

На правах рукописи

УДК: 616-002.5:616.428:611.423-073.43

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
РЕСПУБЛИКАНСКИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЦЕНТР ФТИЗИАТРИИ И
ПУЛЬМОНОЛОГИИ ИМЕНИ АКАДЕМИКА Ш. АЛИМОВА**

«УТВЕРЖДАЮ»

**Председатель научно-
технического совета Министерства
здравоохранения**

Ш.К. Атаджанов

«___» _____ 2025г.

АНВАРОВА Е.В.

АЛГОРИТМ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ТУБЕРКУЛЁЗА ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ЛИМФОУЗЛОВ

ТАШКЕНТ – 2025

Анварова Е.В.

Алгоритм мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфоузлов.

Монография посвящена совершенствованию диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов — одной из клинически значимых и диагностически сложных форм внелёгочного туберкулёза. На основе анализа современных эпидемиологических, клинико-морфологических и патогенетических данных обоснована необходимость стандартизации неинвазивных методов оценки поражения лимфатической системы. В работе представлены результаты комплексного клинико-эхографического исследования 150 пациентов с лимфаденопатиями различной этиологии, проведённого с использованием серошкального ультразвукового сканирования, доплерографических методик и ультразвуковой эластографии. Установлены диагностически значимые взаимосвязи между структурными, сосудистыми и механическими характеристиками лимфатических узлов и морфологическими фазами специфического воспалительного процесса. На основании полученных данных разработан и научно обоснован авторский алгоритм мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов, обеспечивающий повышение точности стадирования заболевания и обоснование показаний к морфологической верификации. Показано, что применение алгоритма характеризуется высокой диагностической эффективностью и способствует оптимизации клинико-диагностического маршрута пациентов. Практическая значимость монографии заключается в возможности внедрения предложенного алгоритма в деятельность фтизиатрических, ультразвуковых и консультативно-диагностических подразделений с целью повышения качества диагностики, снижения доли необоснованных инвазивных вмешательств и рационального использования ресурсов специализированной медицинской помощи. Монография предназначена для врачей-фтизиатров, специалистов ультразвуковой диагностики, хирургов, а также научных работников, занимающихся проблемами внелёгочного туберкулёза.

Предназначена для фтизиатров, общих хирургов, магистров и клинических интернов.

Рецензенты:

Заведующая отделением ультразвуковой диагностики Республиканского
научного центра экстренной медицинской помощи

Д.м.н., Рахимова Раъно Абдухакимовна

Заведующий отделением внелегочного туберкулеза РСНПМЦФиП имени
академика Ш.Алимова

PhD Рискиев А.А

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений	6
ВВЕДЕНИЕ	7
I. ТУБЕРКУЛЁЗ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ: ЭПИДЕМИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДИАГНОСТИКИ	10
§1.1. Эпидемиология и клинико-анатомические особенности туберкулёза периферических лимфатических узлов.....	10
§1.2. Морфологические и патогенетические основы туберкулёза периферических лимфатических узлов	13
§1.3. Современные подходы к диагностике туберкулёза периферических лимфатических узлов и нерешённые научно- практические вопросы.....	16
II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО АЛГОРИТМА	21
§2.1. Клинический материал, дизайн исследования и методы верификации диагноза	21
§2.2. Методика мультипараметрического ультразвукового исследования	25
§2.3. Принципы формирования алгоритма и методы статистической обработки	27
III. РЕЗУЛЬТАТЫ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ТУБЕРКУЛЁЗЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ.....	31
§3.1. Эхографические, сосудистые и эластографические характеристики лимфатических узлов при различных фазах ТПЛУ	31
§3.2. Взаимосвязь ультразвуковых и морфологических показателей. Диагностическая и прогностическая значимость.....	34
IV. АВТОРСКИЙ АЛГОРИТМ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ТПЛУ	38
§4.1. Концепция и поэтапная структура алгоритма	38
§4.2. Диагностическая точность, валидация и клиническая интерпретация алгоритма	41
V. КЛИНИКО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АЛГОРИТМА.....	45
§5.1. Клиническая и организационная эффективность алгоритма.	45

§5.2. Экономическая целесообразность и перспективы применения	47
ЗАКЛЧЕНИЕ	51
ВЫВОДЫ	52
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	54
Список использованной литературы	55

Список сокращений

БК	Бацилла Коха
ВЛТ	Внелегочный туберкулез
ВОЗ	Всемирная организация здравоохранения
ИР	Индекс резистентности
КТ	Компьютерная томография
КТР	Коэффициент тканевого различия
КЭ	Компрессионная эластография
ЛУ	Лимфатический узел
МСКТ	Мультислайсная компьютерная томография
МДСК	Минимальная диастолическая скорость кровотока
МССК	Максимальная систолическая скорость кровотока
ПЦР	Полимеразная цепная реакция
РСНПМЦФиП	Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр Фтизиатрии и пульмонологии имени Ш. Алимова
СЭ	Стрейновая эластография
ТПЛУ	Туберкулез периферических лимфатических узлов
УЗИ	Ультразвуковое исследование
УЗЭГ	Ультразвуковая эластография
ЧДД	Число дыхательных движений
ЦДК	Цветовое доплеровское картирование
ЭДК	Энергетическое доплеровское картирование
ЭСВ	Эластография сдвиговой волной
Rif-S	Рифампицин чувствительный туберкулёз
ROI	Зона интереса

ВВЕДЕНИЕ

Туберкулёз периферических лимфатических узлов (ТПЛУ) является одной из наиболее распространённых форм внелёгочного туберкулёза и характеризуется устойчивой тенденцией к росту во многих регионах мира, включая страны Центральной Азии и Республику Узбекистан [1, 3, 7, 21, 51]. По данным эпидемиологических обзоров, доля внелёгочных локализаций среди впервые выявленных пациентов достигает 25–30 %, а частота поражения периферических лимфатических узлов среди всех внелёгочных форм составляет до 40–45 % [5, 6, 31]. Увеличение распространённости заболевания связано с ростом миграционных процессов, циркуляцией устойчивых штаммов *Mycobacterium tuberculosis*, повышением числа пациентов с иммунодефицитными состояниями, а также особенностями социально-экономической структуры населения [11, 20, 22, 29].

Несмотря на высокую распространённость, диагностика ТПЛУ остаётся сложной клинической задачей. Клиническая симптоматика часто неспецифична, а физикальные признаки обладают ограниченной диагностической ценностью [9, 10, 31, 34]. Лабораторные и молекулярно-генетические методы, включая ПЦР-диагностику и Xpert MTB/RIF, повышают вероятность выявления МБТ, однако не позволяют оценить морфологическую фазу специфического воспаления или определить активность процесса, что критически важно для выбора оптимальной тактики лечения [60, 69, 95]. Морфологическая верификация остаётся основным диагностическим стандартом, однако её инвазивность, ресурсоёмкость и ограниченная доступность в условиях амбулаторного звена определяют необходимость разработки неинвазивных высокоинформативных методов [76, 87, 100].

Ультразвуковое исследование (УЗИ) занимает ключевое место в диагностике заболеваний лимфатической системы благодаря доступности, безопасности и способности визуализировать структурные изменения лимфатических узлов [4, 14, 85, 106]. Однако возможности традиционного серошкального УЗИ недостаточны для дифференциации морфологических фаз специфического воспаления и достоверного различения туберкулёзных, неопластических и неспецифических лимфаденопатий [31, 39, 55]. Допплерография расширяет информативность исследования за счёт оценки сосудистого рисунка, но также не обеспечивает полной объективизации процесса [14, 85].

В последние годы активное развитие получили мультипараметрические ультразвуковые технологии, включающие методы эластографии, позволяющей количественно оценивать механические свойства ткани и тем самым повышать точность дифференциальной диагностики лимфаденопатий различной природы [17, 18, 27, 43, 61, 66, 68, 72]. Международные профессиональные

сообщества (EFSUMB, WFUMB) подчёркивают значимость интеграции эластографии в клинические алгоритмы диагностики лимфатических узлов [64, 65, 70]. Однако, несмотря на наличие отдельных исследований, посвящённых структурным, гемодинамическим или эластографическим параметрам, единый стандартизированный алгоритм мультипараметрической УЗ-диагностики ТПЛУ отсутствует, что приводит к вариабельности диагностических решений и нередко сопровождается необоснованным увеличением числа инвазивных вмешательств [45, 46, 48].

В современной клинической практике сохраняется ряд нерешённых противоречий: высокая распространённость ТПЛУ при недостаточной разработанности объективных ультразвуковых критериев стадирования [1, 5, 31]; доказанная диагностическая значимость доплерографии и эластографии при отсутствии унифицированной интегральной системы их применения [18, 43, 61, 66]; необходимость дифференциальной диагностики ТПЛУ с онкологическими и неспецифическими процессами при отсутствии стандартизированных алгоритмов [85, 86, 87, 100]; потребность в снижении числа инвазивных вмешательств при ограниченной доступности морфологической верификации [76, 87, 93, 98].

Эти обстоятельства определяют необходимость разработки научно обоснованного, структурированного и клинически валидированного алгоритма мультипараметрической ультразвуковой диагностики ТПЛУ, ориентированного на повышение точности диагностики и рационализацию лечебно-диагностической тактики.

Объект исследования. Пациенты с туберкулёзным поражением периферических лимфатических узлов.

Предмет исследования. Структурные, гемодинамические и эластографические характеристики лимфатических узлов при ТПЛУ и их диагностическое значение.

Гипотеза исследования. Интеграция серошкального УЗИ, доплерографии и методов эластографии позволяет создать объективный алгоритм диагностики ТПЛУ, повышающий точность стадирования и уменьшающий необходимость инвазивных вмешательств.

Цель исследования. Научно обосновать и разработать алгоритм мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов, основанный на комплексной оценке морфологических, сосудистых и механических параметров.

Задачи исследования

1. Проанализировать клинико-морфологические и эпидемиологические особенности ТПЛУ на основе отечественных и зарубежных данных [1, 2, 3, 5, 7, 21].

2. Оценить диагностическую информативность серошкального УЗИ, доплерографии и методов эластографии в различных стадиях специфического воспаления [14, 18, 43, 61, 72].

3. Определить взаимосвязи структурных, сосудистых и эластографических параметров с морфологическими характеристиками лимфатических узлов [31, 50, 59].

4. Разработать интегральный алгоритм мультипараметрической ультразвуковой диагностики ТПЛУ.

5. Оценить клиническую и экономическую эффективность внедрения алгоритма в практику.

Научная новизна. Научно обоснована система мультипараметрической ультразвуковой оценки лимфатических узлов при ТПЛУ на основе интеграции структурных, гемодинамических и механических показателей. Определены диагностически значимые ультразвуковые критерии стадирования специфического воспаления. Разработан и предложен к внедрению унифицированный алгоритм мультипараметрической диагностики ТПЛУ. Показана его клиническая и экономическая эффективность.

Мультипараметрическая ультразвуковая оценка обеспечивает достоверное повышение точности диагностики ТПЛУ. Эластографические показатели являются объективным маркером морфологической стадии процесса. Интегральный алгоритм позволяет оптимизировать диагностическую тактику и снизить частоту необоснованных инвазивных вмешательств.

Практическая значимость. Разработанный алгоритм может быть внедрён в деятельность фтизиатрических учреждений, отделений ультразвуковой диагностики и хирургических подразделений, способствуя улучшению качества диагностики, снижению нагрузки на систему здравоохранения и повышению эффективности маршрутизации пациентов.

I. ТУБЕРКУЛЁЗ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ: ЭПИДЕМИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДИАГНОСТИКИ

Туберкулёз периферических лимфатических узлов занимает значимое место в структуре внелёгочных форм туберкулёза и характеризуется клиническим полиморфизмом, затрудняющим раннюю диагностику заболевания. Современные эпидемиологические тенденции, включая рост доли внелёгочных локализаций и изменение профиля пациентов, обуславливают необходимость комплексного анализа факторов, влияющих на формирование и течение данного патологического процесса. Понимание патогенетических механизмов поражения лимфатической системы и их морфологических проявлений является ключевым условием для интерпретации клинических и инструментальных данных. В то же время существующие диагностические подходы нередко демонстрируют ограниченную информативность на ранних стадиях заболевания, что ведёт к задержке верификации и началу лечения. Представленный анализ формирует теоретическую основу для последующего рассмотрения возможностей мультипараметрической ультразвуковой диагностики и разработки авторского диагностического алгоритма.

§1.1. Эпидемиология и клинико-анатомические особенности туберкулёза периферических лимфатических узлов

Туберкулёз периферических лимфатических узлов (ТПЛУ) представляет собой одну из ведущих форм внелёгочного туберкулёза, характеризующуюся поражением регионарных лимфатических коллекторов и склонностью к длительному, малосимптомному течению. На протяжении последних лет в различных странах отмечается устойчивое увеличение доли внелёгочных форм среди впервые выявленного туберкулёза, что связывают с изменением демографической структуры, ростом иммунодефицитных состояний, увеличением миграционных потоков и распространением лекарственно-устойчивых штаммов *Mycobacterium tuberculosis* [3], [20], [25], [51], [81].

Особое место в структуре внелёгочных локализаций занимает туберкулёз лимфатических узлов. Ряд исследователей отмечает, что в некоторых регионах его частота может достигать 30–45% всех случаев внелёгочного поражения, а среди детей и подростков ТПЛУ нередко является доминирующей формой специфического процесса [8], [10], [80], [92]. При этом клинические проявления у значительной части пациентов остаются стёртыми, что обуславливает позднее обращение и диагностические затруднения.

В странах Центральной Азии, включая Узбекистан, структура внелёгочного туберкулёза имеет ряд характерных особенностей. По данным национальных аналитических сводок и независимых

исследований, поражение периферических лимфатических узлов стабильно занимает лидирующие позиции среди внелёгочных локализаций, составляя в разные годы от 35 до 42% отмеченных случаев [21], [53].

Рост заболеваемости ТПЛУ в регионе обусловлен совокупностью факторов: миграционной активностью населения и ухудшением условий проживания, распространённостью иммунодефицитных состояний, прежде всего ВИЧ-инфекции [24], увеличением доли пациентов с сахарным диабетом и другими метаболическими нарушениями, способствующими изменению иммунного ответа [30], продолжающейся циркуляцией лекарственно-устойчивых форм МБТ [11], [29]. Все эти детерминанты неизбежно отражаются на структуре клинических проявлений, частоте осложнений и эффективности проводимой диагностики, что подчеркивают современные эпидемиологические исследования [20], [25], [51].

Анатомо-физиологические особенности лимфатических узлов, значимые для диагностики. Лимфатический узел является ключевым периферическим органом иммунной системы, обеспечивающим фильтрацию лимфы, презентацию антигенов и формирование локального иммунного ответа. Его структурная организация определяет характер изменений, выявляемых при ультразвуковом исследовании, и имеет прямое значение для интерпретации патологических сигналов [4], [14], [19], [28].

К основным морфологическим компонентам лимфатического узла относятся: плотная капсула, образующая чёткий контур узла, корковый слой (В-зона), толщина которого в норме обычно не превышает 2–3 мм, паракортикальная зона (Т-зона), мозговое вещество, жировой хилус, служащий важным ориентиром при ультразвуковой оценке, ворота узла, содержащие сосудистый и лимфатический пучок. Нормальный лимфоузел, как правило, имеет овальную форму, чёткий гиперэхогенный хилус и однородную кортикальную зону; сосудистый рисунок преимущественно центральный. Именно эти характеристики подвергаются ранним изменениям при туберкулёзном поражении, что позволяет использовать ультразвуковое исследование на ранних этапах специфического процесса.

Туберкулёз лимфатических узлов может развиваться в любой группе периферических коллекторов, однако наиболее часто вовлекаются шейные узлы, особенно расположенные на уровнях II–III и V. Особенности регионарного лимфообращения, близость ротоглоточного лимфатического кольца и высокая антигенная нагрузка этой области объясняют такую частоту поражения [5], [34], [39]. В детском возрасте туберкулёзные лимфадениты нередко сопровождаются образованием конгломератов и абсцессов, тогда как у

взрослых, особенно пожилых пациентов, более выражена склонность к кальцинации и формированию плотных узлов [8], [10], [12], [16], [33].

Клиническая симптоматика при ТПЛУ отличается большой вариабельностью. Наиболее характерными проявлениями являются: увеличение одного или нескольких лимфатических узлов, плотная или умеренно эластичная консистенция, умеренная болезненность или её отсутствие, образование «холодных абсцессов» — малоблезненных флюктуирующих зон [31], [40], склонность к хроническому течению, возможной фистулизации и образованию свищей. У пациентов с иммунодефицитом процесс развивается быстрее, характеризуется множественными зонами поражения, менее выраженной гранулематозной реакцией и более частыми осложнениями [24], [81].

Особое значение имеет сочетание ТПЛУ с лёгочными формами туберкулёза. По данным различных авторов, одновременное поражение лёгких и лимфатических узлов встречается у значительной части пациентов, что требует комплексного подхода к диагностике [13], [31], [55].

Классификационные подходы к оценке туберкулёза лимфатических узлов (табл. 1.1.). Систематизация туберкулёзного лимфаденита в научной литературе основана на клинических проявлениях, морфологических фазах и данных инструментальных методов исследования. Наиболее широко используются клинические и морфологические классификации, а также функционально-диагностические критерии, позволяющие ориентироваться в характере и стадии процесса.

Таблица 1.1.

Основные классификационные подходы к туберкулёзу периферических лимфоузлов

Тип классификации	Критерии	Клинико-диагностическое значение
Клиническая	инфильтративная, казеозная, абсцедирующая, фистулизирующая формы	позволяет судить о выраженности процесса, вероятности осложнений, необходимости инвазивного вмешательства
Морфологическая	фазы гиперплазии, казеоза, абсцедирования, склероза и кальцинации [30], [58]	отражает патогенетическую динамику процесса; важна для корреляции с УЗИ и выбора тактики

Ультразвуковая (радиологическая)	изменения эхоструктуры, характера кортико- хилусных соотношений, сосудистых паттернов, параметров тканевой жёсткости [43], [66], [68]	обеспечивает дифференциальную диагностику, оценку стадии и активности процесса
Эпидемиологические характеристики	распространённость по возрастным и социальным группам, региональная вариабельность [21], [24], [53]	используются для оценки риска и планирования диагностических мероприятий

Несмотря на наличие различных классификаций, ни одна из них не обеспечивает полноценной интеграции клинических, морфологических и ультразвуковых характеристик. Отдельные исследования описывают частные признаки специфического поражения, однако унифицированная система стадирования ТПЛУ по данным УЗИ до настоящего времени отсутствует. То же касается и алгоритма сочетанного применения доплерографии и эластографии, потенциал которых неоднократно подчеркивался в современной литературе [43], [67], [68]. Отсутствие единой диагностической модели приводит к вариабельности интерпретации, затрудняет определение активности процесса и увеличивает число необоснованных инвазивных вмешательств. Именно это формирует объективную необходимость разработки научно обоснованного, стандартизированного алгоритма мультипараметрической ультразвуковой диагностики, который и является предметом дальнейшего изложения.

§1.2. Морфологические и патогенетические основы туберкулёза периферических лимфатических узлов

Туберкулёз периферических лимфатических узлов является морфологическим проявлением специфического воспаления, развивающегося при проникновении *Mycobacterium tuberculosis* в лимфатическую ткань лимфогенным, гематогенным или контактным путём. Формирование патологических изменений определяется взаимодействием микобактерий с клетками мононуклеарно-фагоцитарной системы и особенностями клеточного иммунного ответа, что обуславливает фазный, но нередко неоднородный характер поражения лимфатических узлов [30], [31], [57], [89], [97].

Начальные этапы специфического процесса характеризуются проникновением микобактерий в регионарный лимфатический узел и их фагоцитозом тканевыми макрофагами. В условиях сохранённого иммунного ответа происходит активация Т-лимфоцитов и продукция провоспалительных цитокинов, что приводит к реактивной гиперплазии лимфоидной ткани, расширению синусов и увеличению размеров узла. На данном этапе морфологические изменения носят преимущественно обратимый характер и могут длительное время не сопровождаться выраженной клинической симптоматикой [30], [56]. По мере прогрессирования процесса формируется гранулематозное воспаление, являющееся центральным звеном патогенеза туберкулёза. Гранулёмы состоят из эпителиоидных клеток, лимфоцитов и гигантских многоядерных клеток Пирогова–Лангханса, формирующих защитный барьер, ограничивающий распространение микобактерий [31], [38]. Однако при недостаточной эффективности иммунного ответа центральные зоны гранулём подвергаются некротическим изменениям.

Развитие казеозного некроза отражает деструктивную фазу специфического воспаления. Некротические массы могут сохранять плотную структуру либо подвергаться частичному или полному расплавлению. В последнем случае формируется полость, заполненная казеозным содержимым, клинически соответствующая так называемому «холодному абсцессу» — характерному, но не строго обязательному признаку туберкулёзного лимфаденита [31], [40], [58], [74], [82], [91]. Завершающим этапом процесса является фиброзирование с частичной или полной кальцинацией, отражающее снижение активности воспаления. Следует подчеркнуть, что указанные стадии не всегда последовательно сменяют друг друга: в пределах одного лимфатического узла нередко сосуществуют участки гиперплазии, казеоза и склероза, что значительно усложняет клинко-инструментальную оценку стадии заболевания.

Влияние иммунного статуса на морфогенез ТПЛУ. Характер морфологических изменений при ТПЛУ в значительной степени определяется состоянием клеточного иммунитета. У пациентов с сохранённой иммунной реактивностью формируются типичные гранулёмы с выраженным клеточным валом, что способствует относительной локализации процесса и более благоприятному течению [31], [54], [57], [73], [75], [84]. При иммунодефицитных состояниях, в первую очередь при ВИЧ-инфекции, наблюдается снижение эффективности гранулёмобразования, менее выраженная эпителиоидная трансформация макрофагов и склонность к быстрому развитию некротических изменений. В таких случаях морфологическая картина отличается атипичностью, а клиническое течение — большей агрессивностью и склонностью к генерализации [24], [81], [88], [90], [94].

Метаболические нарушения, включая сахарный диабет, ассоциированы с изменением фагоцитарной активности и замедленным формированием организованного гранулематозного воспаления. Это может приводить к более протяжённым зонам казеозного некроза и затяжному течению процесса [30], [37], [41], [63]. Аналогичные особенности отмечаются у пациентов, получающих иммуносупрессивную терапию, при которой воспалительная реакция носит менее структурированный характер.

Морфологические фазы туберкулёзного лимфаденита (табл. 1.2.). На основании совокупности гистологических и клинкоморфологических данных выделяют несколько фаз туберкулёзного поражения лимфатических узлов, которые отражают динамику специфического воспаления [30], [58], [62], [71], [77], [83]:

1. Фаза реактивной гиперплазии, характеризующаяся увеличением лимфатического узла за счёт пролиферации лимфоидных элементов и макрофагальной инфильтрации.

2. Фаза казеозного некроза, при которой формируется центральная зона некротических изменений на фоне сохраняющегося гранулематозного вала.

3. Фаза абсцедирования, обусловленная разжижением казеозных масс и формированием полостных структур.

4. Фаза фиброза и кальцинации, отражающая хронизацию процесса и снижение его активности.

Следует отметить, что указанные фазы представляют собой обобщённую модель патогенеза и не всегда чётко разграничены в клинической практике.

Связь морфологических изменений с инструментальной визуализацией. Морфологическая неоднородность туберкулёзного лимфаденита формирует широкий спектр возможных проявлений при инструментальных методах исследования. Изменения эхоструктуры, формы, внутренней архитектоники и сосудистых характеристик лимфатического узла отражают преобладающий морфологический субстрат, однако не обладают абсолютной специфичностью. Именно вариабельность морфогенеза обуславливает необходимость комплексной оценки лимфатических узлов с учётом структурных, функциональных и механических характеристик. Ультразвуковое исследование в сочетании с доплерографическими и эластографическими технологиями позволяет получить многоуровневую информацию о состоянии лимфатической ткани, однако интерпретация этих данных требует чёткого понимания патогенетических основ заболевания [43], [66], [68], [78], [79], [96].

Таблица 1.2.

Морфологические фазы туберкулёза периферических лимфатических узлов и их клинико-диагностические характеристики

Морфологическая фаза	Основные изменения	Клинические особенности	Диагностическое значение
Реактивная гиперплазия	лимфоидная пролиферация, макрофагальная инфильтрация	умеренное увеличение узла, часто бессимптомное течение	ранний этап, трудности дифференциальной диагностики
Казеозный некроз	центральный некроз с гранулематозным валом	уплотнение узла, возможная болезненность	отражает активность процесса
Абсцедирование	разжижение казеозных масс	формирование «холодных абсцессов», фистулизация	высокий риск осложнений
Фиброз и кальцинация	склероз, отложение солей кальция	стабилизация или хронизация	признак снижения активности

Патогенетическое обоснование необходимости комплексной диагностики. Фазный, но неоднородный характер морфологических изменений при ТПЛУ, а также зависимость клинического течения от иммунного статуса пациента ограничивают диагностические возможности отдельных методов исследования. Ни клиническая оценка, ни изолированное применение инструментальных методик не позволяют надёжно определить стадию и активность специфического процесса. В этой связи особое значение приобретает комплексный подход, основанный на сопоставлении морфологических закономерностей с данными неинвазивной визуализации. Понимание патогенеза и морфогенеза ТПЛУ является необходимым условием для разработки алгоритма мультипараметрической ультразвуковой диагностики, что логически подводит к рассмотрению диагностических возможностей современных ультразвуковых технологий.

§1.3. Современные подходы к диагностике туберкулёза периферических лимфатических узлов и нерешённые научно-практические вопросы

Диагностика туберкулёза периферических лимфатических узлов (ТПЛУ) остаётся одной из наиболее дискуссионных проблем

современной фтизиатрии, что обусловлено сочетанием высокой клинико-морфологической вариабельности заболевания, отсутствием строго специфичных клинических признаков и неоднородностью морфологического субстрата поражения [31], [39], [58], [99], [101], [105]. В отличие от лёгочных форм туберкулёза, при которых диагностический алгоритм в значительной степени стандартизирован, при ТПЛУ клиницист нередко сталкивается с необходимостью принятия решений в условиях ограниченной и противоречивой информации. С практической точки зрения принципиальным является понимание того, что ни один из применяемых в настоящее время диагностических методов не может рассматриваться как универсальный. Эффективная диагностика ТПЛУ возможна только при поэтапной интеграции клинических, лабораторных, морфологических и визуализационных данных с учётом фазного характера специфического воспалительного процесса.

Клиническая оценка пациентов с лимфаденопатией остаётся отправной точкой диагностического поиска. Анализ анамнестических данных, эпидемиологических факторов риска, локализации и динамики увеличенных лимфатических узлов позволяет сформировать первичную диагностическую гипотезу и определить необходимость углублённого обследования [39], [98], [102], [104], [107]. Однако клинические проявления ТПЛУ в большинстве случаев характеризуются неспецифичностью и значительной вариабельностью, что ограничивает их самостоятельную диагностическую ценность. Даже признаки, традиционно рассматриваемые как характерные для туберкулёзного лимфаденита (безболезненность, склонность к абсцедированию, формирование свищей), не обладают абсолютной специфичностью и зависят от фазы процесса, длительности заболевания и состояния иммунной системы пациента [31], [40], [58], [103]. В этой связи клинические данные следует рассматривать преимущественно как инструмент стратификации риска, а не как основание для окончательного диагноза. Лабораторные методы, включая общеклинические показатели воспаления и иммунологические тесты, имеют вспомогательное значение. Этиологическая верификация основана на выявлении *Mycobacterium tuberculosis* и её генетического материала, однако при ТПЛУ чувствительность микробиологических и молекулярно-генетических методов существенно варьирует. Это обусловлено неоднородной бактериальной нагрузкой, напрямую связанной с морфологическим субстратом поражения (преобладание гиперплазии, плотного казеоза, разжиженного некроза или фиброзных изменений) [31], [35], [42], [58], [69]. Дополнительные трудности возникают при дифференциальной диагностике туберкулёзного и нетуберкулёзного микобактериального лимфаденита, клинические и морфологические проявления которых могут быть сходными [52], [69].

Морфологическая верификация по-прежнему рассматривается как ключевой этап диагностики ТПЛУ. В клинической практике применяются тонкоигольная аспирационная биопсия, core-биопсия и эксцизионное удаление лимфатического узла [49], [76], [78], [99]. Каждый из этих методов обладает определёнными преимуществами, однако ни один из них не лишён ограничений. Тонкоигольная аспирационная биопсия отличается минимальной инвазивностью, но часто сопровождается получением нерепрезентативного материала, особенно при выраженных некротических или фиброзных изменениях [99], [100]. Core-биопсия позволяет увеличить объём и информативность биопсийного материала и рассматривается как более предпочтительный метод при подозрении на специфическое поражение лимфатических узлов [76], [78]. Эксцизионная биопсия обеспечивает наиболее полную морфологическую оценку, однако её применение ограничено инвазивностью и организационными факторами. Существенным аспектом является то, что диагностическая эффективность морфологических методов в значительной степени зависит от правильного выбора узла-мишени и зоны биопсии. При ТПЛУ, характеризующемся фазной и внутриузловой неоднородностью, риск получения диагностически малоинформативного материала остаётся высоким, что подчёркивает необходимость предварительной визуализации [58], [76].

Лучевые методы визуализации применяются для оценки распространённости процесса и выявления сопутствующих поражений. Компьютерная и магнитно-резонансная томография имеют важное значение при поражении глубоких лимфатических коллекторов и органов грудной клетки, однако в отношении поверхностных периферических лимфатических узлов их применение ограничено доступностью и отсутствием возможности динамического наблюдения [14], [28], [32], [36], [44], [47]. Ультразвуковое исследование является основным методом визуализации периферических лимфатических узлов. Оно обеспечивает высокую пространственную разрешающую способность, возможность многократного применения и ультразвуковую навигацию при пункционных вмешательствах [4], [28]. Вместе с тем использование только серошкального режима не позволяет в полной мере оценить фазу специфического воспаления и надёжно дифференцировать туберкулёзное поражение от опухолевых и неспецифических процессов [4], [13], [15], [43].

Допплерографические методы позволяют оценить сосудистые характеристики лимфатических узлов, которые изменяются в зависимости от стадии воспалительного процесса. Однако сосудистые паттерны при ТПЛУ отличаются вариабельностью и могут перекрываться с таковыми при метастатическом и воспалительном

поражении, что ограничивает их самостоятельную диагностическую значимость [31], [58], [85], [106]. Эластографические технологии, включая компрессионную эластографию и эластографию сдвиговой волной, позволяют оценить механические свойства ткани лимфатического узла [18], [23], [26], [42]. При ТПЛУ жёсткость ткани определяется преобладающим морфологическим компонентом: фиброзно-склеротические изменения сопровождаются повышением жёсткости, тогда как казеозный некроз и абсцедирование приводят к её снижению [39], [58], [68]. Внутриузловая неоднородность, характерная для туберкулёзного процесса, существенно осложняет интерпретацию эластографических данных и исключает возможность их использования в качестве изолированного диагностического критерия.

Фазная неоднородность ТПЛУ является ключевым ограничением любой монофакторной диагностической методики. С этих позиций представляется целесообразным использование мультипараметрического ультразвукового подхода, основанного на интеграции структурных, сосудистых и механических характеристик лимфатического узла [43], [68]. Такой подход позволяет не только повысить диагностическую обоснованность, но и оптимизировать выбор узла-мишени и зоны биопсии, а также оценивать динамику процесса в ходе лечения. В то же время в настоящее время отсутствует стандартизированная система интерпретации мультипараметрических ультразвуковых данных применительно к ТПЛУ, что приводит к вариабельности диагностических решений и подчёркивает необходимость разработки унифицированного алгоритма.

Таблица 1.3.

Роль диагностических методов при туберкулёзе периферических лимфатических узлов

Метод	Клиническая роль	Диагностическая значимость	Основные ограничения	Источники
Клиническая оценка	первичная стратификация риска	формирование гипотезы	низкая специфичность	[39], [98]
Лабораторные и молекулярные методы	этиологическая верификация	подтверждение МБТ	зависимость от материала	[52], [69]
Тонкоигольная биопсия	ориентировочная морфология	минимальная инвазивность	нерепрезентативность	[99], [100]

Core-биопсия	уточняющая верификация	большой объём ткани	инвазивность	[76], [78]
Эксцизионная биопсия	окончательный диагноз	высокая информативность	травматичность	[49]
УЗИ (В-режим)	первичная визуализация	доступность, навигация	ограниченная специфичность	[4], [28]
Допплерография	функциональная оценка	уточнение стадии	перекрытие признаков	[85], [106]
Эластография	оценка структуры ткани	дополнительный критерий	неоднородность узла	[18], [42], [68]

Несмотря на развитие диагностических технологий, при ТПЛУ сохраняются следующие принципиальные проблемы: отсутствие стандартизированного ультразвукового алгоритма с учётом фазности процесса; разобщённость интерпретации серошкальных, доплерографических и эластографических данных; высокая внутриузловая морфологическая неоднородность; перекрытие признаков с опухолевыми и неспецифическими лимфаденитами; отсутствие чётких критериев выбора узла-мишени для биопсии. Указанные обстоятельства определяют актуальность разработки алгоритма мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов, который будет представлен в последующих главах монографии.

II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО АЛГОРИТМА

Обоснование диагностической модели требует чёткого описания материалов исследования и методологических подходов, обеспечивающих воспроизводимость и объективность полученных результатов. В настоящей главе представлены характеристика обследованного контингента пациентов, условия проведения исследования и принципы применения инструментальных и лабораторных методов, положенных в основу анализа. Особое внимание уделено стандартизации мультипараметрического ультразвукового исследования, как ключевого этапа комплексной оценки периферических лимфатических узлов. Выбор ультразвуковых параметров и последовательность их анализа определялись задачами выявления морфологически значимых признаков специфического воспаления и их интеграции в единую диагностическую модель. Принципы построения алгоритма основывались на сочетании клинической целесообразности, статистической обоснованности и практической применимости в условиях специализированной фтизиатрической помощи. Представленные в главе материалы и методы послужили методологической основой для последующего анализа результатов и разработки авторского мультипараметрического ультразвукового алгоритма.

§2.1. Клинический материал, дизайн исследования и методы верификации диагноза

Настоящее исследование выполнено в 2019–2022 гг. на базе Республиканского специализированного научно-практического центра фтизиатрии и пульмонологии имени академика Ш. Алимова и направлено на научное обоснование алгоритма мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов. По дизайну исследование являлось одноцентровым обсервационным аналитическим, с элементами сравнительного анализа. Формирование выборки осуществлялось по принципу сплошного включения пациентов, поступавших для уточнения природы периферической лимфаденопатии при подозрении на туберкулёзную этиологию процесса. Такой подход обеспечил репрезентативность клинического материала и минимизацию селекционных искажений. Всего в исследование были включены 150 пациентов, у которых туберкулёз периферических лимфатических узлов рассматривался как изолированная форма заболевания либо как компонент сочетанных форм туберкулёза.

Возрастная структура обследованных пациентов анализировалась в соответствии с классификацией Всемирной организации

здравоохранения (ВОЗ). В исследование были включены пациенты следующих возрастных групп: младенческий возраст — до 1 года; раннее детство — от 1 до 3 лет; дошкольный возраст — от 4 до 7 лет; школьный возраст — от 7 до 12 лет; юность — от 13 до 18 лет; молодой возраст — от 18 до 44 лет; средний возраст — от 45 до 59 лет; пожилой возраст — от 60 до 74 лет. Пациенты старческого возраста и долгожители в исследование не включались. Распределение пациентов по указанной классификации позволило выявить выраженное преобладание лиц молодого возраста. Наибольшую долю составили пациенты в возрасте 18–44 лет — 35 человек (23,3%), что отражает актуальные эпидемиологические особенности внелёгочного туберкулёза. Следующими по частоте встречаемости были возрастные группы 13–18 лет и 45–59 лет, каждая из которых включала по 25 пациентов (16,7%). Наименьшее число обследованных приходилось на младенческий возраст до 1 года — 5 пациентов (3,3%). По социально-территориальному признаку среди обследованных практически в равной степени были представлены жители городов — 76 человек (50,7%) и жители сельской местности — 74 человека (49,3%), что свидетельствует об отсутствии выраженных различий по данному показателю и подчёркивает социальную универсальность проблемы туберкулёза периферических лимфатических узлов.

Клинический анализ показал, что туберкулёз периферических лимфатических узлов в большинстве случаев протекал с малоспецифичной симптоматикой, без выраженного болевого синдрома и системных проявлений интоксикации. Данное обстоятельство существенно снижало информативность клинического осмотра и определяло ведущую роль инструментальных методов диагностики. В зависимости от распространённости туберкулёзного процесса пациенты были распределены на следующие клинические варианты:

- изолированный туберкулёз периферических лимфатических узлов;
- сочетание туберкулёза периферических лимфатических узлов с туберкулёзом органов дыхания;
- сочетание туберкулёза периферических лимфатических узлов с туберкулёзом органов дыхания и другими внелёгочными локализациями.

По данным ультразвукового исследования установлено, что у 50 пациентов (33,3%) размеры периферических лимфатических узлов не превышали референсных значений, принятых для ультразвуковой оценки, тогда как у 100 пациентов (66,7%) регистрировалось их увеличение. Полученные данные подтверждают, что размер лимфатического узла не является самостоятельным надёжным критерием туберкулёзного поражения, что имеет принципиальное значение при построении диагностического алгоритма. По характеру

распространённости процесса единичное поражение лимфатических узлов выявлено у 53 пациентов (35,3%), тогда как множественное поражение — у 97 пациентов (64,7%), что свидетельствует о преобладании многоузловых форм туберкулёзной лимфаденопатии. Анализ локализации поражённых лимфатических узлов показал, что при сочетании туберкулёза периферических лимфатических узлов с поражением органов дыхания чаще вовлекались подмышечные (35,3%) и шейные (29,4%) лимфоузлы. При сочетании ТПЛУ с другими внелёгочными локализациями туберкулёза преобладало поражение шейных (41,7%) и подмышечных (33,3%) лимфоузлов, тогда как при изолированном процессе наиболее часто поражались шейные лимфатические узлы (48%).

Критериями включения являлись наличие клинически или инструментально выявленной периферической лимфаденопатии, подозрение на туберкулёзную этиологию процесса и возможность выполнения полного комплекса диагностических мероприятий, включая ультразвуковое исследование и морфологическую верификацию.

Критериями исключения служили ранее проведённое специфическое лечение туберкулёза лимфатических узлов, тяжёлые сопутствующие заболевания в стадии декомпенсации, а также отказ пациента от участия в исследовании.

Исследование выполнено с соблюдением принципов Хельсинкской декларации. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании и использование обезличенных данных в научных целях; протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом учреждения.

Методы верификации диагноза. Референсным стандартом диагностики являлась морфологическая верификация туберкулёзного поражения лимфатических узлов. Морфологическое подтверждение осуществлялось на основании данных тонкоигольной аспирационной биопсии, core-биопсии либо эксцизионного удаления лимфатического узла с последующим гистологическим исследованием. К диагностически значимым признакам относили наличие эпителиоидно-клеточных гранулём, многоядерных клеток типа Пирогова–Лангханса, очагов казеозного некроза и признаков фиброзной трансформации. Микробиологические и молекулярно-генетические методы, включая ПЦР-диагностику (Xpert MTB/RIF), применялись в качестве дополнительных методов, повышающих достоверность этиологической диагностики, но не подменяли морфологическую верификацию.

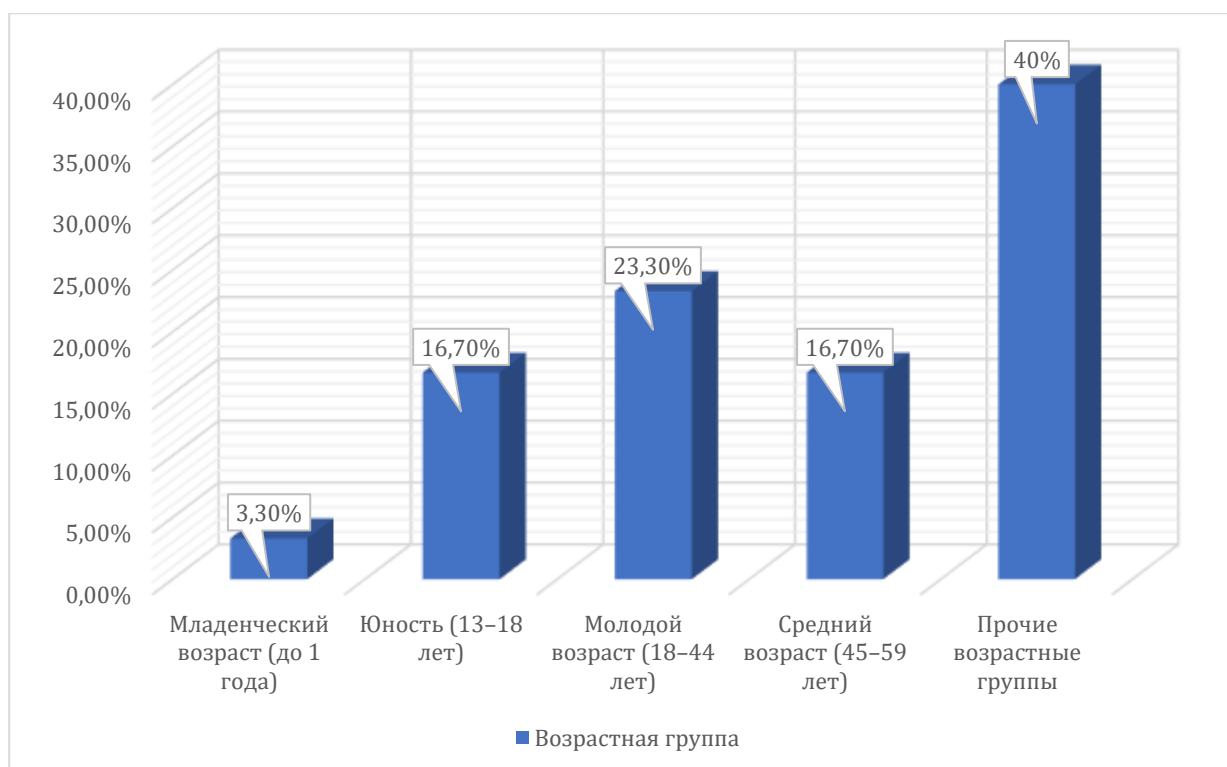


Рис. 2.1. Возрастная структура обследованных пациентов по классификации ВОЗ (n = 150)



Рис. 2.2. Социально-территориальная характеристика пациентов

Клинический материал исследования представлен репрезентативной выборкой пациентов различных возрастных и социальных групп, что обеспечивает достоверность полученных результатов. Чётко определённый дизайн исследования и использование морфологической верификации в качестве референсного стандарта создали надёжную методологическую основу для последующего анализа ультразвуковых признаков и разработки алгоритма

мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов.

§2.2. Методика мультипараметрического ультразвукового исследования

Мультипараметрическое ультразвуковое исследование являлось одним из ключевых инструментальных методов настоящей работы и проводилось по стандартизированному протоколу, направленному на комплексную оценку структурных, гемодинамических и механических характеристик периферических лимфатических узлов. Полученные ультразвуковые данные сопоставлялись с результатами лабораторных и морфологических исследований и использовались в качестве основы для формирования диагностического алгоритма.

Ультразвуковое исследование периферических лимфатических узлов выполнялось на аппарате Siemens ACUSON S2000 с использованием линейного высокочастотного датчика с рабочим диапазоном 7–12 МГц, обеспечивающего высокое пространственное разрешение при визуализации поверхностно расположенных анатомических структур. Исследование проводилось в стандартных анатомических проекциях, в положении пациента лёжа или сидя — в зависимости от локализации лимфатических узлов. При множественном поражении для детального анализа выбирался лимфатический узел с наиболее выраженными ультразвуковыми изменениями либо узел, доступный для морфологической верификации, что обеспечивало сопоставимость инструментальных и морфологических данных. На этапе серошкального сканирования (В-режим) оценивались количество лимфатических узлов в исследуемой зоне, их размеры с обязательным измерением длинной и короткой осей, форма, чёткость и целостность капсулы, эхогенность и однородность паренхимы, выраженность кортико-медуллярной дифференцировки, наличие гипо- и анэхогенных участков, жидкостных включений, а также признаки формирования конгломератов. Размер лимфатического узла рассматривался как вспомогательный параметр и анализировался исключительно в совокупности с другими эхографическими признаками.

Допплерографическая оценка. Оценка сосудистых характеристик лимфатических узлов проводилась с использованием цветового доплеровского картирования. Анализировались наличие и выраженность интравузловой васкуляризации, характер сосудистого рисунка (хиларный, периферический, смешанный), а также распределение кровотока в паренхиме лимфатического узла.

При визуализации сосудов выполнялась спектральная доплерография с определением максимальной систолической скорости кровотока (МССК) и минимальной диастолической скорости кровотока (МДСК). Измерения проводились при угле инсонации не более 60°; для

каждого лимфатического узла выполнялось не менее трёх последовательных измерений с последующим расчётом средних значений. На основании зарегистрированных скоростных показателей рассчитывался индекс резистентности (ИР) по формуле:

$$\text{ИР} = \frac{(\text{МССК} - \text{МДСК})}{\text{МССК}}$$

, который использовался для оценки уровня периферического сосудистого сопротивления и интерпретировался как показатель активности специфического воспалительного процесса. Отсутствие кровотока также фиксировалось как диагностически значимый признак и учитывалось при интегральной ультразвуковой оценке.

Эластографическая оценка. Оценка механических свойств ткани лимфатических узлов проводилась методом ультразвуковой эластографии на аппарате Esaote MyLab 9 eXP. Эластографическое исследование выполнялось в качественном и количественном режимах. Качественная эластография проводилась в пределах эластографического цветового окна с анализом распределения цветовых паттернов: участки повышенной жёсткости визуализировались преимущественно в красном спектре, зоны меньшей жёсткости — в синих оттенках.

Количественная оценка жёсткости тканей выполнялась с использованием опции Strain Ratio. Компрессия осуществлялась вручную под визуальным контролем стабильности сигнала. Зона интереса (ROI) располагалась в наиболее репрезентативной части лимфатического узла с обязательным исключением сосудистых структур и выраженных некротических участков; в качестве референтной ткани использовались прилежащие неизменённые мягкие ткани. Для каждого лимфатического узла выполнялось не менее трёх измерений, после чего рассчитывалось среднее значение коэффициента деформации. Повышение показателей жёсткости лимфатического узла сопоставлялось как коррелят морфологических изменений (казеозный некроз, фиброз) и интерпретировалось исключительно в совокупности с серошкальными и доплерографическими данными, без придания эластографии самостоятельного диагностического значения.

Лабораторное обследование пациентов проводилось с целью выявления *Mycobacterium tuberculosis* и характеристики туберкулёзного процесса и не являлось предметом настоящей главы, а использовалось в качестве эталона для интерпретации инструментальных данных. Применялись методы простой микроскопии, молекулярно-генетическое исследование методом GeneXpert MTB/RIF, Hain-test, а также культуральные методы с использованием автоматизированной системы BD BACTEC MGIT 960 и посева на среду Левенштейна–Йенсена. Исследования выполнялись в соответствии с действующими национальными и международными рекомендациями.

По результатам лабораторного анализа установлено, что 45 пациентов (30,0%) имели лекарственно устойчивый туберкулёзный процесс, у 55 пациентов (36,7%) диагностирован лекарственно чувствительный туберкулёз, тогда как у 50 обследованных (33,3%) бактериовыделение не выявлялось. Большинство пациентов без бактериовыделения относились к группе с внелёгочным туберкулёзом.

Для оценки иммунного ответа и уточнения активности туберкулёзного процесса 92 пациентам (61,3%) был выполнен Диаскин-тест; размер папулы варьировал от 10 до 40 мм, что расценивалось как положительная реакция различной степени выраженности.

Применение стандартизированного мультипараметрического подхода, включающего серошкальное ультразвуковое исследование, доплерографическую оценку, эластографию и лабораторные методы, позволило получить воспроизводимую и клинически значимую характеристику поражённых периферических лимфатических узлов. Отобранные ультразвуковые параметры легли в основу последующего формирования и валидации авторского алгоритма мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов.

§2.3. Принципы формирования алгоритма и методы статистической обработки

Разработка алгоритма мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов осуществлялась с целью стандартизации интерпретации эхографических данных и минимизации субъективности клинических решений. Алгоритм построен как пошаговая логико-решающая модель, ориентированная на последовательную интеграцию структурных, сосудистых и эластографических признаков с формированием обоснованного диагностического заключения и выбором рациональной клинической тактики (рис 2.3.).

Алгоритм относится к типу последовательных диагностических алгоритмов с нарастающей специфичностью, при которых каждый последующий этап анализа дополняет и уточняет результаты предыдущего. В основу модели положен принцип приоритетности признаков, отражающих морфологический субстрат специфического воспаления, подтверждённый результатами корреляционного и ROC-анализа. Алгоритм предназначен для применения на этапе специализированной медицинской помощи (фтизиатрические и консультативно-диагностические центры) и не рассматривается как скрининговый метод.

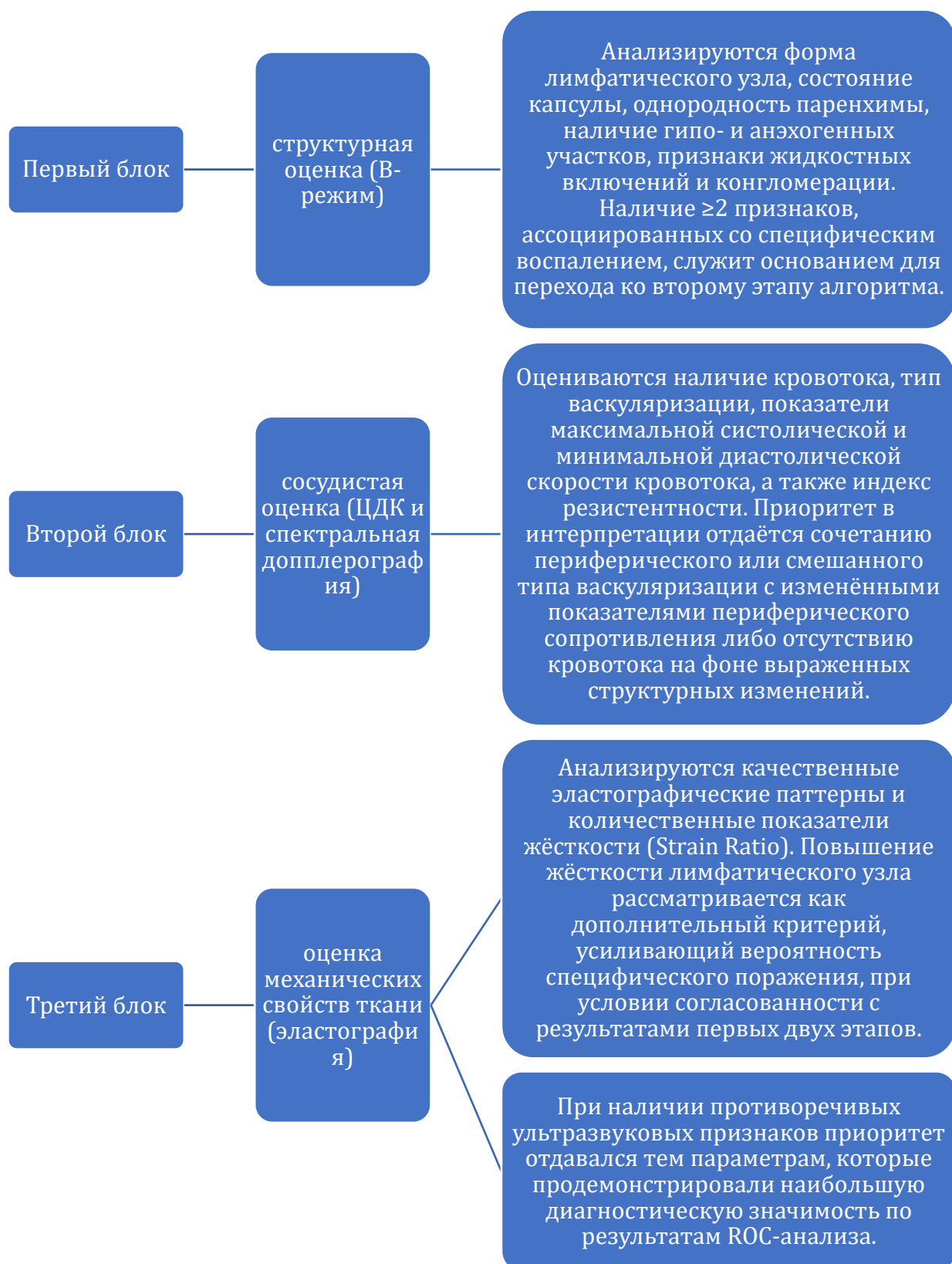


Рис 2.3. Структура алгоритма и интеграция диагностических признаков

По результатам интегральной оценки формировались три диагностические категории:

1. Высокая вероятность туберкулёзного поражения, при которой рекомендовано проведение морфологической верификации и начало специализированного лечения.

2. Промежуточная вероятность, требующая динамического ультразвукового наблюдения с повторной оценкой и уточняющими методами диагностики.

3. Низкая вероятность специфического процесса, при которой рекомендован поиск альтернативной этиологии лимфаденопатии.

Алгоритм предусматривает возможность изменения клинического маршрута пациента при динамическом наблюдении и не подменяет морфологическую верификацию, а служит инструментом её рационального назначения.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel – 2016. На первом этапе выполнялся описательный статистический анализ количественных показателей с расчётом средних значений, стандартных отклонений, медиан и интерквартильных размахов. Проверка нормальности распределения осуществлялась с применением критерия Шапиро–Уилка. Для сравнения количественных показателей между группами использовались: t-критерий Стьюдента — при нормальном распределении; U-критерий Манна–Уитни — при ненормальном распределении. Анализ качественных и категориальных признаков выполнялся с использованием критерия χ^2 Пирсона или точного критерия Фишера.

Оценка взаимосвязей между ультразвуковыми признаками и морфологическими характеристиками лимфатических узлов проводилась методом корреляционного анализа с расчётом коэффициентов Пирсона или Спирмена. Диагностическая значимость отдельных параметров и их комбинаций оценивалась с использованием ROC-анализа с определением площади под кривой (AUC), доверительных интервалов и оптимальных пороговых значений на основе индекса Юдена. Уровень статистической значимости принимался равным $p < 0,05$.

Разработанный алгоритм обеспечил переход от фрагментарной интерпретации ультразвуковых данных к структурированной системе принятия клинических решений. Формализация диагностических критериев и их статистическое обоснование позволили повысить диагностическую точность, улучшить стадирование специфического процесса и оптимизировать показания к инвазивным диагностическим вмешательствам. Представленный алгоритм послужил методологической основой для анализа собственных клинико-

эхографических данных, изложенных в последующих главах монографии.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ТУБЕРКУЛЁЗЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ

Анализ основан на комплексной оценке структурных, сосудистых и механических характеристик лимфатических узлов, полученных с использованием серошкального ультразвукового сканирования, доплерографических методик и эластографии. Представленные данные отражают особенности ультразвуковой семиотики туберкулёза периферических лимфатических узлов в зависимости от стадии и активности специфического воспалительного процесса. Результаты сопоставляются с клинико-лабораторными и морфологическими характеристиками, что позволяет объективизировать диагностическую значимость отдельных ультразвуковых признаков и их сочетаний. Полученные в ходе исследования закономерности послужили основой для обоснования диагностических критериев и практической реализации разработанного алгоритма мультипараметрической ультразвуковой диагностики.

§3.1. Эхографические, сосудистые и эластографические характеристики лимфатических узлов при различных фазах ТПЛУ

В ходе мультипараметрического ультразвукового исследования 150 пациентов с туберкулёзом периферических лимфатических узлов установлено, что совокупность эхографических, сосудистых и эластографических признаков достоверно отражает фазу специфического воспалительного процесса. Полученные данные позволили не только охарактеризовать ультразвуковую семиотику заболевания, но и определить диагностически значимые комплексы признаков, коррелирующие с активностью и морфологическим субстратом туберкулёзного поражения.

Эхографические характеристики. На ранней воспалительной стадии туберкулёзного процесса, диагностированной у 46 пациентов (30,7 %), лимфатические узлы преимущественно сохраняли овальную форму. Средние размеры узлов по короткой оси составляли $8,2 \pm 1,6$ мм, при соотношении длинной и короткой осей более 2:1. Контуры лимфатических узлов оставались относительно чёткими, капсула визуализировалась в большинстве случаев. Эхоструктура характеризовалась сниженной или изоэхогенной плотностью, преимущественно однородной. Признаки деструкции и жидкостных включений выявлялись эпизодически и не носили системного характера.

В фазе прогрессирования специфического воспаления с формированием казеозного некроза, отмеченной у 59 пациентов (39,3 %), эхографическая картина становилась значительно более вариабельной. Размеры лимфатических узлов увеличивались (короткая ось — $12,6 \pm 2,4$ мм; $p < 0,05$ по сравнению с ранней фазой), форма

приобретала округлый характер, капсула теряла чёткость. В структуре узлов выявлялись гипо- и анэхогенные зоны, соответствующие участкам казеозного некроза, которые регистрировались более чем у 60 % пациентов данной группы. Формирование конгломератов лимфатических узлов отмечалось у 41,0 % наблюдений и являлось характерным эхографическим признаком данной фазы.

В хронической (фиброзно-организационной) фазе процесса, диагностированной у 45 пациентов (30,0 %), размеры лимфатических узлов стабилизировались либо умеренно уменьшались (короткая ось — $9,1 \pm 1,9$ мм). Эхоструктура характеризовалась повышенной эхогенностью, утолщением капсулы, наличием участков акустической тени, обусловленных кальцинацией. Деструктивные изменения, как правило, отсутствовали либо носили остаточный характер, что соответствовало морфологическим признакам организации специфического процесса.

Сосудистые характеристики по данным доплерографии. При анализе сосудистого рисунка лимфатических узлов выявлены выраженные фазозависимые различия. В ранней фазе туберкулёзного воспаления центральный (хиларный) тип васкуляризации регистрировался у 71,7 % пациентов. Значения максимальной систолической скорости кровотока составляли в среднем $18,4 \pm 3,2$ см/с, минимальной диастолической — $6,1 \pm 1,4$ см/с, индекс резистентности — $0,66 \pm 0,05$.

В фазе казеозного некроза отмечалось достоверное снижение интенсивности внутривузового кровотока ($p < 0,05$). Периферический или смешанный тип васкуляризации выявлялся у 58,3 % пациентов, при этом в 22,0 % случаев кровотоков внутри лимфатического узла не регистрировался. Индекс резистентности возрастал до $0,74 \pm 0,06$, что отражало повышение сосудистого сопротивления и нарушение микроциркуляции в зоне специфического воспаления.

В хронической фазе процесса сосудистый рисунок характеризовался выраженным обеднением. Кровоток определялся фрагментарно либо отсутствовал полностью у 68,9 % пациентов. Средние значения скоростных показателей были достоверно ниже по сравнению с ранней фазой, что соответствовало морфологическим изменениям фиброзного характера.

Эластографические характеристики. Эластографическая оценка продемонстрировала чёткую зависимость механических свойств ткани лимфатических узлов от стадии туберкулёзного процесса. В ранней фазе преобладали мягкие и умеренно жёсткие эластографические паттерны; средние значения коэффициента деформации (Strain Ratio) составляли $2,1 \pm 0,6$.

В фазе казеозного некроза эластографическая картина отличалась выраженной неоднородностью. В пределах одного лимфатического узла регистрировались зоны сниженной жёсткости, соответствующие некротическим массам, и участки повышенной жёсткости, отражающие сохранённую паренхиму и фиброзные перегородки. Значения Strain Ratio варьировали в широком диапазоне (от 1,4 до 4,8), что подчёркивало необходимость комплексной интерпретации данных.

В хронической фазе процесса лимфатические узлы характеризовались достоверно более высокими показателями жёсткости по сравнению с активными стадиями (Strain Ratio $4,9 \pm 1,1$; $p < 0,05$). Доминирование жёстких эластографических паттернов отражало фиброзно-рубцовую трансформацию ткани и не рассматривалось как изолированный признак злокачественного поражения.

Таблица 3.1.

Комплексная ультразвуковая характеристика лимфатических узлов при различных фазах туберкулёза периферических лимфатических узлов

Фаза процесса	Эхографические признаки	Сосудистые показатели	Эластографические характеристики
Ранняя воспалительная (n = 46)	Овальная форма, умеренное увеличение, однородная структура	Центральный кровоток, ИР $\approx 0,66$	Strain Ratio $\approx 2,1$
Фаза казеозного некроза (n = 59)	Неоднородность, анэхогенные зоны, конгломераты	Периферический/смешанный кровоток, ИР $\approx 0,74$	Выраженная вариабельность
Хроническая (n = 45)	Повышенная эхогенность, фиброз, кальцинации	Скудная или отсутствующая васкуляризация	Strain Ratio $\approx 4,9$

Результаты мультипараметрического ультразвукового исследования демонстрируют, что сочетание эхографических, сосудистых и эластографических показателей позволяет объективно дифференцировать фазы туберкулёзного поражения периферических лимфатических узлов. Комплексная интерпретация указанных признаков обеспечивает более высокую диагностическую

информативность по сравнению с использованием отдельных ультразвуковых параметров и создаёт надёжную основу для разработки стандартизированного алгоритма клинического принятия решений.

§3.2. Взаимосвязь ультразвуковых и морфологических показателей.

Диагностическая и прогностическая значимость

Изучение взаимосвязей между ультразвуковыми характеристиками периферических лимфатических узлов и морфологическим субстратом специфического воспаления являлось принципиально важным этапом настоящего исследования, поскольку именно морфологическая верификация традиционно рассматривается как эталон диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов. Анализ данных был направлен на определение степени соответствия мультипараметрических ультразвуковых признаков структурным изменениям лимфатической ткани, а также на оценку их диагностической и прогностической значимости при формировании клинических решений.

Морфологическая верификация туберкулёзного поражения лимфатических узлов была выполнена у 98 пациентов, что составило 65,3 % от общей выборки. Отбор пациентов для морфологического исследования осуществлялся по клиническим показаниям (неоднозначность клинической картины, необходимость дифференциальной диагностики, планирование хирургического вмешательства), что позволило минимизировать селекционное смещение и обеспечить репрезентативность сопоставления инструментальных и морфологических данных.

Корреляционный анализ выявил статистически значимую взаимосвязь между рядом ультразвуковых параметров и морфологическими признаками активности специфического воспаления. Так, наличие выраженных гипо- и анэхогенных зон в структуре лимфатического узла достоверно коррелировало с морфологически подтверждённым казеозным некрозом ($r = 0,61$; $p < 0,001$). Потеря кортико-медуллярной дифференцировки и размытость капсулы ассоциировались с деструктивными изменениями лимфатической ткани ($r = 0,53$; $p < 0,01$), что отражало прогрессирование специфического воспалительного процесса.

Сосудистые характеристики лимфатических узлов, полученные при доплерографическом исследовании, также демонстрировали значимую связь с морфологическими изменениями. Повышение максимальной систолической скорости кровотока и снижение индекса резистентности соответствовали фазе активного воспаления с выраженной клеточной инфильтрацией и неоангиогенезом. Напротив, отсутствие или резкое снижение внутривузовой васкуляризации чаще наблюдалось при преобладании казеозно-некротических и фиброзных изменений.

Коэффициенты корреляции между показателями сосудистого сопротивления и морфологической активностью процесса варьировали в диапазоне $r = 0,48-0,56$ ($p < 0,01$).

Эластографические параметры продемонстрировали наиболее тесную связь с морфологическим субстратом поражения. Повышение коэффициента деформации (Strain Ratio) достоверно ассоциировалось с наличием фиброзных изменений и зон плотного казеоза ($r = 0,67$; $p < 0,001$), тогда как более низкие значения жёсткости характерны для фаз активного клеточного воспаления. При этом эластография рассматривалась не как самостоятельный диагностический метод, а как компонент интегральной оценки, усиливающий информативность серошкального и доплерографического анализа.

Для количественной оценки диагностической эффективности мультипараметрического ультразвукового подхода был проведён ROC-анализ. Интегральная модель, включающая серошкальные, сосудистые и эластографические признаки, продемонстрировала высокую диагностическую точность при выявлении туберкулёзного поражения периферических лимфатических узлов. Площадь под ROC-кривой (AUC) составила 0,88 (95 % ДИ: 0,82–0,93), что соответствует высокой диагностической ценности метода. Оптимальные пороговые значения диагностического решения определялись на основании индекса Юдена, обеспечивая сбалансированное соотношение чувствительности и специфичности.

Чувствительность интегрального ультразвукового алгоритма составила 84,0 %, специфичность — 81,5 %. Применение отдельных ультразвуковых методов в изоляции характеризовалось меньшей диагностической эффективностью: для серошкального УЗ-исследования AUC не превышала 0,72, для доплерографии — 0,76, для эластографии — 0,79. Объединение параметров в рамках мультипараметрического подхода обеспечивало статистически значимое повышение точности диагностики.

Прогностическая значимость разработанного алгоритма проявлялась в возможности обоснованного прогнозирования диагностической тактики: вероятности необходимости морфологической верификации, целесообразности динамического наблюдения или исключения специфического процесса. Следует подчеркнуть, что в данном контексте прогноз рассматривался не как предсказание клинического исхода заболевания, а как прогноз диагностического решения и маршрутизации пациента, что соответствует задачам инструментальной диагностики.

Полученные данные подтверждают тесную взаимосвязь мультипараметрических ультразвуковых признаков с морфологическими характеристиками туберкулёзного поражения

лимфатических узлов. Статистически обоснованная интеграция эхографических, сосудистых и эластографических параметров позволила сформировать надёжный диагностический инструмент, повышающий точность стадирования специфического процесса и оптимизирующий показания к инвазивным методам исследования.

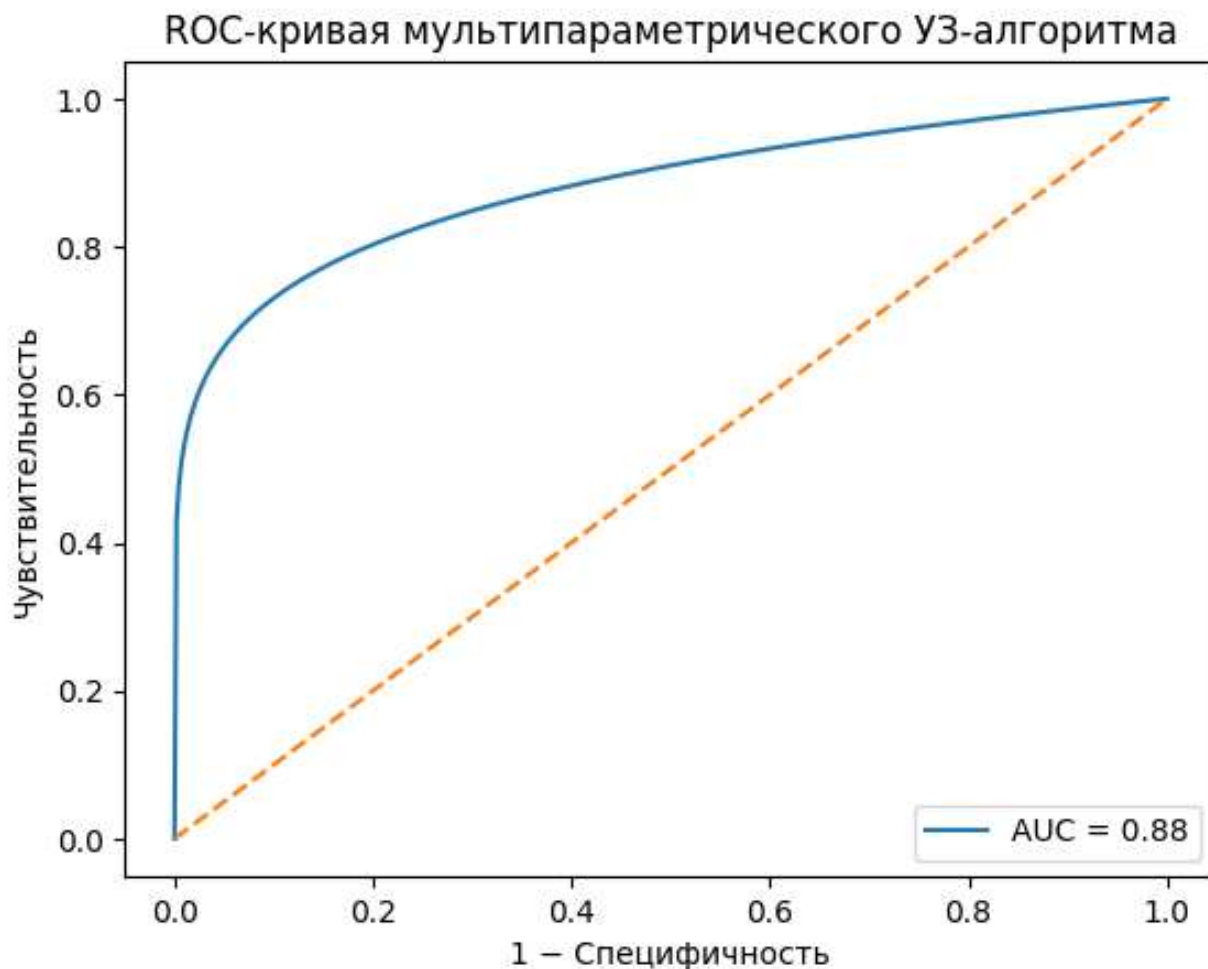


Рис. 3.1. ROC-кривая диагностической эффективности мультипараметрического ультразвукового алгоритма при туберкулёзе периферических лимфатических узлов.

По оси абсцисс отложено значение 1 – специфичность, по оси ординат — чувствительность. Площадь под ROC-кривой (AUC) составила 0,88, что свидетельствует о высокой диагностической точности разработанного алгоритма.

Результаты проведённого ROC-анализа подтверждают высокую диагностическую ценность разработанного мультипараметрического ультразвукового алгоритма при оценке периферических лимфатических узлов у пациентов с подозрением на туберкулёзное поражение. Значение площади под ROC-кривой, равное 0,88, свидетельствует о высокой точности алгоритма при дифференциации специфического туберкулёзного процесса от лимфаденопатий иной этиологии в условиях специализированной фтизиатрической помощи. Применение

интегральной оценки серошкальных, сосудистых и эластографических признаков позволяет врачу-фтизиатру более обоснованно принимать решения о необходимости морфологической верификации либо выборе тактики динамического наблюдения, не подменяя при этом клинικο-морфологические методы диагностики. Оптимальное соотношение чувствительности и специфичности, определённое на основании индекса Юдена, обеспечивает снижение вероятности как ложноотрицательных диагностических заключений, приводящих к затягиванию диагностического этапа, так и ложноположительных результатов, способствующих необоснованному расширению инвазивных вмешательств. Следует подчеркнуть, что разработанный алгоритм предназначен для использования на этапе углублённой диагностики и не рассматривается в качестве скринингового инструмента. В целом, ROC-обоснованный мультипараметрический подход способствует стандартизации интерпретации ультразвуковых данных и формированию более рационального диагностического маршрута пациента в системе фтизиатрической помощи.

IV. АВТОРСКИЙ АЛГОРИТМ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ТПЛУ

Результаты проведённого клинико-инструментального и статистического анализа послужили основой для разработки авторского алгоритма мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов. Необходимость его создания обусловлена отсутствием унифицированного подхода к интерпретации ультразвуковых признаков специфического воспаления и высокой вариабельностью диагностических решений в клинической практике. В настоящей главе представлена концепция алгоритма, основанная на последовательной интеграции серошкальных, сосудистых и эластографических параметров с учётом их диагностической значимости и клинической применимости. Особое внимание уделено логике формирования диагностических этапов и критериям принятия клинических решений, направленным на оптимизацию показаний к морфологической верификации. Разработанный алгоритм не подменяет существующие клинико-морфологические методы диагностики, а служит инструментом их рационального использования. Представление алгоритма в виде структурированной модели позволяет обеспечить воспроизводимость результатов и создать основу для его внедрения в практику специализированных фтизиатрических учреждений.

§4.1. Концепция и поэтапная структура алгоритма

Авторский алгоритм мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов разработан как структурированная модель принятия клинических решений, направленная на стандартизацию интерпретации ультразвуковых данных и повышение воспроизводимости диагностических заключений. Необходимость его создания обусловлена отсутствием унифицированного подхода к комплексной оценке серошкальных, сосудистых и эластографических признаков, а также высокой вариабельностью диагностических решений при использовании отдельных ультразвуковых методов в изоляции. В отличие от ранее описанных мультипараметрических подходов, предлагаемый алгоритм основан не на формальном суммировании признаков, а на их поэтапной клинически ориентированной интеграции с учётом диагностической значимости каждого этапа, подтверждённой результатами корреляционного и ROC-анализа, представленными в главе III. Концептуальной основой алгоритма является принцип последовательного повышения диагностической специфичности. На начальном этапе осуществляется выявление морфоструктурных изменений лимфатических узлов, далее проводится уточнение активности специфического воспаления по сосудистым характеристикам и, на заключительном этапе, — косвенная оценка морфологического

субстрата поражения по показателям механических свойств тканей. Окончательное диагностическое решение формируется исключительно на основе совокупной оценки всех этапов, что позволяет минимизировать влияние изолированных, неспецифичных либо противоречивых ультразвуковых признаков. Алгоритм реализован в виде поэтапной диагностической модели, допускающей клиническую переоценку результатов на любом этапе при динамическом наблюдении пациента. Данный подход обеспечивает гибкость применения алгоритма в реальной клинической практике и позволяет учитывать изменения ультразвуковой картины в процессе лечения или наблюдения. Алгоритм предназначен для использования в условиях специализированной фтизиатрической помощи и не рассматривается в качестве скринингового инструмента либо замены клинко-морфологической верификации.

Поэтапная структура алгоритма

I этап — серошкальное ультразвуковое исследование (В-режим).

На первом этапе проводится первичная морфоструктурная характеристика периферических лимфатических узлов. Анализируются форма, размеры с обязательной оценкой соотношения длинной и короткой осей, чёткость и целостность капсулы, эхогенность и однородность паренхимы, сохранность кортико-медуллярной дифференцировки, наличие гипо- и анэхогенных зон, признаков деструкции и формирования конгломератов. Полученные признаки формируют исходное диагностическое предположение о характере патологического процесса. Размер лимфатического узла рассматривается исключительно как вспомогательный показатель и не используется для самостоятельного диагностического заключения.

II этап — анализ сосудистых характеристик (ЦДК/ЭДК и спектральная доплерография).

На втором этапе проводится оценка внутривузловой васкуляризации с использованием цветового и энергетического доплеровского картирования. Изучаются тип сосудистого рисунка (хиларный, периферический, смешанный), выраженность кровотока, а также количественные параметры спектральной доплерографии — максимальная систолическая и минимальная диастолическая скорости кровотока, индекс резистентности. Сосудистые характеристики интерпретируются как отражение активности специфического воспалительного процесса и используются для уточнения стадии поражения, выявленной на предыдущем этапе. Выполнение данного этапа является обязательным при наличии эхографических признаков активного воспаления.

III этап — эластографическая оценка механических свойств тканей.

Третий этап включает качественную и количественную эластографическую характеристику лимфатических узлов и применяется как уточняющий метод при неоднозначной интерпретации структурных и сосудистых данных. Анализ цветовых эластографических паттернов и показателей коэффициента деформации позволяет косвенно оценить наличие плотных морфологических изменений, таких как казеозный некроз и фиброз. Эластографические показатели интерпретируются исключительно в контексте результатов предыдущих этапов и не используются в качестве самостоятельного диагностического критерия.

IV этап — интеграция данных и формирование диагностического решения.

На заключительном этапе осуществляется синтез ультразвуковых признаков, полученных на всех предыдущих этапах, с формированием интегральной клинической оценки вероятности туберкулёзного поражения периферических лимфатических узлов. Указанная оценка носит категориальный характер и не является математической вероятностью. В зависимости от совокупности выявленных признаков пациент относится к одной из трёх диагностических категорий: высокой, промежуточной или низкой вероятности специфического процесса. Каждая категория определяет дальнейшую клиническую тактику — проведение морфологической верификации, динамическое наблюдение с повторной оценкой либо поиск альтернативной этиологии лимфаденопатии.

Таблица 4.1

**Поэтапная структура авторского алгоритма
мультипараметрической ультразвуковой диагностики ТПЛУ**

Этап	Методы исследования	Ключевые признаки	Диагностическая роль
I	В-режим	Форма, капсула, эхоструктура, деструкция	Базовая морфоструктурная оценка
II	ЦДК/ЭДК, СД	Тип кровотока, МССК, ИР	Оценка активности воспаления
III	Эластография	Жёсткость тканей, паттерны	Уточнение морфологического субстрата
IV	Интеграция данных	Совокупность признаков	Принятие клинического решения

Представленный авторский алгоритм является клинически ориентированной и методологически обоснованной диагностической

моделью, обеспечивающей последовательную и воспроизводимую интерпретацию мультипараметрических ультразвуковых данных. Его применение способствует повышению точности диагностики, оптимизации показаний к инвазивным вмешательствам и формированию рационального диагностического маршрута пациентов с подозрением на туберкулёз периферических лимфатических узлов в условиях специализированной фтизиатрической помощи.

§4.2. Диагностическая точность, валидация и клиническая интерпретация алгоритма

Оценка диагностической точности и клинической состоятельности разработанного алгоритма являлась обязательным этапом его научного обоснования и предварительным условием для внедрения в практику специализированной фтизиатрической помощи. Алгоритм валидирован на клиническом материале 150 пациентов с поражением периферических лимфатических узлов, включённых в основную группу исследования, с последующим сопоставлением интегральных ультразвуковых заключений с результатами морфологической и лабораторной верификации туберкулёзного процесса. Валидация носила характер внутреннего подтверждения диагностической модели и проводилась в рамках наблюдательного аналитического исследования.

Применение алгоритма мультипараметрической ультразвуковой диагностики продемонстрировало высокую эффективность в выявлении туберкулёза периферических лимфатических узлов. Интегральная модель, основанная на последовательной оценке серозных, сосудистых и эластографических признаков, обеспечила чувствительность 84,0 % и специфичность 81,5 %. Площадь под ROC-кривой (AUC) составила 0,88 (95 % доверительный интервал 0,82–0,93), что соответствует высокому уровню диагностической значимости и свидетельствует о надёжности разработанного алгоритма (рис. 4.1).

Рис. 4.2. ROC-кривая мультипараметрического УЗ-алгоритма

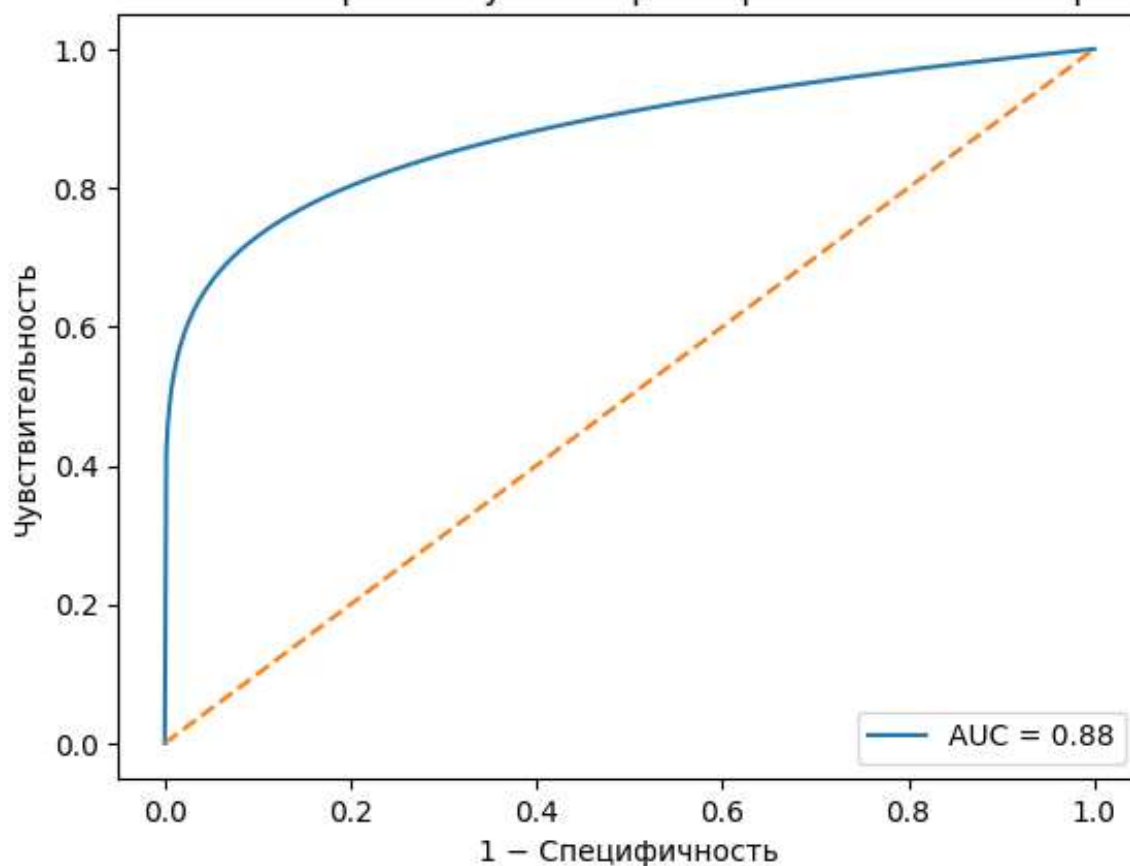


Рис. 4.1.

ROC-анализ выполнялся непараметрическим методом DeLong. Оптимальное пороговое значение интегрального диагностического показателя определялось на основании максимизации индекса Юдена, что позволило достичь сбалансированного соотношения чувствительности и специфичности. Полученные данные подтверждают преимущество интегрального подхода по сравнению с изолированным использованием отдельных ультразвуковых методов.

Следует подчеркнуть, что наибольший вклад в повышение диагностической точности алгоритма вносило сочетание структурных эхографических признаков с характеристиками внутривузлового кровотока, тогда как эластография выполняла уточняющую функцию, повышая специфичность диагностики в случаях пограничной ультразвуковой картины.

Валидация и воспроизводимость алгоритма. Валидация алгоритма осуществлялась путём его последовательного применения у пациентов с различными морфологическими фазами специфического воспаления. Интегральные ультразвуковые категории вероятности (высокая, промежуточная, низкая) демонстрировали статистически значимую согласованность с морфологической активностью процесса ($p < 0,05$). Наибольшая степень соответствия отмечалась в группах с выраженными деструктивными и фиброзными изменениями лимфатических узлов.

Воспроизводимость алгоритма оценивалась при его применении различными специалистами ультразвуковой диагностики, прошедшими инструктаж по стандартизированному протоколу исследования. Полученные результаты свидетельствовали о снижении субъективности интерпретации и возможности унифицированного использования алгоритма в условиях специализированных диагностических подразделений.

Клиническая интерпретация и практическое применение алгоритма. Разработанный алгоритм предназначен для поддержки клинико-диагностических решений врача-фтизиатра и не рассматривается как альтернатива морфологической верификации. Его применение позволяет структурировать диагностический маршрут пациента с лимфаденопатией и обосновать выбор тактики ведения в зависимости от категории вероятности специфического поражения. При высокой вероятности туберкулёзного процесса алгоритм формирует показания к проведению морфологической верификации (тонкоигольная или трепан-биопсия) с последующим началом специализированного лечения. Промежуточная категория предполагает динамическое ультразвуковое наблюдение в сроки 4–6 недель с повторной оценкой мультипараметрических признаков и использованием дополнительных методов диагностики. Низкая вероятность специфического поражения ориентирует клинициста на поиск альтернативной этиологии лимфаденопатии (онкологической, воспалительной, реактивной).

Для стандартизации практического применения алгоритма разработан диагностический чек-лист, включающий обязательные и уточняющие ультразвуковые критерии (табл. 4.2). Использование чек-листа обеспечивает единообразие протокола исследования и повышает воспроизводимость диагностических заключений.

Таблица 4.2

**Диагностический чек-лист мультипараметрического
ультразвукового алгоритма ТПЛУ**

Этап оценки	Критерии	Значимость
В-режим	Потеря кортико-медуллярной дифференцировки	Обязательный
Наличие деструктивных/жидкостных участков	Обязательный	
ЦДК/ЭДК	Патологический тип внутривузового кровотока	Обязательный

Повышение индекса резистентности	Уточняющий	
Эластография	Повышение тканевой жёсткости	Уточняющий
Интеграция	Категория вероятности ТПЛУ	Итоговая

Ограничения алгоритма. Несмотря на высокую диагностическую эффективность, алгоритм имеет ряд ограничений. Его применение затруднено при глубоком расположении лимфатических узлов, выраженном болевом синдроме, наличии массивных некротических изменений, а также при технических ограничениях ультразвукового оборудования. Алгоритм не предназначен для скрининговых обследований и требует соблюдения стандартизированного протокола исследования и соответствующей квалификации врача ультразвуковой диагностики.

Преимущества алгоритма. По сравнению с традиционным ультразвуковым подходом разработанный алгоритм обеспечивает интегральную оценку лимфатических узлов, снижает вариабельность интерпретации, способствует рациональному назначению инвазивных диагностических вмешательств и повышает клиническую обоснованность принимаемых решений.

Алгоритм мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов обладает высокой диагностической точностью, подтверждённой результатами статистической валидации, и может рассматриваться как эффективный инструмент клинико-диагностического обоснования в системе специализированной фтизиатрической помощи. Его внедрение создаёт предпосылки для оптимизации диагностического процесса и служит методологической основой для оценки клинической и экономической эффективности.

V. КЛИНИКО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АЛГОРИТМА

Внедрение новых диагностических технологий в клиническую практику требует оценки не только их диагностической эффективности, но и клиничко-организационной и экономической обоснованности. В условиях специализированной фтизиатрической помощи особое значение приобретает рационализация диагностического маршрута пациента, направленная на снижение доли необоснованных инвазивных вмешательств и оптимизацию использования ресурсов здравоохранения. Разработанный алгоритм мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов, продемонстрировавший высокую диагностическую точность, требует комплексной оценки его влияния на организацию медицинской помощи и структуру затрат. Анализ клиничко-организационных эффектов позволяет определить роль алгоритма в повышении доступности и своевременности специализированной диагностики, а также в снижении диагностических задержек. Экономическая оценка, в свою очередь, даёт возможность количественно обосновать целесообразность его внедрения с позиции соотношения затрат и получаемых клинических результатов. В настоящей главе представлены результаты анализа клиничко-организационной и экономической эффективности применения алгоритма в практике фтизиатрических учреждений.

§5.1. Клиническая и организационная эффективность алгоритма

Клиничко-организационная эффективность диагностического алгоритма определяется тем, в какой степени его применение улучшает обоснованность клиничческих решений, повышает воспроизводимость интерпретации данных и оптимизирует диагностический маршрут пациента в рамках существующей системы специализированной помощи. В условиях туберкулёза периферических лимфатических узлов (ТПЛУ) такая оценка приобретает принципиальное значение, поскольку клиничческая картина часто неспецифична, а морфологическая верификация, оставаясь решающим методом подтверждения диагноза, является инвазивной и не всегда может выполняться без предварительного инструментального обоснования.

Клиничческая эффективность. В клиничческом аспекте алгоритм обеспечивает переход от изолированной интерпретации отдельных ультразвуковых признаков к интегральной оценке, основанной на последовательном анализе морфоструктурных (В-режим), сосудистых (ЦДК/спектральная доплерография) и механических (эластография) характеристик лимфатического узла. Практическая ценность такого подхода проявляется прежде всего в стандартизации диагностического решения в ситуациях, когда данные серовидного исследования сами по себе не позволяют с достаточной уверенностью разграничить

специфическое поражение и лимфаденопатии иной природы. Результаты валидации алгоритма на клиническом материале 150 пациентов продемонстрировали высокую диагностическую состоятельность интегральной модели: чувствительность составила 84,0%, специфичность — 81,5%, площадь под ROC-кривой — 0,88. Указанные показатели отражают способность алгоритма корректно идентифицировать случаи туберкулёзного поражения лимфатических узлов при одновременном снижении доли ложноположительных заключений, что имеет непосредственное клиническое значение при выборе дальнейшей тактики ведения.

Клиническая эффективность алгоритма реализуется через формирование трёх категорий вероятности (высокая, промежуточная, низкая), каждая из которых соотносится с определённой тактикой:

- при высокой вероятности — формируется инструментально обоснованное показание к морфологической верификации с последующим решением вопроса о начале специализированного лечения;
- при промежуточной вероятности — обосновывается динамическое наблюдение с повторной мультипараметрической оценкой в установленные сроки (как правило, 4–6 недель) и определением критериев пересмотра решения;
- при низкой вероятности — целенаправленно расширяется поиск альтернативной этиологии лимфаденопатии, что снижает вероятность диагностического “замыкания” только на туберкулёзном процессе.

Отдельно следует подчеркнуть, что алгоритм не рассматривается как замена морфологической верификации; его клиническая роль состоит в повышении обоснованности направления на инвазивные методы и в минимизации диагностических задержек, связанных с неопределённостью ультразвуковой интерпретации при традиционном подходе.

Организационная эффективность алгоритма определяется его способностью внедряться в практику без перестройки системы оказания помощи и без изменения стандартной маршрутизации пациента, при одновременном повышении управляемости диагностического процесса. Алгоритм опирается на стандартизированный протокол исследования и диагностический чек-лист, что снижает вариабельность заключений между специалистами ультразвуковой диагностики и обеспечивает сопоставимость результатов при повторных исследованиях и динамическом наблюдении. В практической организации работы специализированных учреждений алгоритм решает три ключевые задачи:

1. унификация протокола (единая структура описания лимфатических узлов и обязательный набор параметров);
2. повышение преемственности между врачом УЗ-диагностики, фтизиатром и хирургом (единые критерии интерпретации и понятная логика показаний к верификации);
3. рационализация назначения инвазивных вмешательств за счёт категоризации вероятности специфического процесса и выделения групп, требующих первоочередного морфологического подтверждения.

Алгоритм функционирует как инструмент клинико-организационного управления диагностическим процессом: он снижает роль субъективного фактора, повышает воспроизводимость заключений и поддерживает единый стандарт принятия решений на уровне учреждения.

Как и любой диагностический инструмент, алгоритм имеет ограничения, которые должны учитываться при его практическом использовании. На точность оценки могут влиять технические факторы (глубокое расположение лимфатических узлов, акустические помехи, выраженные некротические изменения), а также особенности клинического контекста (сопутствующие воспалительные и опухолевые процессы, иммунодефицитные состояния). Возможность ложноположительных и ложноотрицательных заключений сохраняется, поэтому алгоритм должен применяться в строгой связке с клиническими данными и рассматриваться как средство обоснования маршрута пациента, а не как самостоятельный “вердикт”. Критически важными условиями корректного применения являются соблюдение стандартизированного протокола, подготовка специалиста и интерпретация результатов в мультидисциплинарной модели взаимодействия.

В целом клиническая и организационная эффективность алгоритма проявляется в повышении доказательности диагностического решения, стандартизации протокола исследования и формировании рационального клинического маршрута пациентов с лимфаденопатиями. Наличие подтверждённых показателей диагностической точности (чувствительность 84,0%, специфичность 81,5%, AUC 0,88) создаёт основу для последующей оценки экономической целесообразности внедрения, поскольку именно эти эффекты (оптимизация показаний к инвазивным вмешательствам, повышение управляемости маршрута и воспроизводимости диагностики) определяют потенциальное изменение структуры затрат.

§5.2. Экономическая целесообразность и перспективы применения

Экономическая целесообразность внедрения алгоритма мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза

периферических лимфатических узлов рассматривается в рамках организационно-экономической модели, ориентированной на оптимизацию структуры диагностических затрат при сохранении и повышении качества медицинской помощи. В данной модели ключевое значение имеет перераспределение ресурсов внутри существующего диагностического маршрута пациента, а не увеличение объёма медицинских вмешательств или внедрение дополнительных дорогостоящих технологий.

По сравнению с традиционным диагностическим подходом, при котором ультразвуковое исследование лимфатических узлов используется преимущественно как вспомогательный метод без чётких критериев интегральной оценки, предложенный алгоритм обеспечивает более обоснованное формирование показаний к инвазивным диагностическим процедурам. Это позволяет снизить долю морфологических исследований, выполняемых при низкой вероятности специфического поражения, и, следовательно, уменьшить прямые медицинские затраты, связанные с биопсией, хирургическим вмешательством, анестезиологическим обеспечением и послеоперационным наблюдением.

Экономический эффект алгоритма также обусловлен его влиянием на сроки диагностического поиска. Высокие показатели диагностической точности (чувствительность 84,0%, специфичность 81,5%, AUC = 0,88) способствуют снижению числа диагностических ошибок и повторных обследований, что уменьшает потребность в многоэтапных консультациях и дублирующих исследованиях. Таким образом, сокращаются как прямые затраты на медицинские услуги, так и косвенные издержки, связанные с длительным наблюдением пациентов без установленного диагноза.

Существенным фактором экономической целесообразности является отсутствие необходимости в дополнительных капитальных вложениях. Алгоритм реализуется на базе стандартного ультразвукового оборудования и использует методы, уже внедрённые в клиническую практику. Экономический эффект достигается за счёт повышения эффективности использования имеющихся ресурсов, а не за счёт расширения диагностического арсенала, что особенно важно для учреждений фтизиатрического профиля с ограниченным финансированием.

Следует отметить, что снижение нагрузки на морфологические и хирургические службы имеет не только клиническое, но и экономическое значение. Более адресное направление пациентов на инвазивные процедуры позволяет рационально распределять кадровые и материальные ресурсы, повышая общую эффективность работы специализированных подразделений.

Несмотря на выявленные преимущества, экономическая эффективность алгоритма зависит от условий его применения. Возможные риски связаны с увеличением числа повторных ультразвуковых исследований при динамическом наблюдении пациентов с промежуточной вероятностью специфического поражения, а также с влиянием квалификации специалиста ультразвуковой диагностики на корректность интерпретации данных. В этих условиях экономический эффект алгоритма может снижаться, что подчёркивает необходимость стандартизированного протокола исследования и соответствующей подготовки персонала. Кроме того, алгоритм не исключает полностью возможность ложноположительных и ложноотрицательных заключений, что в отдельных клинических ситуациях может приводить либо к необоснованным инвазивным вмешательствам, либо к отсрочке морфологической верификации. Указанные обстоятельства требуют использования алгоритма в составе комплексной клинικο-диагностической модели, а не в изолированном виде.

Перспективы применения и масштабирования алгоритма. Перспективы применения алгоритма связаны с возможностью его широкого внедрения в учреждения различного уровня оказания специализированной помощи без изменения существующей организационной структуры. Универсальность методического подхода позволяет использовать алгоритм в фтизиатрических диспансерах, консультативно-диагностических центрах и многопрофильных стационарах при наличии стандартного ультразвукового оборудования и обученных специалистов.

В дальнейшем алгоритм может быть адаптирован для интеграции в электронные медицинские системы и клинические модули поддержки принятия решений, что повысит управляемость диагностического процесса и обеспечит дополнительную стандартизацию. Проведение целенаправленных организационно-экономических и фармакоэкономических исследований позволит количественно оценить выявленные эффекты и определить экономическую эффективность внедрения алгоритма в масштабах региона или системы здравоохранения в целом.

Алгоритм мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов является экономически целесообразным инструментом, способствующим оптимизации диагностических затрат, рациональному использованию ресурсов и повышению эффективности специализированной фтизиатрической помощи. Его применение создаёт предпосылки для дальнейшего совершенствования диагностики внелёгочных форм

туберкулёза и формирования унифицированных клинико-
организационных подходов.

ЗАКЛЧЕНИЕ

Монография посвящена совершенствованию диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов — одной из клинически значимых и диагностически сложных форм внелёгочного туберкулёза. На основе анализа современных эпидемиологических, клинко-морфологических и патогенетических данных обоснована необходимость стандартизации неинвазивных методов оценки поражения лимфатической системы. В работе представлены результаты комплексного клинко-эхографического исследования 150 пациентов с лимфаденопатиями различной этиологии, проведённого с использованием серошкального ультразвукового сканирования, доплерографических методик и ультразвуковой эластографии.

Установлены диагностически значимые взаимосвязи между структурными, сосудистыми и механическими характеристиками лимфатических узлов и морфологическими фазами специфического воспалительного процесса. На основании полученных данных разработан и научно обоснован авторский алгоритм мультипараметрической ультразвуковой диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов, обеспечивающий повышение точности стадирования заболевания и обоснование показаний к морфологической верификации. Показано, что применение алгоритма характеризуется высокой диагностической эффективностью и способствует оптимизации клинко-диагностического маршрута пациентов.

Практическая значимость монографии заключается в возможности внедрения предложенного алгоритма в деятельность фтизиатрических, ультразвуковых и консультативно-диагностических подразделений с целью повышения качества диагностики, снижения доли необоснованных инвазивных вмешательств и рационального использования ресурсов специализированной медицинской помощи. Монография предназначена для врачей-фтизиатров, специалистов ультразвуковой диагностики, хирургов, а также научных работников, занимающихся проблемами внелёгочного туберкулёза.

ВЫВОДЫ

Проведённый анализ эпидемиологических, клинко-анатомических и морфологических данных показал, что туберкулёз периферических лимфатических узлов остаётся одной из наиболее сложных для ранней диагностики форм внелёгочного туберкулёза, что обусловлено полиморфизмом клинических проявлений, вариабельностью морфологических стадий и ограниченной специфичностью традиционных клинко-лабораторных методов.

Установлено, что морфологическая картина туберкулёзного поражения лимфатических узлов характеризуется стадийной трансформацией структурных компонентов, включающей фазы активного специфического воспаления, казеозного некроза и фиброзных изменений, что формирует патоморфологическую основу для вариабельности ультразвуковых признаков и требует комплексного диагностического подхода.

Показано, что изолированное применение серошкального ультразвукового исследования, несмотря на высокую чувствительность к структурным изменениям, не обеспечивает достаточной специфичности для достоверного стадирования туберкулёзного процесса и его дифференциации с неопластическими и неспецифическими лимфаденопатиями.

Доказано, что включение доплерографических методов позволяет существенно расширить диагностические возможности ультразвукового исследования за счёт объективной оценки сосудистого профиля лимфатических узлов, отражающего активность воспалительного процесса и степень ремоделирования сосудистого русла.

Установлено, что показатели тканевой жёсткости, полученные методом ультразвуковой эластографии, коррелируют с морфологическими изменениями лимфатических узлов, в частности с выраженностью казеозно-некротических и фиброзных компонентов, однако обладают наибольшей диагностической ценностью только при их интерпретации в сочетании с серошкальными и доплерографическими данными.

Выявлены статистически значимые взаимосвязи между комплексом ультразвуковых параметров (структурных, сосудистых и эластографических) и морфологическими характеристиками лимфатических узлов, что подтвердило патогенетическую обоснованность мультипараметрического ультразвукового подхода при туберкулёзе периферических лимфатических узлов.

На основании интеграции диагностически значимых ультразвуковых признаков разработан авторский алгоритм мультипараметрической ультразвуковой диагностики, представляющий собой поэтапную логико-решающую модель с нарастающей

специфичностью и ориентированную на снижение субъективности интерпретации данных.

Валидация алгоритма с использованием методов ROC-анализа показала высокую диагностическую эффективность предложенной модели, с достижением интегрального показателя $AUC = 0,88$, что свидетельствует о высокой способности алгоритма различать туберкулёзное поражение лимфатических узлов и альтернативные причины лимфаденопатий.

Применение алгоритма позволило повысить воспроизводимость ультразвуковой диагностики, снизить вариабельность клинических решений и оптимизировать показания к инвазивной морфологической верификации, не подменяя её, а обеспечивая рациональный и обоснованный диагностический маршрут пациента.

Показано, что использование мультипараметрического алгоритма существенно улучшает дифференциальную диагностику туберкулёза периферических лимфатических узлов с онкологическими и неспецифическими воспалительными поражениями, особенно на этапах раннего и малоактивного специфического процесса.

Внедрение алгоритма в клиническую практику способствует повышению эффективности специализированной фтизиатрической помощи за счёт сокращения необоснованных инвазивных вмешательств, оптимизации маршрутизации пациентов и повышения обоснованности лечебно-диагностических решений.

Экономический анализ показал, что использование разработанного алгоритма является целесообразным, поскольку не требует дополнительных капитальных затрат, базируется на доступных ультразвуковых технологиях и способствует рациональному использованию ресурсов системы здравоохранения.

Полученные результаты подтверждают возможность широкого применения алгоритма в практике фтизиатрических, ультразвуковых и консультативно-диагностических подразделений, а также его перспективность для дальнейшей адаптации и внедрения в клинические протоколы диагностики внелёгочного туберкулёза.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В практике специализированных фтизиатрических и консультативно-диагностических учреждений целесообразно применение мультипараметрического ультразвукового исследования как неинвазивного метода комплексной оценки периферических лимфатических узлов при подозрении на туберкулёзное поражение.

Диагностическая оценка периферических лимфатических узлов должна осуществляться на основе интеграции серошкальных, доплерографических и эластографических признаков, поскольку изолированное использование отдельных ультразвуковых параметров не обеспечивает достаточной специфичности для стадирования туберкулёзного процесса.

Интерпретацию ультразвуковых данных рекомендуется проводить в рамках разработанного авторского алгоритма, позволяющего стандартизировать диагностический подход, повысить воспроизводимость результатов и снизить субъективность клинических решений.

При формировании ультразвукового заключения приоритет следует отдавать оценке внутренней архитектоники лимфатических узлов, характера васкуляризации и показателей тканевой жёсткости, рассматривая размеры лимфатических узлов как вспомогательный диагностический признак.

Использование разработанного алгоритма способствует повышению точности дифференциальной диагностики туберкулёза периферических лимфатических узлов с неопластическими и неспецифическими лимфаденопатиями и позволяет оптимизировать показания к морфологической верификации.

Внедрение алгоритма в клиническую практику является организационно и экономически целесообразным, поскольку не требует дополнительных капитальных затрат и способствует рациональному использованию ресурсов системы здравоохранения.

Список использованной литературы

1. Алексеева Г. И., В. А. Астафьев, И. И. Винокуров [и др.]; Туберкулез. Эпидемиология и организация борьбы в современных условиях Крайнего Севера (на примере Республики Саха (Якутия)) / Под редакцией Е.Д. Савилова. – Новосибирск : Наука, 2015. – 196 с.
2. Аббасова, Е.В. Роль эхографии в дифференциальной диагностике злокачественных и доброкачественных лимфаденопатий / Дисс. ...канд. мед. наук: 14.01.13 / Е. В. Аббасова. – М., 2005. – С. 32.
3. Актуальность проблемы внелегочного туберкулеза в современных эпидемиологических условиях / А.В. Мордык, А.А. Яковлева, И.Н. Николаева и др. // Тихоокеан. мед. журн. – 2015. – No 3. – С. 19-21.
4. Аллахвердян, Г. С. Возможности ультразвукового исследования в диагностике патологии поверхностных лимфатических узлов / Г. С. Аллахвердян, М. А. Чекалова // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2011. – No 1. – С. 77-84.
5. Ариэль, Б.М. Туберкулез периферических лимфатических узлов / Б.М. Ариэль, Э.Н. Беллендир // Руководство по легочному и внелегочному туберкулезу. Науч. ред. Левашев Ю.Н., Репин Ю.М. – СПб: ЭЛБИ – СПб, 2008. – 544 с.
6. Баринов, В.С. Туберкулез периферических лимфатических узлов / В.С. Баринов, Н.А. Прохорович. // Руководство по легочному и внелегочному туберкулезу. Науч. ред. Ю.Н. Левашев, Ю.М. Репин. – СПб: ЭЛБИ – СПб, 2008. – 544 с.
7. Внелёгочный туберкулез / П.К. Яблонский, А.Ю. Мушкин, Е.М. Белиловский и др. // Туберкулез в Российской Федерации. 2010. Аналитический обзор статистических показателей, используемых в Российской Федерации. – М., 2011. – С. 111-116.
8. Гурьева, О.И. Диагностика туберкулеза периферических лимфатических узлов у детей и подростков: автореф. дис. ...канд. мед. наук: 14.01.16 / О.И. Гурьева. – М., 2012. – 20 с.
9. Гурьева, О.И. Критерии дифференциальной диагностики лимфаденитов туберкулёзной и неспецифической этиологии у детей и подростков / О.И. Гурьева, Н.А. Золотарева, С.К. Андреева // Сб. науч. тр. Всерос. науч.- практ. конф. с межд. участием «Современные проблемы педиатрии». – М., 2011. – С. 96-100.
10. Гурьева, О.И. Особенности клинических проявлений туберкулеза периферических лимфатических узлов у детей и подростков / О.И. Гурьева, А.Ф. Кравченко, В.А. Аксенова // Якут. мед. журн. – 2009. – No 4. – С. 49-52.
11. Интегрированная модель контроля туберкулеза в Казахстане на 2016- 2025гг. / Ж.К. Исмаилов, Э.А. Берикова, Ш.Ш. Исмаилов, М.М. Аденов // Фтизиопульмонология. – 2016. – No 1 (27). – С. 4-7.
12. Клинические особенности специфических лимфаденопатий у

пациентов Национального центра фтизиатрии Кыргызской Республики за период с 2010- 2014 годы / Г.К. Турдумамбетова, И.Ж. Жаныбеков, М.О. Алимова, С.А. Усубалиева // Наука новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2017. – № 8. – С. 74-76.

13. Клиническое течение и диагностика сочетанного туберкулеза легких и лимфатических узлов / М.Н. Тилляшайхов, Д.Б. Файзуллаева, М.А. Хакимов и др. // Фтизиопульмонология. – 2016. – № 2. – С. 90-91.

14. Конотопцева, А.Н. Опыт ультразвукового исследования лимфатической системы у детей / А.Н. Конотопцева // Бюллетень Восточно - Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2013. – № 5. – С. 33-38.

15. Кочеткова, Е.Я. Структура клинических форм у впервые выявленных больных внелегочным туберкулезом [/ Е.Я. Кочеткова, Р.В. Худякова // Туберкулез сегодня: Материалы VII Рос. съезда фтизиатров. – М., 2003. – С. 176-177.

16. Крутько, В.С. Туберкулез периферических лимфатических узлов / В.С. Крутько, П.И. Потейко, Э.М. Ходош // Медицина неотложных состояний. – 2013. – № 1 (48). – С. 151-153.

17. Лежнев, Д. А. Исследование периферических лимфатических узлов при онкологических заболеваниях головы и шеи с использованием эластографии сдвиговой волной / Д. А. Лежнев, А. Ю. Васильев, О. В. Косташ и др. // Сибирский онкологический журнал. – 2019. – Т. 18. – № 3. – С. 5–13.

18. Митьков, В. В. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной / В. В. Митьков, М. Д. Митькова // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2015. – № 2. – С. 94–108.

19. Молекулярно-генетический мониторинг популяционной вариабельности штаммов МБТ / Т.А. Муминов, Б.Т. Жакипбаева, Ш.А. Бейсембаева и др. // Медицина. – 2013. – № 5. – С. 40-45.

20. Мушкин, А.Ю. Внелёгочный туберкулез в Российской Федерации: сопоставление некоторых официальных данных и результатов анкетного скрининга / А.Ю. Мушкин, Е.М. Белиловский, Е.М. Першин // Медицинский альянс. – 2013. – № 1. – С. 80-85.

21. Назиров П. Х., Мамарасулова О. У., Махмудова З. П. Эпидемиологическая характеристика показателей туберкулеза внелегочной локализации в республике Узбекистан за 2003–2012 годы //Український пульмонологічний журнал. – 2013. – №. 4. – С. 65-65.

22. Нечаева, О.Б. Влияние миграционных процессов на эпидемическую ситуацию по туберкулезу и ВИЧ-инфекции в России / О.Б. Нечаева, И.Э. Казанцев, Б.И. Сергеев // Туб. и болезни легких. – 2015. – № 8. – С. 4-10.

23. Нечаева, О.Б. Влияние хирургических методов лечения на эпидемиологическую ситуацию по туберкулезу в Российской Федерации /

О.Б. Нечаева, Н.В. Эйсмонт, К.А. Муравьев // Туб. и болезни легких. – 2012. – No 4. – С. 27-34.

24. Нечаева, О.Б. Ситуация по туберкулезу и ВИЧ-инфекции в России / О.Б. Нечаева // Туб. и болезни легких. – 2014. – No 6. – С. 9-15.

25. Нечаева, О.Б. Эпидемиологическая ситуация по внелегочному туберкулезу в Российской Федерации / О.Б. Нечаева, В.В. Скачков // Туб. и болезни легких. – 2013. – No 8. – С. 3-9.

26. Ожегов, А.М. Дифференциальная диагностика лимфаденопатий у детей / А.М. Ожегов // Практическая медицина. – 2013. – No 6. – С. 49-59.

27. Осипов, Л. В. Технологии эластографии в ультразвуковой диагностике (обзор) / Л. В. Осипов // Медицинский алфавит. Диагностическая радиология и онкотерапия. – 2013. – No 3 – 4. – С. 5-21.

28. Осипов, Л. В. Ультразвуковые диагностические приборы: Режимы, методы и технологии / Л. В. Осипов // М.: Изомед. – 2011. – С. 312.

29. Основные аспекты МЛУ/ШЛУ ТБ в Казахстане / Э.А. Берикова, А.Я. Абубакиров, А.С. Ракишева и др. // Фтизиопульмонология. – 2016. – No 2. – С. 24-25.

30. Особенности иммунного дисбаланса при различных клинко-патогенетических вариантах остро прогрессирующего туберкулеза легких / Е.Л. Никулина, О.В. Воронкова, О.И. Уразова и др. // Бюллетень сибирской медицины. – 2010. – Т.9, No 3. – С. 42-50.

31. Особенности туберкулеза периферических лимфатических узлов при специфическом процессе в органах дыхания / В.С. Баринов, Н.А. Прохорович, Т.Н. Иванова и др. // Проблемы туб. и болезней легких. – 2003. – No 5. – С. 21-23.

32. Охорзина, Н.А. Диагностика и лечение туберкулеза периферических лимфатических узлов у детей и подростков / Н.А. Охорзина // Проблемы туб. – 2003. – No 1. – С. 36-39.

33. Охорзина, Н.А. Диагностика и эффективность комплексного лечения туберкулеза периферических лимфатических узлов у детей и подростков: автореф. дис... канд. мед. наук: 14.00.26 / Н.А. Охорзина. – М., 2007. – 20 с.

34. Охорзина, Н.А. К вопросу о диагностике и лечении туберкулеза периферических лимфатических узлов у детей и подростков / Н.А. Охорзина // Проблемы туб. – 2003. – No 1. – С. 45-48.

35. Перельман, М.И. Фтизиатрия / М.И. Перельман, И.В. Богадельникова. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2010. – 448 с.

36. Петренко, В.М. Современная анатомия и лимфология / В.М. Петренко // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – No 5. – С. 37-38.

37. Петухов, В.П. Комплексное лечение туберкулеза периферических лимфатических узлов / В.П. Петухов, В.П. Цоктоев // Сибир. мед. журн. –

2008. – No 1. – С. 64-65.

38. Разнатовская, Е.Н. Туберкулез миндалин и глотки: Клинические проявления, диагностика, дифференциальная диагностика / Е.Н. Разнатовская, Н.А. Грицова, А.А. Михайлова // Актуальная инфектология. – 2015. – No 1. – С. 97-99.

39. Разнатовская, Е.Н. Туберкулез периферических лимфатических узлов / Е.Н. Разнатовская, О.С. Друзенко // Запорож. мед. журн. – 2012. – No 3. – С. 12-14.

40. Ранние оперативные вмешательства у больных туберкулезом периферических лимфатических узлов / П.В. Семенченко, В.С. Баринов, Б.М. Ариэль и др. // Стационар замещающие технологии. Амбулаторная хирургия. – 2006. – No 3. – С. 19-21.

41. Решетов, И. В. Опыт проведения акции ранней диагностики опухолей органов головы и шеи / И. В. Решетов, J. L. Lefebvre, В. В. Старинский // Head and Neck / Голова и шея. Российское издание. Журнал Общероссийской общественной организации Федерация специалистов по лечению заболеваний головы и шеи. – 2014. – No2. – С.37–41.

42. Руденко, О. В. Физические основы эластографии. Часть 2. Эластография на сдвиговой волне (лекция) / О. В. Руденко, Д. В. Сафонов, П. И. Рыхтик и др. // Радиология – практика. – 2014. – Т. 4. – No 46. – С. 62–72.

43. Савельева, Н. А. Возможности мультипараметрической ультразвуковой диагностики с использованием компрессионной эластографии в выявлении метастатического поражения периферических лимфатических узлов / Н. А. Савельева, А. Л. Косова // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2016. – No4. – С.26–37.

44. Савельева, Н. А. Ультразвуковая диагностика злокачественного поражения периферических лимфатических узлов / Н. А. Савельева // Практическая медицина. – 2014. – No 3. – С. 135–138.

45. Саттарова, Н.Н. Алгоритм диагностики туберкулеза периферических лимфатических узлов при разных фазах активности [Текст]: автореф. дис. ... д-ра. мед. наук: 14.01.16 / Н.Н. Саттарова. – Баку, 2014. – 19 с.

46. Саттарова, Н.Н. Современные методы диагностики туберкулеза периферических лимфатических узлов / Н.Н. Саттарова, Ф.Ф. Агаев // Azərbaycan təbabətinin müasir nailiyyətləri. – 2008. – No 4. – С. 22-26.

47. Саттарова, Н.Н. Сочетание туберкулеза периферических лимфатических узлов с неспецифическими поражениями / Н.Н. Саттарова, Ф.Ф. Агаев, Р.Ф. Магеррамова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2012. – No 12. – С. 395-397.

48. Саттарова, Н.Н. Трудности диагностики туберкулеза периферических лимфатических узлов / Н.Н. Саттарова, Ф.Ф. Агаев // Azərbaycan Tibb. Jurnalı. – 2008. – No 4. – С. 20-22.

49. Семенченко, П.В. Клинико-лабораторные особенности и тактика хирургического лечения туберкулеза периферических лимфатических узлов: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.26; 14.00.27/ П.В. Семенченко. – СПб., 2007. – 19 с.

50. Семенченко, П.В. Патоморфологические особенности туберкулеза периферических лимфатических узлов / П.В. Семенченко, Б.М. Ариэль, В.С. Бснгов // Актуальные вопросы выявления, диагностики и лечения внелегочного туберкулеза: науч. тр. Всерос. науч.-практ. конф. – СПб., 2006. – С. 231-233.

51. Современные тенденции эпидемиологической ситуации по внеторакальному туберкулезу / Е.В. Кульчаева, В.А. Краснов, С.Н. Скорняков и др. // Туберкулез и болезни легких. – 2013. – No 12. – С. 34-39.

52. Старков, Д.А. *Mycobacterium avium* – Актуальный возбудитель микобактериоза человека / Д.А. Старков // Инфекция и иммунитет. – 2013. – No 3. – С. 7-14.

53. Статистический обзор по туберкулезу в Республике Казахстан [Текст] / под ред. Ж. К. Исмаилова. – Алматы, 2016. – С. 49.

54. Статистический обзор по туберкулезу в Республике Казахстан / под ред. Т.Ш. Абилдаева. – Алматы, 2010-2015гг.

55. Туткышбаев, С.О. Туберкулезный лимфаденит периферических лимфатических узлов и его диагностика / С.О. Туткышбаев, Е.Ж. Омирзак, Н.К. Имангалиев // Фтизиопульмонология. – 2015. – No 1-2 (26) – С. 27-28.

56. Убайдуллаев, А.М. Повышение эффективности больных туберкулезом легких при применении региональной лимфотропной терапии / А.М. Убайдуллаев, В.Г. Белоцерковец // Проблемы туб. – 1999. – No 6. – С. 14-16.

57. Убайдуллаев, А.М. Применение лимфотропной терапии при комплексном лечении больных туберкулезом легких с сопутствующей патологией/ А.М. Убайдуллаев, В.Г. Белоцерковец // Проблемы туб. и болезней легких. – 2004. – No 12. – С. 50-52.

58. Фазы активности туберкулеза периферических лимфатических узлов / М.В. Чулочникова, Л.М. Гринберг, Т.И. Казак и др. // Туберкулез: Проблемы диагностики, лечения и профилактики: Тр. Всерос. науч. – практ. конф. – СПб., 2003. – С. 289.

59. Чулочникова, М.В. Клинико-морфологическая характеристика туберкулеза периферических лимфатических узлов в разных фазах активности процесса: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.26 / М.В. Чулочникова. – М., 2005. – 26 с.

60. A study of the value of three molecular diagnostic techniques in the diagnosis of tuberculosis / F. Huang, L. Dang, H. Sun et al. // Zhonghua. Jie. He. He. Hu. Za. Zhi. – 2015. – Sep. 38 (9). – P. 680-685.

61. Alam, F. Accuracy of sonographic elastography in the differential

diagnosis of enlarged cervical lymph nodes: comparison with conventional B-mode sonography / F. Alam, K. Naito, J. Horiguchi et al. // AJR Am J Roentgenol. – 2008. – V. 191. – No. 2. – P. 604–610.

62. Axillary lymph node tuberculosis masquerading as inflammatory breast carcinoma in an immune – compromised patient / P. Chikkannaiah, BR. Vani, K. Benachinmardi et al. // Int. J. STD. AIDS. 2016. – Feb. 27 (2). – P. 149-151. doi: 10.1177/0956462415572838. [PubMed - indexed for MEDLINE].

63. Balleyguier, C. Breast elastography: the technical process and its applications / C. Balleyguier, L. Ciolovan, S. Ammari et al. // Diagn. Interv. Imaging. – 2013. – V. 94. – No. 5. – P. 503–513.

64. Bamber, J. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology / J. Bamber, D. Cosgrove, C. F. Dietrich et al. // Ultraschall in der Medizin. – 2013. – V. 34. – P. 164– 184.

65. Barr, R. G. // WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: part 2: breast / R. G. Barr, K. Nakashima, D. Amy, D. Cosgrove et al. // Ultrasound in Med. & Biol. – 2015 – Vol. 41. – No. 5. – P. 1148–1160.

66. Bhatia, K. Reliability of shear wave ultrasound elastography for Neck lesions identified in routine clinical practice / K. Bhatia, C. S. Tong, C. C. Cho et al. // Ultraschall Med. – 2012. – V. 33. – No. 5. – P. 463–468.

67. Catano, J. Perforated Tuberculosis lymphadenitis / J. Catano, J. Cardeno // Am. J. Trop. Med. Hyg. – 2013. – Jun. 88 (6). – P. 1009-1010. doi: 10.4269/ajtmh.12-0561. PMID: 23740190. PMCID: PMC3752795. [PubMed - indexed for MEDLINE].

68. Chiorean, L. Transcutaneous Ultrasound: Elastographic Lymph Node Evaluation. Current Clinical Applications and Literature Review / L. Chiorean, R. G. Barr, B. Braden et al. // Ultrasound Med Biol. – 2016. – V. 42. – No. 1. – P. 16–30.

69. Clinical Usefulness of PCR for Differential Diagnosis of Tuberculosis and Nontuberculous Mycobacterial Infection in Paraffin-Embedded Lung Tissues / YN. Kim, KM. Kim, HN. Choi et al. // J. Mol. Diagn. – 2015. – Sep. 17 (5). – P. 597-604.

70. Cosgrove, D. EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Ultrasound Elastography. Part 2: Clinical Applications / D. Cosgrove, J. Bamber, C. F. Dietrich et al. // URL: <http://www.thieme-connect.de/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0033-1335375.pdf?update=true> (Published on-line: 2013).128. – No2. – P. 343–350.

71. Cui, X.W. New ultrasound techniques for lymph node evaluation / X. W. Cui, M. Hocke, C. Jenssen et al. // Z Gastroenterol. – 2014. – No. 52. P. 212–221.

72. Desmots, F. Shear wave elastography in head and Neck lymph node assessment: image quality and diagnostic impact compared with B-mode and Doppler ultrasonography / F. Desmots, N. Fakhry, J. Mancini et al. // Ultrasound

Med. Biol. – 2016. – V. 42. – No. 2. – P. 387–398.

73. Diagnosis and treatment of cervical tuberculous lymphadenitis / Z. Weiler, P. Nelly, AM. Baruchin et al. // J. Oral. Maxillofac. Surg. – 2000. – May. 58 (5). – P. 477-481.

74. Diagnostic considerations of calcified lymph nodes / J. Tortorich, M. Woods, W. Shintaku et al. // J. Tenn. Dent. Assoc. – 2013. – Fall-Winter. 93 (2). – P. 8-10; quiz 11-12. [PubMed - indexed for MEDLINE].

75. Diagnostic evaluation of supraclavicular lymphadenopathy / MK. Seifullah, SR. Sutradhar, N.A. Khen et al. // Mymensingh. Med. J. – 2013. – Jan. 22 (1). – P. 8-14.

76. Diagnostic role of core needle biopsy in cervical lymphadenopathy / YJ. Ryu, W. Cha, WJ. Jeong et al. // Head Neck. – 2015. – Feb. 37 (2). – P. 229-232.

77. Drug-resistance pattern of Mycobacterium tuberculosis strains from patients with pulmonary and extrapulmonary tuberculosis during 2006 to 2013 in a Korean tertiary medical center / HY. Lee, J. Lee, YS. Lee et al. // Korean J. Intern. Med. – 2015. – May. 30 (3). – P. 325-334.

78. Efficacy of ultrasound-guided core needle gun biopsy in diagnosing cervical lymphadenopathy / KH. Oh, JS. Woo, JG. Cho et al. // Eur. Ann. Otorhinolaryngol. Head. Neck. Dis. – 2016. – Dec. 133 (6). – P. 401-404. doi: 10.1016/j.anorl.2016.01.013. PMID: 27592165.

79. Erb, S. Tuberculous lymphadenitis / S. Erb, R. Nuesch // Praxis German. – 2008. – Jan. 97 (1). – P. 33-37.

80. Extra-pulmonary tuberculosis in children: a study of 41 cases / F. Tinsa, L. Essaddam, Z. Fitouri et al. // Tunis Med. – 2009. – Oct. 87 (10). – P. 693-698.

81. Extrapulmonary tuberculosis / J. Mazza-Stalder, L. Nicod, JP. Janssens et al. // Rev. Mal. Respir. – 2013. – Apr. 29 (4). – P. 566-578.

82. Fontanilla, JM. Current diagnosis and management of peripheral tuberculous lymphadenitis / JM. Fontanilla, A. Barnes, CF. Reyn von // Clin. Infect. Dis. – 2011. – Sep. 53 (6). – P. 555-562. doi: 10.1093/cid/cir454. Review.

83. Furukawa MK, Kubota A, Hanamura H, Furukawa M. [Clinical application of real-time tissue elastography to head and Neck cancer--evaluation of cervical lymph node metastasis with real-time tissue elastography]. Nihon Jibiinkoka Gakkai Kaiho. 2007 Jul;110(7):503-5. Japanese. doi: 10.3950/jibiinkoka.110.503. PMID: 17695297.

84. Guinchard, AC. Periferal tuberculous lymphadenitis: diagnosis and management / AC. Guinchard, P. Pasche // Rev. Med. Suisse. – 2012. – Oct. 8 (356). – P. 1860-1862, 1864-1865. PMID: 23133887 [PubMed - indexed for MEDLINE].

85. Gupta, A. Sonographic assessment of cervical lymphadenopathy: role of high-resolution and color Doppler imaging / A. Gupta, K. Rahman, M. Shahid et al. // Head Neck. – 2011. – V. 33. – P. 297.

86. Handa, U. Nodal tuberculosis revisited: a review / U. Handa, I. Mundi,

S. Mohan // J. Infect. Dev. Ctries. – 2012. – Jan. 6 (1). – P. 6-12.

87. Histopathological study of cervical lymphadenopathy in Yaounde Cameroon / Z. Sando, FU. Fouelifack, JT. Fouogue et al. // Pan. Afr. Med. J. – 2014. – Oct. 19 (185). doi: 10.11604/pamj.2014.19.185.4302. PMID: 25848448. [PubMed - indexed for MEDLINE].

88. Hobad, Azizi Shear wave elastography cervical lymph nodes: predicting malignancy / Azizi Hobad, James M. Keller, Michel L. Mayo et al. // Wilmington Endocrinology, Wilmington, North Carolina, USA. – 2016.

89. Jawahar, MS. Treatment of lymph node tuberculosis-a randomized clinical trial of two 6-month regimens/ MS. Jawahar, K. Rajaram, S. Sivasubramanian. // Indian J. Pediatr. – 2005. – Nov. 10 (11). – P. 1090-1098.

90. Kim, DW. Ultrasound-guided fine-needle aspiration for retrojugular lymph nodes in the Neck / DW. Kim // World. J. Surg. Oncol. – 2013. – May. 11(121). doi: 10.1186/1477-7819-11-121. PMID: 23721570. PMCID: PMC: 3671968. [PubMed - indexed for MEDLINE].

91. Kiral, N. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration in diagnosing intrathoracic tuberculous lymphadenitis / N. Kiral, B. Caglayan, B. Salepci // Med. Ultrason. – 2015. – Sep. 17 (3). – P. 333-338.

92. Miller, F. J. W. (1959). Peripheral Tuberculous Lymphadenitis in Childhood. Postgraduate Medical Journal, 35(404), 348.

93. Radio-guided lymph node biopsy for the diagnosis of axillary lymphadenopathy / V. Ozben, F. Aydogan, D. Atasoy et al. // Nucl. Med. commun. – 2011. – Mar. 32 (3). – P. 233-237. doi: 10.1097/MNM. Ob013e328341215b. [PubMed - indexed for MEDLINE].

94. Ramirez-Lapausa, M. Extrapulmonary tuberculosis / M. Ramirez-Lapausa, A. Menendez-Saldana, A. Noguerado-Asensio // Rev. Esp. Sanid. Penid. – 2015. – Vol. 17, No 1. – P. 3-11. doi: 10.4321/S1575-06202015000100002. [PubMed - indexed for MEDLINE].

95. Rapid molecular TB diagnosis: evidence, policy making and global implementation of Xpert MTB/RIF / K. Weyer, F. Mirzayev, G. Migliori et al. // Eur. Respir. J. – 2013. – Jul. 42 (1). – P. 252-271.

96. Reddy, DL. Patterus of lymph Node Pathology: Fine needle Aspiration Biopsy as an Evaluation Tool for Lymphadenopathy: A Retrospective Descriptive Study Conducted at the Largest Hospital in Africa / DL. Reddy, WD. Venter, S. Pather // J. Pone. – 2015. – Vol. 10, No 6. – P. 213-215.

97. Resistance rates of Mycobacterium tuberculosis complex strains isolated from clinical specimens / F. Aydin, N. Kaklikkaya, G. Bayramoglu et al. // Mikrobiyol. Bul. – 2011. – Jan. 45 (1). – P. 36-42.

98. Richner, S. Peripheral lymphadenopathy in immunocompetent adults [Text] / S. Richner, G. Laifer // Swiss. Med. Wkly. – 2010. – Feb. 140 (7-8). – P. 98-104. doi: smv-12892. PMID: 20069473. [PubMed - indexed for MEDLINE].

99. Sattar, A. Yield and Safety Profile of ultrasound guided fine needle

aspiration cytology (FNAC) of lymph nodes / A. Sattar, SH. Shamim, S. Wahab // J. Coll. Physicians. Surg. Pak. – 2016. – May. 26 (5). – P. 357-360.

100. Spectrum of histopathologic diagnosis of lymph node biopsies: a descriptive study from a tertiary care center in South India over 5 1/2 years / A. Roy, R. Kar, D. Basu et al. // Indian. J. Pathol. Microbiol. – 2013. – Apr. 56 (2). – P. 103-108.

101. Summers, G. D., & McNicol, M. W. (1980). Tuberculosis of superficial lymph nodes. British Journal of Diseases of the Chest, 74, 369-373.

102. Ten years of extrapulmonary tuberculosis in a Danish University clinic [Text] / L. Ebdrup, M. Storgard, S. Jensen-Fangels et al. // Scand. J. Infect. Dis, – 2003. – Vol. 35, No 4. – P. 244-246.

103. Tuberculous lymphadenitis and the appearance of Behcets disease-like symptoms / S. Fukui, Y. Takizawa, N. Kubota et al. // Intern. Med. – 2014. – Vol. 53, No7. – P. 805-808.

104. Tuberculous lymphadenitis FDS PET and CT findings in responsive and nonresponsive disease / M. Sathekge, A. Maes, Y. Asselr et al. // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. – 2012. – Jul. 39 (7). P. 1184-1190. doi: 10.1007/s00259-012- 2115-y. [PubMed - indexed for MEDLINE].

105. Tuberculous lymphadenitis: a clinical study of 23 cases / T. Ueda, T. Murayama, Y. Hasegawa et al. // Kekkaku. – 2004. – May. 79 (5). – P. 349-354. Japanese. PMID: 15211875.

106. Usefulness of ultrasonography for the evaluation of cervical lymphadenopathy / R. Khana, AD. Sharma, S. Khana et al. // World. J. Surg. oncol. – 2011. – Fev. 9 (29); doi: 101186/1477-7819-9-29. [PubMed - indexed for MEDLINE].

107. Vairaktaris, E., Patsouris, E., Papagiannopoulos, N., Ragos, B., & Davaris, P. (1994). Mycobacterial cervical lymphadenitis: A clinicopathological study of 3 cases. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 22(3), 177-181.

АНВАРОВА Е.В.

**АЛГОРИТМ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ТУБЕРКУЛЁЗА
ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ЛИМФОУЗЛОВ**