Parrish T.B., Walton D.M., Linnstaedt S.D. microRNA let-7i-5p mediates the relationship between muscle fat infiltration and neck pain disability following motor vehicle collision: a preliminary study // *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11, No. 1. Art. 3140. DOI: 10.1038/s41598-021-82411-1.

46. Giroud M., Karbiener M., Pisani D.F., Ghandour R.A., Beranger G.E., Niemi T. [и др.]. Let-7i-5p represses brite adipocyte function in mice and humans // *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6, No. 1. Art. 28613. DOI: 10.1038/srep28613.
47. Goldstein E.D., Gopal N., Badi M.K., Hodge D.O., De Havenon A., Glover P. [и др.]. CGRP, migraine, and brain MRI in CADASIL: a pilot study // *The Neurologist*. 2023. Vol. 28, No. 4. P. 231–236. DOI: 10.1097/NRL.0000000000000398.
48. Gao Y., Chen Z., Chen S., Wang S., Lin J. Risk factors for neck pain in college students: a systematic review and meta-analysis // *BMC Public Health*. 2023. Vol. 23, No. 1. Art. 1502. DOI: 10.1186/s12889-023-11570-0.
49. Khan Z.K., Ahmed S.I., Baig A.A.M., Farooqui W.A. Effect of post-isometric relaxation versus myofascial release therapy on pain, functional disability, ROM and quality of life in the management of non-specific neck pain: a randomized controlled trial // *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2022. Vol. 23, No. 1. Art. 567. DOI: 10.1186/s12891-022-05683-8.
50. Mahmoud N.F., Hassan K.A., Abdelmajeed S.F., Moustafa I.M., Silva A.G. The relationship between forward head posture and neck pain: a systematic review and meta-analysis // *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. 2019. Vol. 12, No. 4. P. 562–577. DOI: 10.1007/s12178-019-09594-y.

ЦЕРВИКАЛГИЯНЫҢ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ДИАГНОСТИКАСЫНЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ: ҒЫЛЫМИ ШОЛУ

**Калыбаева У.А.¹, Отарбаева М.Б.¹, Баттакова Ш.Б.¹,
Григолашвили М.А.¹, Нуралиева А.Е.¹, Болат Н.Б.¹**

¹«Қарағанды медицина университеті» КеАҚ, (100012, Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ., Гоголь көшесі, 40, e-mail: info@qmu.kz)

1. Калыбаева У.А., «Қарағанды медицина университеті» КеАҚ неврология, психиатрия және реабилитология кафедрасы, e-mail: info@qmu.kz
2. Отарбаева М.Б., e-mail: mb.otarbaeva103@mail.ru
3. Баттакова Ш.Б., e-mail: sharbanu_battakova@mail.ru
4. Григолашвили М.А., e-mail: Grigolashvili@qmu.kz
5. Нуралиева А.Е., e-mail: nuraliyeva.9898@mail.ru
6. Болат Н.Б., e-mail: info@qmu.kz

Тұжырым

Бұл шолу мақаланың мақсаты – цервикалгияны дифференциалды диагностикалаудың қазіргі заманғы инновациялық әдістерін жүйелеу және талдау. Цервикалгия, немесе мойынның ауруы, жиі мойын омыртқасының дегенеративті-дистрофиялық өзгерістерімен байланысты кең таралған патология болып табылады. Соңғы жылдары ультрадыбыстық эластография, функционалдық магниттік-резонанстық томография (фМРТ), молекулярлық диагностика, диффузиялық-өлшенген МРТ, постуральды талдау, сондай-ақ виртуалды және қосымша шындық технологиялары сияқты жаңа диагностикалық әдістер пайда болды. Бұл инновациялық әдістер мойын омыртқасының жағдайын дәлірек және объективті бағалауға, патологиялық өзгерістердің ерте белгілерін анықтауға және мойынның ауырсынуын дифференциалды диагностикалауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ МРТ спектроскопиясы және оптикалық когерентті томография сияқты озық технологиялар қарастырылады. Медициналық бейнелерді талдау үшін жасанды интеллект пен машиналық оқытуды қолдануға ерекше назар аударылады. Бұл мақалада бұл инновациялық тәсілдердің артықшылықтары мен болашағы, сондай-ақ олардың медициналық көмектің сапасын жақсартуға және пациенттердің өмір сапасын арттыруға әсері талқыланады.

Түйінді сөздер: цервикалгия; дифференциалды диагноз; ультрадыбыстық эластография; функционалдық магниттік-резонанстық томография; молекулярлық диагностика

INNOVATIVE METHODS OF DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF CERVICALGIA: A SCIENTIFIC REVIEW

**Kalybayeva U.A.¹, Otarbayeva M.B.¹, Battakova Sh.B.¹,
Grigolashvili M.A.¹, Nuralieva A.E.¹, Bolat N.B.¹**

¹NC JSC «Karaganda Medical University» (100008, Republic of Kazakhstan, Karaganda, Gogol str., 40; e-mail: info@qmu.kz)

1. Kalybayeva U.A., Department of Neurology, Psychiatry and Rehabilitation of NC JSC «Medical University of Karaganda», e-mail: info@qmu.kz
2. Otarbaeva M.B., e-mail: mb.otarbaeva103@mail.ru
3. Battakova Sh.B., e-mail: sharbanu_battakova@mail.ru
4. Grigolashvili M.A., e-mail: Grigolashvili@qmu.kz
5. Nuralieva A.E., e-mail: nuraliyeva.9898@mail.ru
6. Bolat N.B., e-mail: info@qmu.kz

Summary

The aim of this review article is to systematize and analyze modern innovative methods for the differential diagnosis of cervicgia. Cervicgia, or neck pain, is a common pathology often associated with degenerative-dystrophic changes in the cervical spine. In recent years, new diagnostic methods such as ultrasound elastography, functional magnetic resonance imaging (fMRI), molecular diagnostics, diffusion-weighted MRI, postural analysis, as well as virtual and augmented reality technologies have emerged. These innovative methods allow for a more precise and objective assessment of the condition of the cervical spine, the identification of early signs of pathological changes, and the differential diagnosis of neck pain. Advanced technologies such as magnetic resonance spectroscopy and optical coherence tomography are also considered. Special attention is paid to the use of artificial intelligence and machine learning for the analysis of medical images. This article discusses the advantages and prospects of these innovative approaches, as well as their impact on improving the quality of medical care and enhancing patients' quality of life.

Key words: cervicgia; differential diagnosis; elasticity imaging techniques; functional MRI; molecular diagnostic techniques

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УСЛОВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ПЕРСОНАЛ КАБИНЕТА ФИЗИОТЕРАПИИ

Перов С.Ю.¹, Кормилицин А.А.¹

¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (105275, Российская Федерация, г. Москва, Проспект Буденного, д. 31, e-mail: info@irioh.ru)

1. Перов С.Ю., д.б.н., заведующий лабораторией электромагнитных полей ФГБНУ «НИИ МТ», e-mail: perov@irioh.ru
2. Кормилицин А.А., e-mail: kormilitsin@irioh.ru

Электромагнитные поля на рабочих местах персонала кабинетов физиотерапии могут являться фактором риска здоровью работников, поэтому требуется их адекватная гигиеническая оценка. Проведённые исследования физиотерапевтического оборудования показали превышение российских гигиенических нормативов более чем в 5 раз. Для обеспечения адекватной гигиенической оценки электромагнитной обстановки необходимо учитывать сочетанное воздействие электромагнитных полей различных частот и режимов генерации, проводить индивидуальный мониторинг экспозиции, а также биологические исследования.

Ключевые слова: гигиеническое нормирование и контроль ЭМП радиочастотного диапазона, численная дозиметрия, широкополосные измерения

Введение. Медицинские работники на своих рабочих местах подвергаются воздействию вредных факторов различной природы, среди которых присутствуют электромагнитные поля, генерируемые различной аппаратурой для диагностики (например, магнитно-резонансные томографы), электрохирургии (в т.ч. электрокоагуляции и электрофульгурации) и физиотерапии. Благодаря высокой биологической активности в физиотерапии используются электрические, магнитные и электромагнитные поля различных частот (от единиц Гц до десятков ГГц), интенсивностей и модуляций, причем широкое распространение получили методы ультравысокочастотной (УВЧ или коротковолновой - КВ; 13,56, 27,12 и 40,68 МГц) и микроволновой (МКВ; 433,9, 460, 915 и 2450 МГц) терапии. Использоуе-

мая в данных методах аппаратура создает высокоинтенсивные ЭМП (излучаемая мощность в непрерывном режиме составляет до 500 Вт и 250 Вт у аппаратов УВЧ- и МКВ-терапии соответственно), энергия которого поглощается тканями тела пациента, что приводит к их прогреву. Это приводит к усилению кровотока и увеличению скорости обменных процессов в облучаемой ткани, обеспечивая лечебный эффект. Но при этом крайне сложно создать условия для поглощения энергии ЭМП исключительно в теле пациента, что делает данные ЭМП фактором риска здоровью медицинских работников, обслуживающих аппараты физиотерапии.

Согласно данным литературы, у работников физиотерапевтических кабинетов может наблюдаться повышенная частота заболеваний сердечно-сосудистой, нервной, иммунной систем, кожи и опорно-двигательного аппарата, а также осложнений беременности [1, 2].

Гигиенические исследования электромагнитной обстановки в физиотерапевтических отделениях показали, что максимальные превышения предельно допустимых уровней были зарегистрированы на рабочих местах у аппаратов УВЧ- и МКВ-терапии [3]. Обзор литературных источников показывает, что при работе подобной аппаратуры отмечаются превышения как российских ПДУ, так и контролируемых уровней, устанавливаемых нормативами ICNIRP, IEEE, FCC и т.д. [4-7].

При этом проведение адекватной гигиенической оценки осложняется тем, что на рабочих местах присутствуют ЭМП различных частот и режимов излучения (непрерывные и импульсные с различной скважностью) в различных сочетаниях, а в ряде случаев воздействие ЭМП не нормируется (например, в действующем российском СанПиН 1.2.3685-21 не нормируется напряженность магнитного поля в диапазоне частот 3 – 30 МГц [8], в котором работают аппараты УВЧ-терапии).

В связи с этим, перспективным направлением в оценке воздействия ЭМП на медицинский персонал является численная дозиметрия с расчетом удельной поглощенной мощности (УПМ; SAR; Вт/кг). Дозиметрия позволит выделить в фантоме тела человека зоны с максимальными уровнями поглощения энергии ЭМП («горячие пятна» - кандидаты в органы-мишени), а также оценить воздействие ЭМП на частотах, для которых в настоящее время отсутствуют гигиенические нормативы, и выявить возможность возникновения «горячих пятен» в отдельных органах и тканях организма даже при соблюдении российских ПДУ. Полученные данные о распределении УПМ могут применяться при планировании дизайна экспериментальных исследований *in vivo* и *in vitro*, позволяя выделить органы и ткани, на показатели которых необходимо обратить первоочередное внимание при определении механизмов биологического действия ЭМП. Также численная дозиметрия позволяет более точно переносить полученные в экспериментах биологические эффекты с животных на человека. Для проведения числен-

ной дозиметрии требуются натурные измерения уровней ЭМП на рабочих местах рядом с аппаратами УВЧ- и МКВ-терапии.

Целью данной работы является разработка модели условий воздействия ЭМП на персонал физиотерапевтического отделения, работающий с аппаратами УВЧ- и МКВ-терапии.

Материалы и методы. Исследование проводилось в кабинете УВЧ- и МКВ-терапии физиотерапевтического отделения клиники ФГБНУ «НИИ МТ». Исследовались 2 аппарата: УВЧ-70-01А (Центральный НИИ измерительной аппаратуры, СССР) с максимальной мощностью 66 Вт (частота $27,120 \pm 0,163$ МГц, использовались емкостные аппликаторы) и BTL-6000 Microwave (BTL Industries, Великобритания) с максимальной мощностью в непрерывном режиме 250 Вт (частота 2460 ± 10 МГц). Измерения проводились в точках контроля 1 – 5 как показано на рисунке 1. Во всех точках контроля измерения проводились для рабочей позы «стоя» (высоты измерения 0,5, 1,0 и 1,7 м) согласно письму Роспотребнадзора от 23.06.2021 № 02/12560-2021-32 [9].

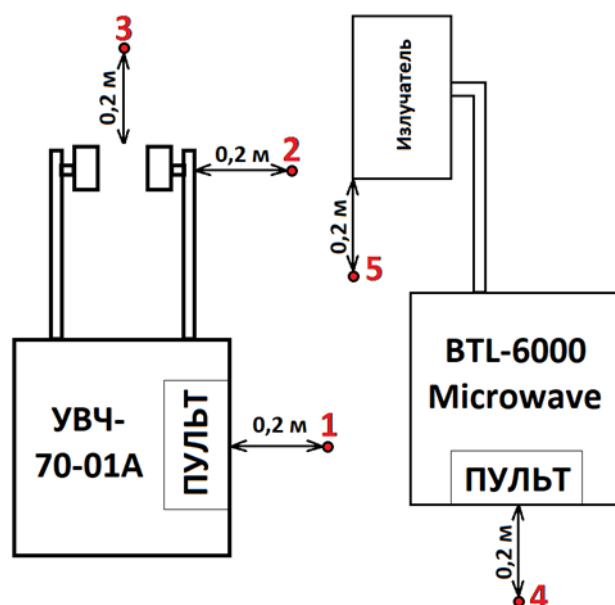


Рисунок 1 – Схема расположения точек контроля 1 - 5; расстояние между аппаратами не в масштабе.

В точках 1 – 3 проводились измерения напряженностей электрического и магнитного полей (Е и Н соответственно), в точках 4 и 5 измерялась плотность потока энергии (ППЭ). Для проведения измерений использовались измерители параметров ЭМП Narda Broadband Meter NBM-550 (Narda-STS, ФРГ) с изотропной антенной-преобразователем HF0191 (измеряет Н в диапазоне 27 МГц – 1 ГГц)

и EMR-200 (W&G, ФРГ) с изотропной антенной-преобразователем тип 9.2 (измеряет E в диапазоне 10 МГц – 18 ГГц). Измерения в каждой точке проводились по 180 секунд, после чего рассчитывались средние значения. Аппараты работали на наибольших среди используемых в данном кабинете мощностях, данные режимы были выбраны по результатам консультаций с персоналом. В связи с отсутствием гигиенических нормативов напряженности магнитного поля на частоте 27,12 МГц для его ориентировочной гигиенической оценки использовались значения ПДУ для диапазона 30 – 50 МГц (как ближайшего, имеющего установленный ПДУ). Проводилась оценка условий труда по коэффициенту превышения максимального ПДУ ($K_{\text{макс}}$), а также оценка наихудших условий путем расчета коэффициента превышения ПДУ энергетической экспозиции (ПДУ ЭЭ) в контрольных точках с учетом результатов хронометражных исследований. Хронометражные исследования проводились в течение 10 дней работы кабинета УВЧ- и МКВ-терапии, при этом регистрировалось время нахождения каждого медицинского работника (3 женщины) в кабинете во время работы аппаратов физиотерапии. Расчет коэффициента превышения ПДУ ЭЭ проводился для каждого медицинского работника и каждого аппарата физиотерапии отдельно, для расчетов использовались максимальные значения E/H или ППЭ, максимальное $T_{\text{макс}}$ и среднее $T_{\text{ср}}$ время нахождения в кабинете в сутки.

Коэффициент превышения максимального ПДУ рассчитывался по формуле (1), значения ПДУ_{макс} брались в соответствии с таблицей 5.12 из СанПиН 1.2.3685-21.

$$K_{\text{макс}} = \frac{\text{Измеренное значение } E, H \text{ или ППЭ}}{\text{ПДУ}_{\text{макс}} \text{ для } E, H \text{ или ППЭ}} \quad (1)$$

Итоговое значение $K_{\text{макс}}$ выбиралось исходя из оцениваемого параметра (E/H или ППЭ) и того, по какому показателю $K_{\text{макс}}$ выше (E или H).

Коэффициент превышения ПДУ ЭЭ рассчитывался по формуле (2) согласно письму Роспотребнадзора от 23.06.2021 № 02/12560-2021-32 и СанПиН 1.2.3685-21:

$$K_{\text{ЭЭ}} = \frac{\text{ЭЭ}_E}{\text{ЭЭ}_{\text{ПДУ}}} + \frac{\text{ЭЭ}_H}{\text{ЭЭ}_{\text{ПДУ}}} + \frac{\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}}}{\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ ПДУ}}}, \quad (2)$$

$$\text{ЭЭ}_E = E^2 \cdot T, \quad (3)$$

$$\text{ЭЭ}_H = H^2 \cdot T, \quad (4)$$

$$\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}} = \text{ППЭ} \cdot T, \quad (5)$$

где T – время нахождения медицинского работника в кабинете, ч; значения ПДУ ЭЭ брались в соответствии с таблицей 5.11 из СанПиН 1.2.3685-21.

Для численного дозиметрического моделирования использовались система автоматизированного проектирования (САПР) T-FLEX CAD (Топ Системы, РФ),

среда моделирования SEMCAD X v.20 (SPEAG AG, Швейцарская конфедерация) и рабочая станция расчета численных моделей со специализированными аппаратными ускорителями по технологии NVIDIA CUDA (NVIDIA, США). При моделировании исследовалось распределение локальной УПМ, приведенной на 10 г массы по стандарту IEEE/IEC 62704-1 [10], в фантоме тела женщины Ella v3.0 (SPEAG AG, Швейцарская конфедерация) [11], так как женщины составляют подавляющее большинство персонала (медсестер), отпускающего процедуры для пациентов, в т.ч. в исследованном кабинете.

В России величина УПМ может использоваться для оценки воздействия ЭМП на человека согласно ГОСТ IEC 62311-2013 [12] и МР 2.1.10.0061-12 [13], однако ПДУ по УПМ для работников не установлены. Поэтому в исследовательских целях в данной работе используются международные стандарты ICNIRP 2020 [14] и IEEE C95.1-2019 [15].

Результаты исследования. Результаты измерений параметров ЭМП и расчета $K_{\text{макс}}$ приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты измерений электромагнитной обстановки

Аппарат физиотерапии, режим работы	Точка контроля	Высота точки контроля над полом, м	Е, В/м	Н, А/м	ППЭ, мкВт/см ²	$K_{\text{макс}}$, раз
УВЧ-70-01А (40 Вт, непрерывный)	1	0,5	79,8	0,090	-	0,27
		1,0	150,5	0,107	-	0,50
		1,7	11,4	0,036	-	0,04
	2	0,5	236,7	0,084	-	0,79
		1,0	791,0	0,475	-	2,64
		1,7	25,0	0,049	-	0,08
	3	0,5	108,9	0,070	-	0,36
		1,0	335,9	0,174	-	1,12
		1,7	28,7	0,045	-	0,10
BTL-6000 Microwave (50 Вт, импульсный: коэффициент заполнения 0,2, частота импульсов 1 Гц)	4	0,5	-	-	77,7	0,08
		1,0	-	-	115,6	0,12
		1,7	-	-	50,3	0,05
	5	0,5	-	-	3330,8	3,33
		1,0	-	-	848,6	0,85
		1,7	-	-	170,4	0,17

Из полученных данных видно, что в точках 2, 3 и 5 были зарегистрированы превышения максимальных ПДУ. При оценке согласно приказу Минтруда России от 21.11.2023 № 817н для каждой точки класс условий труда составит 3.1, что в сумме даст класс условий труда 3.2, при расчете по Р 2.2.2006-05 результат будет аналогичным. Результаты расчетов $K_{\text{ЭЭ}}$ с учетом хронометражных исследований

приведены в таблице 2, энергетические экспозиции рассчитывались исходя из максимальных значений Е, Н и ППЭ для всех рабочих мест каждого из аппаратов.

Таблица 2 – Результаты расчетов К_{ЭЭ}

Источник воздействия	Работник, №	Дни работы	T _{ср} , мин	T _{макс} , мин	K _{ЭЭср} , раз	K _{ЭЭмакс} , раз
УВЧ-70-01А	1	3	3,48	4,14	5,20	6,18
	2	1	0,66	0,66	0,99	0,99
BTL-6000 Microwave	1	10	5,76	12,9	1,60	3,58
	2	9	5,76	13,8	1,60	3,84
	3	1	11,34	11,34	3,14	3,14
Общее	1	10	-	-	3,15	7,62
	2	9	-	-	1,71	3,84
	3	1	11,34	11,34	3,14	3,14
Примечания: Дни работы – количество дней, в которые медработник работал с данным аппаратом; K _{ЭЭср} – коэффициент превышения ПДУ ЭЭ при расчете по T _{ср} ; K _{ЭЭмакс} – коэффициент превышения ПДУ ЭЭ при расчете по T _{макс} .						

На основании данных из таблиц 1 и 2 можно сделать вывод, что класс условий труда при оценке по приказу Минтруда РФ от 21.11.2023 № 817н составит 3.2. При оценке по Р 2.2.2006-05 для рабочих мест у аппарата BTL-6000 Microwave класс условий труда составит 3.2, для рабочих мест у аппарата УВЧ-70-01А составит 3.3, итоговый класс составит 3.3.

Ввиду того, что аппарат BTL-6000 Microwave использовался значительно интенсивнее, чем УВЧ-70-01А, а в точке контроля № 5 зарегистрированы наибольшие превышения максимального ПДУ, то было принято решение провести моделирование электромагнитной обстановки у аппарата BTL-6000 Microwave. Для этого в программе T-FLEX CAD была построена трехмерная данного аппарата и проведены измерения ЭМП, создаваемого аппликатором. Далее в программе SEMCAD X было проведено моделирование генерируемого ЭМП и проведена оптимизация с использованием ранее измеренных значений. Расхождения между результатами численного моделирования и натурными измерениями не превышали 25 %. После чего в программном пакете SEMCAD X было проведено моделирование рабочего места у аппарата BTL-6000 Microwave и электромагнитной обстановки на нем.

Моделирование условий воздействия ЭМП в точке контроля № 4 показало, что превышений уровней УПМ по ICNIRP 2020 и IEEE C95.1-2019 нет, максимальные уровни локальной УПМ зарегистрированы в тканях стоп (кожа, связки, сухожилия, кости) – до 0,8 Вт/кг.

По результатам моделирования в точке контроля № 5 зарегистрированы превышения стандартов ICNIRP 2020 и IEEE C95.1-2019 для населения (0,08

Вт/кг) для воздействия на все тело – 0,088 Вт/кг. Также были определены локальные превышения вышеуказанных стандартов для населения (4 Вт/кг) в кисти правой руки: в коже – до 6,9 Вт/кг, сухожилиях, связках и дистальных фалангах – до 6,6 Вт/кг, в проксимальных фалангах – до 4,6 Вт/кг. При этом уровни основных ограничений общей и локальной УПМ для профессиональных условий воздействия составляют 0,4 и 20 Вт/кг соответственно.

Выводы. Данная работа подтвердила литературные данные других исследований о наличии многократных превышений ПДУ на рабочих местах [1,3], что показывает актуальность исследований в данной области. Наличие максимумов УПМ в кистях рук и стопах ног соответствует литературным данным о повышенном риске заболеваний кожи и опорно-двигательного аппарата у персонала кабинетов физиотерапии. Условия труда в исследованном кабинете УВЧ- и МКВ-терапии относятся к классу вредности 3.3 по Р 2.2.2006-05 (3.2 при оценке по приказу Минтруда России от 21.11.2023 № 817н). Полученная модель электромагнитной обстановки может использоваться при планировании экспериментальных исследований *in vivo* и *in vitro*. Для более точной оценки воздействия ЭМП требуется проведение дальнейших исследований в физиотерапевтических отделениях других лечебно-профилактических учреждений, применение носимых экспозиметров ЭМП РЧ для более точной оценки экспозиции, моделирование воздействия аппаратов УВЧ-терапии, а также сочетанного действия аппаратов УВЧ- и МКВ-терапии.

Литература

1. Vesselinova L. Long-term, low-intensity, heterogeneous electromagnetic fields: influence on physiotherapy personnel morbidity profile // *Electromagnetic Fields in Biology and Medicine* / ed. by M.S. Markov. Boca Raton: CRC Press, 2015. Chapter 22. P. 363-382.
 2. Shah S.G.S., Farrow A. Systematic literature review of adverse reproductive outcomes associated with physiotherapists' occupational exposures to non-ionising radiation // *Journal of Occupational Health*. 2014. Vol. 56. No. 5. P. 323-331. DOI: 10.1539/joh.13-0196-RA.
 3. Рубцова Н.Б., Марков Д.В., Шеина А.Н. Электромагнитные поля физиотерапевтического оборудования как источник потенциальной опасности для медицинского персонала // *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2012. № 4. С. 48-54.
- [Rubtsova N.B., Markov D.V., Sheina A.N. Elektromagnitnye polya fizioterapevticheskogo oborudovaniya kak istochnik potentsial'noi opasnosti dlya meditsinskogo personala // *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya*. 2012. No. 4. P. 48-54.]

4. Andrikopoulos A., Adamopoulos A., Seimenis I., Koutsojannis C. Microwave diathermy in physiotherapy units: a survey on spatial and time heterogeneity of the electromagnetic field // *Journal of Radiological Protection*. 2017. Vol. 37. No. 2. P. N27-N41. DOI: 10.1088/1361-6498/aa6e63.

5. Burriesci G., Mainero Rocca L., Rubbonello G., Comelli M. et al. Protocols of electromagnetic fields measurement for workers exposure evaluation in rehabilitation centers // 2024 4th URSI Atlantic Radio Science Meeting (AT-RASC). Meloneras, Spain, 2024. P. 1-4. ISBN 979-8-3503-6025-7.

6. Stam R., Yamaguchi-Sekino S. Occupational exposure to electromagnetic fields from medical sources // *Industrial Health*. 2018. Vol. 56. No. 2. P. 96-105. DOI: 10.2486/indhealth.2017-0191.

7. Aniołczyk H., Mariańska M., Mamrot P. Assessment of occupational exposure to radio frequency electromagnetic fields // *Medycyna Pracy*. 2015. Vol. 66. No. 2. P. 199-212. DOI: 10.13075/mp.5893.00106.

8. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. М.: Центрмг, 2021. 736 с.

[SanPiN 1.2.3685-21. Gigienicheskie normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy obitaniya. Moscow: Tsentrimg, 2021. 736 p.]

9. Письмо Роспотребнадзора от 23.06.2021 № 02/12560-2021-32 «Об оценке воздействия физических факторов».

[Pis'mo Rospotrebnadzora ot 23.06.2021 No. 02/12560-2021-32 «Ob otsenke vozddeistviya fizicheskikh faktorov».]

10. IEC/IEEE 62704-1:2017. IEC/IEEE International Standard for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Body from Wireless Communications Devices, 30 MHz to 6 GHz. Part 1: General Requirements for Using the Finite Difference Time-Domain (FDTD) Method for SAR Calculations. New York: IEEE, 2017. 81 p.

11. Gosselin M.C., Neufeld E., Moser H., Huber E. et al. Development of a new generation of high-resolution anatomical models for medical device evaluation: the Virtual Population 3.0 // *Physics in Medicine and Biology*. 2014. Vol. 59. No. 18. P. 5287-5303. DOI: 10.1088/0031-9155/59/18/5287.

12. ГОСТ IEC 62311-2013. Оценка электронного и электрического оборудования в отношении ограничений воздействия на человека электромагнитных полей (0 Гц – 300 ГГц). М.: Российский институт стандартизации, 2024. 58 с.

[GOST IEC 62311-2013. Otsenka elektronnogo i elektricheskogo oborudovaniya v otnoshenii ogranichenii vozddeistviya na cheloveka elektromagnitnykh polei (0 Hz – 300 GHz). Moscow: Rossiiskii institut standartizatsii, 2024. 58 p.]

13. МР 2.1.10.0061-12. Оценка риска для здоровья населения при воздействии переменных электромагнитных полей (до 300 ГГц) в условиях населенных мест: методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013. 35 с.

[MR 2.1.10.0061-12. Otsenka riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozddeistvii peremennykh elektromagnitnykh polei (do 300 GHz) v usloviyakh naselennykh mest: metodicheskie rekomendatsii. Moscow: Federal'nyi tsentr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2013. 35 p.]

14. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz) // Health Physics. 2020. Vol. 118. No. 5. P. 483-524. DOI: 10.1097/HP.0000000000001210.

15. IEEE C95.1-2019. IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz. New York: IEEE, 2019. 310 p.

ФИЗИОТЕРАПИЯ КАБИНЕТИ ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРІНЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ӨРІСТЕРДІҢ ӘСЕР ЕТУ ЖАҒДАЙЛАРЫНЫҢ МОДЕЛІН ӘЗІРЛЕУ

Перов С.Ю.¹, Кормилицин А.А.¹

¹«Академик Н.Ф. Измеров атындағы Еңбек медицинасы ғылыми-зерттеу институты» ФМБФМ (105275, Ресей Федерациясы, Мәскеу қ., Будённый даңғылы, 31, e-mail: info@irioh.ru)

1. Перов С.Ю., б.ғ.д., электромагниттік өрістер зертханасының меңгерушісі, ФМБФМ «Еңбек медицинасы ҒЗИ», e-mail: perov@irioh.ru

2. Кормилицин А.А., e-mail: kormilitsin@irioh.ru

Тұжырым

Физиотерапиялық жабдықтардан шығатын электромагниттік өрістер адам денсаулығына қауіп төндіруі мүмкін, сондықтан олардың тиісті гигиеналық бағалауы қажет. Зерттеулер физиотерапиялық жабдықтардың орыс гигиеналық нормаларынан 5 еседен астам асып кеткенін көрсетті. Электромагниттік жағдайды тиісті гигиеналық бағалау үшін әртүрлі жиіліктер мен генерация режимдеріндегі электромагниттік өрістердің біріктірілген әсерін есепке алу, жеке экспозицияны бақылау және биологиялық зерттеулер жүргізу қажет.

Түйінді сөздер: радиожіілік диапазонындағы электромагниттік өрістерді гигиеналық нормалау және бақылау, сандық дозиметрия, кеңжолалық өлшеулер.

ISSN 3106-5538

Гигиена труда и медицинская экология. №2, 2026

DEVELOPMENT OF A MODEL OF CONDITIONS FOR ELECTROMAGNETIC FIELD EXPOSURE ON PHYSIOTHERAPY ROOM PERSONNEL

Perov S.Yu.¹, Kormilitsin A.A.¹

¹Federal State Budgetary Scientific Institution «Izmerov Research Institute of Occupational Health» (105275, Russian Federation, Moscow, Budyonny Avenue, 31, e-mail: info@irioh.ru)

1. Perov S.Yu., Doctor of Biological Sciences, Head of the Electromagnetic Fields Laboratory, FSBSI «Izmerov Research Institute of Occupational Health», e-mail: perov@irioh.ru

2. Kormilitsin A.A., e-mail: kormilitsin@irioh.ru

Summary

Electromagnetic fields exposure from physiotherapy equipment can be human health risk factor, therefore their adequate hygienic assessments are necessity. Studies of the physiotherapy equipment showed an excess of Russian hygiene norms more than 5 times. Electromagnetic condition adequate hygienic assessment requires accounting of combined EMF exposure of various frequencies and generation modes, personal exposure monitoring and biological studies.

Key words: hygienic standardization and control of radiofrequency electromagnetic fields, numerical dosimetry, broadband measurements.

**ҚАЗІРГІ ҚАЛАЛЫҚ ЖАЛПЫ БІЛІМ БЕРУ ҰЙЫМДАРЫНДАҒЫ
САНИТАРЛЫҚ-ЭПИДЕМИОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРДЫ КЕШЕНДІ
ГИГИЕНАЛЫҚ БАҒАЛАУ**

Амангелдіқызы А.¹

¹«Астана медицина университеті» КеАҚ (010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Бейбітшілік к. 49 а, e-mail: mail@amu.kz)

1. Амангелдіқызы А., «Астана медицина университеті КеАҚ» Қоғамдық денсаулық сақтау факультетінің 1 курс магистранты, Астана қ., e-mail: Amangeldiqyzy.a@mail.ru

Қазіргі уақытта мектеп оқушыларының денсаулығы қоғамдық денсаулық сақтаудың, мемлекеттің маңызды мәселелерінің бірі болып табылады. Білім беру процесінің қарқындылығы, оқу жүктемесінің жоғары болуы, оқу ортасының гигиеналық талаптарға толық сәйкес келмеуі оқушылардың аурушандығына әсер ететін негізгі факторлардың қатарына жатады. Бұл мақалада Астана қаласындағы жалпы білім беру ұйымдарында білім беру процесін ұйымдастырумен байланысты оқушылардың денсаулығына әсер етуі мүмкін мектеп ортасындағы гигиеналық факторлар және олардың алдын алу шаралары қарастырылады.

Кілт сөздер: санитарлық-эпидемиологиялық салауаттылық, оқушылар денсаулығы, мектеп гигиенасы, аурушандық, микроклимат, санитариялық-гигиеналық жағдай.

Өзектілігі. Балалар денсаулығы – мемлекеттің стратегиялық ресурсы. Қоғамдық денсаулық сақтаудың маңызды бағыттарының бірі – мектеп жасындағы балалардың денсаулығын қорғау және нығайту. Мектеп ғимараттарының санитарлық-гигиеналық жағдайы, жарықтандыру деңгейі, сондай-ақ санитарлық-эпидемиологиялық нормалардың сақталуы оқушылардың денсаулығына тікелей әсер етеді.

Астана қаласы қарқынды дамып келе жатқан мегаполис ретінде мектептердегі оқушы санының артуы, урбанизация және экологиялық факторлар санитарлық-эпидемиологиялық жағдайға ықпал етеді. Сондықтан қала мектептерінде санитарлық-гигиеналық нормалардың сақталуын кешенді бағалау қоғамдық денсаулық сақтау үшін өзекті мәселе болып табылады.

Қазіргі кезеңде мектеп ортасының санитарлық-эпидемиологиялық салауаттылығын бағалау ҚР Денсаулық сақтау министрлігінің нормативтік құжаттарымен қатаң регламенттеледі. Алайда ғылыми зерттеулер деректері санитарлық талаптардың сақталуымен қатар, оқушылар денсаулығына әсер ететін кешенді факторларды ескеру қажеттігін көрсетеді.

Қазақстан Республикасында білім беру объектілерінің санитарлық-эпидемиологиялық талаптары ҚР ДСМ-нің 2021 жылғы №76 бұйрығымен бекітілген. Аталған құжатта мектеп ғимараттарының орналасуы, сыныптардың толымдылығы, микроклимат, жарықтандыру, желдету және санитарлық-тұрмыстық жағдайларға қойылатын талаптар нақты көрсетілген. Сонымен қатар 2022 жылғы №15 бұйрықта физикалық факторлардың (шу, діріл, микроклимат) гигиеналық нормативтері белгіленген. Мектеп жиһазы мен жабдықтарының қауіпсіздігі ГОСТ 28139-89 стандартымен регламенттеледі [1, 2, 3].

Ү.И.Кенесариевтің еңбектерінде балалар мен жасөспірімдер гигиенасының теориялық негіздері қарастырылып, оқу ортасының гигиеналық талаптарын сақтамау функционалдық ауытқулардың дамуына әкелетіні көрсетілген. Қалалық мектептерде сыныптардың шамадан тыс толуы, ауа алмасудың жеткіліксіздігі және жарықтандырудың төмендігі жиі кездесетін мәселелер ретінде сипатталады [4].

Зерттеудің мақсаты. Астана қаласының қазіргі жалпы білім беру ұйымдарындағы санитарлық-эпидемиологиялық жағдайға гигиеналық баға беру және алынған мәліметтер негізінде оны жақсарту бойынша ғылыми негізделген ұсыныстар әзірлеу.

Зерттеу әдістері. Зерттеуге Астана қаласындағы мектеп-гимназия алынды. Мектеп ортасының факторларын гигиеналық бағалау қалалық мектептің оқу кабинеттерінде, зертханаларында, дәліздерінде, спорт залдарында, асханада, санитарлық тораптарда микроклимат жағдайлары, табиғи және жасанды жарықтандыру, шу, электромагниттік және электростатикалық сәулелену көрсеткіштері бойынша өткізілді. Білім беру ұйымынан алынған нәтижелер «Білім беру объектілеріне қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитариялық қағидаларын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2021 жылғы 5 тамыздағы № ҚР ДСМ-76 бұйрығына, «Адамға әсер ететін физикалық факторлардың гигиеналық нормативтерін бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2022 жылғы 16 ақпандағы № ҚР ДСМ-15 бұйрығына сәйкес бағаланды [2].

Нәтижелерді статистикалық өңдеу Microsoft Excel бағдарламасының көмегімен жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері. Зерттеу 2026 жылдың сәуір айында мектеп ғимаратының әртүрлі функционалдық үй-жайларында (негізгі оқу кабинеттері, информатика кабинеттері, спорт залы, асхана, дәліздер және санитарлық тораптар) жүргізілді. Зерттеу барысында ауа температурасы, салыстырмалы ылғалдылық және ауа қозғалысының жылдамдығы, электр және магнит өрістерінің көрсеткіштері,

шу, жарықтандыру жүйесі анықталды. Мектеп үй-жайларындағы микроклимат көрсеткіштерін салыстырмалы бағалау олардың әртүрлі функционалдық орындарда біркелкі еместігін көрсетті.

Ауа температурасы барлық зерттелген нысандарда салыстырмалы түрде тұрақты және $24,9\text{--}26,1^{\circ}\text{C}$ аралығында ауытқыды. Ең жоғары температура оқу кабинеттері мен спорт залында ($26,0\text{--}26,1^{\circ}\text{C}$), ал ең төмен көрсеткіш санитарлық тораптарда ($24,9^{\circ}\text{C}$) тіркелді (кесте 1).

Салыстырмалы ылғалдылық көрсеткіштері $37,5\text{--}40,0\%$ диапазонында өзгерді. Ең жоғары ылғалдылық спорт залында және асханада (40%), ал ең төмен деңгей дәлізде ($37,5\%$) анықталды.

Ауа қозғалысының жылдамдығы бойынша айтарлықтай айырмашылық байқалды: $0,2\text{--}0,3$ м/с аралығында. Ең жоғары мәндер оқу кабинеттері, спорт залы және асханада ($0,3$ м/с), ал ең төмен көрсеткіш санитарлық тораптар мен дәліздерде ($0,2$ м/с) анықталды.

Жалпы алғанда, микроклимат көрсеткіштері арасында айқын ауытқулар байқалмады, алайда жекелеген үй-жайларда температураның жоғарылауы және ауа қозғалысының күшеюі тіркелген. Мектептер - балалар білім алып, ойнайтын маңызды орын. Балаларға күніне орта есеппен 6 сағат өткізетін жерде қауіпсіз ортаны қамтамасыз ету маңызды. Мектеп кабинеттеріндегі температура, ылғалдылық және ауа алмасу деңгейі балалардың денсаулығына әсер етеді. Желдетудің жеткіліксіздігі оқушылардың шаршағыштығын арттырады [5].

Микроклимат параметрлері арасындағы өзара байланысты бағалау үшін корреляциялық талдау жүргізілді.

Ауа температурасы мен салыстырмалы ылғалдылық арасында әлсіз оң корреляциялық байланыс анықталды ($r \approx 0,29$), бұл температура артқан сайын ылғалдылықтың шамалы өсу тенденциясын көрсетеді.

Ауа температурасы мен ауа қозғалысының жылдамдығы арасында орташа оң байланыс байқалды ($r \approx 0,65$). Бұл жоғары температура жағдайында ауа алмасу қарқындылығының артуымен түсіндірілуі мүмкін.

Салыстырмалы ылғалдылық пен ауа қозғалысының жылдамдығы арасында әлсіз оң корреляция анықталды ($r \approx 0,36$).

Жалпы алғанда, алынған корреляциялық байланыстар микроклимат көрсеткіштері арасында тікелей күшті тәуелділіктің жоқ екенін, бірақ олардың өзара белгілі бір деңгейде байланысты екенін көрсетеді.

Кесте 1 - Білім беру ұйымындағы микроклимат көрсеткіштері

Мектеп үй-жайларында өлшеу орны	Мектеп үй-жайларында көрсеткіштерді тіркеу кезеңі	Микроклимат көрсеткіштері		
		Ауа температурасы, °C	Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы, %	Ауа қозғалысының жылдамдығы, м/с
Оқу кабинеттері	Сәуір 2026	26,1°C	38,6%	0.3 м/с
Информатика кабинеті		25°C	38%	0.2 м/с
Спортзал		26°C	40%	0.3 м/с
Асхана		25,4°C	40%	0,3 м/с
Дәліздер		25,9°C	37,5%	0.2 м/с
Санитарлық тораптар		24,9°C	38,8%	0.2 м/с

Салыстырмалы талдау нәтижесінде табиғи жарықтандыру көрсеткіштері 2,0–4,0% аралығында ауытқитыны анықталды. Ең жоғары КЕО деңгейі оқу кабинеттерінде (4,0%) тіркелді. Асханада бұл көрсеткіш 3,5%, информатика кабинеттерінде 3,2%, спорт залында 3,0% болды. Ең төмен табиғи жарықтандыру деңгейі санитарлық тораптарда (2,0%) және дәліздерде (2,3%) байқалды (кесте 2).

Жасанды жарықтандыру көрсеткіштері 77–450 лк диапазонында өзгерді. Ең жоғары мән асханада (450 лк) және спорт залында (375 лк) тіркелді. Оқу кабинеттерінде жарықтандыру деңгейі 300 лк, информатика кабинеттерінде 250 лк болды. Ал дәліздерде (130 лк) және санитарлық тораптарда (77 лк) ең төмен көрсеткіштер анықталды.

Жалпы алғанда, негізгі оқу және қоғамдық маңызы жоғары үй-жайларда жарықтандыру деңгейі жеткілікті, ал қосалқы аймақтарда төмен екені байқалады. Корреляциялық талдау нәтижесінде табиғи жарықтандыру (КЕО) мен жасанды жарықтандыру арасында орташа оң корреляциялық байланыс анықталды ($r \approx 0,54$). Бұл табиғи жарық деңгейі артқан сайын жасанды жарықтандыру да белгілі бір деңгейде өсетінін көрсетеді, алайда байланыс айқын емес.

Жүргізілген салыстырмалы және корреляциялық талдау мектеп үй-жайларында жарықтандыру деңгейінің функционалдық ерекшеліктерге тәуелді екенін көрсетті. Табиғи және жасанды жарықтандыру арасында орташа деңгейдегі оң байланыс анықталды.

Сонымен қатар, дәліздер мен санитарлық тораптарда жарықтандыру деңгейін арттыру қажеттілігі анықталды, бұл оқу ортасының жалпы гигиеналық жағдайын жақсартуға мүмкіндік береді.

Кесте 2 - Білім беру ұйымындағы табиғи және жасанды жарықтандыру көрсеткіштері

Мектеп үй-жайларында өлшеу орны	Табиғи жарықтандыру (КЕО), %	Жасанды жарықтандыру, лк
Оқу кабинеттері	4,0%	300 лк
Информатика кабинеті	3,2%	250 лк
Спортзал	3,0%	375 лк
Асхана	3,5%	450 лк
Дәліздер	2,3%	130 лк
Санитарлық тораптар	2,0%	77 лк

Кесте 3 - Информатика кабинетіндегі жұмыс орындарындағы электр және магнит өрістерінің көрсеткіштері

Көрсеткіш	Жиілік диапазоны	Тіркелген көрсеткіштер	Реттелетін деңгей
Магнит ағынының тығыздығы, мТл	4 Гц – 2 кГц 2 кГц – 400 кГц	$0,030 \pm 0,010$	0,25 0,025
Электр өрісінің кернеулігі, В/м	4 Гц – 2 кГц 2 кГц – 400 кГц	$0,029 \pm 0,001$	25 2,5

Білім алушылардың компьютермен жабдықталған жұмыс орындарында 4 Гц-тен 400 кГц-ке дейінгі жиілік диапазонындағы электр және магнит өрістерінің көрсеткіштері гигиеналық нормативтерден аспағаны анықталды (кесте 3). Қазіргі компьютерлердің электромагниттік сәулеленуі көп жағдайда гигиеналық стандарттардан аспайды, бірақ кез-келген жиілік диапазонындағы ультра әлсіз электромагниттік өрістердің балалар ағзасына қауіп төндіреді. Сондай-ақ, қазіргі заманғы мектеп оқушылары дербес компьютерлермен жұмыс істеу кезінде төмен жиілікті ЭМӨ әсеріне және ұялы телефондарды пайдалану кезінде өте жоғары жиілікке ұшырайды [6, 7].

Салыстырмалы талдау нәтижесінде шу деңгейінің 35-75 дБА аралығында өзгеретіні анықталды. Ең төмен шу деңгейі оқу кабинеттерінде сабақ барысында тіркелді (35 дБА), бұл оқу үшін қолайлы акустикалық жағдайды көрсетеді. Спорт залда шу деңгейі 55 дБА құрап, физикалық белсенділікке байланысты орташа деңгейге дейін жоғарылаған. Асханада бұл көрсеткіш 70 дБА болды, ал ең жоғары мән дәліз-рекреация аймағында үзіліс кезінде (75 дБА) анықталды (кесте 4). Шу деңгейінің артуы адамдар санының көбеюімен және қозғалыс белсенділігінің күшеюімен тікелей байланысты екені байқалады. Тыныш оқу ортасынан белсенді қоғамдық аймақтарға ауысқан сайын шу деңгейі біртіндеп өседі.

Кесте 4 - Білім беру ұйымындағы шу деңгейі

Мектеп үй-жайларында өлшеу орны	Көрсеткіштерді тіркеу кезеңі	Шу көрсеткіші
Оқу кабинеті	Сабақ барысында	35 дБА
Спортзал	Дене шынықтыру сабағы кезінде	55 дБА
Асхана	Түскі ас кезінде	70 дБА
Дәліз-рекреация	Үзіліс уақытында	75 дБА

Қорытынды. Жалпы алғанда, жүргізілген зерттеу нәтижелері білім беру ұйымындағы гигиеналық факторлардың (микроклимат, жарықтандыру, шу және электромагниттік өрістер) функционалдық аймақтарға байланысты әркелкі таралғанын көрсетті. Негізгі оқу кабинеттерінде көрсеткіштер салыстырмалы түрде қолайлы деңгейде болғанымен, қосалқы аймақтарда (дәліздер, санитарлық тораптар, асхана) жекелеген ауытқулар анықталды.

Микроклимат параметрлері мен жарықтандыру көрсеткіштері арасында әлсіз және орташа деңгейдегі байланыстардың болуы олардың кешенді әсерін көрсетеді. Электромагниттік өріс деңгейлері гигиеналық нормативтер шегінде болғанымен, ұзақ мерзімді әсерін ескеру қажеттілігі сақталады. Шу деңгейінің жоғарылауы, әсіресе үзіліс және оқушылардың тамақтану уақытында, оқу ортасының қолайлылығына кері әсер етуі мүмкін.

Осыған байланысты мектеп ғимараттарында микроклиматты тұрақтандыру, жарықтандыруды оңтайландыру және шу деңгейін төмендету бойынша кешенді санитариялық-гигиеналық шараларды енгізу ұсынылады. Бұл оқушылардың денсаулығын сақтау мен оқу тиімділігін арттыруға ықпал етеді.

Әдебиеттер

1. Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2021 жылғы 5 тамыздағы № ҚР ДСМ-76 бұйрығы. «Білім беру объектілеріне қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитариялық қағидаларын бекіту туралы. URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2100023890>

[Qazaqstan Respublikasy Densaulыq saqtau ministrinin 2021 zhylgy 5 tamызdagy № QR DSM-76 buırygy. «Bilim beru obektilerine qoiylatyn sanitariialyq-epidemiologiialyq talaptar» sanitariialyq qagidalaryn bekıtu turaly.]

2. Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2022 жылғы 16 ақпандағы № ҚР ДСМ-15 бұйрығы. Адамға әсер ететін физикалық факторлардың гигиеналық нормативтерін бекіту туралы. URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200026831>

[Qazaqstan Respublikasy Densaulыq saqtau ministrinin 2022 zhylgy 16 aқpandagy № QR DSM-15 buırygy. Adamga aser etetin fizikalyq faktorlardyn gıgienalyq normativterin bekıtu turaly.]

3. ГОСТ 28139-89. Оборудование школьное. Общие требования безопасности. URL: https://normadocs.ru/gost_28139-89
[GOST 28139-89. Oborudovanie shkol'noe. Obshchie trebovaniya bezopasnosti.]
4. Кенесариев У.И. Жалпы гигиена. Балалар мен жасөспірімдер гигиенасы: оқулық. Алматы, 2012.
[Kenesariyev U.I. Zhalpy gigiena. Balalar men zhasospirimder gigenasy: oqylyq. Almaty, 2012.]
5. Manandhar N., Pathak P., Lama P., Joshi S.K. Morbidity of School Children in Panauti Municipality of Kavrepalanchowk: A Descriptive Cross-sectional Study // JNMA Journal of the Nepal Medical Association. 2020. Vol. 58. No. 224. P. 230-233. DOI: 10.31729/jnma.4825.
6. Королева Д.О. Всегда онлайн: использование мобильных технологий и социальных сетей современными подростками дома и в школе // Вопросы образования. 2016. № 1. С. 205-224. DOI: 10.17323/1814-9545-2016-1-205-224.
[Koroleva D.O. Vsegda onlain: ispol'zovanie mobil'nykh tekhnologii i sotsial'nykh setei sovremennymi podrostkami doma i v shkole // Voprosy obrazovaniya. 2016. No. 1. P. 205-224.]
7. Кучма В.Р., Барсукова Н.К., Саньков С.В. Комплексный подход к гигиеническому нормированию использования детьми электронных средств обучения // Здравоохранение Российской Федерации. 2020. Т. 64. № 3. С. 139-149. DOI: 10.46563/0044-197X-2020-64-3-139-149.
[Kuchma V.R., Barsukova N.K., San'kov S.V. Kompleksnyi podkhod k gigenicheskomu normirovaniyu ispol'zovaniya det'mi elektronnykh sredstv obucheniya // Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii. 2020. Vol. 64. No. 3. P. 139-149.]

КОМПЛЕКСНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДСКИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Амангелдіқызы А.¹

¹НАО «Медицинский университет Астана», (010000, Республика Казахстан, г.Астана, ул. Бейбитшилиқ, 49а, e-mail: mail@amu.kz)

1. Амангелдіқызы А., магистрант 1 курса факультета общественного здравоохранения НАО «Медицинский Университет Астана», г. Астана, e-mail: Amangeldi_qyzy.a@mail.ru

Резюме

В настоящее время здоровье школьников является одной из важнейших проблем общественного здравоохранения, государства. Интенсивность образовательного процесса, высокая учебная нагрузка, неполное соответствие учебной среды гигиеническим требованиям относятся к числу основных факторов, влияющих на заболеваемость учащихся. В данной статье рассматриваются гигиенические факторы школьной среды и меры их профилактики, которые могут повлиять на здоровье учащихся, связанные с организацией образовательного процесса в общеобразовательных организациях города Астаны.

Ключевые слова: санитарно-эпидемиологическое благополучие, здоровье школьников, школьная гигиена, заболеваемость, микроклимат, санитарно-гигиенические условия.

COMPREHENSIVE HYGIENIC ASSESSMENT OF SANITARY AND EPIDEMIOLOGICAL CONDITIONS IN MODERN URBAN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Amangeldikyzy A.¹

¹NC JSC «Astana Medical University», (49a Beibitshilik str., Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: mail@amu.kz)

1. Amangeldikyzy A., 1st year Master's student at the Faculty of Public Health, NC JSC «Astana Medical University», e-mail: Amangeldikyzy.a@mail.ru

Summary

Currently, the health of schoolchildren is one of the most important issues of Public Health, the state. The intensity of the educational process, the high workload, the complete non-compliance of the educational environment with hygienic requirements are among the main factors affecting the incidence of students. This article discusses hygienic factors in the school environment and measures to prevent them, which may affect the health of students associated with the organization of the educational process in general education organizations in Astana.

Key words: sanitary and epidemiological welfare, health of schoolchildren, school hygiene, morbidity, microclimate, sanitary and hygienic conditions.

DOI 10.65491/3106-5538-2026-2-53-62

УДК: 614.71:551.5:513.6

INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS AND ATMOSPHERIC AIR POLLUTION ON MORBIDITY RATES OF THE POPULATION IN ZHITIKARA

Otarov Y.Zh.¹, Grebeneva O.V.¹, Shadetova A.Zh.¹, SabirovZh.B.¹,
Russyayev M.V.¹, Orazbaeva S.K.¹, Vinnikova A.V.¹

¹NC JSC «National Centre Occupational Health and Diseases» (100017, Republic of Kazakhstan, Karaganda, Mustafina str. 15, e-mail: info@naoncgt.kz)

1. Otarov Y.Zh., Doctor of Medical Sciences, Chief Researcher NC JSC «National Centre Occupational Health and Diseases», e-mail: yertay.otarov@gmail.com
2. Grebeneva O.V., e-mail: ol_grebeneva@bk.ru
3. Shadetova A.Zh., e-mail: alma7722@mail.ru
4. Sabirov Zh.B., e-mail: zap.audacious@gmail.com
5. Russyayev M.V., e-mail: sotrnisgl@outlook.com
6. Orazbaeva S.K., e-mail: sholpankairatovna@mail.ru
7. Vinnikova A.V., e-mail: av821664@gmail.com

The relationship between atmospheric air pollution, meteorological factors, and morbidity rates in Zhitikara during 2021–2025 was assessed. A retrospective analysis of environmental monitoring and public health statistics was conducted. Strong positive correlations were identified between overall morbidity and concentrations of PM_{2.5}, PM₁₀, and SO₂. The findings suggest a possible influence of environmental factors on population health and emphasize the importance of air quality improvement measures.

Key words: atmospheric air pollution, morbidity, PM_{2.5}, PM₁₀, meteorological factors.

Introduction. The state of atmospheric air is one of the most important environmental factors capable of influencing population health indicators. In recent years, the problem of atmospheric air pollution has been considered one of the leading environmental risk factors associated with an increase in the prevalence of chronic non-communicable diseases, a decrease in quality of life, and premature mortality of the population [1,2]

Researchers pay special attention to the effects of suspended particles PM_{2.5} and PM₁₀, nitrogen dioxide, sulfur dioxide, and ground-level ozone. According to modern studies, long-term exposure to these pollutants is associated with an increased risk of developing diseases of the respiratory, cardiovascular, nervous, and genitourinary sys-

tems [2,4,6]. The most dangerous are considered to be fine particles $PM_{2.5}$, which, due to their small aerodynamic diameter, are able to penetrate into the alveolar regions of the lungs and cause systemic inflammatory reactions [4,6].

Along with anthropogenic sources of pollution, meteorological factors that determine the processes of accumulation and dispersion of impurities in the atmospheric air are of significant importance. Air temperature, relative humidity, atmospheric pressure, and wind speed have a direct impact on the concentration of pollutants in the surface layer of the atmosphere and, as a result, on the level of exposure to the population [1,3]. The results of recent studies indicate that unfavorable meteorological conditions are capable of enhancing the negative impact of atmospheric pollutants on human health, forming a combined risk of developing various diseases [1,3].

Currently, the One Health concept is gaining wider acceptance, according to which human health is considered in close interconnection with the state of the environment. Within the framework of this approach, air quality is one of the key components determining the sanitary-epidemiological well-being of the population [5]. In this regard, the study of the influence of environmental factors on health indicators is of particular relevance for industrial regions.

Despite a significant number of international studies devoted to assessing the impact of atmospheric air pollution on population health, data on individual regions of the Republic of Kazakhstan remain limited. This is especially true for small industrial cities, where the combination of local emission sources and natural-climatic features can have a significant impact on the formation of health risks for the population.

Zhitikara is an industrial center of the Kostanay region, characterized by the presence of technogenic impact sources and continental climatic conditions. In this regard, assessing the relationship between meteorological parameters, the level of atmospheric air pollution, and population morbidity indicators is of scientific interest.

The aim of the study is to examine the relationship between meteorological factors, indicators of atmospheric air pollution, and the level of morbidity of the population of Zhitikara for the period 2021–2025.

Materials and methods. The study was conducted on the territory of Zhitikara, Kostanay region. A retrospective analysis of meteorological indicators, atmospheric air monitoring data, and population morbidity indicators for the period 2021–2025 was carried out.

The source of information on meteorological conditions was data from the hydrometeorological service observations. To assess the climatic features of the territory, average monthly values of air temperature ($^{\circ}C$), relative air humidity (%), atmospheric pressure (hPa), and wind speed (m/s) were analyzed.

Assessment of atmospheric air quality was carried out using data from state environmental monitoring. The analysis included indicators of the content of suspended particles $PM_{2.5}$ and PM_{10} , sulfur dioxide (SO_2), carbon monoxide (CO), nitrogen

dioxide (NO₂), and ozone (O₃). For each pollutant, average annual concentrations and indicators characterizing the level of atmospheric air pollution were calculated.

Official statistical data on the morbidity of the population of Zhitikara were used to study the health status of the population. The analysis included indicators of overall population morbidity, child population morbidity, as well as indicators for individual classes of diseases: infectious and parasitic diseases, diseases of the nervous system, diseases of the genitourinary system, and diseases of the digestive organs.

At the first stage of the study, descriptive statistical processing of the data was performed with calculation of mean values (M), medians (Me), minimum and maximum values. To assess the nature of the relationships between meteorological parameters and indicators of atmospheric air pollution, non-parametric Spearman correlation analysis was used. Interpretation of the strength of the correlation was carried out according to generally accepted criteria: a coefficient of less than 0.30 was regarded as a weak relationship, from 0.30 to 0.69 as moderate, and 0.70 and higher as a strong relationship.

Statistical processing of the study results was carried out using the Statistica 10 software package. Differences were considered statistically significant at a significance level of $p < 0.05$.

Results. Dynamics of Morbidity of the Population of Zhitikara for 2021-2025.

Analysis of the morbidity indicators of the population of Zhitikara for the period 2021–2025 revealed a steady trend toward an increase in both overall morbidity and individual classes of diseases.

Overall population morbidity increased from 44,264.6 cases per 100,000 population in 2021 to 60,669.7 cases per 100,000 population in 2025, corresponding to a 37.1% increase. The most intensive growth was observed in the period from 2023 to 2025, when the indicator increased from 48,684.6 to 60,669.7 cases per 100,000 population (Figure 1).

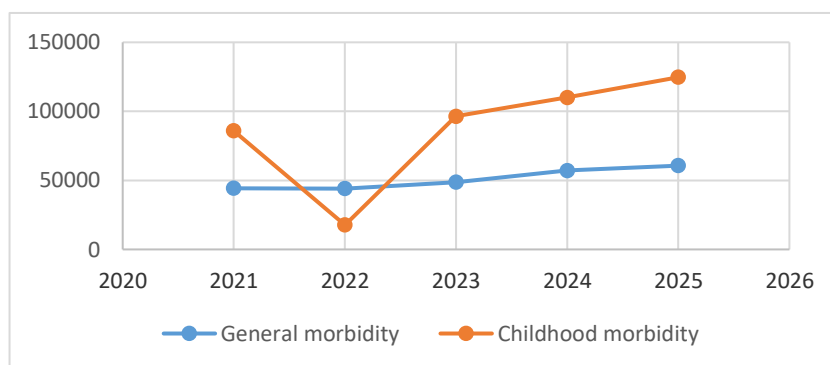


Figure 1. - Dynamics of overall morbidity and child population morbidity per 100,000 population in Zhitikara for 2021–2025

Among the child population, a pronounced trend toward an increase in morbidity was also noted. While in 2021 the indicator was 85,871.9 cases per 100,000 child population, by 2025 it reached 124,695.3 cases per 100,000, an increase of 45.2%. At the same time, in 2022 a significant decrease in the indicator to 17,683.4 cases per 100,000 child population was registered, after which a consistent increase was observed in subsequent years. The identified changes are probably related to the peculiarities of recording and registration of diseases, as well as organizational changes in the system of medical care for the population (Figure 1).

Morbidity from infectious and parasitic diseases over the study period increased from 693.0 to 1,085.0 cases per 100,000 population. The overall increase was 56.6%, which is the most pronounced increase among the analyzed classes of diseases (Figure 2).

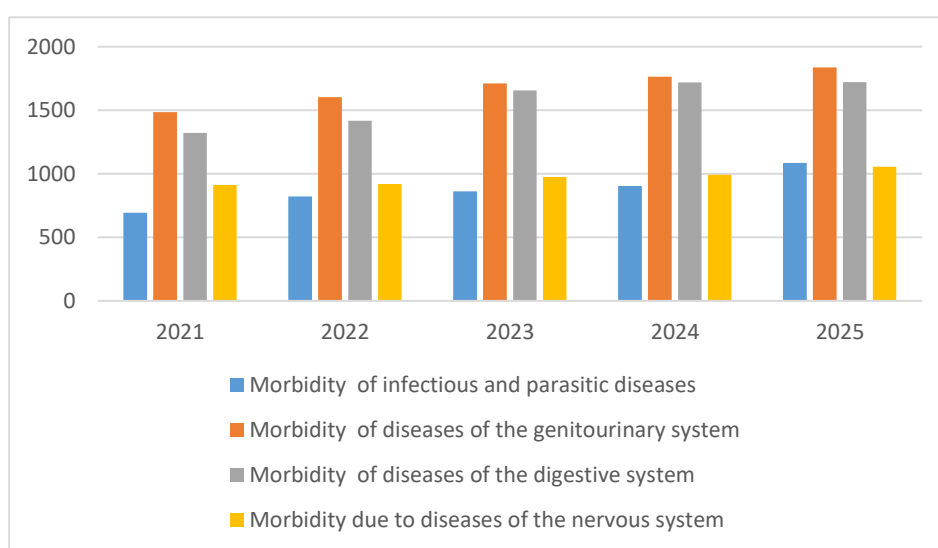


Figure 2. - Dynamics of morbidity by individual classes of diseases among the population of Zhitikara for 2021–2025 (per 100,000 population)

Indicators of diseases of the genitourinary system were also characterized by gradual growth. In 2021, the level of morbidity was 1,483.2 cases per 100,000 population, and by 2025 it reached 1,836.5 cases per 100,000, corresponding to an increase of 23.8% (Figure 2).

A similar dynamic was observed for diseases of the digestive organs. Over the five-year period, the indicator increased from 1,320.5 to 1,720.5 cases per 100,000 population, with a 30.3% increase (Figure 2).

Morbidity from diseases of the nervous system changed less markedly but also demonstrated a trend toward an increase. In 2021, the indicator was 912.7 cases per

100,000 population, and in 2025 it was 1,053.6 cases per 100,000 population, which is 15.4% higher than the initial level (Figure 2).

During the study period in Zhitikara, an increase in most of the analyzed morbidity indicators of the population was noted. The highest growth rates were registered for infectious and parasitic diseases, as well as among the child population. The identified changes may be due to the combined influence of socio-economic, demographic, climatic, and environmental factors, which requires further study of their relationship with the characteristics of atmospheric air and meteorological conditions.

Characteristics of Meteorological Conditions and Atmospheric Air Quality.

Analysis of meteorological indicators in Zhitikara for 2021–2025 showed relative stability of climatic conditions during the study period. Average annual relative air humidity varied from 67.1% to 69.1%, averaging about 68%. Average air temperature varied within 4.6 to 6.2°C, which corresponds to the climatic features of the region. Atmospheric pressure was characterized by minor interannual fluctuations and ranged from 984.0 to 985.4 hPa. Average wind speed varied from 2.8 to 3.1 m/s.

The analysis of atmospheric air quality revealed differences in the concentrations of the studied pollutants. Among gaseous impurities, the highest concentrations were characteristic of nitrogen dioxide. The average annual content of NO_2 varied from 0.102 to 0.149 mg/m³. Sulfur dioxide concentration varied from 0.033 to 0.041 mg/m³.

Carbon monoxide content in the atmospheric air was characterized by significant interannual fluctuations. Average values varied from 0.002 to 0.071 mg/m³. For ozone, the lowest content levels among the analyzed pollutants were noted, with concentrations ranging from 0.005 to 0.014 mg/m³.

The obtained results indicate the presence of interannual variability in both meteorological indicators and concentrations of individual pollutants in the atmospheric air of Zhitikara. The identified differences may influence the formation of the sanitary-hygienic situation and the health status of the population, which served as the basis for conducting correlation analysis.

Correlation Analysis of the Relationship Between Environmental Indicators and Population Morbidity.

The conducted correlation analysis revealed the presence of relationships between indicators of atmospheric air pollution, meteorological factors, and morbidity of the population of Zhitikara.

The strongest positive correlations of overall morbidity were established with concentrations of suspended particles $\text{PM}_{2.5}$ ($\rho=0.90$; $p<0.05$), PM_{10} ($\rho=0.90$; $p<0.05$), and sulfur dioxide ($\rho=0.90$; $p<0.05$). For nitrogen dioxide, a moderate positive relationship was revealed ($\rho=0.60$; $p<0.05$). Similar dependencies were observed for child population morbidity.

Among meteorological factors, the most pronounced inverse relationship was noted for air temperature. The correlation coefficient with overall and child morbidity was $\rho=-0.80$ ($p<0.05$). A negative correlation with wind speed was also revealed ($\rho=-$

0.70; $p < 0.05$), while relative humidity demonstrated a moderate positive relationship with overall morbidity ($\rho = 0.60$; $p < 0.05$) and infectious diseases ($\rho = 0.70$; $p < 0.05$).

The obtained results indicate that the closest relationships with population morbidity indicators were observed for concentrations of suspended particles $PM_{2,5}$, PM_{10} , and sulfur dioxide, as well as individual meteorological factors, primarily air temperature and wind speed (Table 1).

Table 1. - Spearman rank correlation coefficients between population morbidity indicators, meteorological factors, and atmospheric air pollutants.

	Rel. Humidity	Air Temperature	Atmospheric Pressure	Wind Speed	$M_{2,5}$	M_{10}	O ₂	O	O ₂	O ₃
Overall morbidity	0,600	-0,800**	-0,600	-0,700	0,900**	0,900	0,900**	-0,600	0,600	-0,200
Child morbidity	0,600	-0,800**	-0,600	-0,700	0,900**	0,900	0,900**	-0,600	0,600	-0,200
Infectious & parasitic morbidity	0,700	-0,700	-0,700	-0,600	0,900	0,900**	0,800	-0,700	0,700	-0,500
Genitourinary diseases	0,700	-0,700	-0,700	-0,600	0,700	0,700**	0,800	-0,700	0,700	-0,500
Digestive diseases	0,700	-0,700	-0,700	-0,600	0,700	0,800**	0,800	-0,700	0,700	-0,500
Nervous system diseases	0,700	-0,700	-0,700	-0,600	0,700	0,800**	0,800	-0,700	0,700	-0,500

Note: ** - Spearman correlation coefficients statistically significant at $p < 0.05$.

It should be taken into account that the analysis was carried out on the basis of five annual observations for the period 2021–2025. In this regard, the obtained correlation coefficient values reflect the general direction of the relationships and require further confirmation over a longer observation period.

Discussion. The conducted study showed the presence of relationships between indicators of atmospheric air quality, meteorological factors, and the level of morbidity of the population of Zhitikara. The most pronounced correlation relationships were identified between overall and child morbidity and concentrations of suspended particles $PM_{2,5}$, PM_{10} , as well as sulfur dioxide.

The obtained results are consistent with data from modern studies, according to which long-term exposure to fine particles and gaseous pollutants contributes to an in-

creased risk of developing various diseases and deterioration of public health indicators [1, 2, 6]. Of particular importance are $PM_{2.5}$ and PM_{10} particles, which are able to penetrate the respiratory tract and cause the development of inflammatory reactions, oxidative stress, and dysfunction of various organs and systems [4, 6].

The identified positive relationship between sulfur dioxide concentrations and morbidity indicators also corresponds to the results of studies indicating the adverse effects of sulfur compounds on population health, especially in industrial regions [1, 2].

Among meteorological factors, air temperature, relative humidity, and wind speed were the most significant. The negative correlation between air temperature and morbidity indicators may be associated with seasonal features of the spread of infectious diseases and changes in the conditions of exposure to environmental factors. At the same time, higher wind speed contributes to the dispersion of pollutants in the atmospheric air, which potentially reduces the level of exposure to the population.

The data indicate that suspended particles $PM_{2.5}$ and PM_{10} may make the greatest contribution to the formation of population morbidity indicators. This is consistent with the results of international studies in which these pollutants are considered one of the main risk factors for the development of chronic diseases and deterioration of population health. Exposure to fine particles is accompanied by the development of inflammatory processes, disruption of the respiratory system, and an increase in the overall susceptibility of the body to adverse environmental factors [4, 6].

The obtained findings are in agreement with recent international studies demonstrating that long-term exposure to particulate matter and gaseous pollutants is associated with increased morbidity and adverse health outcomes. According to recent systematic reviews and epidemiological investigations, $PM_{2.5}$ and PM_{10} remain among the most significant environmental risk factors contributing to chronic diseases and increased healthcare burden [7 - 10]. These observations support the results obtained in the present study and emphasize the importance of continuous environmental monitoring in industrial regions.

The obtained results confirm the importance of comprehensive consideration of both environmental and climatic factors when assessing health risks to the population. At the same time, the study has a number of limitations associated with the use of average annual indicators and a limited observation period. In this regard, the identified relationships should be considered preliminary and requiring further confirmation on longer time series.

Conclusions:

1. During the period 2021–2025 in Zhitikara, a trend toward an increase in overall and child morbidity was noted, as well as morbidity from infectious and parasitic diseases, diseases of the genitourinary system, digestive organs, and nervous system.

2. Analysis of atmospheric air quality showed the presence of interannual variability in pollutant concentrations, among which suspended particles $PM_{2.5}$ и PM_{10} , and sulfur dioxide were the most significant for population health indicators.

3. Based on the results of the correlation analysis, strong positive relationships were established between overall population morbidity and concentrations of PM_{2,5} ($\rho=0.90$), PM₁₀ ($\rho=0.90$), and SO₂ ($\rho=0.90$), as well as a moderate positive relationship with NO₂ concentration ($\rho=0.60$).

4. Among meteorological factors, the most pronounced relationships with morbidity indicators were identified for air temperature, relative humidity, and wind speed.

5. The obtained results indicate a possible influence of atmospheric air quality and meteorological conditions on the formation of morbidity indicators of the population of Zhitikara and can be used in the development of measures to protect atmospheric air and reduce environmental risks to population health.

Reference

1. Rackow B., König H.H., Wall M., Konnopka C. The interaction between air pollution, weather conditions, and health risks: a systematic review // *Science of the Total Environment*. 2025. Vol. 996. Art. 180080. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2025.180080.

2. Vongelis P., Koulouris N.G., Bakakos P., Rovina N. Air Pollution and Effects of Tropospheric Ozone (O₃) on Public Health // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2025. Vol. 22, No. 5. Art. 709. DOI: 10.3390/ijerph22050709.

3. Rida J., Bouchriti Y., Ait Haddou M., Achbani A., Sine H., Serhane H. Meteorological factors and climate change impact on asthma: a systematic review of epidemiological evidence // *Journal of Asthma*. 2024. Vol. 61, No. 12. P. 1601–1610. DOI: 10.1080/02770903.2024.2375272.

4. Roostaei V., Gharibzadeh F., Shamsipour M., Faridi S., Hassanvand M.S. Vertical distribution of ambient air pollutants (PM_{2.5}, PM₁₀, NO_x and NO₂): a systematic review // *Heliyon*. 2024. Vol. 10, No. 21. Art. e39726. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e39726.

5. Contini D., Costabile F. Air Pollution, Health Effects Indicators, the Exposure, and One Health // *Atmosphere*. 2024. Vol. 15, No. 5. Art. 618. DOI: 10.3390/atmos15050618.

6. Josa-Culleré A., Cakmak-Onal A., Gimeno-Santos E., Alcaraz-Serrano V., Buekers J., Delgado-Ortiz L., et al. Effects of the inhaled dose of air pollution on health: a systematic review // *European Respiratory Review*. 2025. Vol. 34, No. 177. Art. 250042. DOI: 10.1183/16000617.0042-2025.

7. Liu X., Zhang Y., Chen R., Wang C., Li T. Association between long-term exposure to PM_{2.5} and population morbidity: a systematic review and meta-analysis // *Environmental Research*. 2025. Vol. 268. Art. 120845. DOI: 10.1016/j.envres.2025.120845.

8. Wang Q., Guo Y., Niu Y., Liu H. Ambient air pollution and burden of chronic diseases: recent epidemiological evidence and public health implications // *Science*

of the Total Environment. 2024. Vol. 947. Art. 174352. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.174352.

9. Manisalidis I., Stavropoulou E., Stavropoulos A., Bezirtzoglou E. Environmental and health impacts of air pollution: current evidence and future perspectives // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2024. Vol. 21, No. 11. Art. 1487. DOI: 10.3390/ijerph21111487.

10. Buteau S., Goldberg M.S., Burnett R.T., Jerrett M. Long-term exposure to ambient air pollution and population health outcomes: recent advances in environmental epidemiology // Environmental Health. 2024. Vol. 23, No. 1. Art. 76. DOI: 10.1186/s12940-024-01076-4.

ЖІТІҚАРА ҚАЛАСЫ ТҰРҒЫНДАРЫНЫҢ АУРУШАҢДЫҒЫНА МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ФАКТОРЛАР МЕН АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАНЫҢ ЛАСТАНУЫНЫҢ ЫҚПАЛЫН БАҒАЛАУ

**Отаров Е.Ж.¹, Гребенева О.В.¹, Шадетова А.Ж.¹, Сабилов Ж.Б.¹,
Руссяев М.В.¹, Оразбаева Ш.К.¹, Винникова А.В.¹**

¹«Еңбек гигиенасы және кәсіптік аурулар ұлттық орталығы» КеАҚ (100017, Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ., Мұстафин к. 15, e-mail: info@naoncgt.kz)

1. Отаров Е.Ж., м.ғ.д., «Еңбек гигиенасы және кәсіптік аурулар ұлттық орталығы» КеАҚ қауымдастырылған профессоры, e-mail: yertay.otarov@gmail.com

2. Гребенева О.В., e-mail: ol_grebeneva@bk.ru

3. Шадетова А.Ж., e-mail: alma7722@mail.ru

4. Сабилов Ж.Б., e-mail: zap.audacious@gmail.com

5. Руссяев М.В., e-mail: sotrnisgl@outlook.com

6. Оразбаева Ш.К., e-mail: sholpankairatovna@mail.ru

7. Винникова А.В., e-mail: av821664@gmail.com

Тұжырым

2021-2025 жылдар аралығында Жітіқара қаласы тұрғындарының аурушаңдығы мен атмосфералық ауаның ластану көрсеткіштері, сондай-ақ метеорологиялық факторлар арасындағы байланыс зерттелді. Қоршаған орта мониторингі және медициналық статистика деректеріне ретроспективті талдау жүргізілді. Жалпы аурушаңдық пен $PM_{2.5}$, PM_{10} және SO_2 концентрациялары арасында күшті корреляциялық байланыстар анықталды. Нәтижелер қоршаған орта факторларының халық денсаулығына ықтимал әсерін көрсетті.

Түйін сөздер: атмосфералық ауаның ластануы, аурушандық, $PM_{2,5}$, PM_{10} , метеорологиялық факторлар.

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ Г. ЖИТИКАРА

**Отаров Е.Ж.¹, Гребенева О.В.¹, Шадетова А.Ж.¹, Сабиров Ж.Б.¹, Руссяев
М.В.¹, Оразбаева Ш.К.¹, Винникова А.В.¹**

¹НАО «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний» (100017, Республика Казахстан, г.Караганда, ул.Мустафина 15, e-mail: info@nao.ncgt.kz)

1. Отаров Е.Ж., д.м.н., ассоциированный профессор НАО «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний», e-mail: yertay.otarov@gmail.com
2. Гребенева О.В., e-mail: ol_grebeneva@bk.ru
3. Шадетова А.Ж., e-mail: alma7722@mail.ru
4. Сабиров Ж.Б., e-mail: zap.audacious@gmail.com
5. Руссяев М.В., e-mail: sotrnisgl@outlook.com
6. Оразбаева Ш.К., e-mail: sholpankairatovna@mail.ru
7. Винникова А.В., e-mail: av821664@gmail.com

Резюме

Изучена взаимосвязь между показателями загрязнения атмосферного воздуха, метеорологическими факторами и заболеваемостью населения г. Житикара за 2021–2025 гг. Проведен ретроспективный анализ данных мониторинга окружающей среды и медицинской статистики. Установлены сильные корреляционные связи общей заболеваемости с концентрациями $PM_{2,5}$, PM_{10} и SO_2 . Полученные результаты свидетельствуют о возможном влиянии факторов окружающей среды на здоровье населения.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, заболеваемость, $PM_{2,5}$, PM_{10} , метеорологические факторы.

КӘСПТІК ПАТОЛОГИЯ**DOI 10.65491/3106-5538-2026-2-63-79****УДК: 616-006:613.62****ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РАК: ГЛОБАЛЬНОЕ БРЕМЯ, ОСНОВНЫЕ
КАНЦЕРОГЕНЫ, ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ПРОФИЛАКТИКИ****Аманбекова А.У.^{1,2}, Отарбаева М.Б.¹, Алексеев А.В.¹, Газизова А.О.²**

¹НАО «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний» (100017, Республика Казахстан, г.Караганда, ул.Мустафина 15, e-mail: info@nao.ncgt.kz)

²НУО «Казахстанско-Российский медицинский университет» (050004, Республика Казахстан, г. Алматы, ул.Абылай Хана 51/53, e-mail: info@medkrmu.kz)

1. Аманбекова А.У., д.м.н., профессор, главный научный сотрудник, НАО «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний», профессор НУО «Казахстанско-Российский медицинский университет», e-mail: amanbekova@mail.ru

2. Отарбаева М.Б., e-mail: mb.otarbaeva103@mail.ru

3. Алексеев А.В., e-mail: alexeyev.ncgtpz@mail.ru

4. Газизова А.О., e-mail: gazizova.a@metabody.kz

Профессиональный рак является одной из наиболее значимых проблем современной медицины труда и общественного здравоохранения. В статье обобщены современные данные о глобальном бремени профессионально обусловленных злокачественных новообразований, основных производственных канцерогенах, особенностях профессионального рака органов дыхания и международном опыте регистрации. Особое внимание уделено работникам горнодобывающей промышленности и проблеме недоучета профессионального рака в Казахстане. Рассмотрены критерии установления связи заболевания с профессией, латентные периоды, роль оксидативного стресса, иммунологических нарушений и молекулярных биомаркеров. Обоснована необходимость создания национального регистра профессионального рака и внедрения риск-ориентированного мониторинга работников канцерогенно опасных производств.

Ключевые слова: профессиональный рак, производственные канцерогены, медицина труда, профессиональная патология, рак легкого, асбест, кремнезем, бензол, шахтеры.

Актуальность. Профессиональный рак представляет собой группу злокачественных новообразований, развитие которых связано с воздействием канцерогенных факторов производственной среды и трудового процесса. В отличие от многих других профессиональных заболеваний, профессионально обусловленные опухоли характеризуются длительным латентным периодом, отсутствием специфических клинических проявлений и значительными трудностями установления причинно-следственной связи между заболеванием и профессией [1, 2].

Проблема профессионального рака приобрела особую актуальность во второй половине XX века, когда были получены убедительные доказательства канцерогенного действия асбеста, бензола, ионизирующего излучения, кристаллического диоксида кремния, дизельных выхлопных газов и ряда тяжелых металлов [1, 3, 4]. В настоящее время Международное агентство по изучению рака (IARC) относит значительное число химических веществ, физических факторов и производственных процессов к доказанным канцерогенам для человека [1].

Наиболее высокий риск профессионального канцерогенного воздействия сохраняется в горнодобывающей, металлургической, нефтегазовой, химической, строительной и транспортной отраслях.

Научная проблема. Несмотря на значительное количество исследований, посвященных профессиональному канцерогенезу, вопросы своевременного выявления профессионального рака, оценки вклада производственных факторов в развитие злокачественных новообразований и организации эффективной системы регистрации профессиональных онкологических заболеваний остаются недостаточно решенными. Особенно актуальна данная проблема для стран с высокой долей работников горнодобывающей, металлургической и химической промышленности, включая Республику Казахстан, где профессиональный маршрут онкологических пациентов зачастую не анализируется в полном объеме, что приводит к недооценке истинной распространенности профессионального рака.

Цель исследования - провести комплексный анализ современных научных данных о глобальном бремени профессионального рака, основных производственных канцерогенах, механизмах канцерогенеза, современных подходах к диагностике, международном опыте регистрации и перспективах совершенствования профилактики профессионального рака в Республике Казахстан.

Научная новизна статьи заключается в комплексном анализе современных международных данных о профессиональном раке с учетом последних классификаций Международного агентства по изучению рака (IARC), обобщении современных представлений о механизмах профессионального канцерогенеза и адаптации международного опыта регистрации профессиональных онкологических заболеваний к условиям Республики Казахстан. Впервые в едином обзоре систематизированы современные подходы к риск-ориентированному мониторингу

гу работников канцерогенно опасных производств и обоснована необходимость формирования национального регистра профессионального рака.

Материалы и методы. Исследование выполнено в форме аналитического обзора научной литературы.

Поиск публикаций осуществлялся в международных библиографических базах данных PubMed, Scopus, Web of Science, а также по материалам Международного агентства по изучению рака (IARC), Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Международной организации труда (МОТ) и официальным статистическим данным Республики Казахстан.

В обзор включались систематические обзоры, метаанализы, когортные исследования, международные рекомендации, аналитические отчеты и нормативные документы, опубликованные преимущественно в 2005–2025 гг.

При подготовке обзора использовались методы анализа, сравнения, систематизации, обобщения и критической оценки современных литературных источников.

Результаты. Именно в этих сферах работники часто подвергаются длительному и комбинированному воздействию пыли, аэрозолей, газов, радиационных факторов и химических веществ, что формирует высокий кумулятивный риск злокачественных новообразований [5–8].

Особенностью профессионального рака является выраженный недоучет. Во многих странах официальная статистика отражает лишь часть реального бремени заболевания, поскольку онкологический диагноз чаще рассматривается в рамках общей клинической онкологии, а профессиональный маршрут пациента анализируется недостаточно полно [2, 9]. Для Казахстана данная проблема особенно значима, поскольку экономика страны включает крупные горнодобывающие, металлургические, урановые, нефтегазовые и химические производства.

Профессиональный рак является одной из ведущих причин смертности, связанной с условиями труда. Согласно международным оценкам, профессиональные канцерогены обуславливают заметную долю злокачественных новообразований, при этом вклад производственных факторов существенно различается в зависимости от локализации опухоли, пола, возраста, структуры промышленности и качества регистрации профессиональной патологии [5, 6, 10, 31, 33].

В общей структуре онкологической заболеваемости доля профессионально обусловленных случаев обычно оценивается в пределах нескольких процентов, однако для отдельных локализаций она значительно выше. Особенно значим вклад производственных факторов в развитие рака легкого, мезотелиомы плевры, рака мочевого пузыря, опухолей носовой полости и околоносовых пазух, а также некоторых гемобластозов [6, 7, 11, 30].

Рак легкого занимает центральное место в структуре профессиональной онкопатологии. По данным эпидемиологических исследований, существенная часть случаев рака легкого у мужчин связана с профессиональным воздействием

асбеста, кристаллического диоксида кремния, радона, дизельных аэрозолей, соединений никеля, хрома и мышьяка [12-15]. Для мезотелиомы плевры профессиональное и экологическое воздействие асбеста рассматривается как ведущий этиологический фактор [16-18].

Структура профессионального рака постепенно меняется. В развитых странах после запрета или строгого ограничения асбеста, бензола и ряда химических канцерогенов отмечается снижение отдельных видов профессионально обусловленных опухолей. Однако из-за длительного латентного периода асбест-ассоциированные заболевания продолжают регистрироваться десятилетиями после прекращения контакта [16, 17]. В странах с интенсивной индустриализацией сохраняется высокий уровень воздействия кремнийсодержащей пыли, дизельных аэрозолей, тяжелых металлов и органических растворителей [8, 19].

Профессиональный канцерогенез является многоступенчатым процессом, включающим повреждение ДНК, нарушение репарации, эпигенетические изменения, хроническое воспаление, оксидативный стресс и снижение эффективности противоопухолевого иммунного надзора. Для большинства производственных канцерогенов характерно длительное воздействие малых или умеренных доз, что приводит к постепенному накоплению клеточных повреждений [20, 21].

Асбест остается наиболее изученным профессиональным канцерогеном. После ингаляции асбестовые волокна проникают в дистальные отделы дыхательных путей и плевру, где могут сохраняться в течение десятилетий. Неспособность макрофагов полностью элиминировать длинные волокна приводит к хроническому воспалению, высвобождению активных форм кислорода, повреждению ДНК и формированию микроокружения, благоприятного для опухолевой трансформации [16-18]. Классическими последствиями воздействия асбеста являются мезотелиома плевры и рак легкого; также установлена связь с раком гортани и яичников [1, 16].

Кристаллический диоксид кремния широко распространен в горнодобывающей промышленности, строительстве, металлургии и производстве строительных материалов. Частицы кварца активируют альвеолярные макрофаги, индуцируют воспалительную реакцию, оксидативный стресс и фиброзные изменения в легочной ткани. Длительное воздействие кварцевой пыли связано не только с силикозом, но и с повышенным риском рака легкого [1, 13, 22].

Бензол является одним из наиболее значимых химических канцерогенов производственной среды. После поступления в организм он метаболизируется с образованием реактивных промежуточных продуктов, повреждающих гемопоэтические клетки костного мозга. Наиболее доказана связь бензола с острым миелодиспластическим лейкозом, миелодиспластическим синдромом и рядом лимфопролиферативных заболеваний [23, 24].

Дизельные выхлопные газы представляют собой сложную смесь газообразных и твердых компонентов, включающих полициклические ароматические

углеводороды, оксиды азота, альдегиды, металлы и ультрадисперсные частицы сажи. Крупные исследования среди шахтеров показали повышение риска рака легкого при длительном воздействии дизельных аэрозолей, что стало одним из оснований для отнесения дизельных выхлопов к канцерогенам группы 1 IARC [14, 15, 25].

Радон и продукты его распада являются важными канцерогенными факторами подземных работ. Радиоактивные дочерние продукты радона оседают на аэрозольных частицах и при вдыхании поступают в дыхательные пути. Альфа-излучение вызывает прямое повреждение ДНК эпителиальных клеток бронхов и альвеол, что повышает риск рака легкого, особенно при сочетании с курением [26, 27].

К числу профессиональных канцерогенов относятся также соединения никеля, хрома (VI), мышьяка, кадмия и бериллия. Их воздействие характерно для металлургической промышленности, сварочного производства, добычи и переработки руд. Канцерогенный эффект связан с оксидативным стрессом, нарушением репарации ДНК, эпигенетическими изменениями и хроническим воспалением [1, 20].

Профессиональный рак органов дыхания является наиболее распространенной формой профессиональной онкопатологии. Ведущая роль принадлежит раку легкого, который может развиваться под влиянием широкого спектра производственных канцерогенов. К наиболее значимым факторам относятся асбест, кристаллический диоксид кремния, радон, дизельные аэрозоли, соединения никеля, хрома и мышьяка [12-15].

Клиническая картина профессионального рака легкого не имеет специфических признаков. Симптомы определяются локализацией опухоли, стадией процесса и морфологическим типом, а не природой канцерогенного воздействия. Поэтому при подозрении на профессиональный характер заболевания ключевое значение имеет анализ профессионального анамнеза, санитарно-гигиенической характеристики условий труда, длительности и интенсивности воздействия канцерогенов [2, 9].

Особое значение имеет комбинированное воздействие производственных канцерогенов и табакокурения. Для асбеста, радона и ряда пылевых факторов описан синергический эффект с курением, при котором риск рака легкого превышает ожидаемый при простом суммировании воздействий [27, 28]. Это требует включения программ отказа от курения в систему профилактики профессионального рака у работников групп риска.

Мезотелиома плевры является наиболее специфичной опухолью, связанной с асбестом. Заболевание отличается длительным латентным периодом, высокой агрессивностью и неблагоприятным прогнозом. Даже кратковременный контакт с асбестом при определенных условиях может иметь значение, однако риск возрастает при длительном и интенсивном воздействии [16-18].

Горнодобывающая промышленность относится к числу наиболее значимых отраслей с точки зрения профессионального канцерогенного риска. Работники шахт, рудников, карьеров и горно-обогатительных предприятий подвергаются воздействию комплекса факторов: кварцевой и угольной пыли, радона, дизельных аэрозолей, продуктов взрывных работ, тяжелых металлов и неблагоприятных микроклиматических условий [13-15, 26].

Кремнийсодержащая пыль образуется при бурении, взрывных работах, дроблении и транспортировке горной массы. Длительное воздействие пыли вызывает хроническое воспаление дыхательных путей, интерстициальный фиброз и силикоз. При этом канцерогенное действие кварцевой пыли может реализовываться не только через силикоз, но и за счет прямого повреждения клеточных структур, нарушений репарации ДНК и хронического оксидативного стресса [13, 22].

Дизельные аэрозоли имеют особое значение для современных шахт, где широко используется самоходная техника. Исследование Diesel Exhaust in Miners Study показало повышение смертности от рака легкого и наличие зависимости риска от кумулятивного воздействия респираторного элементарного углерода [14, 15]. Эти данные имеют прямое значение для профилактики профессионального рака в подземных и карьерных условиях.

Радон особенно важен для урановых и некоторых полиметаллических рудников. Длительное воздействие продуктов распада радона повышает риск рака легкого, а сочетание с курением усиливает канцерогенный эффект. Для стран с развитой добычей урана и подземной горнодобычей вопрос радиационного мониторинга является принципиально важным [26, 27].

Для Казахстана данный раздел имеет особую практическую значимость. Угольные шахты Карагандинского бассейна, горнорудные предприятия Восточно-Казахстанской и Костанайской областей, уранодобывающие регионы, металлургические и нефтегазовые производства формируют широкий спектр потенциальных профессиональных канцерогенных воздействий. При этом официальная регистрация профессионального рака остается крайне низкой, что, вероятно, отражает не отсутствие проблемы, а недостаточную систему выявления и учета.

В экономически развитых странах профессиональный рак рассматривается как самостоятельная медико-социальная проблема, требующая специализированных систем регистрации, экспертизы и компенсации. Наиболее развитые модели функционируют в Германии, Франции, Италии, Великобритании и Канаде. Общими элементами этих систем являются перечни профессиональных заболеваний, страховые механизмы компенсации, регистры отдельных опухолей и долгосрочное наблюдение работников групп риска [8, 29].

В Германии система DGUV включает официальное признание ряда профессиональных онкологических заболеваний, среди которых мезотелиома, рак легкого, связанный с асбестом, кварцевой пылью и радоном, рак мочевого пузыря

при воздействии ароматических аминов, опухоли носовой полости при воздействии древесной пыли и немеланомный рак кожи у работников открытого воздуха.

Во Франции и Италии большое значение имеют национальные программы регистрации мезотелиомы. Итальянский регистр ReNaM считается одним из наиболее информативных источников данных об асбест-ассоциированных опухолях. Французская система использует табличный подход, при котором при наличии установленного диагноза, соответствующего канцерогена и определенного стажа воздействия признание профессиональной природы заболевания может быть упрощено.

Опыт Великобритании демонстрирует важность количественной оценки бремени профессионального рака. Британские исследования позволили определить вклад отдельных канцерогенов и отраслей в общую структуру онкологической заболеваемости, что стало основой для профилактических программ и управленческих решений [6, 8].

Казахстан является страной с выраженной промышленной специализацией, включающей горнодобывающую, металлургическую, нефтегазовую, химическую и уранодобывающую отрасли. Эти производства потенциально связаны с воздействием канцерогенов, признанных IARC доказанными канцерогенами для человека: кристаллического диоксида кремния, асбеста, радона, бензола, дизельных выхлопов, соединений хрома, никеля, мышьяка и кадмия [1].

В общей онкологической статистике Казахстана ежегодно регистрируются десятки тысяч новых случаев злокачественных новообразований, а число пациентов, состоящих на диспансерном учете, превышает сотни тысяч. Однако доля официально признанных профессиональных онкологических заболеваний остается крайне низкой. Такое расхождение между масштабами потенциального канцерогенного воздействия и статистикой профессионального рака требует отдельного научного и организационного анализа [2,34].

Наиболее вероятными профессионально обусловленными опухолями для Казахстана являются рак легкого у работников угольных шахт, рудников, металлургических и уранодобывающих предприятий; мезотелиома плевры при контакте с асбестом; гемобластозы у работников нефтехимических и бензолсодержащих производств; рак мочевого пузыря при воздействии ароматических аминов; опухоли верхних дыхательных путей у работников деревообработки и отдельных химических производств.

Основными причинами недорегистрации профессионального рака в Казахстане могут быть недостаточный сбор профессионального анамнеза в онкологической практике, отсутствие специализированного национального регистра профессиональных онкологических заболеваний, сложность восстановления условий труда спустя десятилетия после контакта, недостаточная доступность архивных

санитарно-гигиенических данных и ограниченное взаимодействие между онкологической и профпатологической службами.

Для решения данной проблемы целесообразно внедрение риск-ориентированного подхода к наблюдению работников канцерогенно опасных производств. Он должен включать формирование профессионального маршрута, оценку кумулятивной дозы воздействия, использование данных производственного контроля, проведение углубленных медицинских осмотров и создание единой базы данных по работникам групп риска.

Установление профессионального характера онкологического заболевания требует комплексного анализа. Первым условием является морфологическая верификация опухоли и уточнение ее локализации. Вторым условием является документированное воздействие канцерогенного фактора, признанного канцерогеном для человека. Третьим условием является соответствие типа опухоли известному спектру последствий данного воздействия [1, 2, 9].

Большое значение имеет латентный период. Для асбест-ассоциированных опухолей он часто составляет 20-40 лет и более; для опухолей, связанных с кварцевой пылью и радоном, чаще рассматривается период 10-30 лет; для бензол-индуцированных гемобластозов латентный период обычно короче и может составлять 5-15 лет. Если опухоль возникает через очень короткое время после начала контакта, профессиональная природа заболевания становится менее вероятной.

Следующим критерием является кумулятивная доза воздействия. Она определяется не только концентрацией канцерогена в воздухе рабочей зоны, но и длительностью стажа, характером технологического процесса, использованием средств индивидуальной защиты, качеством вентиляции и наличием превышений гигиенических нормативов. Поэтому санитарно-гигиеническая характеристика условий труда остается одним из ключевых документов экспертной оценки.

При экспертизе необходимо учитывать альтернативные факторы риска, включая курение, наследственную предрасположенность, экологические воздействия и сопутствующие заболевания. Однако наличие таких факторов не исключает профессиональной природы опухоли, особенно если доказано значимое воздействие профессионального канцерогена и имеется соответствующий латентный период.

Современная профессиональная онкология постепенно переходит от регистрации уже сформировавшихся опухолей к раннему выявлению работников групп высокого риска. В этом контексте особое значение приобретают биомаркеры оксидативного стресса, хронического воспаления, иммунологических нарушений и повреждения ДНК [22, 23].

Оксидативный стресс рассматривается как один из универсальных механизмов профессионального канцерогенеза. Асбест, кварцевая пыль, дизельные аэрозоли, тяжелые металлы и ионизирующее излучение усиливают образование активных форм кислорода и нарушают баланс антиоксидантной защиты. Повреж-

дение липидов, белков и ДНК создает условия для мутагенеза и опухолевой трансформации [22, 23].

Иммунологические нарушения также имеют важное значение. Длительное воздействие производственных факторов может сопровождаться изменением активности Т-лимфоцитов, натуральных киллеров, В-лимфоцитов и цитокинового профиля. Снижение противоопухолевого иммунного надзора может способствовать выживанию трансформированных клеток и прогрессии опухолевого процесса [23].

Перспективным является использование концепции экспосома, предполагающей комплексную оценку всех внешних воздействий на организм человека на протяжении жизни. Для работников промышленных предприятий такой подход позволяет учитывать сочетание профессиональных, экологических, поведенческих и социальных факторов риска [24, 25].

Для Казахстана особенно перспективны исследования работников горнодобывающей промышленности с одновременной оценкой функции внешнего дыхания, пылевого стажа, показателей оксидативного стресса, иммунного статуса и молекулярных маркеров повреждения ДНК. Такие исследования могут стать основой для разработки национальных критериев раннего выявления групп высокого риска профессионального рака.

Профилактика профессионального рака должна основываться на иерархии мер управления риском. Наиболее эффективным направлением является исключение или замена канцерогенного фактора. Если это невозможно, необходимо снижение концентраций канцерогенов, герметизация процессов, эффективная вентиляция, мокрые методы пылеподавления, техническое обслуживание оборудования и контроль дизельных выбросов.

Вторым направлением является развитие производственного мониторинга. Современные цифровые системы позволяют контролировать запыленность, содержание радона, концентрации химических веществ и аэрозолей в режиме, близком к реальному времени. Для шахт и рудников особенно важен контроль респираторной пыли, кристаллического диоксида кремния, дизельных аэрозолей и радиационных факторов.

Третьим направлением является совершенствование медицинского наблюдения. Для работников с высоким риском рака легкого может рассматриваться применение низкодозовой компьютерной томографии в рамках строго определенных программ скрининга, особенно при сочетании профессиональных факторов и курения. Однако такие программы должны сопровождаться четкими критериями включения, оценкой пользы и риска, а также последующим маршрутом диагностики и лечения [35].

Ключевым организационным шагом для Казахстана может стать создание национального регистра профессионального рака. Такой регистр должен объединять данные онкологической службы, профпатологической службы, производ-

ственного контроля и санитарно-гигиенических характеристик условий труда. Это позволит выявлять профессиональные кластеры, анализировать отраслевые риски и разрабатывать адресные профилактические программы.

Обсуждение. Полученные данные подтверждают, что профессиональный рак сохраняет статус одной из наиболее сложных и одновременно наименее полно учитываемых проблем медицины труда. Его эпидемиологическая особенность заключается в длительном латентном периоде, неспецифичности клинической картины и частом сочетании производственных воздействий с поведенческими и экологическими факторами риска. В результате профессиональная этиология опухоли нередко остается за пределами стандартного онкологического маршрута, особенно если при первичном обращении не проводится целенаправленный сбор профессионального анамнеза.

Принципиально важно, что профессиональный рак не может рассматриваться только как следствие единичного воздействия одного канцерогена. Для большинства работников промышленных отраслей характерна комбинированная экспозиция: пыль сложного состава, аэрозоли металлов, дизельные выхлопы, радон, продукты горения, растворители и неблагоприятные микроклиматические факторы. Такая экспозиция формирует не изолированный, а кумулятивный и многофакторный канцерогенный риск, который возрастает при увеличении стажа, интенсивности контакта и недостаточной эффективности инженерной защиты.

Особое значение имеет рак легкого как наиболее частая и методологически сложная форма профессионально обусловленной онкопатологии. Его связь с условиями труда требует оценки не только диагноза и морфологического варианта опухоли, но и полного профессионального маршрута пациента: профессии, участка, технологического процесса, длительности стажа, уровня запыленности, содержания кристаллического диоксида кремния, факта воздействия дизельных аэрозолей, радона, соединений хрома, никеля, мышьяка и других канцерогенов. Без такой реконструкции условий труда профессиональная природа заболевания практически не выявляется.

Для горнодобывающей промышленности Казахстана проблема имеет особую значимость. Угольные шахты, рудники, карьеры, предприятия по добыче и переработке урана, металлургические и нефтегазовые производства создают условия для длительного контакта работников с канцерогенами, признанными доказанными для человека. При этом официальная регистрация профессионального рака остается несоразмерно низкой по сравнению с масштабом потенциальных воздействий. Это позволяет предположить не низкую распространенность профессионально обусловленных опухолей, а недостаточную выявляемость, слабую маршрутизацию и отсутствие единой системы учета.

Одним из ключевых барьеров является разрыв между онкологической и профпатологической службами. В онкологической практике основное внимание закономерно сосредоточено на верификации опухоли, стадировании и выборе

противоопухолевого лечения, тогда как профессиональный анамнез часто остается вторичным. В профпатологии, напротив, причинно-следственная экспертиза требует санитарно-гигиенических характеристик, архивных данных производственного контроля и подтверждения длительности воздействия. При отсутствии обмена данными между этими службами значительная часть потенциально профессиональных случаев не доходит до этапа экспертной оценки.

Международный опыт показывает, что эффективное выявление профессионального рака возможно только при наличии специальных регистров, единых критериев признания, страховых и компенсационных механизмов, а также активного поиска профессионального маршрута у онкологических пациентов [29, 32]. Наиболее результативные модели включают не только регистрацию уже установленного профессионального диагноза, но и предварительную идентификацию групп риска по отрасли, профессии и канцерогенному воздействию. Для Казахстана именно такой подход представляется наиболее перспективным, поскольку он позволяет перейти от пассивного учета единичных случаев к системному эпидемиологическому наблюдению.

Создание национального регистра профессионального рака должно рассматриваться не как формальная статистическая мера, а как инструмент профилактики и управления рисками. В регистр целесообразно включать сведения о диагнозе, морфологической верификации, локализации опухоли, профессиональном маршруте, канцерогенных факторах, стаже, данных производственного контроля, курительном статусе и результатах экспертизы связи заболевания с профессией. Такая база позволит выявлять отраслевые кластеры, оценивать вклад отдельных канцерогенов и формировать адресные профилактические программы.

Важным направлением является внедрение риск-ориентированного медицинского наблюдения работников канцерогенно опасных производств. Оно должно отличаться от стандартного периодического осмотра большей глубиной оценки: обязательным сбором профессионального маршрута, стратификацией по стажу и интенсивности воздействия, учетом курения, анализом архивных санитарно-гигиенических данных, динамической оценкой функции внешнего дыхания и применением инструментальных методов у групп высокого риска. Для работников с высоким риском рака легкого может обсуждаться низкодозовая компьютерная томография, однако только в рамках регламентированной программы с четкими критериями включения, маршрутом дообследования и оценкой соотношения пользы и риска.

Отдельного обсуждения заслуживает роль биомаркеров. Оксидативный стресс, хроническое воспаление, повреждение ДНК, эпигенетические изменения и нарушения противоопухолевого иммунного надзора являются общими звеньями профессионального канцерогенеза. Однако на современном этапе большинство биомаркеров не может служить самостоятельным основанием для установления профессионального диагноза. Их значение состоит прежде всего в раннем выявлении

нии групп повышенного риска, научном обосновании механизмов воздействия и формировании персонализированных программ наблюдения.

Для условий Казахстана перспективным направлением являются проспективные когортные исследования работников шахт, рудников и металлургических предприятий с интеграцией данных производственного контроля, функционального состояния дыхательной системы, биомаркеров оксидативного стресса и иммунологических показателей. Такие исследования позволят не только уточнить распространенность ранних нарушений у работников канцерогенно опасных производств, но и сформировать национальные критерии риска профессионального рака с учетом реальной структуры промышленности страны.

Следует подчеркнуть, что наличие непрофессиональных факторов риска не исключает профессиональную природу опухоли. Курение, возраст, наследственная предрасположенность и экологические воздействия должны учитываться при экспертной оценке, однако они не отменяют значения доказанного профессионального контакта с канцерогеном, особенно при достаточном латентном периоде и соответствии локализации опухоли известному спектру действия данного фактора. Такой подход особенно важен при раке легкого, где профессиональные и поведенческие риски часто взаимодействуют синергически.

С профилактической точки зрения наибольший эффект может дать не расширение перечня медицинских обследований само по себе, а снижение канцерогенной экспозиции на рабочем месте. Приоритет должны иметь замена канцерогенных веществ, герметизация процессов, локальная вытяжная вентиляция, мокрые методы пылеподавления, контроль дизельных выбросов, мониторинг радона, применение эффективных средств индивидуальной защиты и обучение работников. Медицинское наблюдение должно дополнять, а не подменять первичную профилактику.

Ограничением настоящего обзора является отсутствие собственного эпидемиологического анализа национальных данных по профессиональному раку, что связано с недостаточной доступностью специализированной статистики и отсутствием единого регистра. Вместе с тем проведенное обобщение международных и отечественных данных позволяет обозначить ключевые организационные дефициты и определить направления дальнейших исследований. Наиболее важными из них являются создание регистра, стандартизация профессионального анамнеза в онкологической практике, формирование межведомственного обмена данными и разработка риск-ориентированных программ наблюдения работников канцерогенно опасных производств.

Таким образом, профессиональный рак следует рассматривать не только как клиническую или экспертную проблему, но и как индикатор качества системы охраны труда. Его выявляемость зависит от зрелости производственного контроля, полноты медицинского наблюдения, доступности архивных данных, взаимодействия служб и готовности системы здравоохранения признавать вклад условий

труда в формирование онкологической заболеваемости. Для Казахстана развитие этой системы является важным условием снижения предотвратимого онкологического бремени среди работающего населения.

Заключение. Профессиональный рак остается одной из наиболее сложных и социально значимых проблем медицины труда. Ведущими производственными канцерогенами являются асбест, кристаллический диоксид кремния, бензол, дизельные выхлопные газы, радон, соединения тяжелых металлов и ионизирующее излучение. Наиболее распространенными формами профессиональной онкопатологии остаются рак легкого, мезотелиома плевры, рак мочевого пузыря и гемобластозы.

Для работников горнодобывающей промышленности особую опасность представляет комбинированное воздействие кварцевой пыли, радона, дизельных аэрозолей и продуктов горения. Эта проблема имеет прямое значение для Казахстана, где горнодобывающая, металлургическая, нефтегазовая и уранодобывающая отрасли занимают важное место в экономике.

Международный опыт показывает, что эффективное выявление профессионального рака невозможно без специализированных регистров, длительного медицинского наблюдения, качественного сбора профессионального анамнеза и межведомственного взаимодействия. Для Казахстана создание системы учета профессиональных онкологических заболеваний и внедрение риск-ориентированного мониторинга работников канцерогенно опасных производств являются приоритетными направлениями развития профпатологической службы.

Современные биомаркеры оксидативного стресса, иммунологических нарушений и молекулярного повреждения ДНК открывают новые возможности для раннего выявления групп риска. Их интеграция с данными производственного контроля и клинического наблюдения может существенно повысить эффективность профилактики профессионального рака и снизить бремя онкологических заболеваний среди работающего населения.

Литература

1. IARC. IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans. List of Classifications. Lyon: International Agency for Research on Cancer, 2024.
2. Loomis D., Guha N., Hall A.L., Straif K. Identifying occupational carcinogens: an update from the IARC Monographs // Occupational and Environmental Medicine. 2018. Vol. 75. No. 8. P. 593–603. DOI: 10.1136/oemed-2017-104944.
3. International Labour Organization. Safety and Health at the Heart of the Future of Work. Geneva: ILO, 2019.
4. European Agency for Safety and Health at Work. Work-related Cancer: Facts and Figures. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023.

5. Takala J. Eliminating occupational cancer // *Industrial Health*. 2015. Vol. 53. No. 4. P. 307–309. DOI: 10.2486/indhealth.53.307.
6. GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 // *The Lancet*. 2020. Vol. 396. P. 1223–1249. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30752-2.
7. Rushton L., Hutchings S.J., Fortunato L. et al. Occupational cancer burden in Great Britain // *British Journal of Cancer*. 2012. Vol. 107. Suppl. 1. P. S3–S7. DOI: 10.1038/bjc.2012.112.
8. Furuya S., Chimed-Ochir O., Takahashi K. et al. Global asbestos disaster // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018. Vol. 15. No. 5. Art. 1000. DOI: 10.3390/ijerph15051000.
9. Takahashi K., Landrigan P.J. The global health dimensions of asbestos and asbestos-related diseases // *Annals of Global Health*. 2016. Vol. 82. No. 1. P. 209–213. DOI: 10.1016/j.aogh.2016.01.012.
10. Stayner L., Welch L.S., Lemen R. The worldwide pandemic of asbestos-related diseases // *Annual Review of Public Health*. 2013. Vol. 34. P. 205–216. DOI: 10.1146/annurev-publhealth-031811-124704.
11. Frank A.L., Joshi T.K. The global spread of asbestos // *Annals of Global Health*. 2014. Vol. 80. No. 4. P. 257–262. DOI: 10.1016/j.aogh.2014.09.016.
12. Consonni D., De Matteis S., Pesatori A.C. Lung cancer and occupational exposure // *La Medicina del Lavoro*. 2018. Vol. 109. No. 6. P. 407–413. DOI: 10.23749/mdl.v109i6.7640.
13. Olsson A.C., Gustavsson P., Kromhout H. et al. Occupational exposure to diesel motor emissions and lung cancer risk // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2011. Vol. 183. No. 7. P. 941–948. DOI: 10.1164/rccm.201006-0947OC.
14. Attfield M.D., Schleiff P.L., Lubin J.H. et al. The Diesel Exhaust in Miners Study: a cohort mortality study // *Journal of the National Cancer Institute*. 2012. Vol. 104. No. 11. P. 869–883. DOI: 10.1093/jnci/djs035.
15. Silverman D.T., Samanic C.M., Lubin J.H. et al. The Diesel Exhaust in Miners Study: a nested case-control study // *Journal of the National Cancer Institute*. 2012. Vol. 104. No. 11. P. 855–868. DOI: 10.1093/jnci/djs034.
16. Benbrahim-Tallaa L., Baan R.A., Grosse Y. et al. Carcinogenicity of diesel-engine and gasoline-engine exhausts and some nitroarenes // *The Lancet Oncology*. 2012. Vol. 13. No. 7. P. 663–664. DOI: 10.1016/S1470-2045(12)70280-2.
17. Schubauer-Berigan M.K., Daniels R.D., Bertke S.J. et al. Radionuclide exposure and cancer mortality among U.S. nuclear workers // *Radiation Research*. 2015. Vol. 183. No. 6. P. 620–631. DOI: 10.1667/RR13879.1.
18. Richardson D.B., Cardis E., Daniels R.D. et al. Risk of cancer from occupational exposure to ionising radiation: retrospective cohort study of workers in France,

the United Kingdom, and the United States (INWORKS) // *BMJ*. 2015. Vol. 351. P. h5359. DOI: 10.1136/bmj.h5359.

19. Leuraud K., Richardson D.B., Cardis E. et al. Ionising radiation and risk of death from leukaemia and lymphoma in radiation-monitored workers (INWORKS) // *The Lancet Haematology*. 2015. Vol. 2. No. 7. P. e276–e281. DOI: 10.1016/S2352-3026(15)00094-0.

20. Vlaanderen J., Lan Q., Kromhout H. et al. Occupational benzene exposure and the risk of lymphoma subtypes // *Occupational and Environmental Medicine*. 2011. Vol. 68. No. 4. P. 250–257. DOI: 10.1136/oem.2010.058404.

21. Khalade A., Jaakkola M.S., Pukkala E., Jaakkola J.J.K. Exposure to benzene at work and the risk of leukemia: a systematic review and meta-analysis // *Environmental Health*. 2010. Vol. 9. Art. 31. DOI: 10.1186/1476-069X-9-31.

22. Barnes J.L., Zubair M., John K. et al. Carcinogens and DNA damage // *Biochemical Society Transactions*. 2018. Vol. 46. No. 5. P. 1213–1224. DOI: 10.1042/BST20180519.

23. Hanahan D. Hallmarks of cancer: new dimensions // *Cancer Discovery*. 2022. Vol. 12. No. 1. P. 31–46. DOI: 10.1158/2159-8290.CD-21-1059.

24. Wild C.P. Complementing the genome with an exposome: the outstanding challenge of environmental exposure measurement in molecular epidemiology // *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*. 2005. Vol. 14. No. 8. P. 1847–1850. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-05-0456.

25. Miller G.W., Jones D.P. The nature of nurture: refining the definition of the exposome // *Toxicological Sciences*. 2014. Vol. 137. No. 1. P. 1–2. DOI: 10.1093/toxsci/kft251.

26. Fenga C. Occupational exposure and risk of breast cancer // *Biomedical Reports*. 2016. Vol. 4. No. 3. P. 282–292. DOI: 10.3892/br.2016.575.

27. Straif K., Benbrahim-Tallaa L., Baan R. et al. A review of human carcinogens - Part C: metals, arsenic, dusts, and fibres // *The Lancet Oncology*. 2009. Vol. 10. No. 5. P. 453–454. DOI: 10.1016/S1470-2045(09)70096-8.

28. Driscoll T., Takala J., Steenland K. et al. Review of estimates of the global burden of injury and illness due to occupational exposures // *American Journal of Industrial Medicine*. 2005. Vol. 48. No. 6. P. 491–502. DOI: 10.1002/ajim.20286.

29. Lee P.N. Relation between exposure to asbestos and smoking jointly and the risk of lung cancer // *Occupational and Environmental Medicine*. 2001. Vol. 58. No. 3. P. 145–153. DOI: 10.1136/oem.58.3.145.

30. Pega F., Náfrádi B., Momen N.C. et al. Global, regional, and national burdens of ischemic heart disease and stroke attributable to exposure to long working hours for 194 countries, 2000–2016 // *Environment International*. 2021. Vol. 154. Art. 106595. DOI: 10.1016/j.envint.2021.106595.

31. World Health Organization, International Labour Organization. WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury, 2000–2016: Global

Monitoring Report. Geneva: World Health Organization; International Labour Organization, 2021.

32. International Labour Organization. Occupational Cancer Convention, 1974 (No. 139). Geneva: ILO, 1974.

33. World Health Organization. Cancer: Fact Sheet. Geneva: WHO, 2024.

34. Kazakh Institute of Oncology and Radiology. Cancer Care Indicators and Oncology Statistics of the Republic of Kazakhstan. Almaty: KazIOR, 2024.

35. National Lung Screening Trial Research Team. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening // New England Journal of Medicine. 2011. Vol. 365. P. 395–409. DOI: 10.1056/NEJMoa1102873.

ПРОФЕССИОНАЛДЫҚ ОБЫР: ЖАҒАНДЫҚ АУЫРТПАЛЫҚ, НЕГІЗГІ КАНЦЕРОГЕНДЕР, ДИАГНОСТИКАЛАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ ЖӘНЕ АЛДЫН АЛУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Аманбекова А.У.^{1,2}, Отарбаева М.Б.¹, Алексеев А.В.¹, Газизова А.О.²

¹«Еңбек гигиенасы және кәсіптік аурулар ұлттық орталығы» КеАҚ (100017, Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ., Мұстафин көшесі, 15, e-mail: info@nao.ncgt.kz)

²«Қазақстан-Ресей медицина университеті» ББМ (050004, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абылай хан көшесі, 51/53, e-mail: info@medkrmu.kz)

1. Аманбекова А.У., медицина ғылымдарының докторы, профессор, Қазақстан Республикасының бас штаттан тыс кәсіптік патологы, «Еңбек гигиенасы және кәсіптік аурулар ұлттық орталығы» КеАҚ, Қарағанды қ.; «Қазақстан-Ресей медицина университеті» ББМ профессоры, e-mail: amanbekova@mail.ru

2. Отарбаева М.Б., e-mail: mb.otarbaeva103@mail.ru

3. Алексеев А.В., e-mail: alexeyev.ncgtpz@mail.ru

4. Газизова А.О., e-mail: gazizova.a@metabody.kz

Тұжырым

Кәсіби қатерлі ісік қазіргі еңбек медицинасы мен қоғамдық денсаулық сақтаудың маңызды мәселелерінің бірі болып табылады. Мақалада кәсіби қатерлі ісіктердің әлемдік ауыртпалығы, негізгі өндірістік канцерогендер, тыныс алу мүшелерінің кәсіби обыры және халықаралық тіркеу тәжірибесі бойынша заманауи деректер жинақталған. Тау-кен өнеркәсібі қызметкерлеріндегі кәсіби қатерлі ісік және Қазақстандағы тіркеудің жеткіліксіздігі мәселесіне ерекше назар аударылды. Аурудың кәсіппен байланысын анықтау критерийлері, латентті кезеңдер,

оксидативті стресс, иммунологиялық бұзылыстар және молекулалық биомаркерлердің рөлі қарастырылды. Кәсіби қатерлі ісіктің ұлттық тіркелімін құру және канцерогендік қауіпті өндірістердегі қызметкерлерді тәуекелге бағдарланған бақылауды енгізу қажеттілігі негізделді.

Түйінді сөздер: кәсіби қатерлі ісік, өндірістік канцерогендер, еңбек медицинасы, кәсіби патология, өкпе обыры, асбест, кремнезем, бензол, шахтерлер.

OCCUPATIONAL CANCER: GLOBAL BURDEN, MAJOR CARCINOGENS, DIAGNOSTIC CHALLENGES, AND PREVENTION PROSPECTS

Amanbekova A.U.^{1,2}, Otarbayeva M.B.¹, Alexeyev A.V.¹, Gazizova A.O.²

¹NC JSC «National Centre Occupational Health and Diseases» (100017, Republic of Kazakhstan, Karaganda, Mustafina str. 15, e-mail: info@naoncgt.kz)

²Educational Institution «Kazakhstan-Russian Medical University» (51/53 Abylai Khan St., Almaty 050004, Republic of Kazakhstan, e-mail: info@medkrmu.kz)

1. Amanbekova A.U., Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Freelance Occupational Pathologist of the Republic of Kazakhstan, NC JSC «National Center of Occupational Hygiene and Occupational Diseases»; Professor, Educational Institution «Kazakhstan-Russian Medical University», e-mail: amanbekova@mail.ru

2. Otarbayeva M.B., e-mail: mb.otarbaeva103@mail.ru

3. Alexeyev A.V., e-mail: alexeyev.ncgtpz@mail.ru

4. Gazizova A.O., e-mail: gazizova.a@metabody.kz

Summary

Occupational cancer remains one of the most important challenges in occupational health and public health. This review summarizes current evidence on the global burden of occupational malignancies, major workplace carcinogens, occupational respiratory cancer and international registration systems. Particular attention is paid to mining workers and the under-recognition of occupational cancer in Kazakhstan. The article discusses criteria for establishing occupational causality, latency periods, oxidative stress, immune disturbances and molecular biomarkers. The need for a national occupational cancer registry and risk-based surveillance of workers exposed to occupational carcinogens is substantiated.

Key words: occupational cancer, occupational carcinogens, occupational health, occupational pathology, lung cancer, asbestos, silica, benzene, miners.

МЕРЕЙТОЙ

КАРАБАЛИН СЕРИК КАРАБАЛАЕВИЧ

(к 75-летию юбилею)



Доктор медицинских наук, профессор, академик Карабалин С.К. является организатором службы медицинского обеспечения работающего населения в Республике Казахстан, с 1995г. по 2007г. - главный профпатолог МЗ РК. Под его руководством осуществлялась реализация государственной политики в сфере оказания качественных образовательных и научных услуг для практического здравоохранения, обеспечения интеграции образовательных программ в международную систему, проведение медицинских аудитов и актуальных научных исследований в области медицины труда и общественного здравоохранения с целью повышения качества медицинского обслуживания работающего населения.

Кандидатскую диссертацию по теме: «Патогенетические основы диагностики и терапии профессиональных поражений печени фосфорного генеза» по специальности - 14.00.05 внутренние (профессиональные болезни) Карабалин С.К. защитил в Центральном НИИ гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР (Москва), (1987г.).

Докторская диссертация была защищена в 1998г. по теме: «Научные основы оптимизации условий труда и состояние здоровья женщин, работающих на современных предприятиях хлопчатобумажной промышленности» по специальности - 14.00.07 Гигиена 14.00.50 - Медицина труда.

Впервые в 1996 году в республике Карабалин С.К. обосновал и утвердил должность врача профпатолога. Данная специальность была включена в номенклатуру врачебных специальностей. Под его руководством были разработаны и утверждены Приказы МЗ РК по профилактическим осмотрам и организации профпатологической службы: №332 (1995), №126 (1995), №200 (1996), №278 (1999), №243 (2004), №894 (2004), №294 (2005), а также Государственный стандарт дополнительного медицинского образования по специальности «врач-профпатолог» (1998г., 2004г.). В 2001 году активно участвовал в создании Национального центра гигиены труда и профзаболеваний в г.Караганде.

С 2006г. по 2014г. работал в ВШОЗ МЗ РК: зав. кафедрой гигиены, эпидемиологии и медицины труда и Проректором по науке и учебной работе Высшей Школы общественного здравоохранения (ВШОЗ) МЗ РК. С 2015г. по 2021г. – профессор кафедры гигиены и медицины труда (общественное здравоохранение) Казахского национального медицинского университета им. С.Д.Асфендиярова МЗ РК. С 2021г по настоящее время - профессор кафедры гигиены и эпидемиологии КРМУ (Алматы).

С 2007г. по 2025г. профессор Карабалин С.К. являлся научным руководителем Учреждения «Институт медицины труда, профессиональной патологии и промышленной экологии», имеющего Гос. лицензию МОН РК №0062150 Серия АБ от 04.06.2007 г. (без ограничения срока) на реализацию программ дополнительного профессионального образования по профессиональной патологии и медицине труда, Гос. лицензию МЗ РК № 000904 серии СЭ от 14 марта 2007 г. (постоянная, без ограничения срока) на проведение санитарно-гигиеническую и противоэпидемическую медицинскую деятельность: гигиеническое обучение населения; санитарно-гигиенические лабораторные исследования; токсикологическая и санитарно-эпидемиологическая экспертиза и Свидетельство об институциональной аккредитации IA № 0306 от 10.12.2021г), который входит в официальный реестр МОН РК по оказанию услуг по дополнительному образованию.

Основные направления научной школы профессора Карабалина С. – современные проблемы охраны здоровья работающего населения, обоснование служб медицины труда, оценка и управление профессиональными и экологическими рисками, профилактика, экспертиза трудоспособности профессиональной, экологической и производственно-обусловленной патологий. Под его руководством выполнено 19 научно - медицинских исследовательских проектов в различных отраслях здравоохранения.

Карабалин С.К. активно работает в отечественных и зарубежных научных медицинских обществах, Диссертационных советах, в том числе - член Объединенного диссертационного Совета по защите докторских диссертаций НПО «Профилактическая медицина» МЗ РК и «Международный университет Кыргызстана» МОН КР. Член Диссертационного совета Центрально-Азиатского филиала Международной академии наук и образования (Бишкек-Калифорния) по защите PhD диссертаций. Является Вице-Президентом Центрально-Азиатского филиала Международной академии наук и образования (Бишкек-Калифорния). Президент Ассоциации специалистов профессиональной патологии и медицины труда РК.

С.К.Карабалин в течение многих лет, занимая должность эксперта (2000-2005 гг.) и Председателя Экспертного Совета по медицине и фармации КНАСОН МОН РК (2005-2010гг.), как ученый внес свой весомый вклад по повышению качества подготовки кадров медицинской науки в Республике Казахстан.

Являлся членом редколлегий журналов: «Медицина труда и экология человека» (Караганда), «Центрально-Азиатский научно-практический журнал по

общественному здравоохранению» (Алматы), «Медицинский журнал Кыргызстана» (Бишкек), «Здравоохранение Кыргызстана» (Бишкек). Член Международной Ассоциации специалистов медицины труда и профессиональной патологии (Москва) и Член Международной Ассоциации специалистов клинической фармакологии (Москва).

Опубликовал 470 печатных работ, в том числе 6 учебных руководства для врачей, 9 монографий, 35 учебно-методических и учебных пособий, более 30 методических рекомендаций и указаний.

Под его руководством подготовлено 7 докторов медицинских наук, 8 PhD докторов медицины и 22 кандидата медицинских наук, 12 научно-педагогических магистров и 3 магистра MBA.

Профессор Карабалин С.К. неоднократно организовал и провел на высоком уровне крупные научно-практические конференции с международным участием, посвященные проблемам гигиены труда и профессиональных заболеваний. Он участник многих международных, республиканских конференций, симпозиумов, совещаний, делегат 1 и 3-го съезда врачей Казахстана. Профессор Карабалин С.К. в 2003 году в Лондоне, принимал участие в заседании Международного Комитета по запрету Асбеста (созданного при Нижней Палате Парламента Великобритании), где выступал с сообщением «О применении асбеста хризотила в Казахстане и его вредное воздействие», в 2013 году в Турции в Фатих Университете в городе Стамбул выступил с докладом «О подготовке магистров в Казахстане и совершенствовании магистерских образовательных программ».

В 2001 году решением Президиума КНАСОН МОН РК Карабалину С.К. присвоено ученое звание профессора. В 2003 году был избран действительным членом Международной академии информатизации (МАИН), а в 2014 году – избран действительным членом (академиком) Международной академии науки и образования (Калифорния, США).

За плодотворную научно-практическую, лечебно-профилактическую и общественную работу С.К. Карабалин награжден почетными знаками Министерства здравоохранения: «Отличнику здравоохранения» СССР (1986г.), МЗ РК «Денсаулық сақтау үздігіне» (1999г.), МЗ РК «Денсаулық сақтау ісіне қосқан үлесі үшін» (2010г.). Награжден медалью Министерства образования и науки РК «За заслуги в развитии науки Республики Казахстан» (2010г.). Награжден Почетной грамотой Министерства здравоохранения РК (1999г.), Почетной грамотой Акима Бостандыкского района г. Алматы (2010г.).

Награжден Почетной грамотой Министерства здравоохранения Республики Кыргызстана (2010г.), награжден медалью КР «80 лет Первому Научному центру Кыргызстана» (2018г.). Избран Почетным профессором Научно-производственного объединения «Профилактическая медицина» Министерства здравоохранения Кыргызстана.

В 2014 году Президиум Международной Ассоциации при РАМН РФ награ-

дил профессора Карабалина С.К. орденом Гиппократ.

Карабалин С.К. является лауреатом Международного казахского творческого общества» (Планета Мира - World of Peace) - 2014 года, в 2015 году награжден международным орденом «Знак Почета» Европейской организации здравоохранения и Международного объединенного Профессионального союза.

В 2019 году по результатам конкурса: «Лучшие люди»/«Лучшие в образовании», организованного Большой международной энциклопедией, профессор С. Карабалин, награжден специальной медалью, сертификатом и опубликован в разделе «Қазақстан Республикасы. Ұлт мақтанышы» в Большой Энциклопедии стран СНГ. Является участником и обладателем Золотой медали Международной книжной выставки BookExpo America 29-31 мая 2019 (США, г. Нью-Йорк).

В 2020 году Президиум НАН РК за научные достижения, успехи и создание научной школы профессор Карабалин С.К. принят членом НАН РК и присвоено заслуженное звание «Профессор НАН РК - почетный академик» (протокол № 9 от 30.10.2020) с вручением Диплома НАН РК.

За заслуги в развитии медицинской науки и образования профессор Карабалин С.К. награжден Золотой медалью Казахского Национального медицинского университета им.С.Д.Асфендиярова (02.12.2020).

Серик Карабалаевич, Ваш жизненный путь - яркий пример беззаветного служения медицинской науке, отечественному здравоохранению и подготовке высококвалифицированных специалистов. Благодаря Вашему профессионализму, глубоким знаниям, мудрости и преданности своему делу Вы заслужили высокий авторитет и искреннее уважение коллег, учеников и медицинского сообщества.

Ваш весомый вклад в развитие медицинской науки, многолетняя научно-педагогическая и общественная деятельность стали важной частью становления и совершенствования отечественного здравоохранения. Ваши достижения и богатый опыт продолжают вдохновлять новое поколение врачей и ученых.

В этот знаменательный день желаем Вам крепкого здоровья, долголетия, неиссякаемой энергии, душевного благополучия, счастья и новых успехов. Пусть рядом всегда будут родные, друзья, коллеги и ученики, а каждый день приносит радость, уважение и заслуженное признание.

Коллектив Национального центра гигиены труда и профессиональных заболеваний

ҚАЗАНАМА

Ермек Нигметович Сраубаев**29.09.2026-04.06.2026**

Коллектив Национального центра гигиены труда и профессиональных заболеваний, редакционная коллегия журнала «Гигиена труда и медицинская экология» с глубоким прискорбием сообщают о кончине доктора медицинских наук, профессора, академика Российской академии естествознания, выдающегося ученого-гигиениста Республики Казахстан Ермека Нигметовича Сраубаева.

Ермек Нигметович Сраубаев родился в 1948 году в Атырауской области. В 1972 году с отличием окончил Карагандинский государственный медицинский институт по специальности «Гигиена» и посвятил всю свою профессиональную деятельность служению отечественной медицинской науке, высшему медицинскому образованию и охране здоровья населения.

Более пятидесяти лет его трудовой путь был неразрывно связан с Карагандинским государственным медицинским институтом (ныне Карагандинский медицинский университет), где он прошел путь от ассистента до заведующего кафедрой. В 1996 году успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Труд и здоровье инженерно-технических работников предприятий черной металлургии», а в 1997 году ему было присвоено ученое звание профессора.

Научная деятельность Ермека Нигметовича охватывала широкий круг актуальных проблем гигиены труда, профессиональной патологии, экологии, физиологии труда, токсикологии и эргономики. Под его руководством выполнялись крупные научные программы, посвященные оценке влияния деятельности космодрома Байконур на окружающую среду и здоровье населения, медико-экологическим проблемам Центрального Казахстана, последствиям воздействия Семипалатинского испытательного полигона, а также вопросам охраны труда и здоровья работающего населения.

Особое место в его биографии занимает деятельность в Национальном центре гигиены труда и профессиональных заболеваний. В 2007–2009 годах Ермек Нигметович возглавлял Центр в должности директора, внес значительный вклад в развитие научных исследований в области медицины труда и профессионального здоровья, укрепление кадрового потенциала и совершенствование системы научного сопровождения охраны труда в Республике Казахстан.

Ермек Нигметович являлся признанным организатором науки и талантливым педагогом. Под его научным консультированием и руководством подготов-

лены десятки ученых: защищены докторские и кандидатские диссертации, подготовлены магистры и докторанты. Им разработаны санитарные правила и нормы, внесшие существенный вклад в совершенствование санитарно-эпидемиологического благополучия населения и охраны здоровья работников.

Он был членом редакционных коллегий научных журналов, активно участвовал в работе международных научных программ и конференций, выступал экспертом по актуальным вопросам охраны окружающей среды и здоровья населения, связанным с деятельностью космодрома Байконур и последствиями ядерных испытаний.

Ермек Нигметович пользовался заслуженным авторитетом среди коллег, учеников и научного сообщества благодаря высокому профессионализму, принципиальности, интеллигентности, внимательному отношению к людям и преданности избранному делу.

Светлая память о Ермеке Нигметовиче Сраубаеве - талантливом ученом, педагоге, организаторе науки и замечательном человеке - навсегда сохранится в сердцах его коллег, учеников, друзей и всех, кому посчастливилось работать рядом с ним.

Выражаем искренние соболезнования родным и близким Ермека Нигметовича в связи с невозполнимой утратой.

Коллектив Национального центра гигиены труда и профессиональных заболеваний

ХАБАРЛАР

С 26 по 28 марта 2026 года Председатель Правления – Директор НАО «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний», д.м.н., ассоциированный профессор Отаров Ертай Жалгаспаевич, а также заведующий Научно-исследовательской санитарно-гигиенической лабораторией Исмаилов Чингиз Усманович находились с рабочим визитом в Научно-исследовательском институте санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний Министерства здравоохранения Республики Узбекистан в городе Ташкенте.

В рамках рабочей поездки по реализации совместного научного проекта «Изучение содержания природных и искусственных минеральных волокон в атмосферном воздухе регионов расположения асбестовой промышленности (на примере Средней Азии)» состоялись важные встречи, направленные на укрепление международного научного сотрудничества в сфере медицины труда, гигиены и профессиональных заболеваний.

Одним из ключевых событий визита стало подписание Меморандума о сотрудничестве между НАО «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний» и Научно-исследовательским институтом санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний МЗ РУз.

В ходе визита руководство института, заместитель директора по клинической работе, доктор медицинских наук, профессор Хамракулова Мукаддасхон Аскарровна, а также главный профпатолог МЗ РУз, доктор медицинских наук, доцент Агзамова Гульнора Суннатовна ознакомили делегацию со структурой службы профпатологии, основными направлениями деятельности института и приоритетами дальнейшего развития в области охраны здоровья работающего населения.

Особенно ценной стала встреча с выдающимися учёными-ветеранами института, в числе которых - академик Академии наук Республики Узбекистан, д.м.н., профессор Искандаров Тулкин Искандарович.

Поездка в Ташкент стала важным шагом в расширении партнёрства, развитии совместных исследований и продвижении научных инициатив в области гигиены труда, профпатологии и общественного здравоохранения.

Благодарим узбекских коллег за тёплый приём, открытый профессиональный диалог и готовность к дальнейшей совместной работе.



15 мая в городе Актобе на базе Западно-Казахстанского медицинского университета имени Марата Оспанова состоялась Международная научно-практическая конференция «Медицина труда, гигиена и общественное здравоохранение: современные вызовы и профилактика».

В данном мероприятии приняла участие Председатель Комитета Санитарно-эпидемиологического контроля Министерства здравоохранения Республики Казахстан - главный государственный санитарный врач Республики Казахстан Бейсенова Сархат Сагинтаевна.

Основная цель конференции - обмен опытом по актуальным направлениям профилактической медицины, обсуждение вопросов совершенствования медицины труда, гигиены и общественного здравоохранения, а также рассмотрение возможностей внедрения результатов научных исследований в практику.

Одним из организаторов конференции выступил Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний. В мероприятии приняли участие ученые и специалисты из Казахстана, а также Польши, Азербайджана, Узбекистана, Кыргызстана, России и Индонезии.

На пленарном заседании с докладом выступил доктор медицинских наук, ассоциированный профессор Отаров Ертай Жалгаспаевич, осветив вопросы развития гигиены труда и профессиональной патологии в Казахстане. Кроме того, в рамках секционного заседания профессор М.Б. Отарбаева представила доклад о развитии промышленной медицины и внедрении инновационных подходов.







«ЕҢБЕК ГИГИЕНАСЫ ЖӘНЕ
КӘСІПТІК АУРУЛАР
ҰЛТТЫҚ ОРТАЛЫҒЫ» КЕАҚ

ОҚЫТУ – СІЗДІҢ СЕНІМІҢІЗГЕ ЛАЙЫҚ!



КӨРСЕТИЛЕТІН ҚЫЗМЕТТЕР:



1 Кәсіптік патология бағыты бойынша:
сертификаттау курстары, біліктілікті арттыру курстары,
семинарлар, мастер-класстар, тренингтер.



2 Гигиена бағыты бойынша:
өндірістік гигиена, радиациялық гигиена, санитариялық-
гигиеналық зертханадағы зертханалық іс, өндірістік орта
факторларын зерттеудің зертханалық-аспаптық әдістері,
еңбек жағдайлары бойынша өндірістік объектілерді
аттестаттау, кәсіптік тәуекелдерді бағалау, еңбек
қауіпсіздігі және еңбекті қорғау, өндірістік токсикология,
гигиена және эпидемиология, семинарлар, мастер-класстар,
тренингтер.



КӘСІПТІК ПАТОЛОГИЯ БАҒЫТЫ БОЙЫНША ОҚЫТУ НЫСАНДАРЫ:



1) Ұлттық орталық базасында
(тыңдаушылар тобы 5 адамнан кем емес болған жағдайда);

2) Көшпелі оқу циклдері
(тыңдаушылар саны 15 адамнан кем емес болған жағдайда).



Оқытуды «Кәсіптік патология» және «Гигиена» бейіндері
бойынша медицина ғылымдарының докторлары мен
кандидаттары, профессорлар, сондай-ақ жоғары және
бірінші санатты дәрігер-профпатологтар мен гигиенист
дәрігерлер жүргізеді.



Дәрігер-профпатологтарға арналған
сертификаттау курстары мен біліктілікті
арттыру курстарының клиникалық базасы
ретінде консультациялық-диагностикалық
бөлімше, кәсіптік неврология бөлімшесі және
кәсіптік терапия бөлімшесі қызмет етеді.
Бұл бөлімшелерде зиянды және қауіпті еңбек
жағдайларында жұмыс істейтін қызметкерлер
аурудың кәсіппен байланысын анықтау
сараптамасынан өтеді, сондай-ақ түрлі
кәсіптік аурулары бар науқастар оңалтудан өтеді.



«Гигиена» бейіні
бойынша оқытудың базасы –
ғылыми-зерттеу санитариялық-
гигиеналық зертханасы.



Сертификаттау курстарының,
біліктілікті арттыру циклдерінің,
семинарлардың, мастер-класстардың,
тренингтердің және тағылымдамалардың
өткізілу мерзімдері ұйымдардың
өтінімдеріне байланысты
өзгертілуі мүмкін.



**P.S. Пәнаралық мамандану бойынша сертификаттау курсына резидентураны аяқтаған жоғары білімді мамандар
Қазақстан Республикасының Денсаулық сақтау министрінің №218 бұйрығының 6-тарауының 19-тармағына және
7-тарауының 1-тармағына сәйкес қабылданады. 2014 жылдан кейін интернатураны аяқтап, резидентурадан
өтпеген түлектер бұл талаптан тыс болып табылады.**

ЖОҒАРЫ БІЛІМДІ МАМАНДАРҒА АРНАЛҒАН СЕРТИФИКАТТАУ КУРСТАРЫ МЕН БІЛІКТІЛІКТІ АРТТЫРУ ЦИКЛДЕРІН ӨТКІЗУ

№	Курстың атауы	Қызмет түрі
СЕРТИФИКАТТАУ КУРСТАРЫ (КҮНДІЗГІ ОҚУ НЫСАНЫ)		
1	Кәсіптік патология (Еңбек медицинасы)	30 кредит (900 сағат / 15 апта)
ДӘРІГЕРЛЕРГЕ АРНАЛҒАН БІЛІКТІЛІКТІ АРТТЫРУ ЦИКЛДЕРІ (КҮНДІЗГІ ОҚУ НЫСАНЫ)		
1	Кәсіптік жарамдылық мәселелері. Мерзімдік медициналық тексерулерді жүргізу	2 кредит (60 сағат / 1 апта)
2	Кәсіптік патологияның өзекті мәселелері	4 кредит (120 сағат / 2 апта)
3	Кәсіптік ауруларды диагностикалау, емдеу, оңалту, алдын алу және еңбек сараптамасының таңдаулы мәселелері	6 кредит (180 сағат / 3 апта)
4	Кәсіптік патология және өнеркәсіп кәсіпорындары мен ауыл шаруашылығы қызметкерлеріне медициналық көмек көрсетуді ұйымдастыру	8 кредит (240 сағат / 4 апта)
5	Гигиена	2–8 кредит (60–240 сағат)
6	Гигиена және эпидемиология	5 кредит (150 сағат / 2,5 апта)



Өтінімдерді электрондық пошта
арқылы жіберулеріңізді сқраймыз:
nsqtpz-kpk2025@yandex.kz



Қосымша бейресми білім беру
туралы ақпарат: сайтта –
www: https://naoncg.kz/



Мекенжайы:
Қарағанды қ.,
Мұстафин көшесі, 15



БІЗДІ ҚАЛАЙ ТАБУҒА БОЛАДЫ



Тел.: 8 (7212) 50-68-85 (6127)
8 702 448 42 61





НАО «Национальный центр
гигиены труда и
профессиональных заболеваний»

ОБУЧЕНИЕ – ДОСТОЙНОЕ ВАШЕГО ДОВЕРИЯ!

НАО «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний» оказывает услуги: 1) **Профессиональная патология:** сертификационный курс и курсы повышения квалификации, семинары, мастер - классы, тренинги.

2) **Гигиена:** промышленная гигиена, радиационная гигиена, лабораторное дело в санитарно-гигиенической лаборатории, лабораторно-инструментальные методы исследования факторов производственной среды, аттестация производственных объектов по условиям труда, оценка профессиональных рисков, безопасность и охрана труда, производственная токсикология, гигиена и эпидемиология, семинары, мастер - классов, тренинги.



ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПАТОЛОГИЯ: ФОРМА ОБУЧЕНИЯ:

- 1) на базе НЦГТИПЗ (группа слушателей 5 и более слушателей);
- 2) выездные циклы (15 слушателей и более).



Обучение проводят доктора и кандидаты медицинских наук, профессора по профилю «Профессиональная патология», «Гигиена», врачи-профпатологи и гигиенисты высшей, первой категории.



Клинической базой для прохождения сертификационного курса и курсов повышения квалификации врачей-профпатологов является – консультативно-диагностическое отделение, отделение профессиональной неврологии, отделение профессиональной терапии, где находятся работающие во вредных и опасных условиях труда для прохождения экспертизы связи заболевания с профессией и проходят реабилитацию больные с различными профессиональными заболеваниями.



Базой для обучения по профилю «Гигиена» является научно-исследовательская санитарно-гигиеническая лаборатория.



Сроки проведения сертификационного курса, циклов повышения квалификации, семинаров, мастер-классов, тренингов, стажировок могут быть изменены, в связи с заявками организаций.



P.S. К обучению на сертификационном курсе для межпрофильной специализации допускаются работники с высшим образованием, после резидентуры, согласно гл.6, п.19 и гл.7, п.1. приказа №218. Исключение составляют выпускники интернатуры после 2014 года без обучения в резидентуре.

ПРОВЕДЕНИЕ СЕРТИФИКАЦИОННЫХ КУРСОВ И ЦИКЛОВ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ С ВЫСШИМ ОБРАЗОВАНИЕМ

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ КУРСОВ	НАИМЕНОВАНИЕ УСЛУГ
СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ КУРСЫ (очная форма обучения)		
1	Профессиональная патология (Медицина труда)	30 кредитов (900 часов / 15 недель)
ЦИКЛЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ДЛЯ ВРАЧЕЙ (очная форма обучения)		
1	Вопросы профессиональной пригодности. Проведение периодических медицинских осмотров	2 кредита (60 часов / 1 неделя)
2	Актуальные вопросы профессиональной патологии	4 кредита (120 часов / 2 недели)
3	Избранные вопросы диагностики, лечения, реабилитации, профилактики и трудовой экспертизы профессиональных болезней	6 кредитов (180 часов / 3 недели)
4	Профпатология и организация медицинской помощи рабочим промышленных предприятий и сельского хозяйства	8 кредитов (240 часов / 4 недели)
5	Гигиена	2 – 8 кредит / 60 – 240 часов
6	Гигиена и эпидемиология	5 кредитов (150 часов / 2,5 недели)



Заявки присылайте
на электронную почту:
nsgtpz-kpk2025@yandex.kz



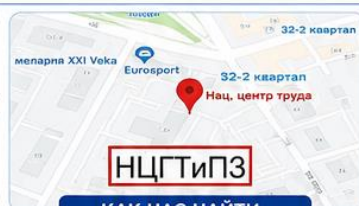
Информация о дополнительном
неформальном образовании:
на сайте -[www. https://naoncgt.kz/](http://www.https://naoncgt.kz/)



Адрес:
г. Караганда, ул. Мустафина, 15



Тел.: 8(7212)506885 (6127)
87024484261



КАК НАС НАЙТИ



МАЗМҰНЫ

Шолу

<i>Калыбаева У.А., Отарбаева М.Б., Баттакова Ш.Б., Григолашвили М.А., Нуралиева А.Е., Болат Н.Б. Цервикалгияның дифференциалды диагностика- сының инновациялық әдістері: ғылыми шолу.....</i>	4-34
---	------

Еңбек гигиенасы

<i>Перов С.Ю., Кормилицин А.А. Физиотерапия кабинеті қызметкерлеріне электромагниттік өрістердің әсер ету жағдайларының моделін әзірлеу.....</i>	35-44
--	-------

Медициналық экология

<i>Амангелдіқызы А. Қазіргі қалалық жалпы білім беру ұйымдарындағы санитарлық-эпидемиологиялық жағдайларды кешенді гигиеналық баға- лау.....</i>	45-52
<i>Отаров Е.Ж., Гребенева О.В., Шадетова А.Ж., Сабиров Ж.Б., Руссяев М.В., Оразбаева Ш.К., Винникова А.В. Жітіқара қаласы тұрғындарының аурушандығына метеорологиялық факторлар мен атмосфералық ауаның ластануының ықпалын бағалау.....</i>	53-62

Кәсіптік патология

<i>Аманбекова А.У., Отарбаева М.Б., Алексеев А.В., Газизова А.О. Профес- сионалдық обыр: жаһандық ауыртпалық, негізгі канцерогендер, диаг- ностикалау мәселелері және алдын алу перспективалары.....</i>	63-79
--	-------

Мерейтой

<i>Қарабалин Серік Қарабалаұлының 75 жас мерейтойы.....</i>	80-83
---	-------

Қазанама

<i>Сраубаев Ермек Нигметович.....</i>	84-85
<i>Хабарлар.....</i>	86-89

СОДЕРЖАНИЕ

Обзор

<i>Калыбаева У. А., Отарбаева М.Б., Баттакова Ш.Б., Григолашвили М.А., Нуралиева А.Е., Болат Н.Б.</i> Инновационные методы дифференциальной диагностики цервикалгии: научный обзор.....	4-34
---	------

Гигиена труда

<i>Перов С.Ю., Кормилицин А.А.</i> Разработка модели условий воздействия электромагнитных полей на персонал кабинета физиотерапии.....	35-44
--	-------

Медицинская экология

<i>Амангелдіқызы А.</i> Комплексная гигиеническая оценка санитарно-эпидемиологических условий в современных городских общеобразовательных организациях.....	45-52
<i>Отаров Е.Ж., Гребенева О.В., Шадетова А.Ж., Сабиров Ж.Б., Руссяев М.В., Оразбаева Ш.К., Винникова А.В.</i> Влияние метеорологических факторов и загрязнения атмосферного воздуха на показатели заболеваемости населения г. Житикара.....	53-62

Профпатология

<i>Аманбекова А.У., Отарбаева М.Б., Алексеев А.В., Газизова А.О.</i> Профессиональный рак: глобальное бремя, основные канцерогены, проблемы диагностики и перспективы профилактики.....	63-79
---	-------

Юбилей

75-летний юбилей Серика Карабалаевича Карабалина.....	80-83
---	-------

Некролог

Сраубаев Ермек Нигметович.....	84-85
Новости.....	86-89

CONTENTS

Review

<i>Kalybayeva U.A., Otarbayeva M.B., Battakova Sh.B., Grigolashvili M.A., Nuralieva A.E., Bolat N.B.</i> Innovative Methods of Differential Diagnosis of Cervicalgia: A Scientific Review.....	4-34
--	------

Occupational hygiene

<i>Perov S.Yu., Kormilitsin A.A.</i> Development of a model of conditions for electromagnetic field exposure on physiotherapy room personnel.....	35-44
---	-------

Medical ecology

<i>Amangeldikyzy A.</i> Comprehensive hygienic assessment of sanitary and epidemiological conditions in modern urban educational institutions.....	45-52
<i>Otarov Y.Zh., Grebeneva O.V., Shadetova A.Zh., SabirovZh.B., Russyayev M.V., Orazbaeva S.K., Vinnikova A.V.</i> Influence of meteorological factors and atmospheric air pollution on morbidity rates of the population in Zhitikara.....	53-62

Occupational pathology

<i>Amanbekova A.U., Otarbayeva M.B., Alexeyev A.V., Gazizova A.O.</i> Occupational cancer: global burden, major carcinogens, diagnostic challenges, and prevention prospects.....	63-79
---	-------

Jubilee

The 75th Jubilee of Serik Karabalauly Karabalin.....	80-83
--	-------

Obituary

Sraubayev Ermek Nigmatovich.....	84-85
News.....	86-89

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

При направлении статей в редакцию автору необходимо соблюдать следующее:

1. В выходных данных указываются: инициалы и фамилии авторов, название работы, название учреждения, в котором она выполнена, город.

2. Статья должна включать: резюме (не более 5-6 строк), ключевые слова (1-2 строки). Если статья на русском языке, то резюме представлять на казахском и английском языках и наоборот. Оригинальная статья должна включать актуальность, цель, материалы и методы, результаты исследования, выводы, литературу. Размер оригинальной статьи (включая все указанные разделы) не должен превышать – 8 страниц; для обзора - 10 страниц.

3. Статья обязательно подписывается всеми авторами. Указываются: имя, отчество, фамилия каждого автора, адрес, рабочий и домашний телефоны.

4. Статьи иностранных авторов, переведенные на русский язык, визируются переводчиком. Текст статьи, формулы, дозы, цифры должны быть тщательно выверены автором.

5. Статья должна быть набрана на компьютере в программе Word for windows, шрифтом Times new roman, кг. 12, через 1,0 интервала между строками, с полями сверху, снизу и справа 2 см, слева 4 см. Статьи могут представляться на казахском, русском и английском языках.

6. Таблицы и рисунки должны быть представлены в тексте по мере их упоминания. В статье представленные рисунки или таблицы приводятся в соответствии с системой единиц СИ. Подписи к рисункам даются внизу. В них приводятся: название рисунка, объяснение названия всех кривых, букв, цифр и условных обозначений. Количество графического материала должно быть минимальным (не более 2-3); графики, схемы и диаграммы - контрастные, четкие и не должны быть перегружены текстовыми надписями.

7. Таблицы должны быть компактными, иметь название, их заголовка - точно соответствовать содержанию граф. Таблицы не должны дублировать графики, сокращение слов в таблицах не допускается. Таблицы должны быть озаглавлены и пронумерованы. Все математические формулы должны быть тщательно выверены. Фототаблицы не принимаются.

8. Сокращения допускаются лишь общепринятые в мировой практике (например, ЦНС, ЭКГ). В остальных случаях при первом упоминании термина дается его полное название, в скобках - сокращенное (аббревиатура), далее в тексте используется аббревиатура.

9. Список литературы дается на отдельном листе, в тексте в квадратных скобках - порядковый номер источника по мере упоминания цитируемой литературы. Количество источников в статье не должно превышать 15, в обзоре литературы - 50, за прошедшие 5-10 лет.

Если упоминается несколько работ одного автора, их нужно указывать по возрастанию годов издания. Статья, написанная коллективом авторов (более 4 человек), помещается в списке литературы по фамилии первого автора и указываются еще два автора, далее ставится и др. Если авторов всего 4, то указываются все авторы.

После фамилий авторов приводится полное название статьи, источника, год, том, номер, выпуск, страницы от и до. Для книг и сборников обязательно точное название, город, издательство, год.

Монография, написанная коллективом авторов (более 4 человек), помещается в списке по названию книги, затем через косую черту указываются фамилии трех авторов, а далее ставится "и др."

В монографиях иностранных авторов, изданных на русском языке, после названия через двоеточие указывается, с какого языка сделан перевод.

Фамилии и все инициалы иностранных авторов в тексте даются в иностранной транскрипции.

Ссылки на неопубликованные работы, в том числе на авторефераты и диссертации, рабочие документы ВОЗ, не допускаются.

10. Статьи, оформленные не в соответствии с указанными правилами, возвращаются авторам без рассмотрения.

11. Статья не соответствующая рубрике журнала возвращается автору и редакция журнала не несет ответственности за ее публикацию.

12. Рукописи, не принятые к печати, авторам не возвращаются.

13. Датой поступления статьи считается время поступления ее окончательного (переработанного) варианта.

Редакция журнала **"Гигиена труда и медицинская экология"**

Тел.факс.:+7(7212) 50-98-85, e-mail: yertay.otarov@gmail.ru

Технический редактор: Есенгулова Д.И.

Компьютерный набор и верстка: Есенгулова Д.И.

УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ИЗВЕЩАЕТ

Статьи направлять на сайт НАО «Национальный центр гигиены труда и профзаболеваний», официальный сайт: <https://nauka.naoncgt.kz/>

Оплата за статью - 1000 тенге за одну страницу.