

Ультразвуковое Исследование Лёгких

Igor Zhukov, M.D.
Assistant Professor
Cardiothoracic Anesthesiology

План лекции:

- Небольшое вступление о физике УЗ
- Цели УЗ лёгких для анестезиолога
- Нормальные и паталогические картины
- Алгоритмы диагностики
- Новые публикации по теме
- Где искать дополнительное обучение

Фізика УЗ: Швидкість

- Швидкість звуку
 - Кров 1570 м/сек
 - М'язи 1580 м/сек
 - Нирки 1560 м/сек
 - Жировий покрив 1450 м/сек
 - Кістка 4080 м/сек
 - Вода 1480 м/сек
 - Повітря 330 м/сек

$$c = \sqrt{\frac{1}{\rho k}}$$

- ρ Щільність
- k Еластичність

Физика УЗ: Сопротивление

- Удельное акустическое сопротивление

$$Z = c * \rho$$

Воздух

$c = 330 \text{ м/сек}$

$\rho = 1,2922 \text{ кг/м}^3$

$Z = 426 \text{ кг/сек} * \text{м}^2$

$= 0.0004 * 10^6 \text{ кг/сек} * \text{м}^2$

Tissue or Material	Density (g/cm ³)	Speed of Sound (m/sec)	Acoustic Impedance [kg/(sec·m ²)] × 10 ⁶
Water	1	1480	1.48
Blood	1.055	1575	1.66
Fat	0.95	1450	1.38
Liver	1.06	1590	1.69
Kidney	1.05	1570	1.65
Brain	1.03	1550	1.60
Heart	1.045	1570	1.64
Muscle (along the fibers)	1.065	1575	1.68
Muscle (across the fibers)	1.065	1590	1.69
Skin	1.15	1730	1.99
Eye (lens)	1.04	1650	1.72
Eye (vitreous humor)	1.01	1525	1.54
Bone axial (longitudinal waves)	1.9	4080	7.75
Bone axial (shear waves)	1.9	2800	5.32
Teeth (dentine)	2.2	3600	7.92
Teeth (enamel)	2.9	5500	15.95

Фізика УЗ:

- Из воды в воздух:
- Отражение 99,9%
- Передача 0,05%

- Выводы – Нормальных лёгких на УЗ не видно!

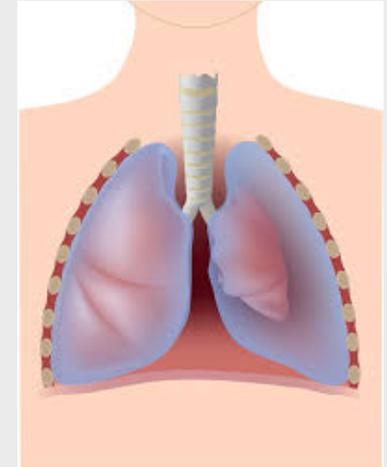
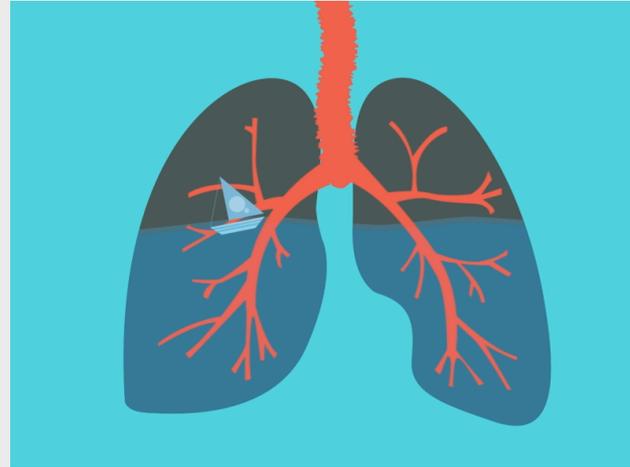
$$R \triangleq \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$$

$$T \triangleq \frac{2Z_2}{Z_2 + Z_1}$$

«Лёгкие» вопросы анестезиолога:

- Пневмоторакс
- Гидроторакс
– Выпот
- Ателектаз
- Пневмония
- Отёк легкого

- Нормальное



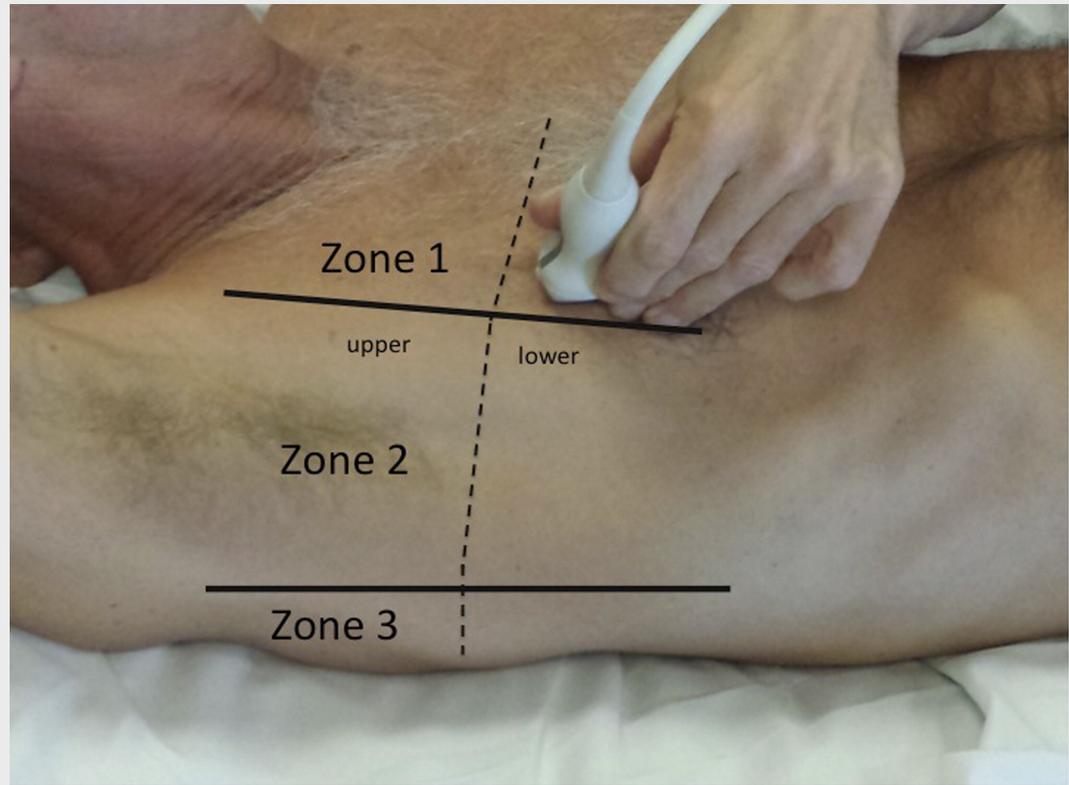
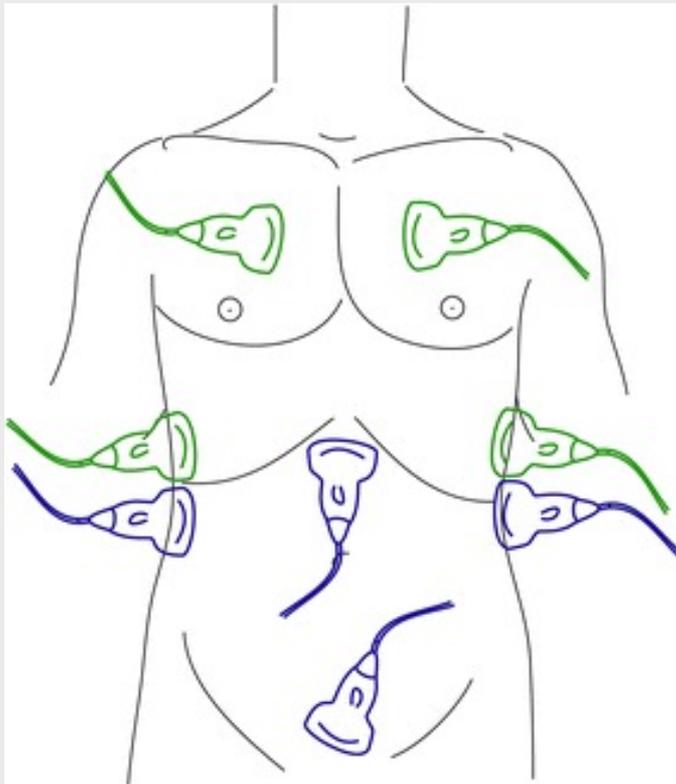
УЗ оборудование:

- Консоль – выбор пользователя
- Пробы
 - Линейная 8-12 МГц
 - \uparrow частота = \uparrow чёткость = \downarrow проникновение
 - Поверхностное исследование (плевра)
 - Выгнутая 3-5 МГц
 - Крупная, оптимум част/глубина
 - Фазовая матрица 3-5 МГц
 - Удобный размер, удовл качество УЗ



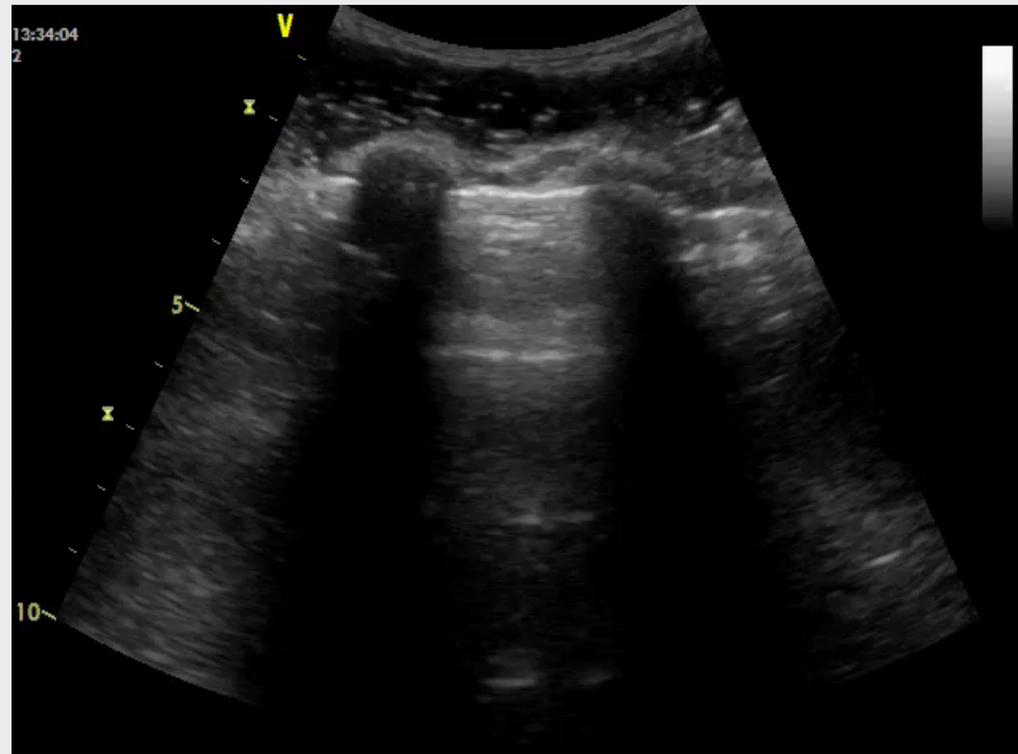
УЗ – «Фаст» и «Блю»:

- Scanning areas



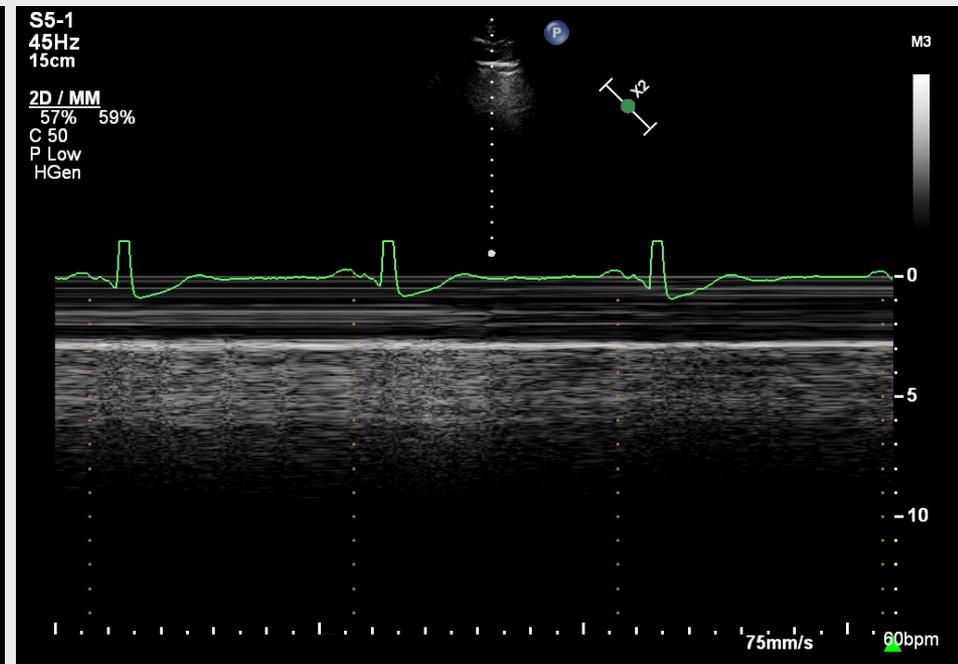
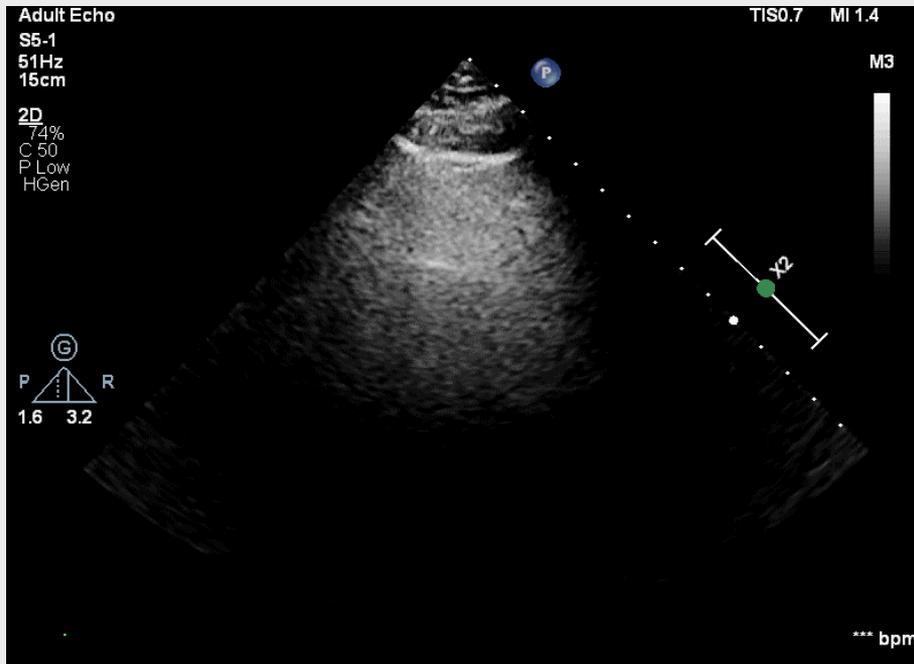
Нормальное лёгкое:

- Плевра (V): Скольжение
- Реверберация – A-lines



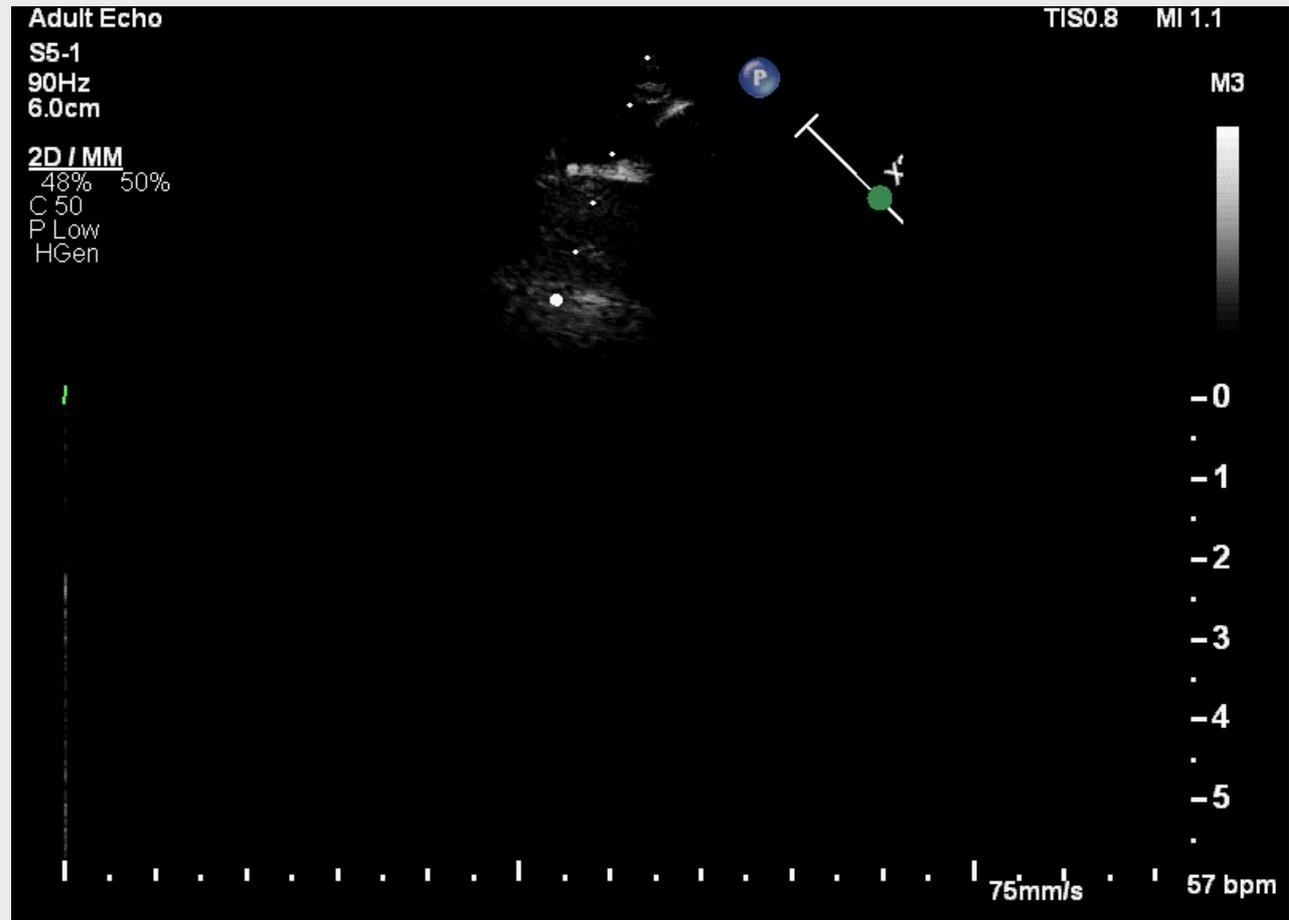
Нормальное лёгкое: M-mode

- Берег



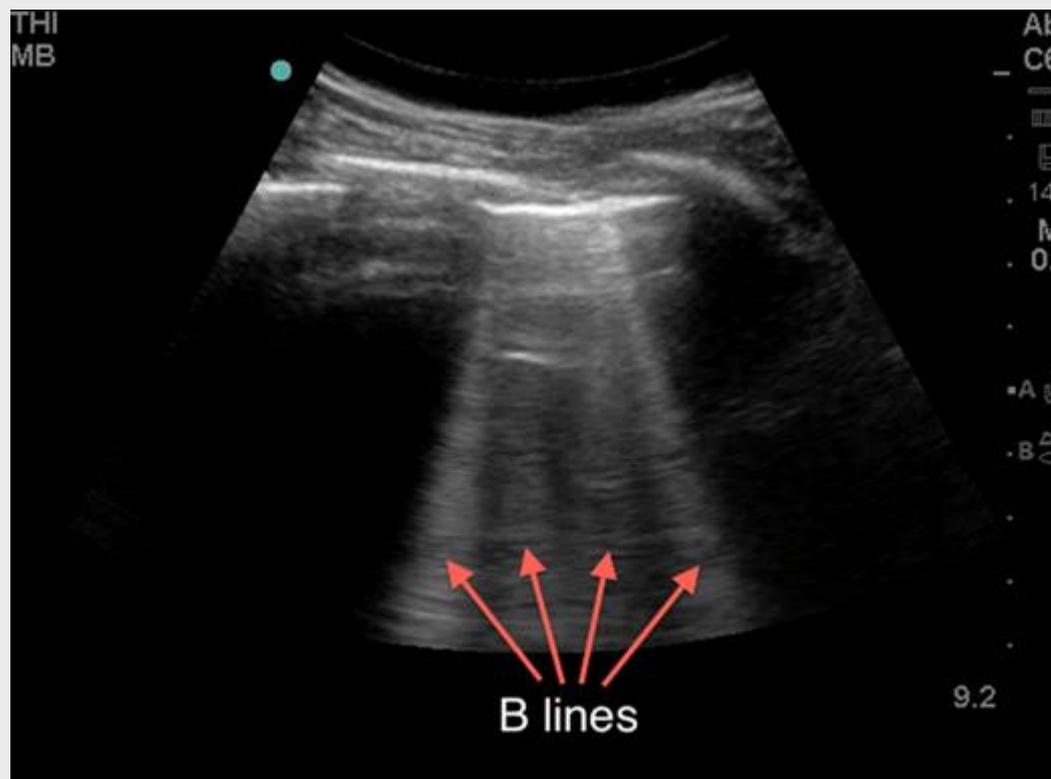
Нормальное лёгкое: M-mode

- Пульс



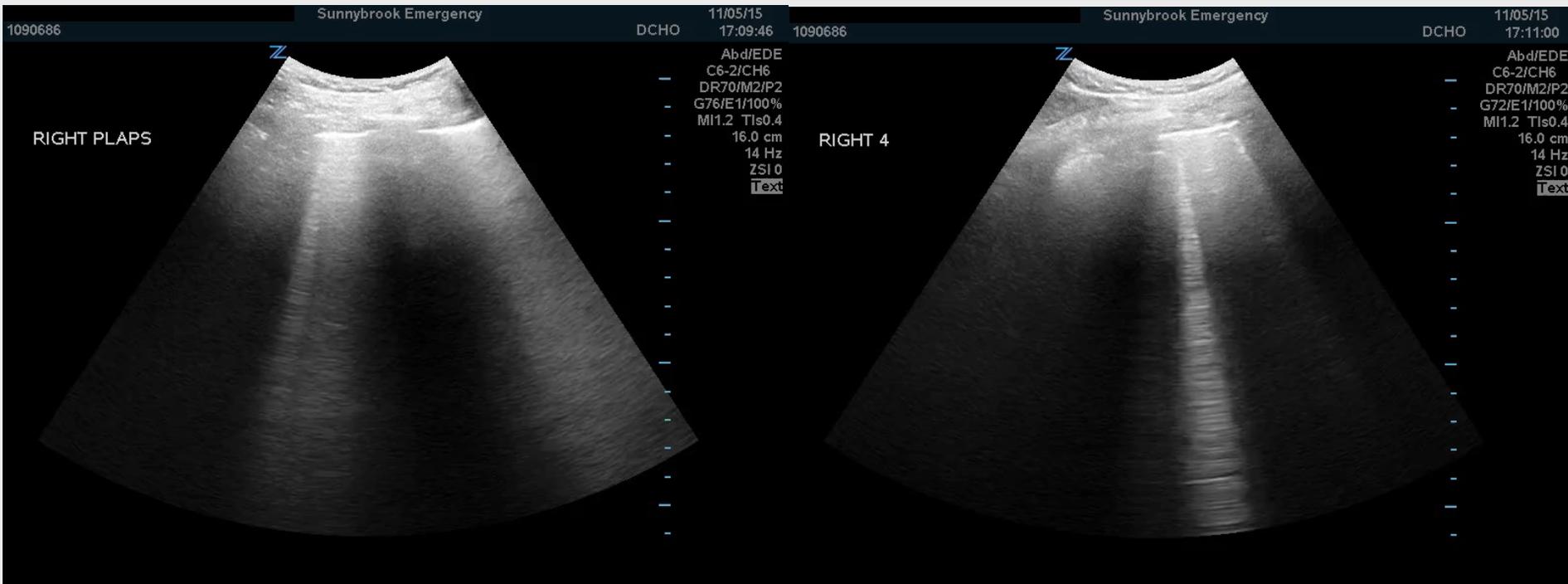
Аб / Нормальное лёгкое: B-lines

- Альвеола + фиброз или жидкость = артефакт Б-линия
- Начало от плевры
- Прерывает А-линии
- Двигается со скольжением
 - Нормальное в нижних долях
 - Интерстициальное заболевание
 - Отёк лёгких



B-lines

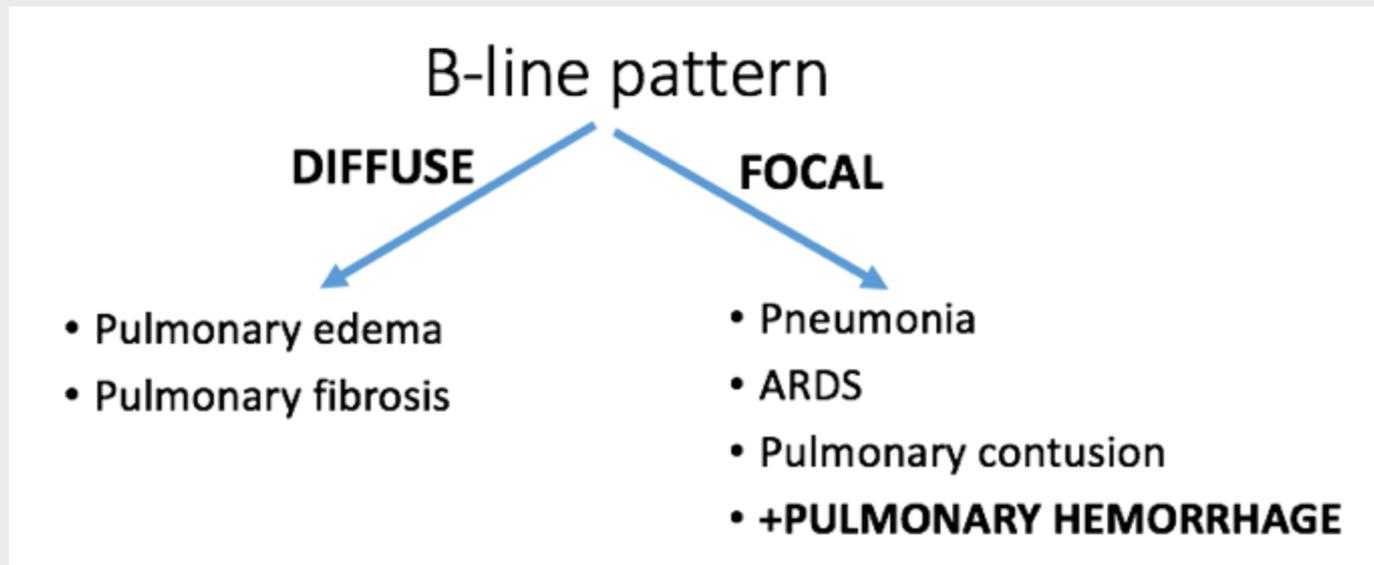
- Паталогические B lines: Lung Rockets



PE: hemorrhage

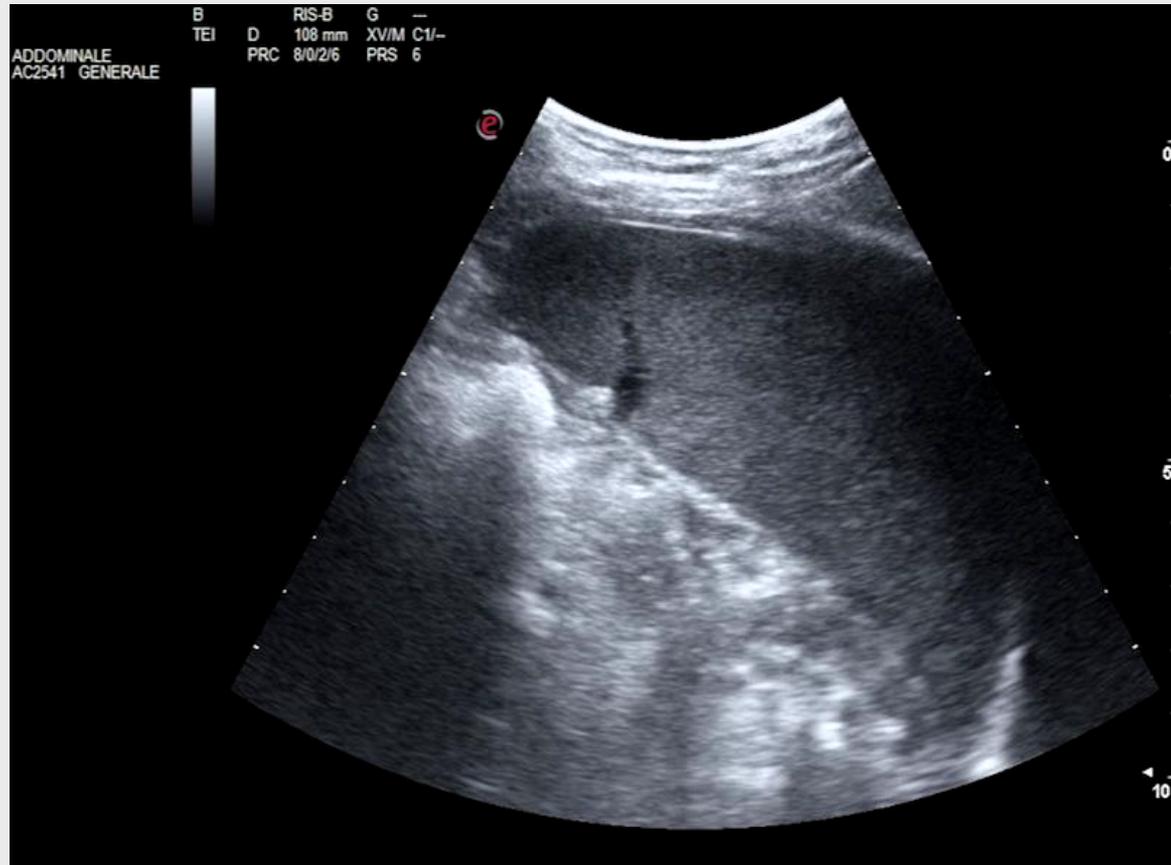
B-lines

- Расположение Б-линий: диагноз



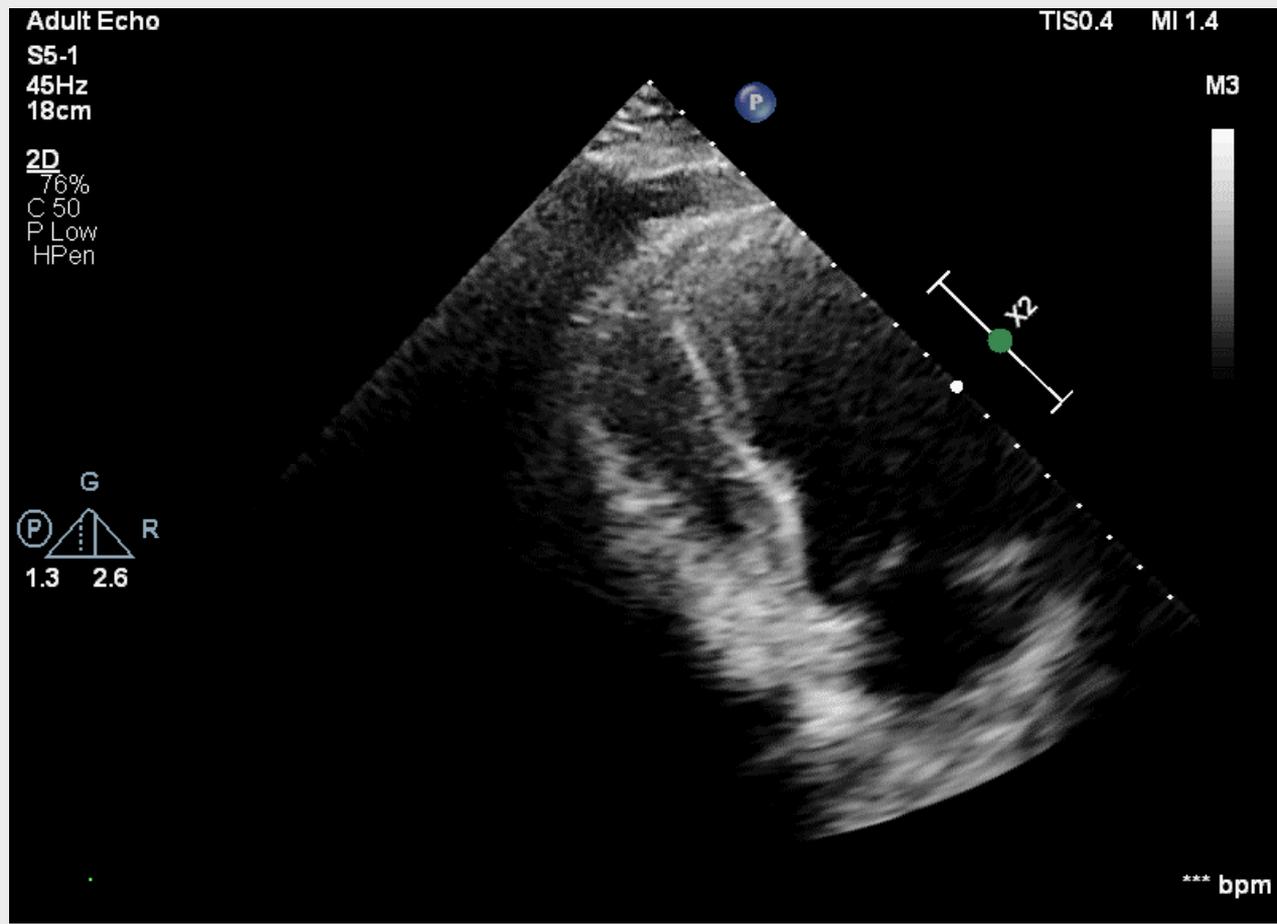
Нормальное лёгкое:

- УЗ брюшины
 - Диафрагма
 - Печень
 - Селезнка
 - «занавес» лёгкого

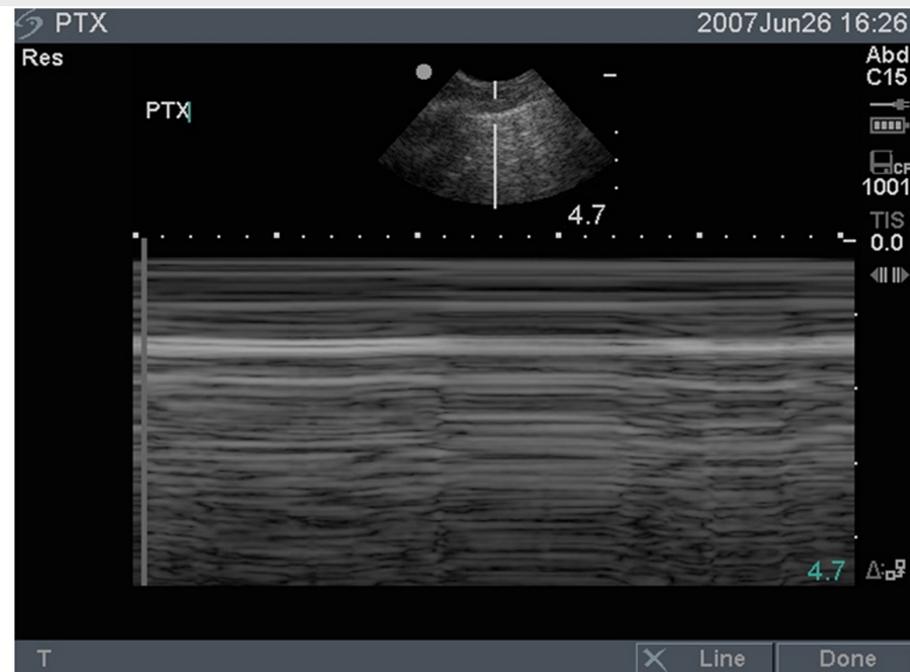
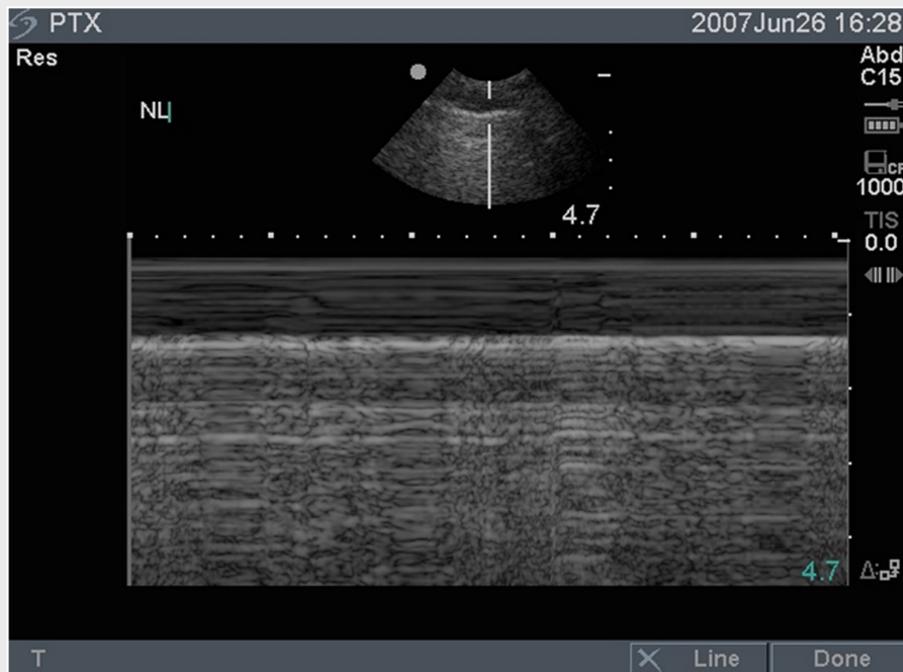


Нормальное лёгкое:

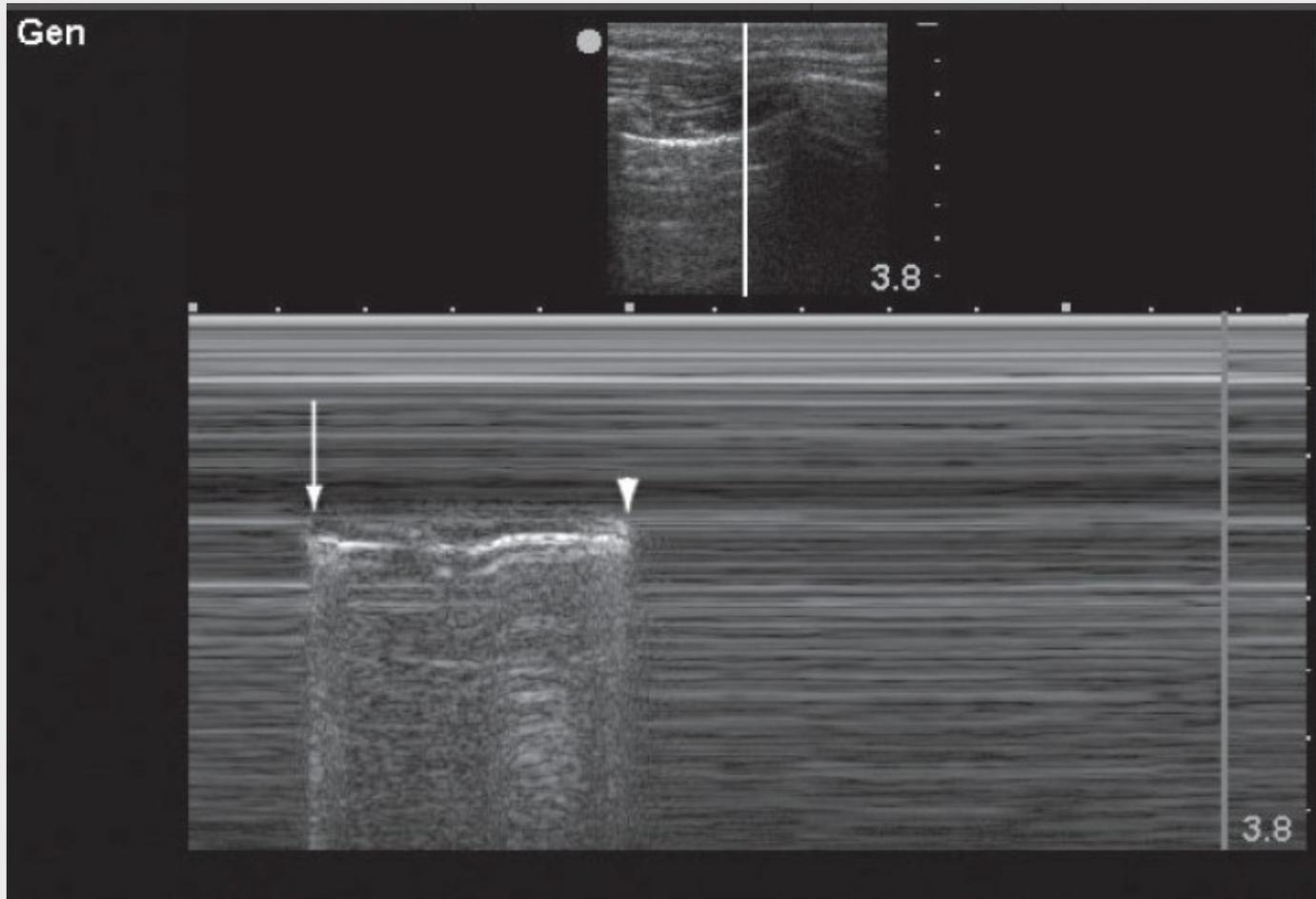
- Грудная клетка:
 - «занавес» лёгкого



Пневмоторакс:



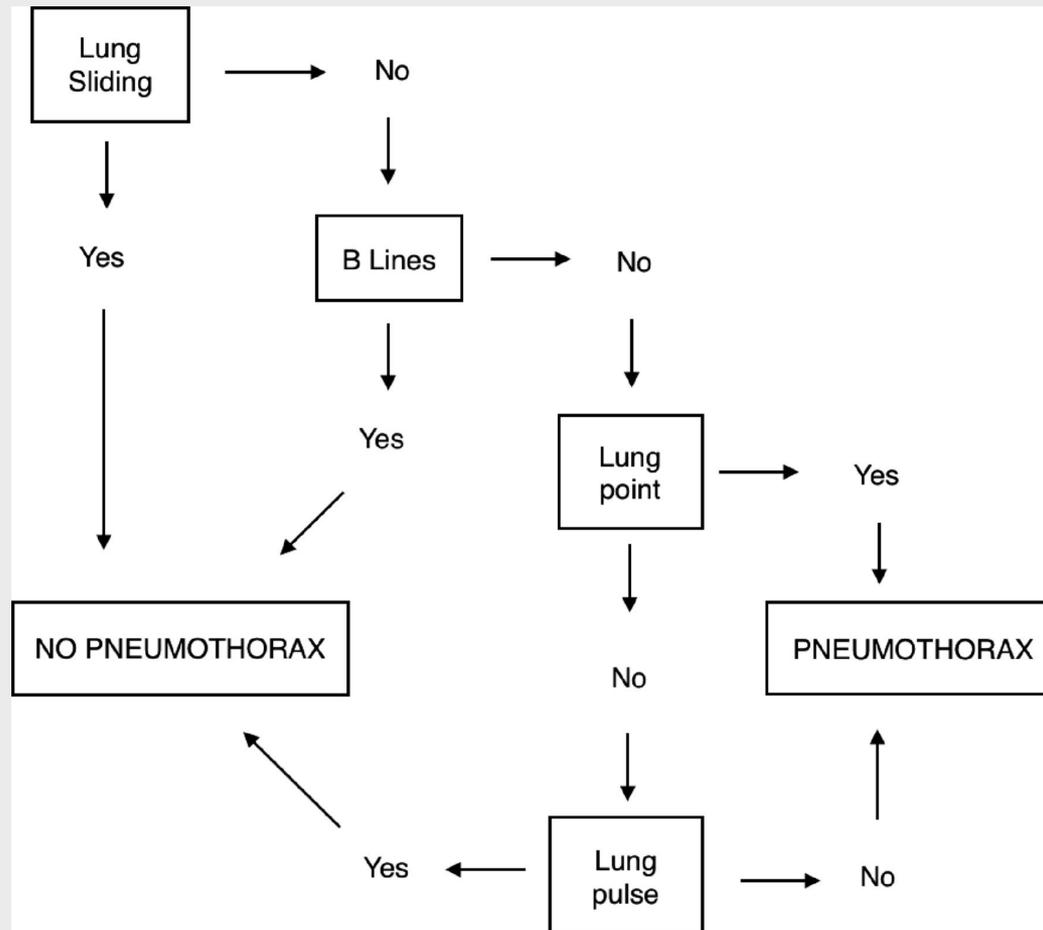
Пневмоторакс: Lung point*



Фальшивый пневмоторакс:

- Скольжение плевры требует вентилизацию:
 - Эндобронхиальная интубация
 - Эмфизема
 - Плевродез
- Отсутствие берега моря на M-Mode
- Lung Pulse – пульс должен подтвердить отсутствие пневмоторакса

Пневмоторакс: Алгоритм



From: Practical approach to lung ultrasound
BJA Educ. 2015;16(2):39-45.
doi:10.1093/bjaceaccp/mkv012

Гидроторакс:

- Жидкость – дружественная УЗ среда
- Сканировать в низлежащих отделах



Ателектатическая картина:

- Лёгкое → «печень»
(Lung hepatization)
- УЗ проникает глубже
- Традиционный возврат эхо сигнала



C-lines:

- Консолидація лёгкого = Пневмония

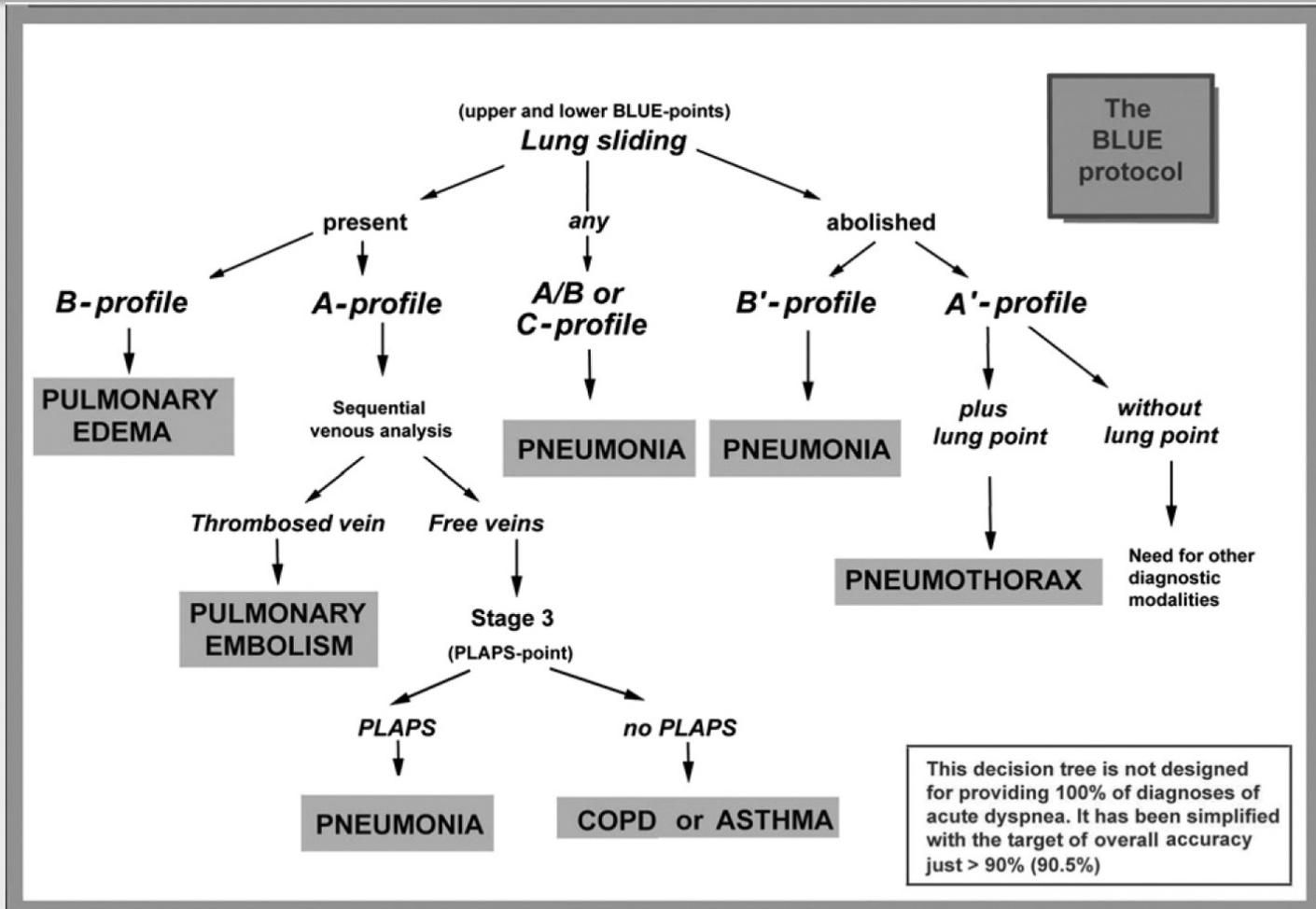


Shred Sign:

- Неровный «срез» плевры, ателектаз =
Пневмония



Блю: Алгоритм



УЗ ефективність:

Ультразвукове обстеження VS томографія в критично хворих пацієнтах		
УЗИ	Чувствителність, %	Специфічність, %
Гидроторакс	94	97
Альвеолярна консолидація	90	98
Внутритканевої фіброз	100	100
Пневмоторакс, крупний	100	96
Пневмоторакс, прихований	79	100

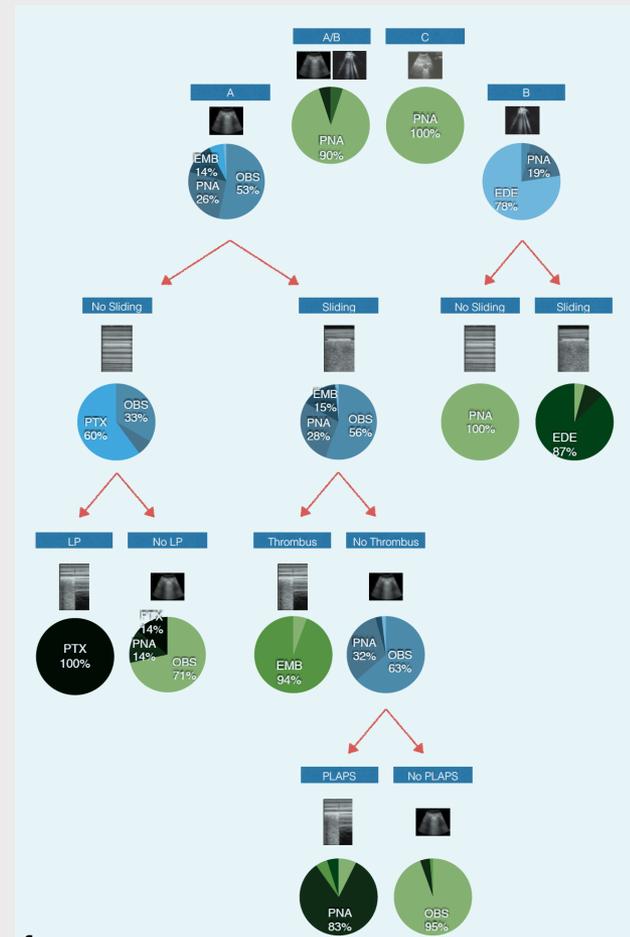


Терапевт, Брось Стетоскоп!

– Пошаговый алгоритм терапевтов при одышке

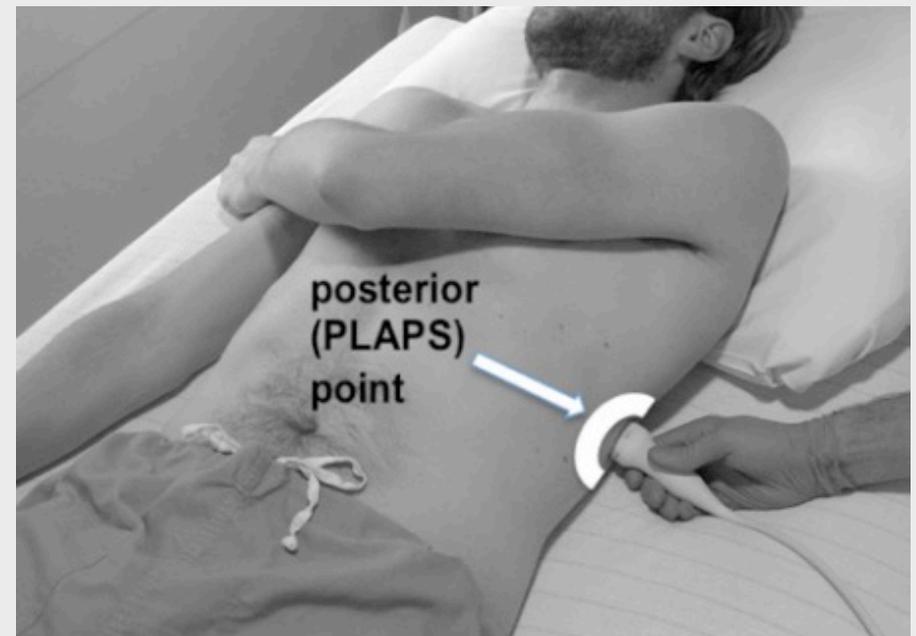
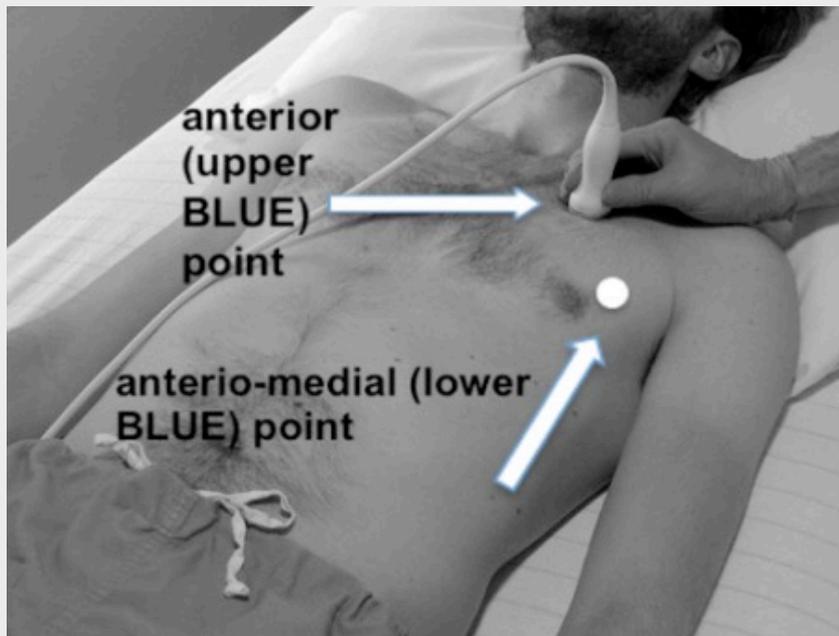
LUS views as embedded in the ICARUS protocol

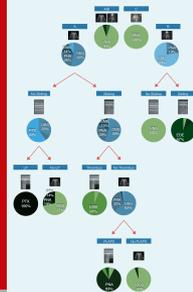
1. Upper BLUE point, left
2. Upper BLUE point, left, M-mode
2. Lower BLUE point, left
4. Lower BLUE point, left, M-mode
5. Upper BLUE point, right
6. Upper BLUE point, right, M-mode
7. Lower BLUE point, right
8. Lower BLUE point, right, M-mode
9. PLAPS point – left
10. PLAPS point – right
11. Lung point (optional)
12. Venous analysis (optional)



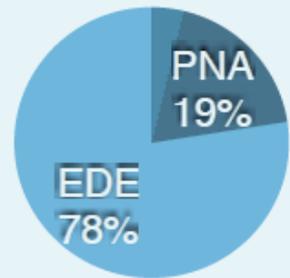
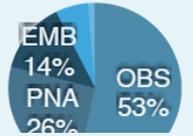
Touw H. et. al. Lung ultrasound: routine practice for the next generation of internists Netherlands Journal of Medicine. 2015: 73(3) pp100-107

Скан: 6-7 точек

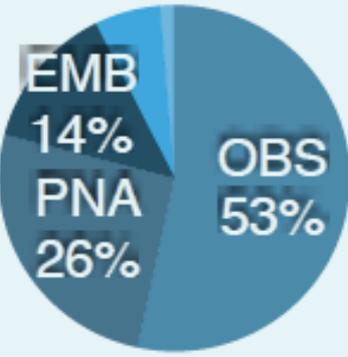




A



A

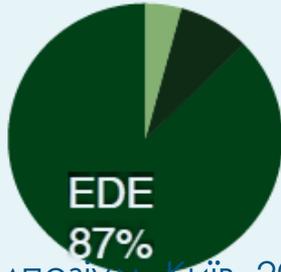


LP

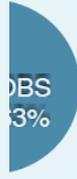


No Sliding

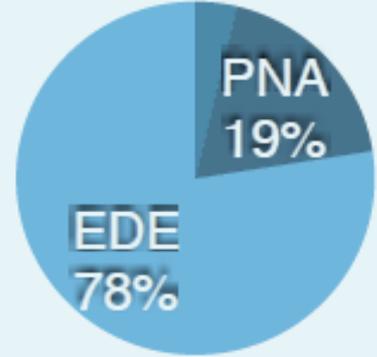
Sliding



mbus



B



УЗ в БСМП:

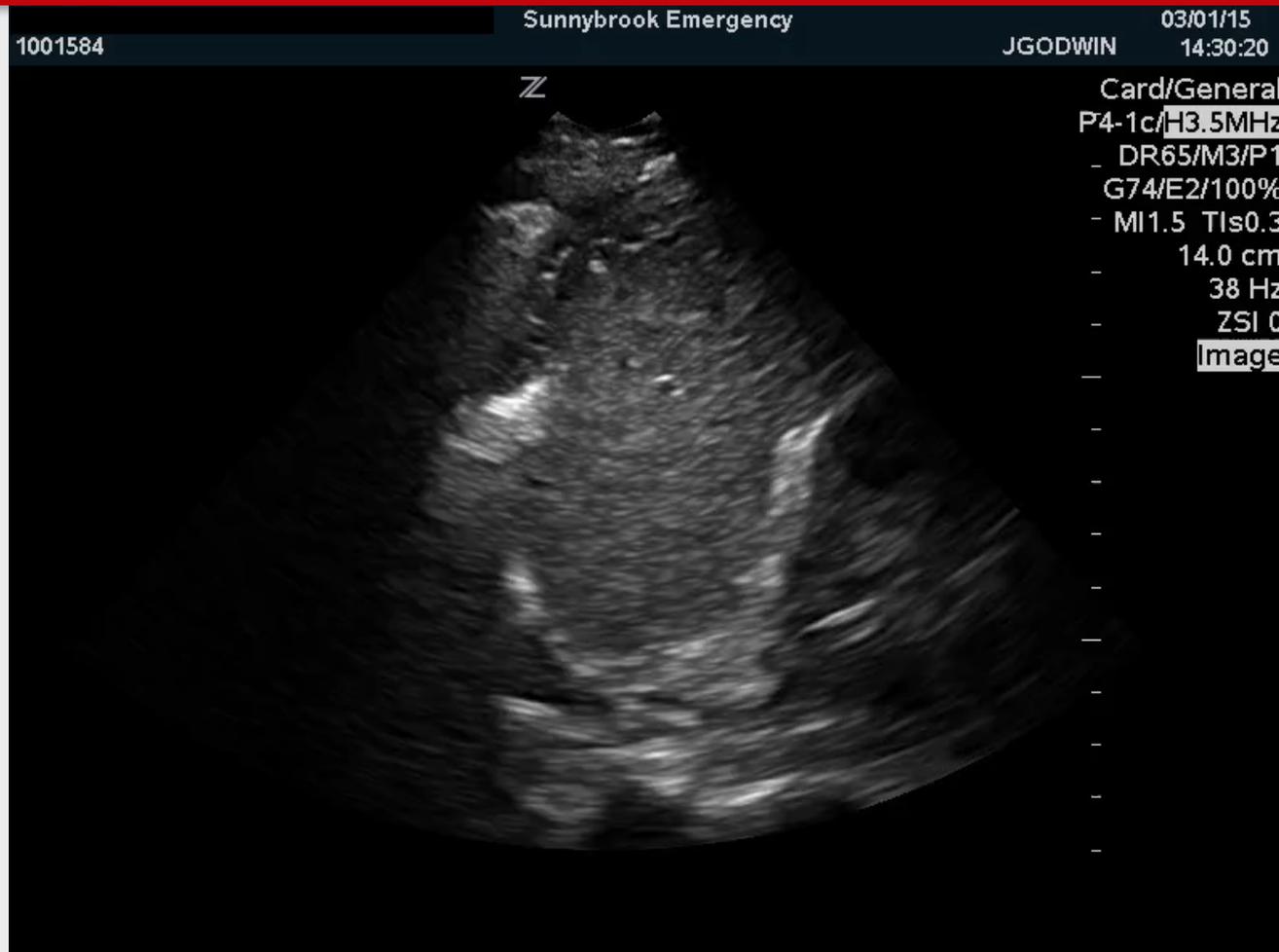
- 2683 пациента
 - УЗ диагноз 24 ± 10 мин
 - Клинический диагноз 186 ± 72 мин
- УЗ более чувствителен
 - Сердечной недостаточности
- УЗ менее чувствителен
 - ХОЗЛ
 - Легочная эмболия

TABLE 2] Causes of Dyspnea According to Ultrasound Diagnosis, ED Diagnosis, and Final Diagnosis

Variable	Ultrasound Diagnosis	ED Diagnosis	Final Diagnosis
Heart failure	600	503	585
Acute coronary syndrome	32	30	42
Pneumonia	1,096	1,091	1,086
Pleural effusion	97	111	98
Pericardial effusion	45	48	44
COPD/asthma	735	782	759
Pulmonary embolism	41	95	95
Pneumothorax	39	45	44
ARDS/ALI	20	7	16
Other causes	86	86	121
Total	2,791	2,798	2,890

Zanobetti M, et. al. Point-of-Care
Ultrasonography for Evaluation of Acute
Dyspnea in the ED. CHEST 2017;
151(6):1295-1301

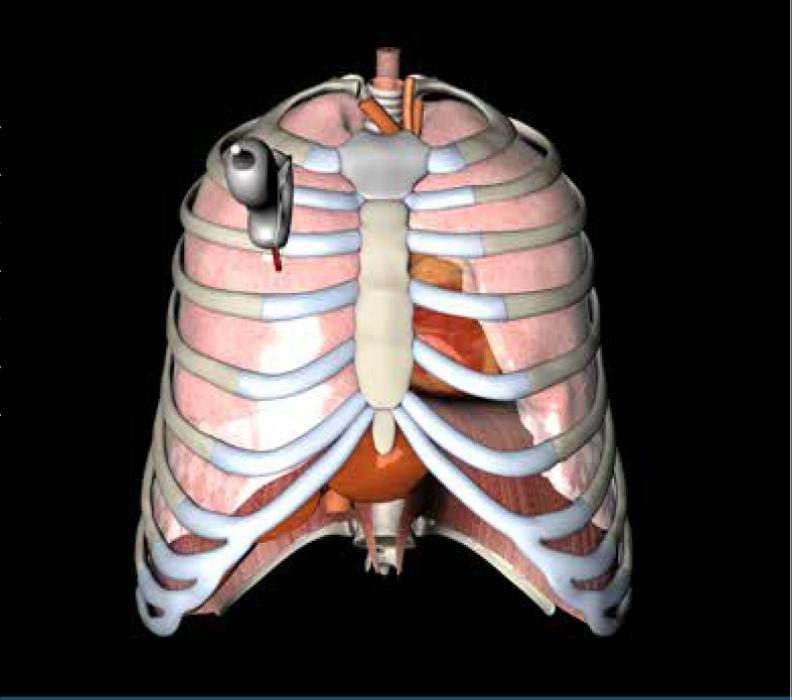
Финальный экзамен:



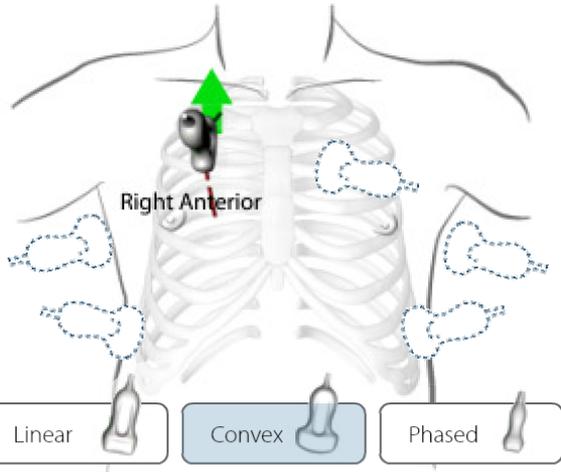
Практика:

- Daniel Lichtenstein – множество публикаций (±
Бесплатно)
 - Курсы УЗИ от Лихтенштейна (\$\$\$)
 - <http://www.ceurf.net/en/index.htm>
- Perioperative Interactive Education (PIE) group
(Бесплатно)
 - <http://pie.med.utoronto.ca/>
 - FAST and LUNG U/S, TTE, TEE. - основы, теория
- Sonosite – бесплатно!
 - <https://ultrasound.guide/lesson/81/Introduction-to-thoracic-ultrasound>
 - Модули по множеству УЗ навыков, теория и паталогия

- Lung Ultrasound**
- Introduction
- Normal Lung US
- Pneumothorax
 - Right pneumothorax
- Pleural Effusion
 - Left effusion
- Help
- Send Feedback



Whole View Slice View Orient to



How to Obtain this View Identify these Structures Understand these Artifacts Use this View to Assess

- Probe is positioned in the 2nd-3rd intercostal space along the mid clavicular line.
- The probe marker is pointing towards the patient's head.
- Probe depth is set at 6-18 cm.

Tips:

- Slide the probe up and down to visualize two ribs.
- Rotate the probe to bring the ribs as close as possible.
- Keep the probe perpendicular to the chest wall.



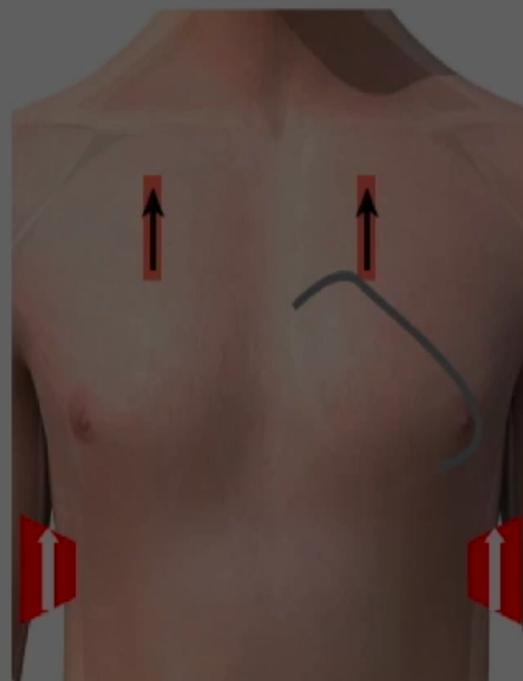
Version 3.00
 All contents copyright
 © 2008 - 2017
 University Health Network.
 All rights reserved.



Практика: Sonosite

Thoracic ultrasound

- Fluid in chest cavity
 - Pleural effusion
 - Hemothorax – adjunct to FAST
- Pneumothorax
- Interstitial fluid
 - “alveolar interstitial syndrome” (AIS)
 - Pulmonary edema



References:

- Lichtenstein D. Lung Ultrasound for Critically Ill. <http://www.wcume.org/wp-content/uploads/2011/05/Lichtenstein.pdf>
- Doerschug K, Schmidt G. Intensive Care Ultrasound: III. Lung and Pleural Ultrasound for the Intensivist. *Ann Am Thorac Soc* Vol 10, No 6, pp 708–712, Dec 2013
- Gargani L, Volpicelli G. How I do it: Lung ultrasound. *Cardiovascular Ultrasound* 2014 12:25
- Miller A. Practical approach to lung ultrasound. *BJA Education*, 2016;16(2), pp 39–45
- Neto et. al. Lung ultrasound in critically ill patients: a new diagnostic tool. *J Bras Pneumol*. 2012;38(2):246-256
- Weile J, et. al. Ultrasonography in trauma: a nation-wide cross-sectional investigation. *Crit Ultrasound J*. 2017 Dec;9(1):16. doi: 10.1186/s13089-017-0071-2. Epub 2017 Jun 20.
- Smit J, et. al. Bedside ultrasound to detect central venous catheter misplacement and associated iatrogenic complications: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2018 Mar 13;22(1):65. doi: 10.1186/s13054-018-1989-x.
- Lichtenstein D. BLUE-Protocol and FALLS-Protocol Two Applications of Lung Ultrasound in the Critically Ill. *Chest* 2015; 147(6): 1659 - 1670
- Moreno-Aguilar G, Lichtenstein D. Lung ultrasound in the critically ill (LUCI) and the lung point: a sign specific to pneumothorax which cannot be mimicked. *Critical Care* (2015) 19:311
- http://pie.med.utoronto.ca/POCUS/POCUS_content/lungUS.html
- Touw H. et. al. Lung ultrasound: routine practice for the next generation of internists *Netherlands Journal of Medicine*. 2015; 73(3) pp100-107
- Lichtenstein D. et. al. Ten good reasons to practice ultrasound in critical care. *Anaesthesiology Intensive Therapy* 2014;46(5) pp 323–335
- Zanobetti M, et. al. Point-of-Care Ultrasonography for Evaluation of Acute Dyspnea in the ED. *CHEST* 2017; 151(6):1295–1301