

**ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно - Ясенецкого»  
Кафедра лучевой диагностики ИПО**

# **Оценка значимости ультразвукового исследования при травме: FAST-протокол. Практические аспекты для врачей лучевой диагностики. Часть I**

Original Research  
State of the Art



## **Focused Assessment with Sonography in Trauma (FAST) in 2017: What Radiologists Can Learn**

John R. Richards, John P. McGahan ✉

✓ **Author Affiliations**

**Published Online:** Mar 14 2017 | <https://doi.org/10.1148/radiol.2017160107>

**Выполнила: ординатор 1-го года  
обучения специальности  
«Ультразвуковая диагностика»**

**Хаджиогло Татьяна**

**Леонидовна**

# Актуальность

- В США ежегодно умирает около 200 000 человек. В 2013 году в отделениях неотложной помощи прошли лечение 27 миллионов пациентов, из них 3 миллиона были госпитализированы с травмами
- В связи с ростом травм широко применяется экстренное УЗИ . Это связано с тем, что ранняя диагностика способствует быстрому проведению адекватных лечебных мероприятий и улучшает прогноз для жизни пациента
- **Экстренное УЗИ выполняется в виде FAST протокола (Focussed Assessment with Sonography for Trauma)**, как стандартного начального ультразвукового скрининга у пациентов с травмой

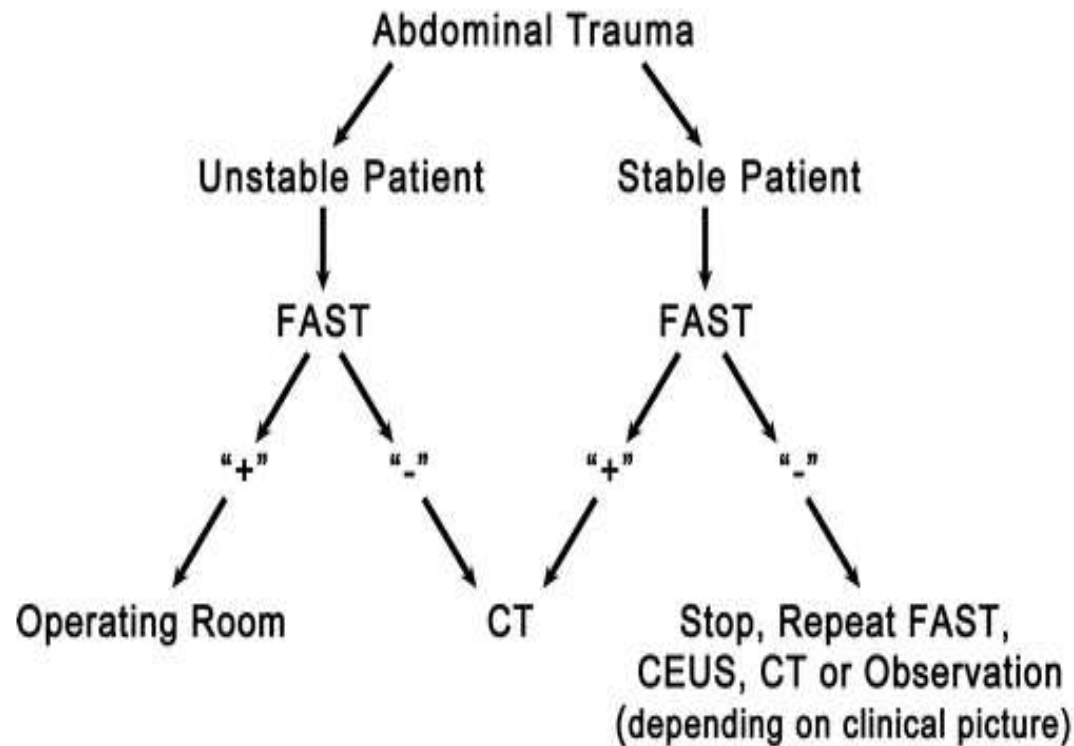
# Цель

- Оценить возможности и ограничения FAST-протокола при травме
- Оценить использование новых протоколов – eFAST и RUSH (Rapid Ultrasound in Shock)

# FAST- протокол

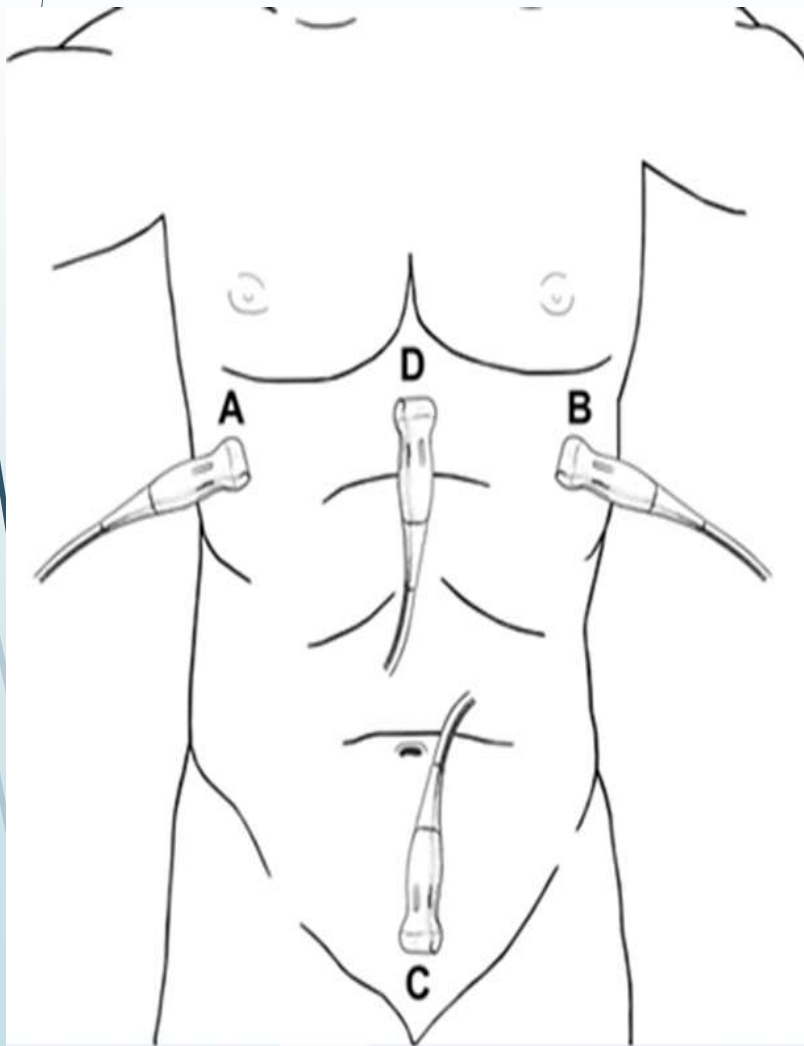
- **FAST (Focussed Assessment with Sonography for Trauma)** – это ограниченное ультразвуковое исследование, направленное исключительно на поиск свободной жидкости в брюшной полости, в перикардимальной и плевральных полостях, а также определения пневмоторакса
- **FAST протокол** включен в рекомендации ATLS (Advanced Trauma Life Support) – программу действий, направленных на улучшение ведения пациентов с тяжелой травмой

# Диагностический алгоритм FAST-протокола у пациентов с травмой



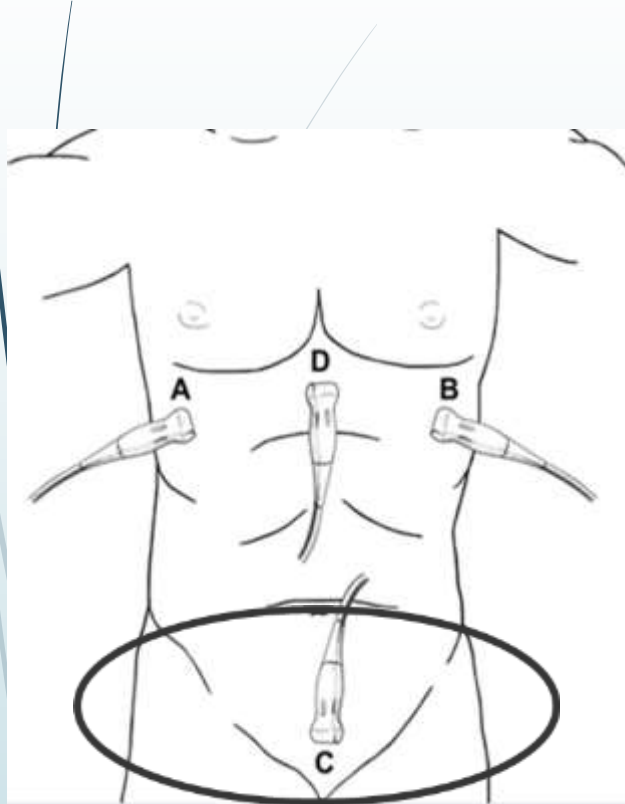
**Использование FAST-протокола наиболее эффективно у гемодинамически нестабильных пациентов для принятия окончательного решения о тактике лечения**

# Методика проведения FAST-протокола



- **Правом верхний квадрант:** оценка гепаторенального пространства (карман Морисона) и правой плевральной полости
- **Левом верхний квадрант:** оценка селезенки, левого поддиафрагмального пространства, левой плевральной полости)
- **малый таз (надлонное сканирование):** выявление свободной жидкости

# Методика проведения FAST-протокола



- У пациенток репродуктивного возраста допускается наличие свободной жидкости в Дугласовом пространстве до 50 мл
- У мужчин в прямокишечно-пузырном пространстве жидкости быть не должно
- Наполненный мочевой пузырь является идеальным условием для визуализации свободной жидкости
- Наличие катетера Фолея позволяет обнаруживать только большое количество жидкости в малом тазу

# Визуализация правого верхнего квадранта (карман Морисона)



# Разрыв печени в результате автомобильной аварии



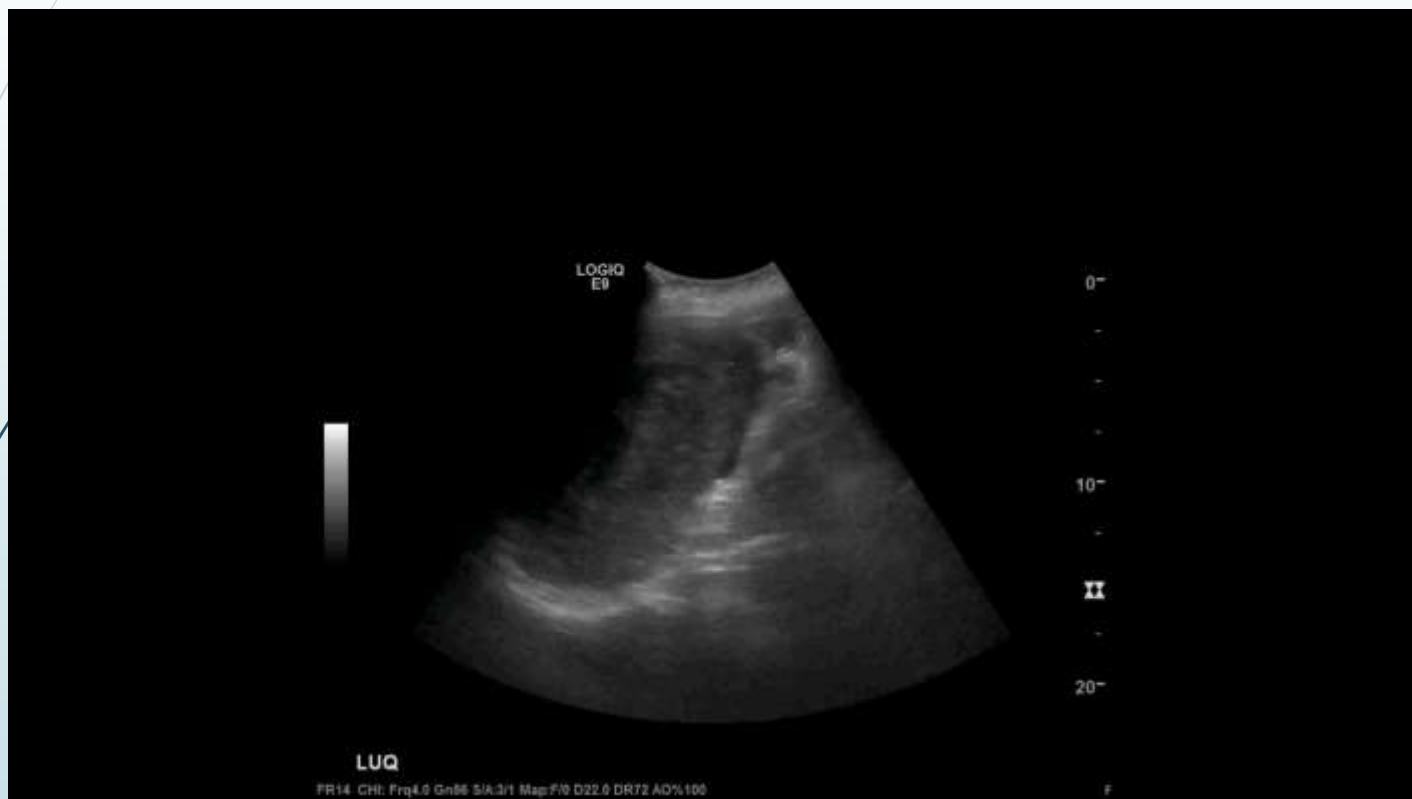
# Разрыв печени в результате автомобильной аварии



# Визуализация левого верхнего квадранта



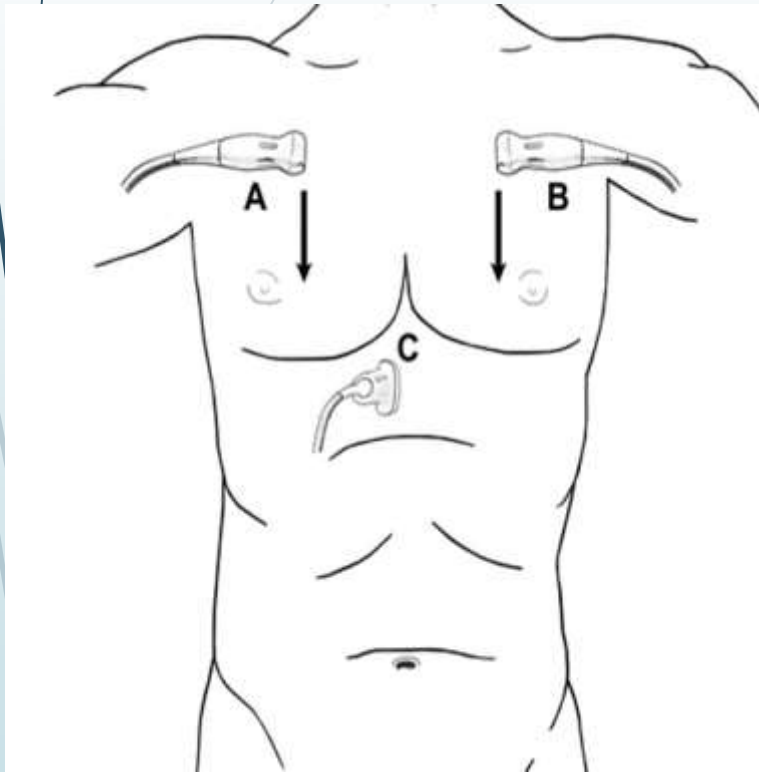
# Разрыв селезенки в результате тупой травмы живота



# Разрыв селезенки в результате тупой травмы живота

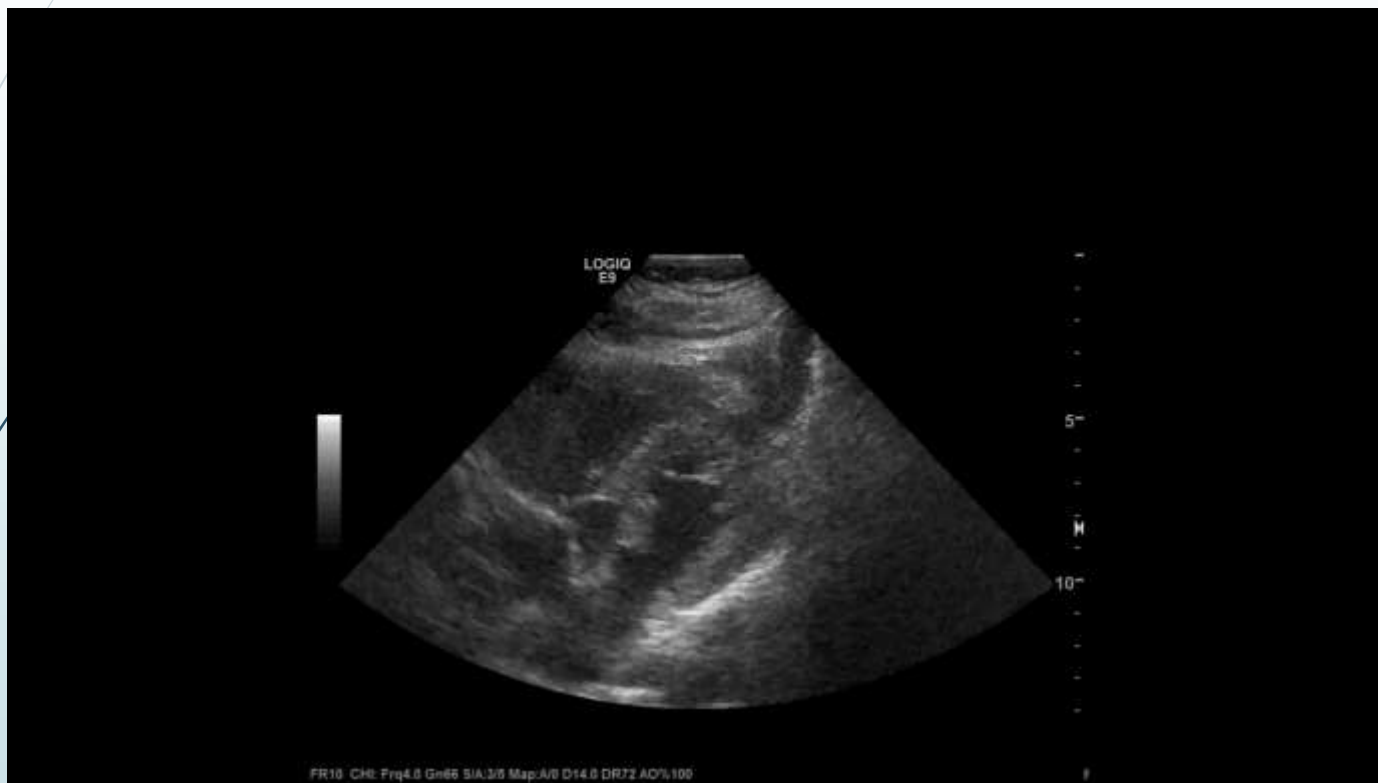


# Методика проведения FAST-протокола

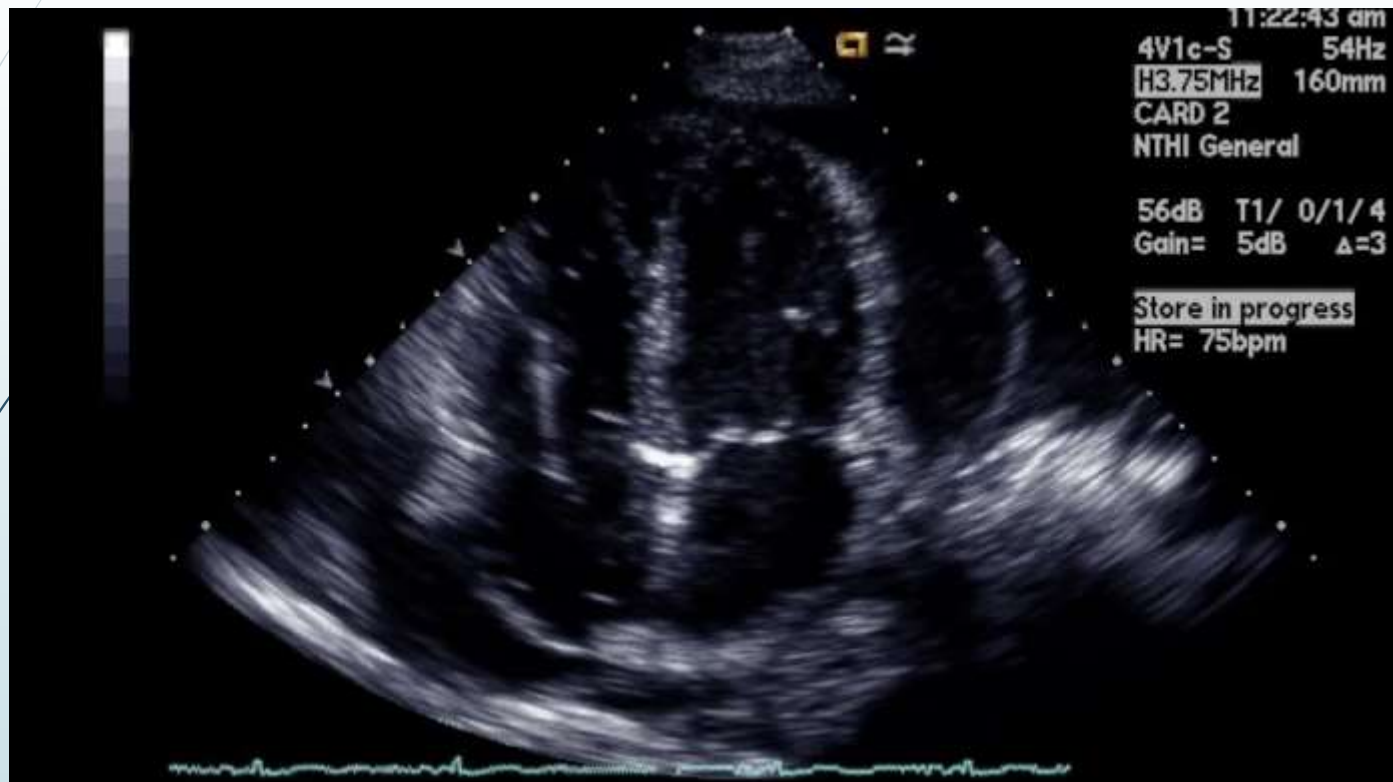


- **в субкостальной области** оценка перикардальной полости
- **в верхней части грудной клетки** оценка наличия пневмоторакса
- **продольное сканирование нижней полой вены** (оценка центрального венозного давления)

# Субкостальная позиция



# Субкостальная позиция



# Преимущества FAST-протокола при травме

- Несмотря на низкую чувствительность УЗИ в диагностике паренхиматозных повреждений при травме, **имеет относительно высокую чувствительность и специфичность при выявлении свободной жидкости в абдоминальной полости**, как косвенного подтверждения интраабдоминальных повреждений
- В целом **чувствительность FAST-протокола** в выявлении свободной жидкости в абдоминальной, перикардальной полости, плевральных полостях, и при выявлении пневмоторокса **составляет 63-100% (зависит от количества выявляемой жидкости)**

# Диагностический алгоритм FAST-протокола для сортировки больных с травмами

- при положительном **FAST** и **нестабильной гемодинамике** (систолическое АД < 90 мм рт.ст.) необходима экстренная хирургическая помощь
- при положительном **FAST** и **стабильной гемодинамике** целесообразна более детальная диагностика повреждений (КТ)
- **отрицательный FAST** не позволяет исключить значимые повреждения внутренних органов и сосудов, поэтому такие пациенты нуждаются в дообследовании и мониторинге

# Ограничения при выполнении FAST-протокола

- Ожирение пациента
- Чрезмерное количество газа в кишечнике
- Подкожная эмфизема
- Тень от ребер
- Затрудненный доступ к области исследования у пациентов с травмой и плохое ультразвуковое окно
- Ультразвуковые артефакты при сканировании

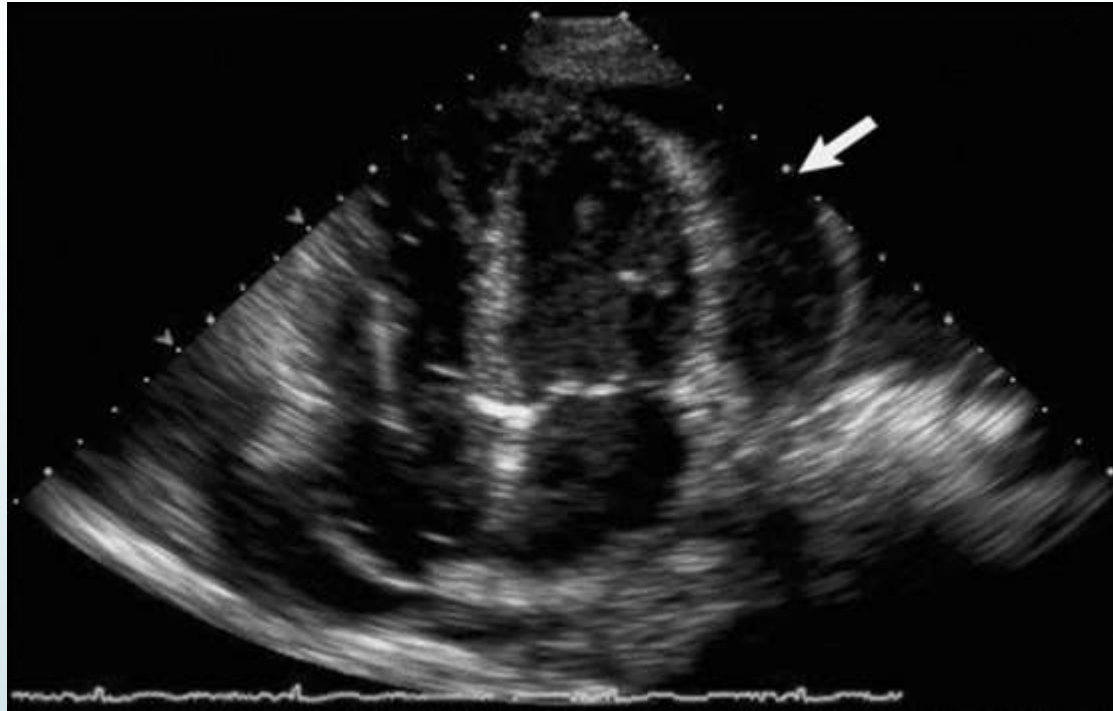
- 
- 
- Если при поиске свободной жидкости в абдоминальной полости не получен адекватный скан в какой-либо одной из стандартных точек, то исследование считается неадекватным и требуются другие диагностические исследования для исключения интраабдоминального кровотечения в таких ситуациях

# Варианты протоколов

| Protocol          | ACES | BEAT | BLEEP | ECHO (Boyd) | EGLS | Elmer-Noble | FALLS | FATE | FEEL: RESUS | FEER | FREE | POCUS | RUSH: HIMAP | RUSH Pump Tank Pipes | Trinity | UHP | CORE | CAVEAT |
|-------------------|------|------|-------|-------------|------|-------------|-------|------|-------------|------|------|-------|-------------|----------------------|---------|-----|------|--------|
| Reference No.     | 32   | 33   | 34    | 35          | 36   | 37          | 38    | 39   | 40          | 41   | 42   | 43    | 44          | 51                   | 45      | 46  | 47   | 48     |
| Cardiac           | 1    | 1    | 1     | 1           | 2    | 1           | 3     | 1    | 1           | 1    | 1    | 3     | 1           | 1                    | 1       | 3   | 5    | 1      |
| IVC               | 2    | 2    | 2     | 2           | 3    | 2           | 4     |      |             |      |      | 4     | 2           | 2                    |         |     | 7    | 4      |
| FAST              | 4    |      |       |             |      | 3           |       |      |             |      |      | 1     | 3           | 3                    | 3       | 1   | 8    | 5      |
| Aorta             | 3    |      |       |             |      |             |       |      |             |      |      | 5     | 4           | 7                    | 2       | 2   | 6    |        |
| Lungs PTX         |      |      |       |             | 1    | 4           | 2     |      |             |      |      | 2     | 5           | 6                    |         |     | 2    | 2      |
| Lungs effusion    | 5    |      |       |             |      |             |       | 2    |             |      |      |       |             | 4                    |         |     | 3    | 3      |
| Lungs edema       |      |      |       |             | 4    | 5           | 1     |      |             |      |      | 6     |             | 5                    |         |     | 4    |        |
| DVT               |      |      |       |             |      |             |       |      |             |      |      | 7     |             | 8                    |         |     | 9    |        |
| Ectopic pregnancy |      |      |       |             |      |             |       |      |             |      |      | 8     |             |                      |         |     |      |        |
| Trachea           |      |      |       |             |      |             |       |      |             |      |      |       |             |                      |         |     | 1    | 6      |
| Bones             |      |      |       |             |      |             |       |      |             |      |      |       |             |                      |         |     |      | 7      |

- **BLUE – bedside lung ultrasound in emergency** (УЗИ легких для выявления пневмоторакса, отека легких, плеврального выпота и легочной консолидации)
- **RUSH –Rapid Ultrasound in Shock** (оценка гемодинамики при шоке)

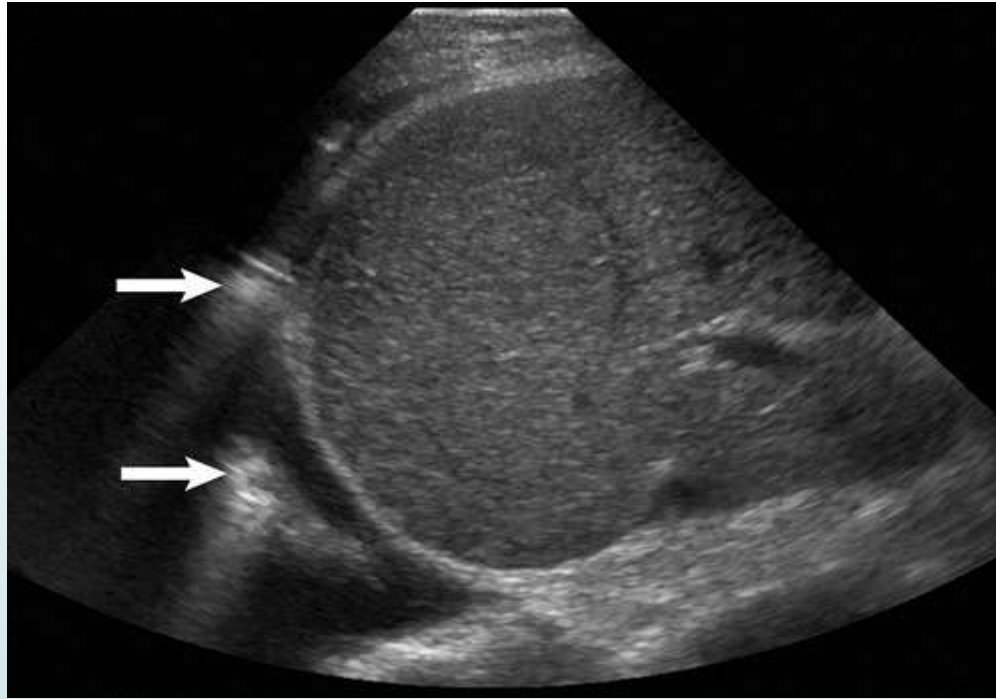
# Перикардиальный выпот



Субкостальная позиция, визуализируются все 4 камеры сердца

Наличие небольшого количества перикардиальной жидкости в виде анэхогенного пространства, окружающего левые камеры сердца

# Плевральный выпот и ателектаз легкого

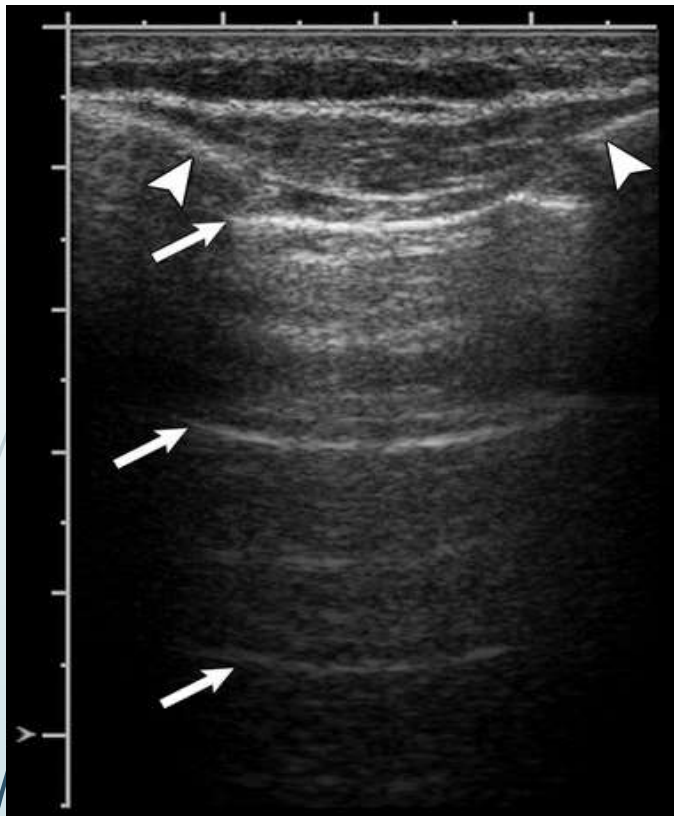


**В плевральной полости отсутствует артефакт зеркального отражения печени, визуализируется анэхогенная жидкость; На фоне плевральной жидкости визуализируется ателектаз легкого, треугольной формы, средней эхогенности**

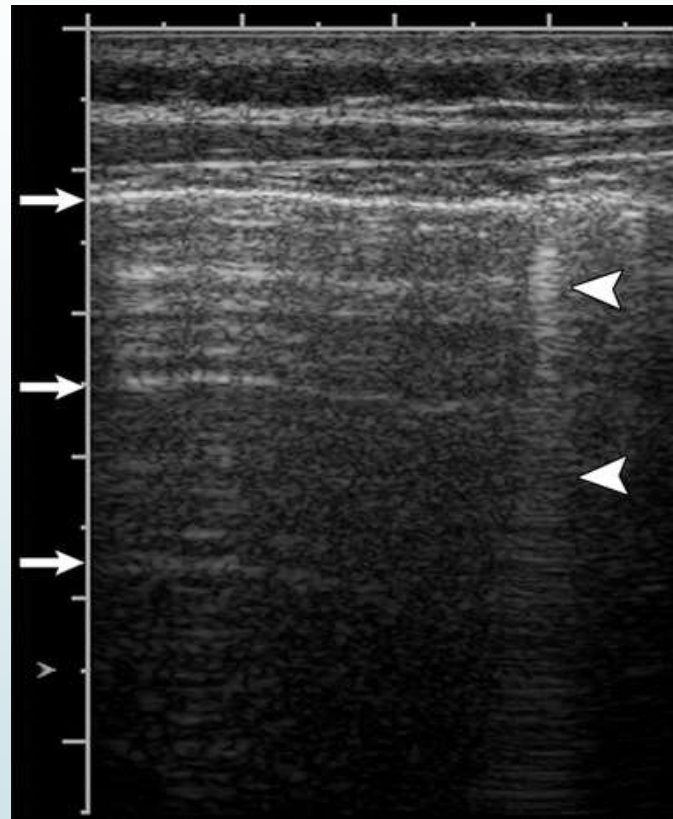
# Пневмоторакс

- Сканирование производят по передней и боковым поверхностям грудной клетки с использованием межреберного доступа
- **Скольжение легкого «Lung Sliding»** отсутствует
- Над зоной пневмоторакса полностью **отсутствуют В-линии**
- **А-линии** видны в виде грубых, множественных горизонтальных артефактов, **но без «скольжения легкого»**
- **Патогномоничный признак пневмоторакса «Lung point»** – точка легкого

# Ультразвуковая картина легких в норме



Тонкая, ровная, гиперэхогенная плевральная линия и множественные горизонтальные реверберации плевральной линии (А-линии)

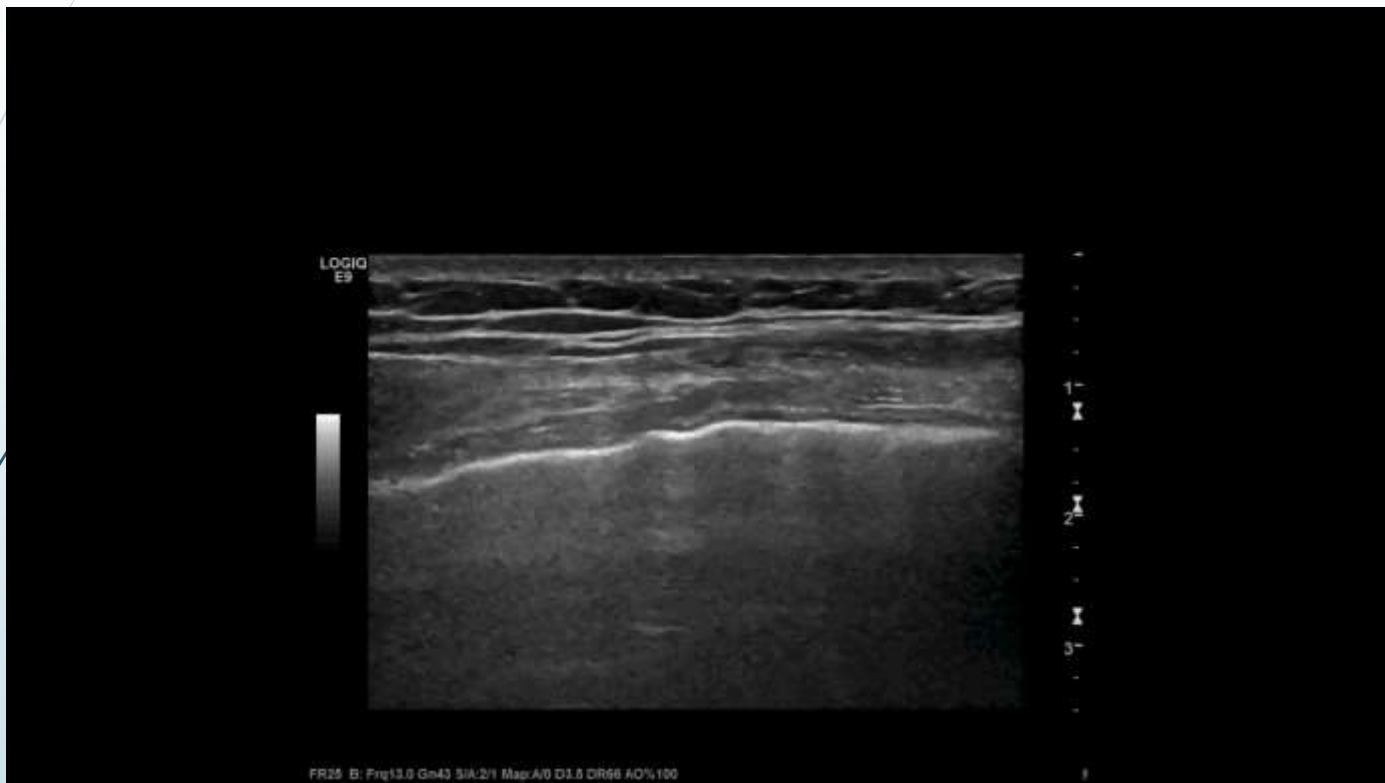


Тонкая, ровная плевральная линия, с горизонтальными линейными артефактами А-линии; Единичный вертикальный артефакт «В-линия»

# Ультразвуковая картина легких в норме



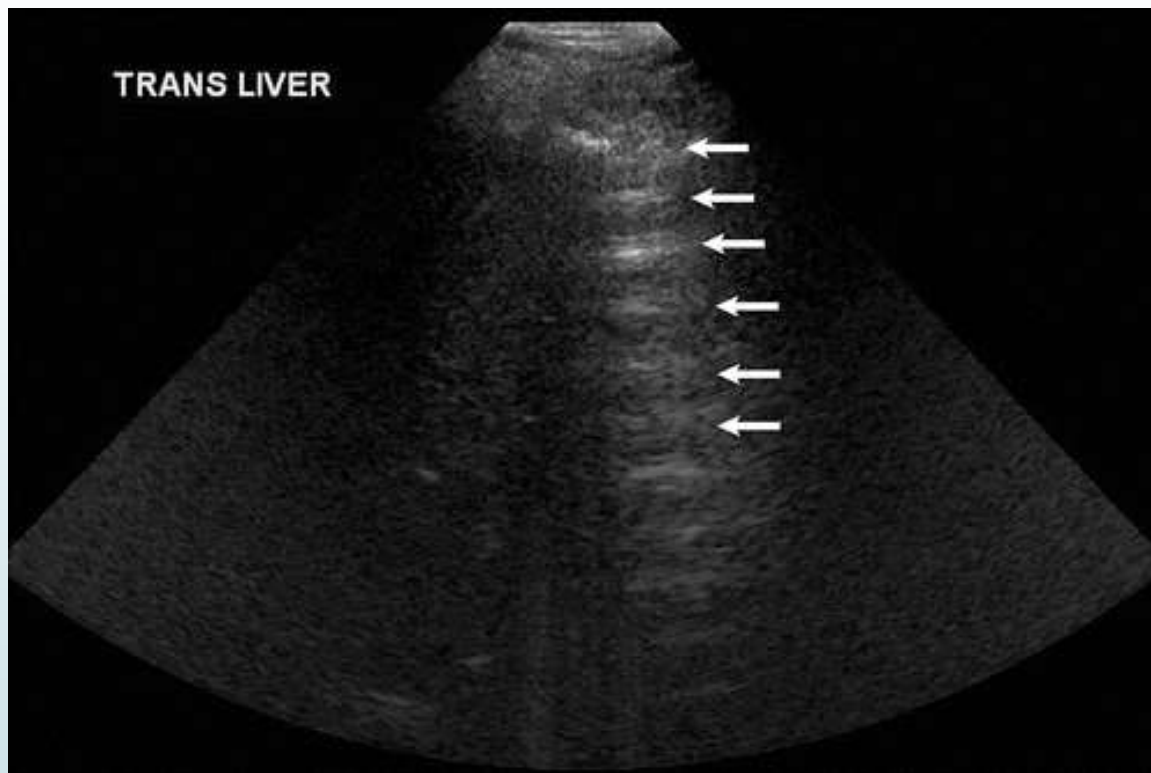
# Ультразвуковая картина легких в норме



# Ультразвуковая картина легких в норме

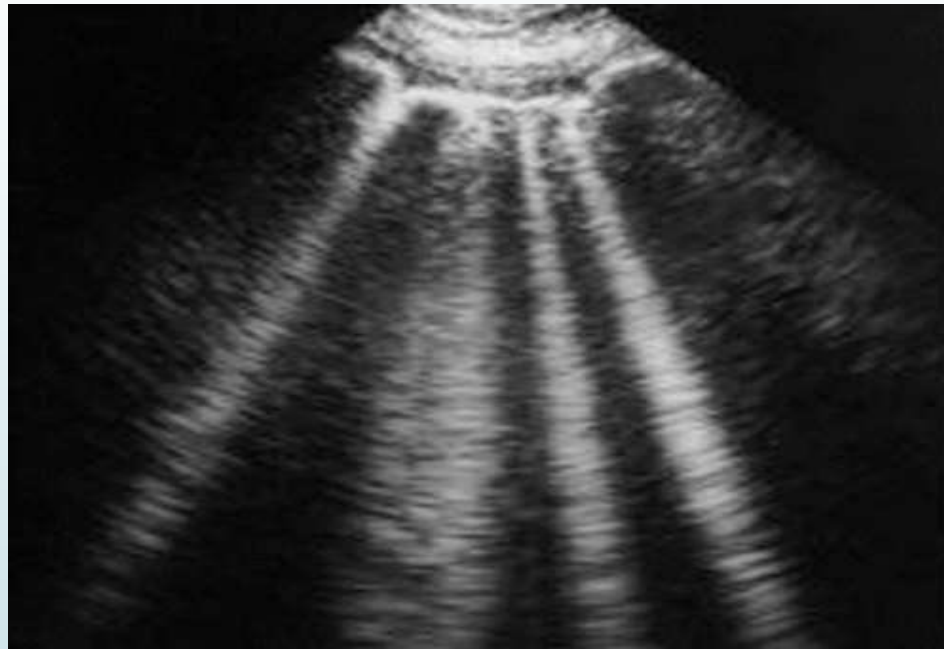


# Пневмоторакс



**А-линии, ассоциированные с отсутствием  
скольжения легкого**

# Артефакты при интерстициальной патологии легкого

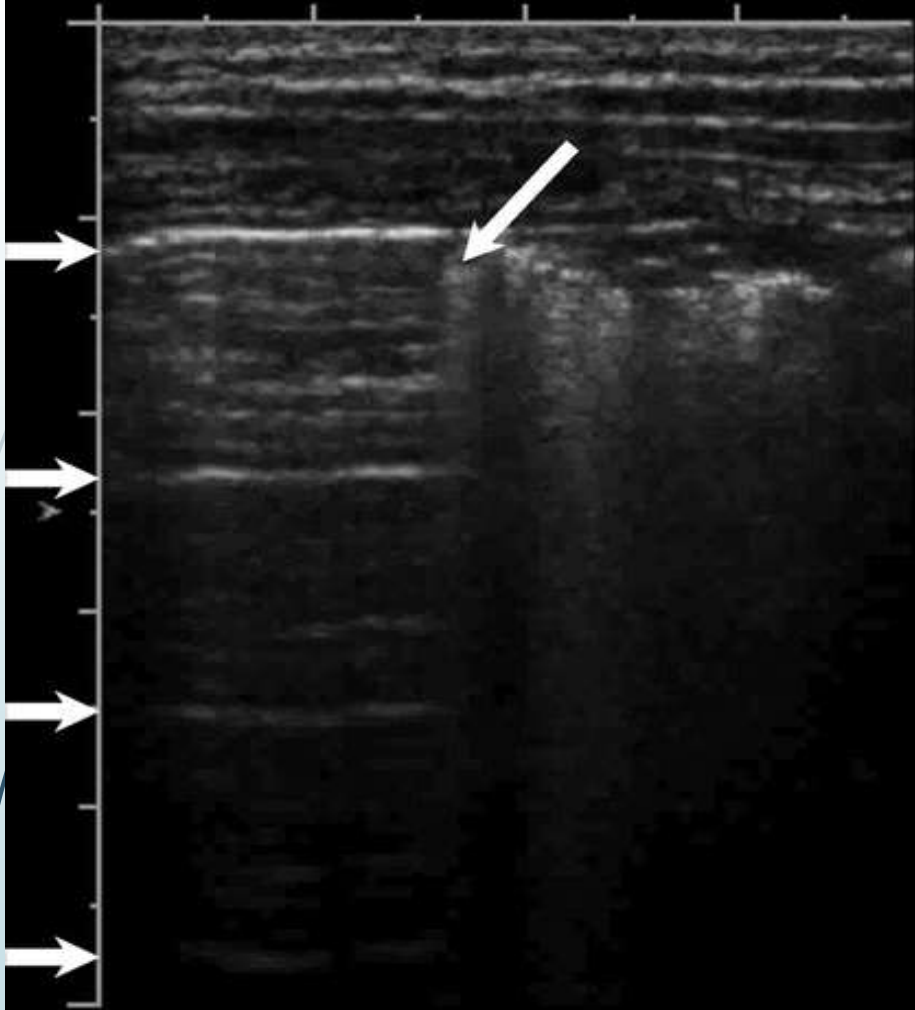


**Множественные гиперэхогенные линейные вертикальные артефакты («хвост кометы»), отходящие от плевры,двигающиеся синхронно со «скольжением легкого», у пациента с патологическими изменениями в интерстициальной ткани легкого**

# Пневмоторакс

- **Отсутствие скольжения легких недостаточно для подтверждения пневмоторакса**, поскольку это может быть объяснено другими причинами:
- поражение висцеральной и париетальной плевры при воспалительных патологиях
- апноэ, ателектаз
- ХОБЛ, буллезная эмфизема легких
- эндобронхиальная интубация или искусственная вентиляция легких с ультранизкими дыхательными объемами

# Точка легкого «Lung point»



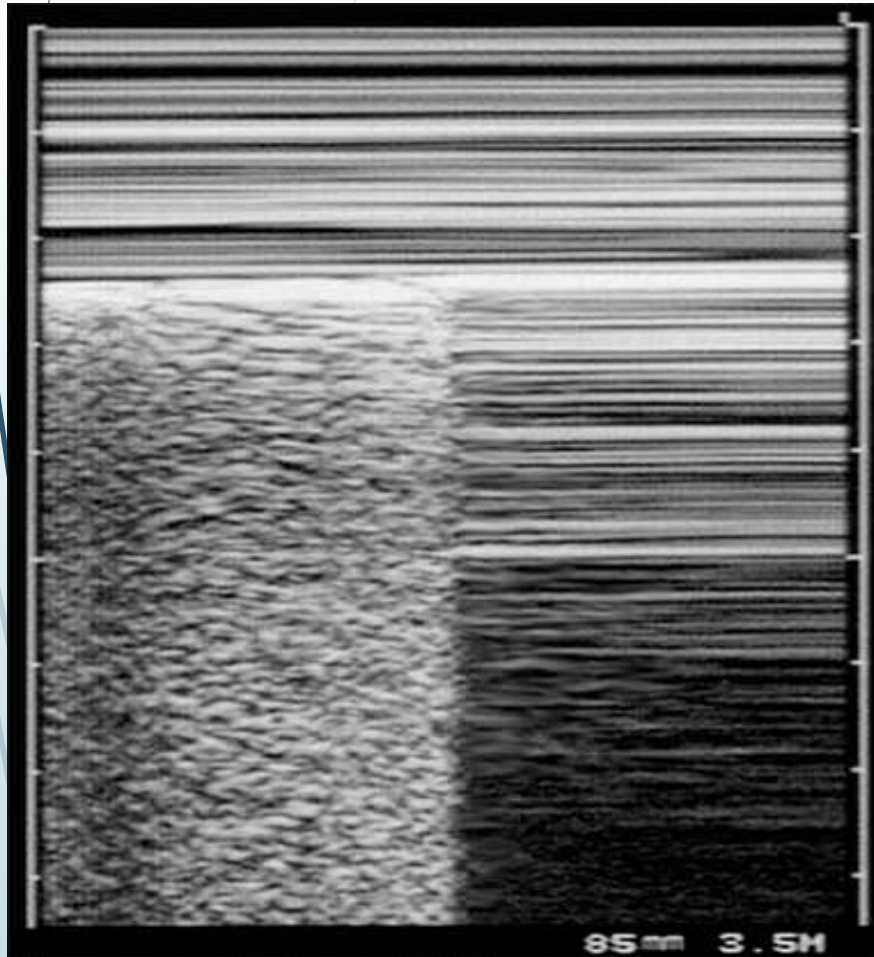
Слева от точки легкого-  
листки плевры  
примыкают к друг другу  
и наблюдается  
«скольжение легкого»

Справа от точки  
легкого- листки плевры  
разделены воздухом,  
«скольжение легкого»  
отсутствует

# Точка легкого «Lung point»



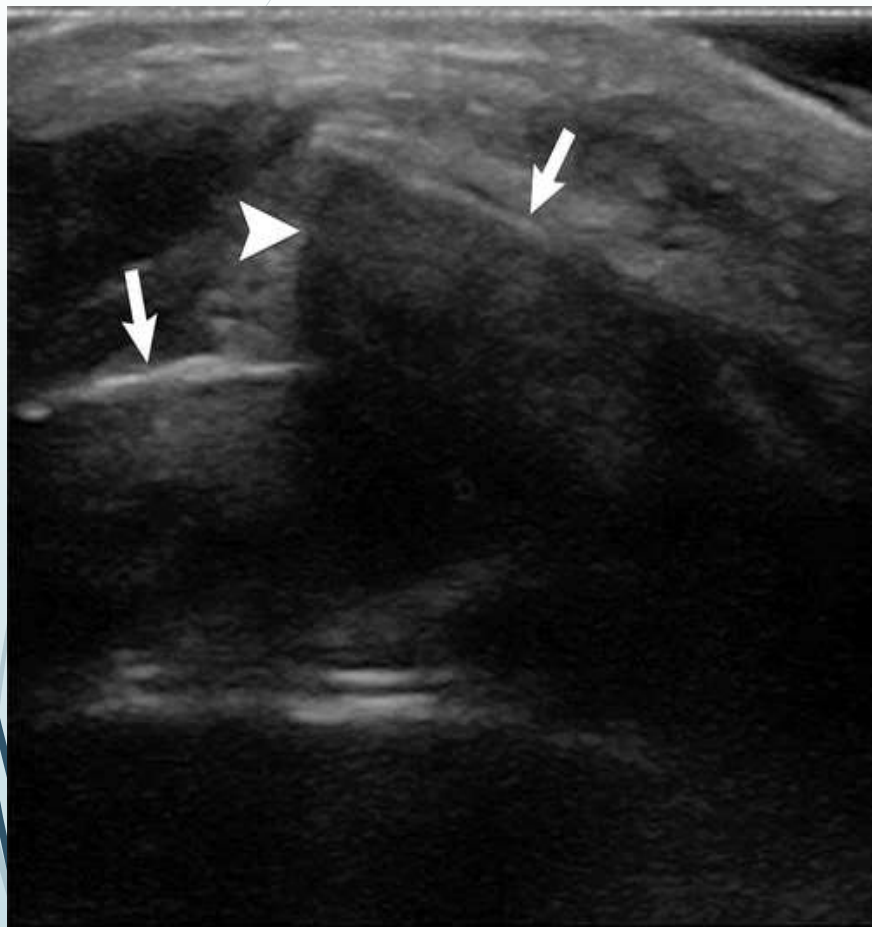
# Точка легкого «Lung point» в М-режиме



Справа от точки легкого-  
изображение демонстрирует  
линейные, слоистые структуры,  
расположенные над  
гиперэхогенной плевральной  
линией (отображает мягкие ткани  
передней грудной стенки) и  
сходные линейные, слоистые  
структуры под плевральной  
линией

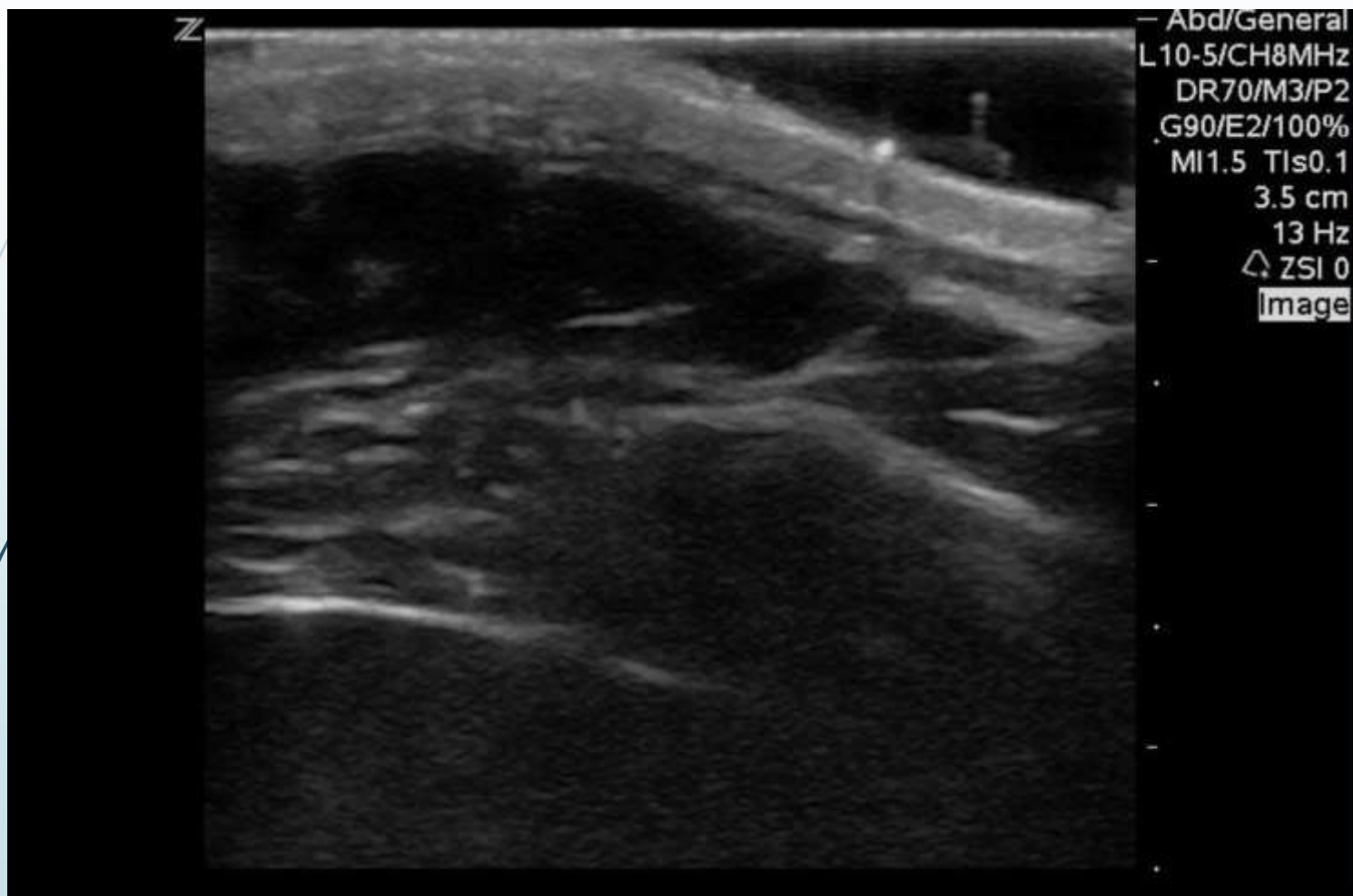
Феномен «barcode» -(штрих код)  
указывает на отсутствие  
скольжения легкого и означает  
наличие пневмоторакса

# eFAST-протокол. Перелом ребра



Визуализируется  
прерывистый гиперэхогенный  
контур ребра со смещением

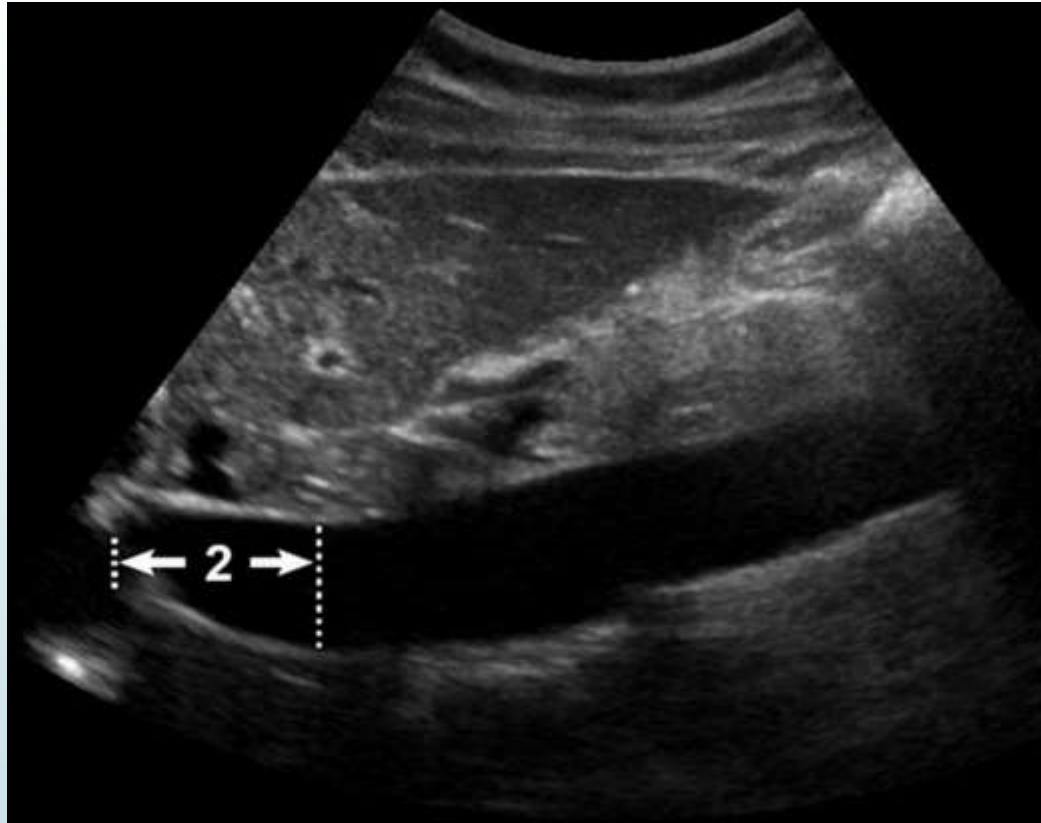
# eFAST-протокол. Перелом ребра



# Оценка центрального венозного давления

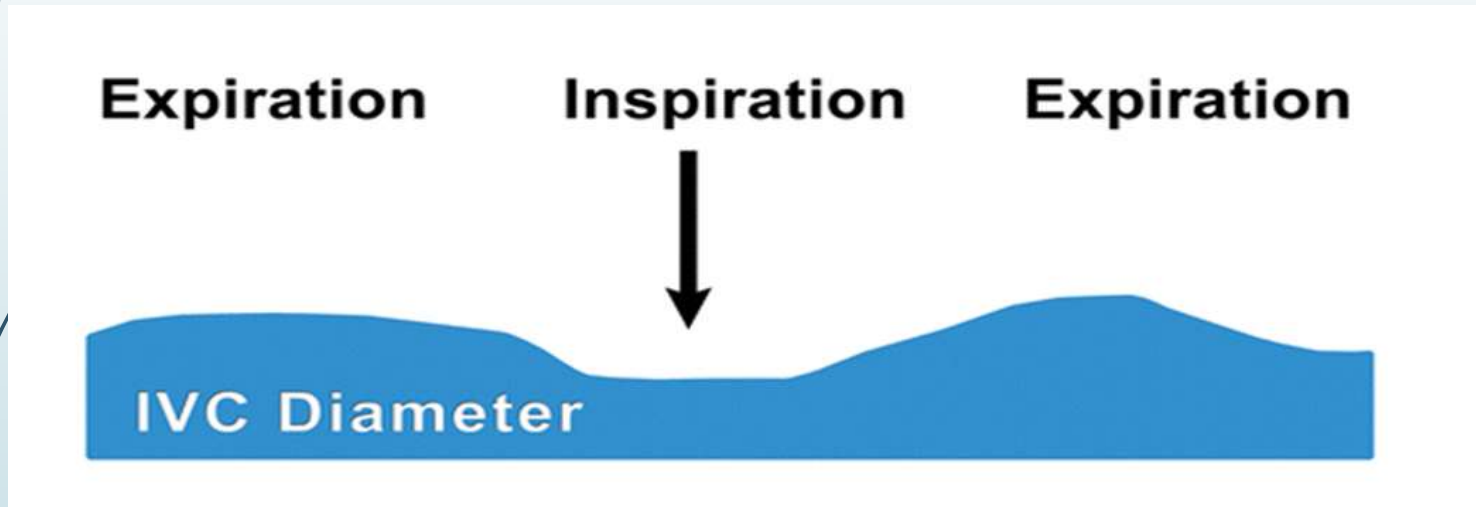
- В норме диаметр нижней полой вены не более 2 см, но у молодых может быть более 2-х см, с хорошим коллабированием на вдохе
- В норме диаметр НПВ уменьшается на вдохе (>50%), что говорит о давлении в правом предсердии <10 mmHg
- Дилатация нижней полой вены (максимальный диаметр > 2 см) с уменьшением коллабирования на вдохе (коллапс <50%) является индикатором повышенного давления в правом предсердии (>10-15 mmHg)
- Если НПВ не коллабирует на вдохе – давление в правом предсердии >15 mmHg

# УЗИ нижней полой вены. Норма



диаметр измеряется на расстоянии 2 см каудальнее от пересечения правого предсердия и НПВ

# Нормальное изменение диаметра НПВ при спокойном дыхании у здорового пациента



# Корелляция диаметра НПВ и центрального венозного давления

Таблица 2 Изменение диаметра IVC и корреляция с CVP

| Expiratory IVC Diameter (cm)<br>and Respiratory Change | Estimated CVP<br>(cm H <sub>2</sub> O) |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <1.5                                                   |                                        |
| Total collapse                                         | 0–5                                    |
| 1.5–2.5                                                |                                        |
| >50% collapse                                          | 6–10                                   |
| <50% collapse                                          | 11–15                                  |
| >2.5                                                   |                                        |
| <50% collapse                                          | 16–20                                  |
| No change                                              | >20                                    |

# Ограничения ультразвукового исследования НПВ

- Хроническая обструктивная болезнь легких
- Легочная гипертензия
- Правосторонняя сердечная недостаточность
- Тампонада сердца
- Трикуспидальная регургитация
- Эндотрахеальная интубация

**увеличение диаметра НПВ**

# Заключение

- FAST-протокол может быть выполнен многократно, в короткие сроки, данная методика не занимает много времени, неинвазивна и не несет лучевой нагрузки для пациентов
- Высокая чувствительность и информативность при выявлении свободной жидкости в плевральных полостях, абдоминальной и перикардальной полости, составляет 63-100%
- Продольное сканирование НПВ обеспечивает быстрой и ценной информацией о центральном венозном давлении

# Заключение

- Высокая специфичность (94–100%) при обнаружении повреждений костей
- Чувствительность ультразвукового исследования при диагностике пневмоторакса высокая (95 –100%) и приравнивается к чувствительности КТ
- Поэтому, экстренное УЗИ играет важную роль при исследовании пациентов с травмой, имеющих критическое состояние



# Список литературы

- **Richards JR, McGahan JP. Focused Assessment with Sonography in Trauma (FAST) in 2017: What Radiologists Can Learn. Radiology. 2017 Apr;283(1):30-48**
- 



Спасибо за  
внимание!