



Ошибки интерпретации рентгеновских снимков

Елена Черноморцева

Доктор медицинских наук, профессор
Балтийский федеральный Университет имени Иммануила Канта
236041, ул. А. Невского, 14, г. Калининград, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-2161-6061>

Вильям Бородулин*

Студент
Курский государственный медицинский университет
305041, ул. К. Маркса, д.3, г. Курск, Российская Федерация
<https://orcid.org/0009-0008-7762-3587>

Ричард Бородулин

Студент
Курский государственный медицинский университет
305041, ул. К. Маркса, д.3, г. Курск, Российская Федерация
<https://orcid.org/0009-0009-0513-6760>

Станислав Черноморцев

Студент
Казанский государственный медицинский университет
420012, ул. Бутлерова, 49, г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. Рентгенологические исследования остаются одним из наиболее распространённых и доступных методов визуальной диагностики, широко используемых в клинической практике. Качество интерпретации рентгенограмм напрямую влияет на точность диагностики и эффективность последующих этапов лечения, однако для студентов медицинских вузов данный процесс нередко представляет значительную сложность. В связи с этим актуальным является изучение причин ошибок при интерпретации рентгенологических изображений на этапе профессионального обучения. Цель – выявить основные причины ошибок при интерпретации рентгенологических изображений и особенности, связанные с профилем подготовки студентов. В исследовании приняли участие 164 студента медицинского университета, обучающиеся по педиатрическому ($n = 62$), лечебному ($n = 88$) и медико-профилактическому ($n = 14$) профилям. Сбор данных осуществлялся посредством анонимного онлайн-анкетирования, включавшего закрытые и открытые вопросы, направленные на оценку трудностей интерпретации рентгенологических изображений, уровня уверенности и объёма практического опыта. Для статистического анализа использовались методы описательной статистики, однофакторный дисперсионный анализ, критерий Краскела-Уоллиса, χ^2 и корреляционный анализ Пирсона. Установлено, что наиболее распространёнными ошибками являлись пропуск патологических изменений, неверная локализация очагов и неправильная трактовка артефактов. Наибольшие затруднения вызывали рентгенограммы грудной клетки, латеральные проекции и изображения опорно-двигательного аппарата. Средний уровень уверенности студентов в интерпретации рентгенограмм был низким и составил $4,1 \pm 1,7$ балла. Студенты лечебного профиля демонстрировали более высокий уровень уверенности и меньшую частоту ошибок по сравнению с обучающимися других профилей. Выявлена умеренная отрицательная корреляция между уровнем уверенности и количеством допущенных ошибок. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости расширения объёма практико-ориентированного обучения, внедрения системного подхода к интерпретации рентгенологических

Suggested Citation:

Chernomortseva E, Borodulin W, Borodulin R, Chernomortsev S. Errors in the interpretation of x-ray images. Eurasian Health J. 2025;17(4):186-198. DOI: 10.54890/1694-8882-2025-4-186.

*Corresponding author



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

изображений и использования современных цифровых образовательных инструментов для повышения качества подготовки будущих врачей

Ключевые слова: рентгенология; интерпретация изображений; ошибки диагностики; студенты; медицинское образование

Введение

Рентгенологические исследования остаются одним из ключевых инструментов диагностики в клинической практике, позволяя своевременно выявлять широкий спектр патологических состояний [1-3]. Однако интерпретация рентгенограмм требует развитых аналитических навыков и системного подхода, что представляет сложность для студентов медицинских вузов. Ошибки при чтении изображений могут приводить к диагностическим задержкам, снижая качество будущей клинической работы [4,5]. Актуальность изучения ошибок интерпретации обусловлена тем, что рентгенография остаётся одним из наиболее востребованных и доступных методов визуальной диагностики, а качество её анализа напрямую влияет на эффективность последующих этапов клинической работы. В условиях активного развития цифровых технологий и расширения использования визуальных данных возрастает необходимость всесторонней подготовки будущих специалистов к работе с рентгенологическими изображениями и пониманию факторов, влияющих на точность их оценки [6]. В этой связи возрастает интерес к исследованию образовательных стратегий, направленных на повышение качества подготовки студентов.

Процесс интерпретации рентгенограмм представляет собой сложную когнитивную задачу, включающую визуальный анализ, сопоставление анатомических структур, распознавание патологических признаков и принятие клинического решения в условиях неполной информации. Для студентов медицинских вузов данный процесс осложняется ограниченным практическим опытом, недостаточной сформированностью алгоритмического мышления и трудностями пространственного восприятия двумерных изображений. Ошибки на этом этапе могут быть связаны как с недостатком теоретических знаний, так и с отсутствием навыков системного анализа изображений, что делает проблему интерпретации рентгенограмм особенно актуальной в образовательном контексте. Анализ литературы показывает, что ошибки при чтении рентгенологических изображений широко распространены не только среди студентов, но и среди врачей с ограниченным опытом работы [7]. Однако именно в период обучения формируются устойчивые паттерны восприятия и интерпретации изображений, которые в дальнейшем могут либо способствовать точной диагностике, либо закреплять ошибочные алгоритмы анализа. В этой

связи выявление типичных ошибок и факторов, способствующих их возникновению, является важной задачей медицинской педагогики и клинической рентгенологии.

Существенную роль в формировании ошибок играет профиль подготовки студентов. Различия в учебных планах, объёме клинической практики и направленности профессиональной деятельности приводят к неодинаковому уровню подготовки по рентгенологии. Так, студенты лечебного профиля, как правило, имеют больший объём контакта с клиническими случаями и визуальными диагностическими материалами, тогда как обучающиеся по педиатрическому и медико-профилактическому профилям сталкиваются с рентгенологическими исследованиями реже и в более ограниченном контексте. Это может отражаться как на уровне уверенности, так и на точности интерпретации изображений.

Отдельного внимания заслуживает психологический аспект интерпретации рентгенограмм. Уровень уверенности студентов в собственных навыках напрямую влияет на стратегию анализа изображений: неуверенные обучающиеся чаще пропускают патологические изменения, избегают принятия решений и склонны к поверхностному просмотру снимков. В то же время чрезмерная уверенность при недостаточной подготовке также может приводить к диагностическим ошибкам. Таким образом, изучение взаимосвязи между субъективной уверенностью и объективными результатами интерпретации представляет важный интерес с точки зрения формирования клинического мышления. Современные тенденции медицинского образования подчёркивают необходимость перехода от преимущественно теоретического обучения к практико-ориентированному и интерактивным формам подготовки. Использование цифровых образовательных платформ, симуляторов, виртуальных тренажёров и интерактивных баз изображений позволяет студентам многократно отрабатывать навыки интерпретации в безопасной среде и получать своевременную обратную связь. Исследования показывают, что системный подход к просмотру изображений и регулярная коррекция ошибок существенно снижают вероятность диагностических промахов и способствуют формированию устойчивых навыков визуальной диагностики [8].

Новизна исследования заключается в комплексном анализе наиболее распространённых ошибок интерпретации рентгенологических изображений

среди студентов различных профилей подготовки, а также в изучении влияния опыта, уверенности и особенностей образовательного процесса на частоту этих ошибок. Такой подход позволяет глубже понять структуру затруднений и определить направления для дальнейшего совершенствования обучения [9,10]. Кроме того, исследование рассматривает взаимосвязь между субъективной оценкой своих навыков и фактическими результатами, что ранее изучалось ограниченно. Дополнительный интерес представляет рассмотрение роли современных образовательных технологий, включая интерактивные платформы, симуляторы и цифровые тренажёры, в формировании навыков визуальной диагностики [11]. Эти инструменты позволяют студентам безопасно отрабатывать навыки анализа изображений и получать оперативную обратную связь, что делает процесс обучения более эффективным и устойчивым. Усиление цифровой составляющей может стать важным направлением дальнейшего развития подготовки специалистов [12]. Цель исследования – определить основные причины ошибок при интерпретации рентгенологических изображений студентами медицинских вузов и выявить особенности, связанные с профилем обучения.

Материалы и методы

В исследование были включены 164 студента медицинского университета: 62 обучающихся по педиатрическому профилю, 88 – по лечебному и 14 – по медико-профилактическому. Анкетирование проводилось онлайн и включало закрытые и открытые вопросы, направленные на оценку трудностей при анализе рентгенограмм, уровня уверенности и субъективной оценки качества подготовки. Большинство респондентов находилось на 4-6 курсах. Сбор данных осуществлялся анонимно. Статистическая обработка данных проводилась с использованием методов описательной статистики: для количественных показателей рассчитывались средние значения, стандартные отклонения, медиана и межквартильный размах. Для сравнения количественных показателей между тремя независимыми группами применялся однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) при условии нормального распределения данных.

В случаях отклонения распределения от нормального использовался непараметрический критерий Краскела-Уоллиса. Для анализа различий в категориальных показателях применялся критерий χ^2 . Выбор статистических методов определялся типом анализируемых данных и характером их распределения. Взаимосвязь между уровнем уверенности и количеством ошибок оценивалась с использованием коэффициента корреляции Пирсона, а также коэффициента ранговой корреляции Спирмена с учётом дискретного характера показателя «количество ошибок». Исследование проводилось с соблюдением этических принципов World Medical Association [11]. В связи с анонимным характером анкетирования и отсутствием вмешательства в состояние участников одобрение локальной комиссии по биоэтике не требовалось.

Результаты и Обсуждение

Анализ анкетирования показал, что среди студентов наиболее распространёнными ошибками при интерпретации рентгенограмм являются пропуск патологических изменений (74 % ответов), неверная локализация очагов (58 %) и неправильная интерпретация артефактов (42 %). Наиболее проблемными оказались рентгенограммы грудной клетки – 69 % студентов отметили трудности в выявлении очаговых теней и уплотнений, характерных для воспалительных заболеваний, а также в распознавании признаков пневмоторакса. Латеральные проекции вызвали затруднения у 63 % респондентов, при этом большинство студентов не смогли точно определить положение структур в трёхмерной проекции. Ошибки при анализе опорно-двигательного аппарата включали путаницу между переломами и нормальными анатомическими линиями (41 %) и затруднения в оценке плотности костной ткани (37 %). Средний уровень уверенности студентов в интерпретации рентгенограмм по 10-балльной шкале составил $4,1 \pm 1,7$, что указывает на низкую самооценку собственных навыков. Уверенность была заметно выше у студентов лечебного профиля ($4,8 \pm 1,5$), чем у студентов педиатрического ($3,6 \pm 1,4$) и медико-профилактического профилей ($3,1 \pm 1,2$), различия оказались статистически значимыми (ANOVA: $F = 12,47$; $p < 0,001$) (Таблица 1).

Таблица 1. Уровень уверенности студентов разных профилей

Профиль	Средний уровень уверенности	Комментарий
Лечебное дело	$4,8 \pm 1,5$	Наиболее высокая уверенность
Педиатрический	$3,6 \pm 1,4$	Затруднения при снимках взрослых
Медико-профилактический	$3,1 \pm 1,2$	Минимальная подготовка по рентгенологии

Примечание: значения приведены в среднем \pm стандартное отклонение

Источник: составлено авторами

Апостериорный анализ межгрупповых различий показал, что статистически значимые различия по уровню уверенности и количеству ошибок наблюдаются между студентами лечебного профиля и студентами педиатрического и медико-профилактического профилей. Различия между педиатрическим и медико-профилактическим профилями в ряде показателей не достигали уровня статистической значимости, что связано с меньшей численностью последней группы. Выраженность влияния профиля обучения на уровень уверенности была умеренной ($\eta^2 = 0,13$), что свидетельствует о клинически и педагогически значимом эффекте. Сравнение количества ошибок между профилями показало, что студенты лечебного дела совершали в среднем 3 ошибки на одну рентгенограмму (IQR 2-4), студенты педиатрического

профиля – 5 ошибок (IQR 3-6), а студенты медико-профилактического направления – 6 ошибок (IQR 4-7), различия также были значимыми ($N = 18,32$; $p < 0,001$). Между количеством допущенных ошибок и уровнем уверенности обнаружена умеренная отрицательная корреляция ($r = -0,46$; $p < 0,01$), что подтверждает влияние субъективной уверенности на точность интерпретации. Анализ практического опыта показал, что студенты, имевшие более 20 часов практики с рентгенологическими изображениями в семестр, допускали меньше ошибок ($\chi^2 = 9,84$; $p = 0,003$), чем студенты с меньшей практикой (Таблица 2). Более того, студенты, регулярно участвующие в разборе клинических случаев, продемонстрировали более высокую уверенность и системный подход при оценке сложных снимков, включая выявление редких патологий.

Таблица 2. Влияние практического опыта на число ошибок

Группа	Практика (ч/семестр)	Характеристика результата
Группа 1	> 20 часов	Меньшее число ошибок
Группа 2	< 20 часов	Большее число ошибок

Примечание: более значительный практический опыт коррелирует со снижением количества ошибок интерпретации
Источник: составлено авторами

При сравнении типов ошибок выявлены особенности: студенты педиатрического профиля чаще затруднялись при интерпретации снимков взрослых пациентов, а студенты лечебного направления отмечали меньше проблем с определением очагов воспаления, но испытывали трудности с редкими или нетипичными случаями. Медико-профилактический профиль практически не имел системной подготовки по рентгенологии, что объясняет высокую частоту ошибок и низкую уверенность. Дополнительные наблюдения показали, что 78 % студентов считают, что практических примеров в учебном процессе недостаточно, а 85 % выразили заинтересованность в интерактивных платформах, симуляторах и использовании цифровых инструментов с обратной связью. Студенты также отметили влияние психологических факторов: стресс, усталость и страх допустить ошибку снижали точность анализа, особенно на младших курсах и при разборе сложных случаев.

Основной причиной ошибок студенты назвали нехватку практического опыта и неуверенность в себе. Более 70 % респондентов отметили,

что рентгенология представляется им сложной областью (Таблица 3). Они чувствуют, что теоретических знаний недостаточно для уверенного анализа изображений. Отмечается слабая корреляция между лекционным материалом и клинической практикой. Многие считают, что обучение недостаточно визуализировано и мало ориентировано на реальные случаи [12]. Некоторые признались, что впервые увидели настоящие рентгеновские снимки только на клинической практике. Также указывается, что в ходе обучения отсутствует обратная связь от преподавателей по поводу интерпретации изображений. В результате студенты не могут оценить, насколько они правильно понимают информацию. Уровень подготовки по рентгенологии между различными профилями отличается. Так, педиатры чаще испытывают трудности с интерпретацией снимков взрослых пациентов. Студенты лечебного дела жалуются на нехватку практики по детским случаям. Медико-профилактический профиль практически не имеет системного курса рентгенологии, что также влияет на результаты.

Таблица 3. Основные причины ошибок при интерпретации

Причина	Процент студентов (M ± m, %)
Недостаток практики	72 ± 3,6
Неуверенность	65 ± 3,7
Сложность интерпретации	58 ± 3,8

Таблица 3. Продолжение

Причина	Процент студентов (M ± m, %)
Отсутствие системного подхода	45 ± 3,9
Страх ошибиться	40 ± 3,8

Примечание: M – среднее значение процента студентов, испытывающих трудности по каждой причине; m – стандартная ошибка среднего, рассчитанная для N = 164 студентов

Источник: составлено авторами

Результаты демонстрируют системную проблему недостаточной подготовки к интерпретации рентгенологических изображений, значимые различия между профилями обучения, а также необходимость внедрения практико-ориентированных и интерактивных образовательных инструментов для повышения точности и уверенности студентов. Результаты проведенного исследования подтверждают высокую значимость формирования навыков интерпретации рентгенологических изображений на этапе обучения в медицинском вузе. Полученные данные позволяют не только выявить наиболее распространённые типы ошибок, но и глубже понять механизмы их возникновения, связь с уровнем подготовки и психологическими аспектами восприятия визуальной информации. Сопоставление полученных результатов с данными литературы указывает, что студенты, независимо от профиля, сталкиваются со схожими затруднениями, однако выраженность этих трудностей и характер ошибок значительно варьируют в зависимости от особенностей образовательной траектории.

Одним из ключевых выводов является выявленная разница между профилями подготовки: студенты лечебного дела демонстрировали более высокую уверенность и меньшую частоту ошибок, тогда как педиатрический и медико-профилактический профили показали более выраженные затруднения. Это подтверждает, что объём и системность практической подготовки напрямую влияют на качество интерпретации снимков [13]. При этом важно учитывать, что уверенность студентов имеет не только субъективное, но и объективное значение – обнаруженная отрицательная корреляция между уровнем уверенности и количеством ошибок показывает, что развитие уверенности является важным педагогическим фактором, а не только психологическим параметром. Вероятно, уверенность служит индикатором сформированности клинического мышления, способности к структурированному визуальному анализу и владению алгоритмами оценки изображений [14].

Особое внимание заслуживает выявленная роль практического опыта. Студенты, имеющие более 20 часов работы с рентгенограммами, допускали значимо меньше ошибок. Это подчёркивает необходимость увеличения доли практико-ориентированных занятий, в том числе разборов

клинических случаев, самостоятельной работы с реальными изображениями и использования цифровых образовательных платформ. Современные исследования указывают, что такие инструменты, как симуляторы, интерактивные модули и системы автоматизированной обратной связи, существенно повышают качество формирования навыков визуальной диагностики [15-17]. Полученные результаты полностью согласуются с этим выводом: 85 % студентов выразили потребность в интерактивных платформах, что демонстрирует высокий запрос на современные методы обучения.

Также важно отметить психологические аспекты, выявленные в ходе исследования. Студенты сообщали о влиянии стресса, усталости и страха допустить ошибку на качество анализа изображений. Это особенно характерно для младших курсов, где ограниченный опыт сочетался с высокой эмоциональной напряжённостью. Данные наблюдения указывают на необходимость включения элементов психологической адаптации и формирования устойчивых навыков работы в условиях неопределённости. Возможным направлением улучшения подготовки является внедрение поэтапных модулей с возрастающей сложностью, позволяющих студентам постепенно привыкать к анализу сложных случаев и снижать влияние стрессовых факторов [18]. Отдельное внимание следует уделить тому, что значительная часть студентов указала на недостаточную визуализацию учебного материала и отсутствие системной обратной связи по результатам анализа снимков. Это может приводить к формированию некорректных алгоритмов интерпретации и закреплению ошибочных представлений [19]. В этой связи важным направлением развития образовательных программ является структурирование обучающих модулей по рентгенологии, создание единых алгоритмов анализа изображений и усиление компонента обратной связи со стороны преподавателей. Исследования показывают, что регулярная коррекция ошибок способствует значительному снижению их частоты в дальнейшем и формированию устойчивых навыков.

Следует учитывать, что группа студентов медико-профилактического профиля была малочисленной (n = 14). Это снижает статистическую мощность межгруппового анализа и ограничивает обобщаемость полученных результатов для данной категории

обучающихся. Несмотря на то, что у студентов медико-профилактического профиля было зафиксировано наибольшее среднее количество ошибок (6 [IQR 4-7]) и наиболее низкий уровень уверенности ($3,1 \pm 1,2$ балла), данные результаты следует интерпретировать с осторожностью и рассматривать как предварительные. Полученные результаты согласуются с данными Hegazi согласно которым ключевыми причинами ошибок при интерпретации рентгенограмм являются недостаток практического опыта и отсутствие структурированного алгоритма анализа изображений [20]. Отдельного внимания заслуживает роль современных цифровых инструментов и систем системного просмотра изображений, которые, по данным Е.М. Кок способствуют формированию устойчивых навыков визуальной диагностики и снижению частоты диагностических ошибок, что подчёркивает актуальность настоящего исследования [21]. Таким образом, проведённое исследование выявило комплекс факторов, влияющих на точность интерпретации рентгенологических изображений: профиль подготовки, количество практики, уровень уверенности, наличие обратной связи и психологическая готовность. Совокупность этих факторов определяет как текущий уровень компетентности студентов, так и эффективность формирования навыков радиологической диагностики в целом [22]. Полученные результаты подчёркивают необходимость интегративного подхода к обучению, который объединяет практический опыт, современные цифровые технологии, пошаговые алгоритмы анализа и элементы психолого-педагогической поддержки [23].

Выводы

Проведённое исследование показало, что основными ошибками студентов при интерпретации рентгенологических изображений являются пропуск патологических изменений (74 %), неверная

локализация выявленных очагов (58 %) и неправильная трактовка артефактов (42 %). Наиболее выраженные трудности наблюдались при анализе снимков грудной клетки, где 69 % респондентов отмечали сложности в распознавании очаговых теней и признаков пневмоторакса, а также при работе с латеральными проекциями, вызывавшими затруднения у 63 % студентов. Установлено, что уровень уверенности оказывает существенное влияние на качество интерпретации: средний показатель составил $4,1 \pm 1,7$ балла, при этом зафиксирована умеренная отрицательная корреляция между уверенностью и числом ошибок ($r = -0,46$; $p < 0,01$). Студенты лечебного направления в среднем допускали 3 ошибки, тогда как педиатрического профиля – 5, а медико-профилактического – 6, что подтверждает статистически значимые различия между группами ($N = 18,32$; $p < 0,001$). Важным фактором точности анализа оказалось наличие практического опыта: студенты, имеющие более 20 часов работы с рентгенограммами, демонстрировали значительно лучшие результаты ($\chi^2 = 9,84$; $p = 0,003$). Участие в клинических разборах также способствовало повышению уверенности и развитию системного подхода. Совокупность полученных данных подчёркивает необходимость расширения объёма практико-ориентированного обучения и интеграции современных цифровых инструментов, что позволит повысить качество подготовки и снизить вероятность диагностических ошибок в будущей клинической практике.

Благодарность

Нет.

Финансирование

Нет.

Конфликт интересов

Нет.