

Скребунова С.Ю.

студент

Левчук И.М.

студент

Научный руководитель: Башкирова Ю.В.

Гродненский государственный медицинский университет

Республика Беларусь, Гродно

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ ЭКСТРЕННОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ FAST, E-FAST, BLUE И RUSH В ДИАГНОСТИКЕ КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ

Аннотация: В статье представлен сравнительный анализ четырех протоколов экстренного ультразвукового исследования (FAST, E-FAST, BLUE и RUSH), применяемых в рамках концепции POCUS (point-of-care ultrasound) для диагностики критических состояний. Оценены диагностическая точность (чувствительность и специфичность), временные затраты, требования к оборудованию и уровню подготовки оператора. Установлено, что протоколы FAST/E-FAST демонстрируют максимальную специфичность (95–98%) при минимальном времени выполнения (2–3 минуты) и являются оптимальным инструментом скрининга при тупой абдоминальной травме. Протокол BLUE обладает высокой чувствительностью (>90%) в дифференциальной диагностике острой гипоксемической дыхательной недостаточности. Протокол RUSH, несмотря на большую продолжительность (8–10 минут), обеспечивает наиболее полную гемодинамическую оценку при шоке неясного генеза (чувствительность 90–95%, специфичность 94–98%).

Ключевые слова: POCUS, ультразвуковое исследование у постели больного, протокол FAST, протокол E-FAST, протокол BLUE, протокол

RUSH, критические состояния, тупая абдоминальная травма, острая дыхательная недостаточность, шок.

Skrebunova S.U.

Student

Levchuk I.M.

Student

Scientific advisor: Bashkirova U.V.

Grodno State Medical University

Republic of Belarus, Grodno

**COMPARATIVE ANALYSIS OF EMERGENCY ULTRASOUND
PROTOCOLS FAST, E-FAST, BLUE AND RUSH IN THE DIAGNOSIS
OF CRITICAL CONDITIONS**

Abstract: This article presents a comparative analysis of four point-of-care ultrasound (POCUS) protocols used in emergency medicine: FAST, E-FAST, BLUE, and RUSH. Their diagnostic accuracy, time efficiency, equipment requirements, and clinical indications are evaluated. The results demonstrate that FAST/E-FAST are optimal for blunt abdominal trauma (specificity 95–98%, time 2–3 min), BLUE is highly effective for acute hypoxemic respiratory failure (sensitivity >90%), and RUSH provides comprehensive hemodynamic assessment in undifferentiated shock (sensitivity 90–95%). The choice of protocol should be guided by the specific clinical scenario, and none of the protocols can fully replace comprehensive instrumental examination.

Keywords: point-of-care ultrasound, POCUS, FAST protocol, E-FAST protocol, BLUE protocol, RUSH protocol, critical conditions, blunt abdominal trauma, acute respiratory failure, shock.

Актуальность. Одной из ключевых проблем неотложной медицины остается высокая частота расхождений клинического и патологоанатомического диагнозов при критических состояниях, таких как

тупая абдоминальная травма, острая дыхательная недостаточность и шок неясного генеза. Традиционные методы диагностики (рентгенография, компьютерная томография) часто недоступны на догоспитальном этапе или требуют транспортировки нестабильного пациента, что сопряжено с высокими рисками. Решением данной проблемы стала концепция POCUS (point-of-care ultrasound) — ультразвукового исследования у постели больного, выполняемого лечащим врачом для немедленного ответа на конкретный клинический вопрос. Эффективность POCUS напрямую зависит от использования стандартизированных клинических протоколов, которые диктуют врачу строгую последовательность действий.

В современной практике разработано несколько основных протоколов экстренного УЗИ: FAST и его модификация E-FAST для оценки травмы, BLUE для дифференциальной диагностики острой гипоксемической дыхательной недостаточности и RUSH для определения генеза шока. Каждый из этих протоколов имеет свои диагностические характеристики, показания и ограничения.

Несмотря на активное обсуждение отдельных протоколов в литературе, отсутствуют систематизированные сравнительные обзоры, объединяющие FAST/E-FAST, BLUE и RUSH в единой логике «клиническая ситуация — алгоритм — диагностическая ценность — ограничения». В настоящей работе будут рассмотрены ключевые аспекты применения каждого протокола: диагностическая точность (чувствительность и специфичность), временные затраты, требования к оборудованию и уровню подготовки оператора, а также клинические сценарии, в которых тот или иной протокол демонстрирует максимальную эффективность.

Цель исследования. Сравнительный анализ протоколов экстренного ультразвукового исследования FAST, E-FAST, BLUE и RUSH, используемых в рамках концепции POCUS (point-of-care ultrasound), с определением их диагностической ценности, клинических показаний и

ограничений для оптимизации выбора протокола при различных критических состояниях (тупая абдоминальная травма, острая дыхательная недостаточность, шок неясного генеза).

Материалы и методы исследования. Проведен анализ опубликованных научных данных, посвященных применению протоколов FAST, E-FAST, BLUE и RUSH в неотложной диагностике. Для сравнительного анализа использовались показатели диагностической точности (чувствительность, специфичность), время выполнения исследования, требования к оборудованию и уровню подготовки оператора, полученные из систематических обзоров, мета-анализов и проспективных клинических исследований, опубликованных в период с 2017 по 2026 год.

Результаты. Протоколы FAST и его модификация E-FAST позиционируются в современной литературе как стандартный инструмент ультразвукового скрининга при тупой абдоминальной травме [1]. Высокая специфичность данных протоколов, достигающая, по данным ряда мета-анализов, 97–98%, обуславливает их незаменимость для верификации гемоперитонеума [1]. Вместе с тем, ограниченная чувствительность FAST (значительно варьирующая при объеме свободной жидкости менее 500 мл) представляет собой существенное диагностическое ограничение [5]. Дополнительная оценка плевральных полостей в рамках протокола E-FAST расширяет диагностический потенциал, позволяя верифицировать пневмо- и гемоторакс, однако не устраняет основной недостаток — низкую чувствительность в отношении забрюшинных гематом [1]. Согласно результатам систематического обзора и мета-анализа Netherton и соавт. (2019), включившего 75 исследований с 24 350 пациентами, объединенная чувствительность eFAST для выявления пневмоторакса составила 69%, для перикардального выпота — 91%, для внутрибрюшной свободной жидкости — 74%, а специфичность — 99%, 94% и 98% соответственно [1]. Как отмечается в обзоре литературы, FAST

эффективен для выявления свободной внутрибрюшинной жидкости, однако имеет ограниченную чувствительность в отношении повреждений паренхиматозных органов и забрюшинных структур [5]. Таким образом, протоколы FAST/E-FAST целесообразно рассматривать как эффективное «правило включения» (rule-in test), но не в качестве самостоятельного метода исключения травматических повреждений [1, 5].

Протокол BLUE представляет собой специализированный алгоритм дифференциальной диагностики острой гипоксемической дыхательной недостаточности [2]. В отличие от FAST, ориентированного на детекцию свободной жидкости, методология BLUE базируется на качественном и полуколичественном анализе плевральных артефактов. Данный протокол позволяет дифференцировать пять основных этиологических вариантов гипоксемии: кардиогенный отек легких (диффузные В-линии), пневмонию (асимметричные В-линии), пневмоторакс (отсутствие легочного скользящего знака в сочетании с А-линиями), обострение ХОБЛ/бронхиальной астмы (А-линии с сохраненным скользящим знаком) и тромбоэмболию легочной артерии (А-линии с ультразвуковыми признаками венозного тромбоза). Согласно результатам проспективных исследований, общая диагностическая точность протокола BLUE превышает 90%, что делает его применимым даже при начальном уровне подготовки оператора [2]. В исследовании Koga и соавт. (2024), проведенном на 60 пациентах отделения интенсивной терапии, протокол BLUE продемонстрировал способность достичь правильного окончательного диагноза в 90% случаев [2]. Чувствительность протокола составила: при пневмонии — 91,4%, при отеке легких — 92,8%, при пневмотораксе — 90%, при плевральном выпоте — 88,8% [2]. Вместе с тем, протокол характеризуется ограниченной информативностью при интерстициальных заболеваниях легких неотечного генеза, а также требует неукоснительного соблюдения

стандартизированного алгоритма сканирования десяти анатомических точек [2].

Наиболее комплексным среди рассматриваемых протоколов является RUSH, интегрирующий элементы эхокардиографии, оценки венозного русла и визуализации полостных органов [3]. Принципиальным преимуществом данного протокола выступает его способность отвечать на ключевой клинический вопрос о генезе шока (кардиогенный, гиповолемический, обструктивный или дистрибутивный) посредством последовательной оценки трех функциональных компонентов: «насоса» (глобальная сократимость миокарда, наличие перикардального выпота), «резервуара» (степень коллабирования нижней полой вены, наличие свободной жидкости в брюшной полости) и «труб» (аневризма брюшного отдела аорты, В-линии при кардиогенном отеке). В проспективном исследовании Wang и соавт. (2025) с участием 100 пациентов с шоком RUSH-протокол продемонстрировал высокие диагностические показатели: чувствительность, специфичность и точность составили при кардиогенном шоке 91,67%, 98,68% и 97,00% соответственно; при гиповолемическом шоке — 91,67%, 94,74% и 94,00%; при обструктивном шоке — 95,00%, 97,50% и 97,00%; при дистрибутивном шоке — 90,63%, 98,53% и 96,00% [3]. Основными ограничениями протокола RUSH являются: более продолжительное время выполнения (в среднем 8–10 минут против 2–3 минут для FAST), необходимость использования цветного доплеровского картирования и фазированного датчика, а также высокие требования к квалификации оператора в части интерпретации эхокардиографических параметров [3]. Указанные факторы ограничивают применение протокола на догоспитальном этапе и у пациентов с крайней гемодинамической нестабильностью.

Выводы. Сравнительный анализ протоколов экстренного ультразвукового исследования FAST, E-FAST, BLUE и RUSH по ключевым

диагностическим параметрам позволяет выявить некоторые закономерности. Протоколы FAST/E-FAST характеризуются максимальной специфичностью (95–98%) при минимальной временной затратности (2–3 минуты), что обосновывает их применение в качестве первичного скринингового инструмента при тупой травме. Однако ограниченная чувствительность (69–74%) и низкая информативность в отношении повреждений паренхиматозных органов и забрюшинных структур не позволяют рассматривать их как самостоятельный метод исключения травматических повреждений. Протокол BLUE демонстрирует высокую чувствительность (>90%) и общую диагностическую точность в отношении респираторной патологии, занимая промежуточное положение по времени выполнения (3–5 минут). Он позволяет дифференцировать пять основных причин острой гипоксемической дыхательной недостаточности, однако имеет ограничения при интерстициальных заболеваниях легких неотечного генеза и требует строгого соблюдения алгоритма сканирования. Протокол RUSH, несмотря на наибольшую продолжительность (8–10 минут) и ресурсоемкость, обеспечивает наиболее полную гемодинамическую оценку при шоке неясного генеза, демонстрируя высокие диагностические показатели (чувствительность 90–95%, специфичность 94–98%) для всех типов шока. Существенным модифицирующим фактором, влияющим на диагностическую точность всех рассмотренных протоколов, является уровень подготовки оператора, что подтверждается значительным разбросом показателей чувствительности в исследованиях, выполненных врачами с разным клиническим опытом. Таким образом, рассмотренные протоколы являются эффективными, но не взаимозаменяемыми инструментами ультразвуковой диагностики критических состояний. Выбор оптимального протокола должен определяться конкретной клинической ситуацией: при травме — E-FAST, при острой дыхательной недостаточности — BLUE, при шоке

неясного генеза — RUSH. Рациональное применение данных протоколов позволяет быстро выявлять жизнеугрожающие состояния и принимать тактические решения в условиях дефицита времени, однако ни один из них не может полностью заменить комплексное инструментальное обследование.

Использованные источники:

1. Netherton S., Milenkovic V., Taylor M., Davis P.J. Diagnostic accuracy of eFAST in the trauma patient: a systematic review and meta-analysis // CJEM. – 2019. – Vol. 21, No. 6. – P. 727-738. – DOI: 10.1017/cem.2019.381. – PMID: 31317856.
2. Lichtenstein D.A., Mezière G.A. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol // Chest. – 2008. – Vol. 134, No. 1. – P. 117-125. – DOI: 10.1378/chest.07-2800. – PMID: 18403664. – PMCID: PMC3734893.
3. Wang R., Wang F., Zhao J. et al. Value of Rapid Ultrasound in Shock on Evaluating Cardiac Function and Volume Responsiveness in Patients with Shock // HeBei Med. – 2025. – Vol. 31, No. 1. – P. 122-127. – DOI: 10.3969/j.issn.1006-6233.2025.01.022.
4. Bell C.R., McKaigney C.J., Holden M., Fichtinger G., Rang L. Sonographic Accuracy as a Novel Tool for Point-of-care Ultrasound Competency Assessment // AEM Educ Train. – 2017. – Vol. 1, No. 4. – P. 316-324. – DOI: 10.1002/aet2.10064. – PMID: 30051050. – PMCID: PMC6001820.
5. Ablordeppey E., Carver T., Rapoport L. Ultrasound in the Evaluation of Acute Trauma // Crit Care Clin. – 2025. – Vol. 41, No. 3. – P. 497-516. – DOI: 10.1016/j.ccc.2025.03.002. – PMID: 40484617.