



г. Санкт-Петербург · 20 июня 2024 г.

**КЛАПАННАЯ БОЛЕЗНЬ СЕРДЦА:
ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ**

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет
им. И.И. Мечникова» МЗ России
СПБ ГБУЗ «Городская Мариинская больница»

Особенности параметрической оценки выраженности легочной гипертензии в практике интенсивной терапии

Наумов А.Б.

Санкт – Петербург, 2024



Легочная гипертензия - mPAP более 20 мм рт.ст.

1) Группа I PH - это легочная артериальная гипертензия (ЛАГ).

2) Группа II PH - это ЛГ при заболеваниях левых отделов сердца.

3) Группа III PH - это ЛГ, вызванный сопутствующим заболеванием легких и гипоксией из-за других обструкций легочной артерии.

4) Группа IV PH - ЛГ состоит в основном из хронической тромбоэмболической ЛГ.

5) Группа V PH - определяется как ЛГ, вызванная сложной или неизвестной этиологией.

An overview of the 6th World Symposium on
Pulmonary Hypertension. *Eur Respir*
J. 2019;53:1802148

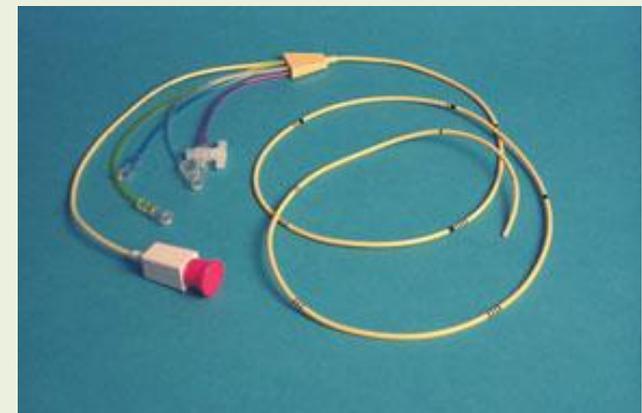
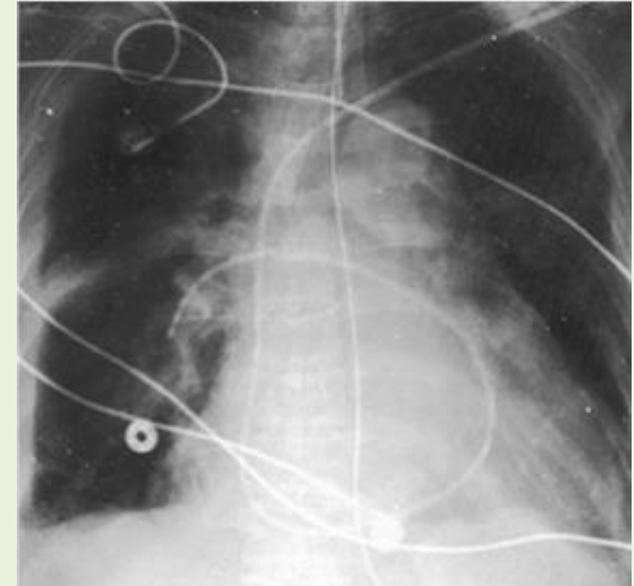
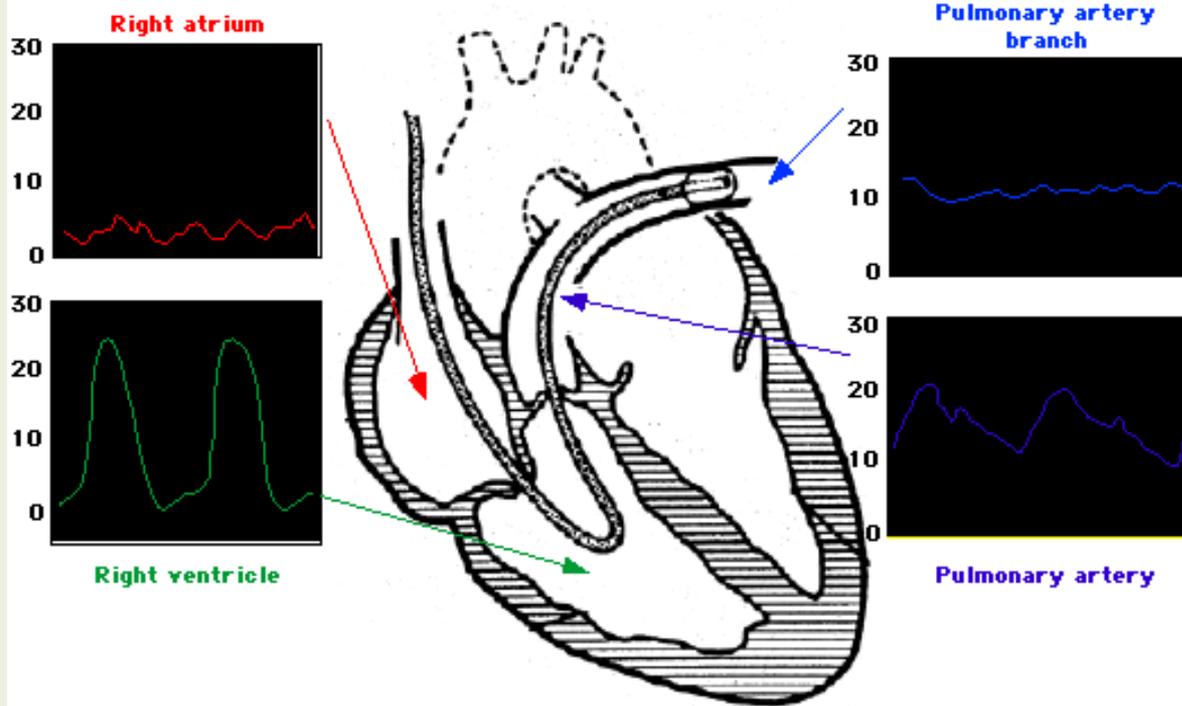
Легочная гипертензия

Группа II. ЛГ при заболеваниях левого желудочка.

	СДЛА	ДЛП	ЛСС	ИЛСС	TPR
Пре Кап ЛГ	≥ 20 мм рт. ст.	≤ 15 мм рт. ст.	> 2 ЕдВуда	$> 3,5$ ЕдВуда x м2	> 3 ЕдВуда
Пост Кап ЛГ	≥ 20 мм рт. ст.	> 15 мм рт. ст.	≤ 2 ЕдВуда	$\leq 3,5$ ЕдВуда x м2	≤ 3 ЕдВуда
Комб ЛГ			> 2 ЕдВуда	$> 3,5$ ЕдВуда x м2	> 3 ЕдВуда

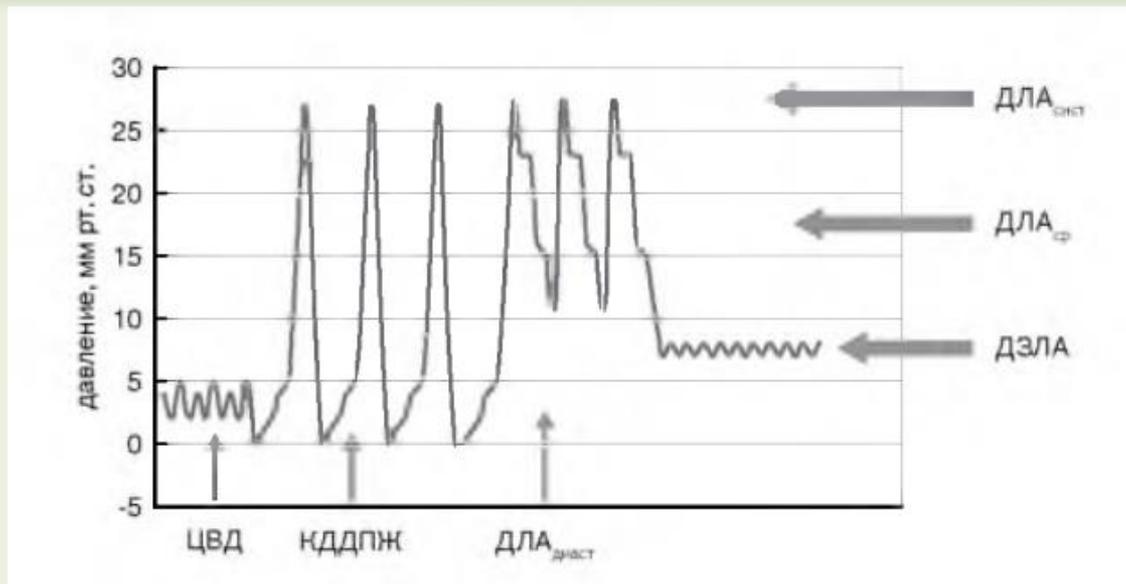
Swan-Ganz

(стандарт оказания медицинской помощи с 1970-х)



Waveforms by location of the Swan-Ganz catheter tip Redrawn from Marino, PI. The ICU Book, Philadelphia, Lea and Feliger, 1991, p. 103.

Гемодинамические признаки правожелудочковой недостаточности



СрдЛА, мм рт.ст.;
ЦВД, мм рт.ст.;
ДЗЛА (ДЛП), мм рт.ст.;

Сердечный выброс (СВ) – л/мин;
Сердечный индекс (СИ) – л/мин/м²

ТПГ = СрдЛА - ДЗЛА, 10-12 мм рт. ст.;
ЛСС = ТПГ/СВ, Ед Вуда (мм рт.ст./л/мин)
ИЛСС = ТПГ/СИ; Ед Вуда x м² (мм рт.ст./л/мин x м²)

Гемодинамические признаки правожелудочковой недостаточности

- СрДЛА менее 25 и 20 мм рт. ст.
- ЦВД, которое выше 12 мм рт. ст., - 20 мм рт.ст - 25 мм рт.ст.
- Уменьшение ДЗЛА.
- Превышение значения ЦВД над ДЗЛА.
- Снижение транспульмонального градиента менее 5 мм рт.ст.
- Снижение системного потока крови (СИ, УО)

Сосудистое сопротивление

$$(F) = \Delta P \pi r^4 / 8\eta l$$

$$R = \frac{U}{I}$$

R - Резистентность –

Общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС)

U - Напряжение –

Градиент давления (САД-ЦВД)

I - Сила тока –

Сердечный индекс (СИ)

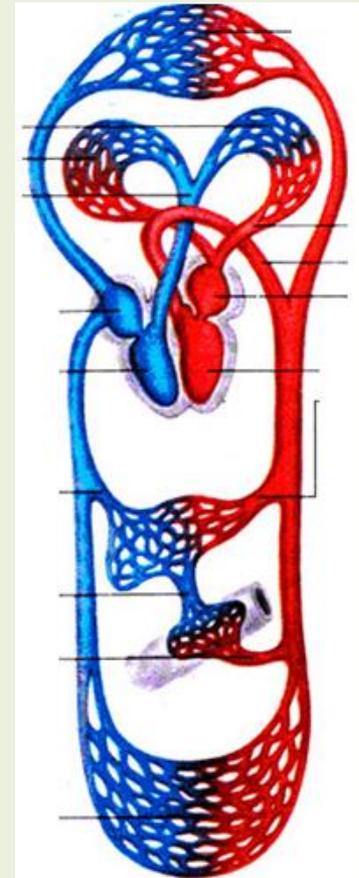
ИОПСС = (САД-ЦВД)/СИ 12 – 30 ед Вуда x м²

ЛСС = (СДЛА – ДЗЛА)/СВ 0 – 2 ед Вуда

ИЛСС=(СДЛА-ДЗЛА)/СИ 0 - 3,5 ед Вуда x м²

Ед. Вуда (мм рт.ст./л/мин x м²)

Инд. Ед. Вуда (мм рт.ст./л/мин x м²)



Гемодинамическая классификация острой сердечной недостаточности Forrester J., 1977



Основные причины неадекватной оценки гемодинамики при применении катетера Сван-Ганса и термодиллюции

1. Температурный фактор (6,7);
2. Временной фактор (8);
3. Респираторная поддержка (9, 10,11,12);
4. Проведение внутривенной инфузии во время термодиллюции (13);
5. Синдром малого выброса (14, 15,16, 29);
6. Проблемы с катетером (17, 18, 19, 20,21);
7. Внутрисердечное и экстракардиальное шунтирование (22, 23);
8. Клапанная патология (24, 26, 27,28);
9. Применение вазопрессорных препаратов
в значительных дозах (15, 25, 26).

Список литературы

1. Fegler G. Physiology 1954;
2. Fegler G. Experimental Physiology 1957;
3. Ganz W, Am J Cardiol 1971;
4. Ganz W, Swan HJC. Am J Cardiol 1972;
5. Forrester JS, Am Heart J 1972;
6. Levett JM. J Surg Res 1979;
7. Sorensen MB. 1976;
8. Enghoff E. J Med Sci 1973;
9. Woods M. Surgery 1976;
10. Wessel HU. J Appl Physiol 1971;
11. Afonso S. Am J Physiol 1962;
12. Wessel HU. Am J Physiol 1966;
13. Wetzel RC. Anesthesiology 1985;
14. Nadeau S. Can Anaesth Soc J 1986;

15. Kohanna FH. J Thorac Cardiovasc Surg 1977;
16. van Grondelle A. Am J Physiol 1983;
17. Bearss MG. Chest 1982;
18. Curley J. Anesthesiology 1986;
19. Stoller JK. Crit Care Med 1986;
20. Landais A. Acta Anaesthesiol Scand 1990;
21. Boucek C. J Clin Monit 1992;
22. Morady F. Am Heart J 1983;
23. Hedvall G. Scand J Clin Lab Invest 1978;
24. Beyer J. J Surg Res. 1976;
26. Rahrntoola SH. Circulation 1965;
27. Samet P. Circulation 1966;
28. Samet P. Circulation 1968;
29. Sakka SG. J Clin Monit Comput 2012

ЭХО КГ методика оценки центральной гемодинамики

- **Оценка системного потока крови (PW, VTI ВТЛЖ; D ВТЛЖ):**

УО, ИУО, СВ, СИ;

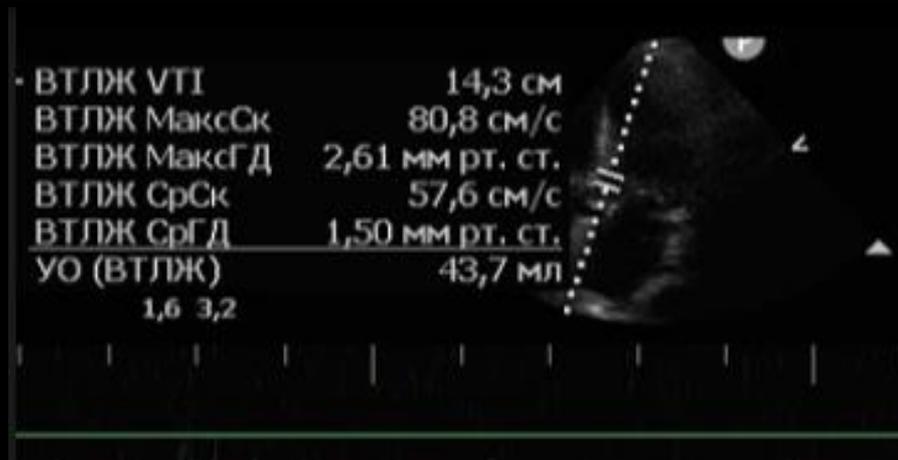
- **Оценка давления в ЛП (PW, Трансмитральный поток; TDI, Септ МК);**

- **Оценка давления в ЛА (CW, ТК; CW КЛА);**

- **Оценка давления в ПП (Манометрия; M-mode, НПВ);**

- **Артериальное давление (Манометрия).**

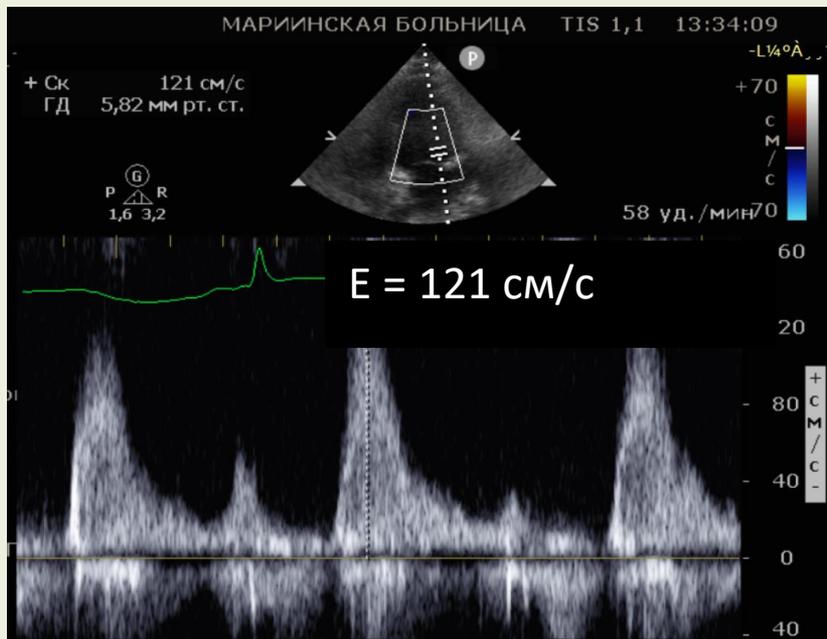
Расчет ударного объема ЛЖ



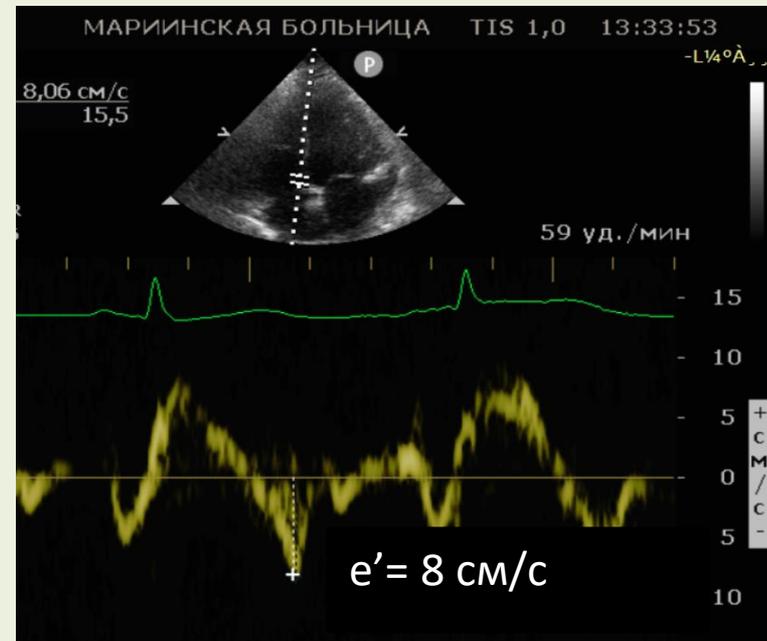
$$\text{Ударный объем (мл)} = VTI (\text{см}) \times d(\text{см})^2 \times \frac{\pi}{4}$$

$$\text{Ударный объем (мл)} = VTI (\text{см}) \times d(\text{см})^2 \times 0,785$$

PW



DTI



$$\text{ДЛШ (мм рт.ст.)} = \left(1.24 \times \frac{E}{e'} \right) + 1.9$$

ДЛШ - давление в левом предсердии (мм рт.ст.)

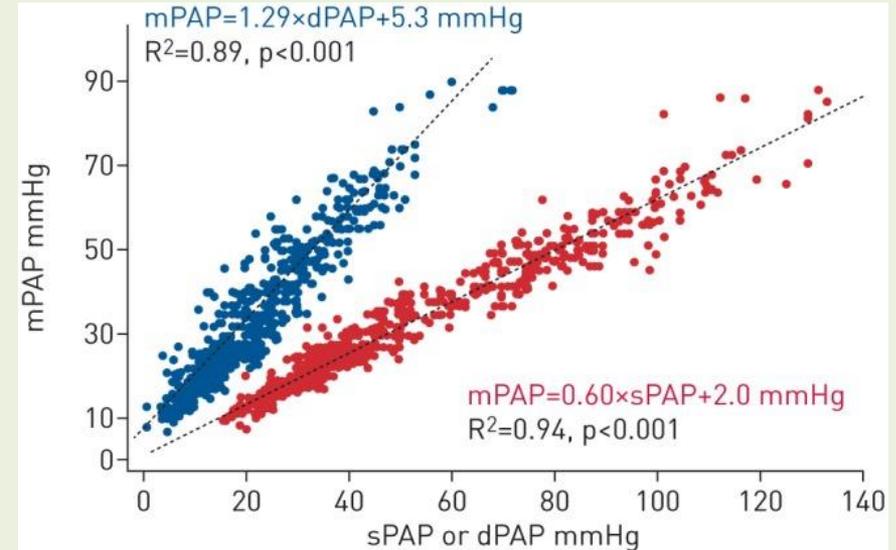
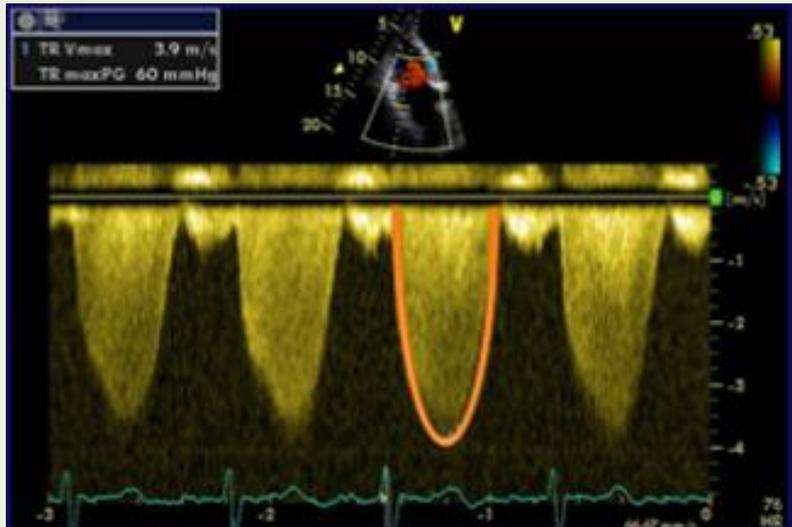
E - скорость трансмитрального потока пика E (см/с)

e' - ранняя диастолическая скорость кольца митрального клапана (см/с)

Reference

Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quinones MA. Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. J Am Coll Cardiol 1997;30:1527-1533.

Давление в легочной артерии



Syst PAP (мм рт.ст.)= PeakGr TR (мм рт.ст.) + CVP (мм рт.ст.)

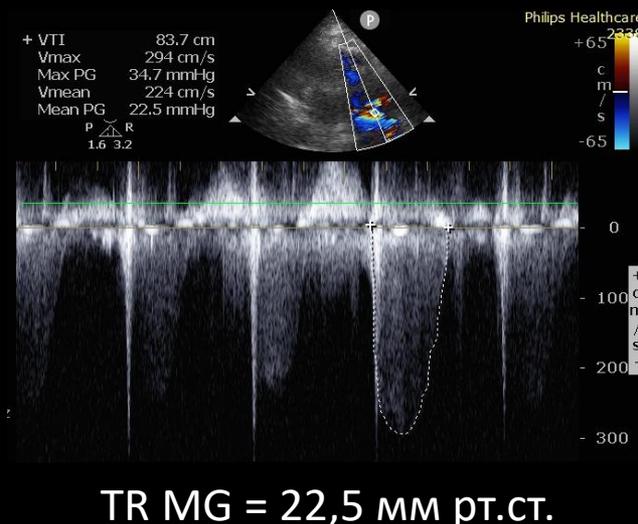
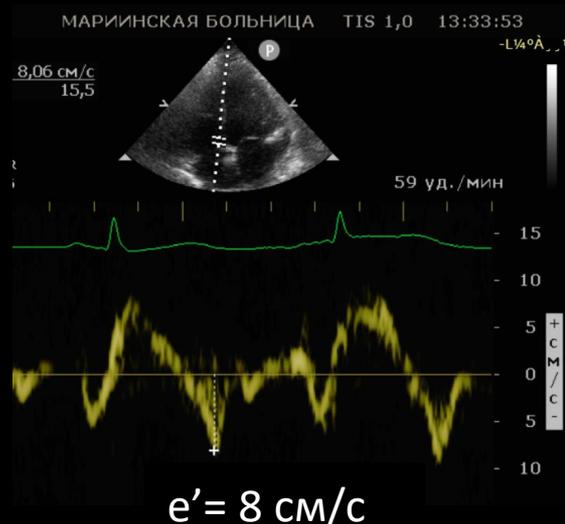
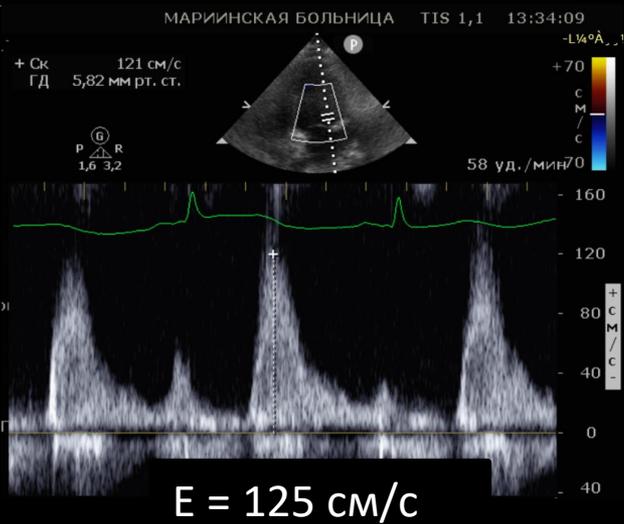
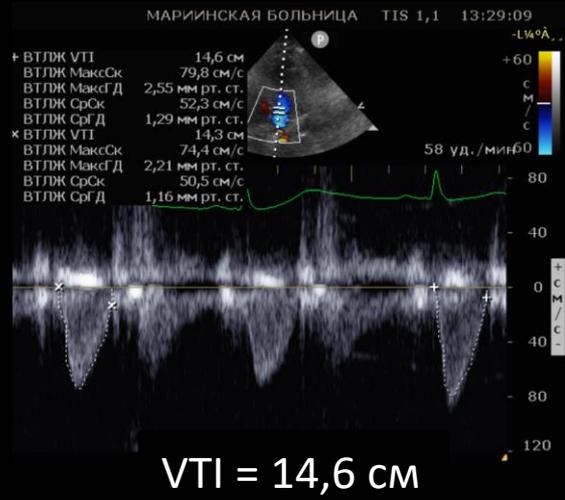
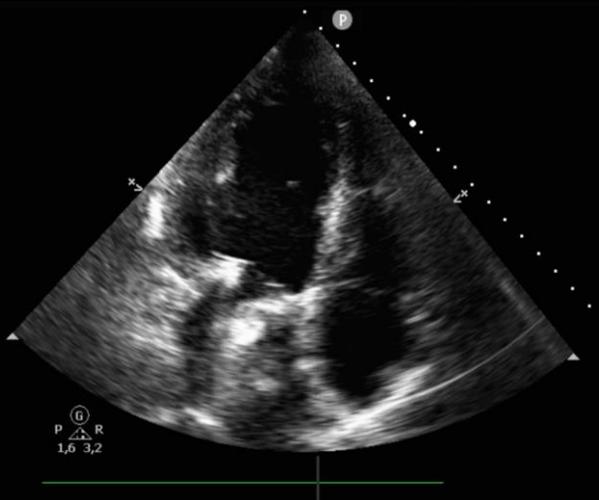
Mean PAP (мм рт.ст.)= Mean Gr TR (мм рт.ст.) + CVP (мм рт.ст.)

Mean PAP (мм рт.ст.)= 0,6 x Peak Gr TR (мм рт.ст.) + CVP (мм рт.ст.)

Aduen JF, et al. J Am Soc Echocardiogr. 2009; 22; 814-819

M. Louis Handoko. A critical appraisal of transpulmonary and diastolic pressure gradients. Physiol Rep. 2016 doi: 10.14814/phy2.12910

J Forrester (H – II)



Системный поток крови:

VTI = 14,6 см;

УО = 60 мл;

СВ = 4,5 л/мин;

D ВТЛЖ = 2,3 см;

ЧСС 75 в мин;

СИ = > 2,5 л/мин/м²;

Преднагрузка левого желудочка:

PeakVel ТМП = 125 см/с;

E/e' = 15;

TDI = 8,0 мм рт.ст.;

ДЛП – 18 Нг;

Преднагрузка правого желудочка:

ЦВД = 10 мм рт.ст.;

Постнагрузка левого желудочка:

СрАД = 75 мм рт.ст.;

ИОПСС = (СрАД – ЦВД)/СИ = 65/2,5 = 26 ед Вуда х м²;

Постнагрузка правого желудочка:

TR PG = 34,7 мм рт.ст.; TR MG = 22,5 мм рт.ст.; MeenG PV = 1 мм рт.ст.;

СрДЛА = ТК MG + ЦВД – MeenG PV = 31,5 мм рт.ст.;

ТПГ = СрДЛА – ДЛП = 31,5 – 18 = 13 мм рт.ст.;

ИЛСС = ТПГ/СИ = 5,2 ед Вуда х м²

ЛСС = ТПГ/СВ = 2,6 ед Вуда

Показатели центральной гемодинамики

ЧСС 75 в мин;

СрАД = 75 мм рт.ст.;

ЦВД = 10 мм рт.ст.;

УО = 60 мл;

СВ = 4,5 л/мин;

СИ = > 2,5 л/мин/м²;

ДЛП = 18 мм рт.ст.;

СрДЛА = 35,5 мм рт.ст.;

ТРГ = 12 мм рт.ст.;

ИОПСС = 26 ЕВуда х м²;

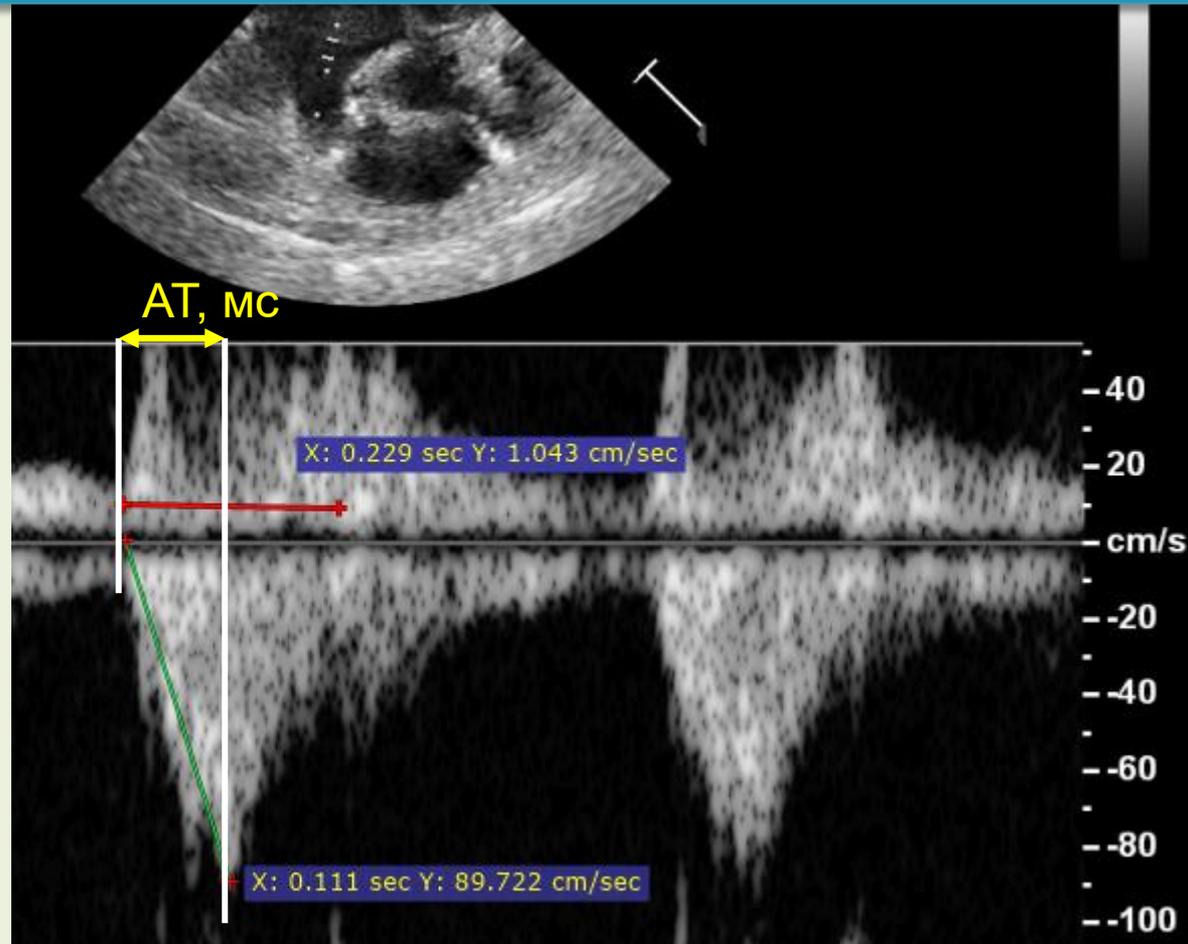
ИЛСС = 5,5 ЕВуда х м²;

ЛСС = 2,5 ЕВуда

Forrester (H – II)

РН II - КомбЛГ

Время ускорения антеградного потока в легочной аортерии



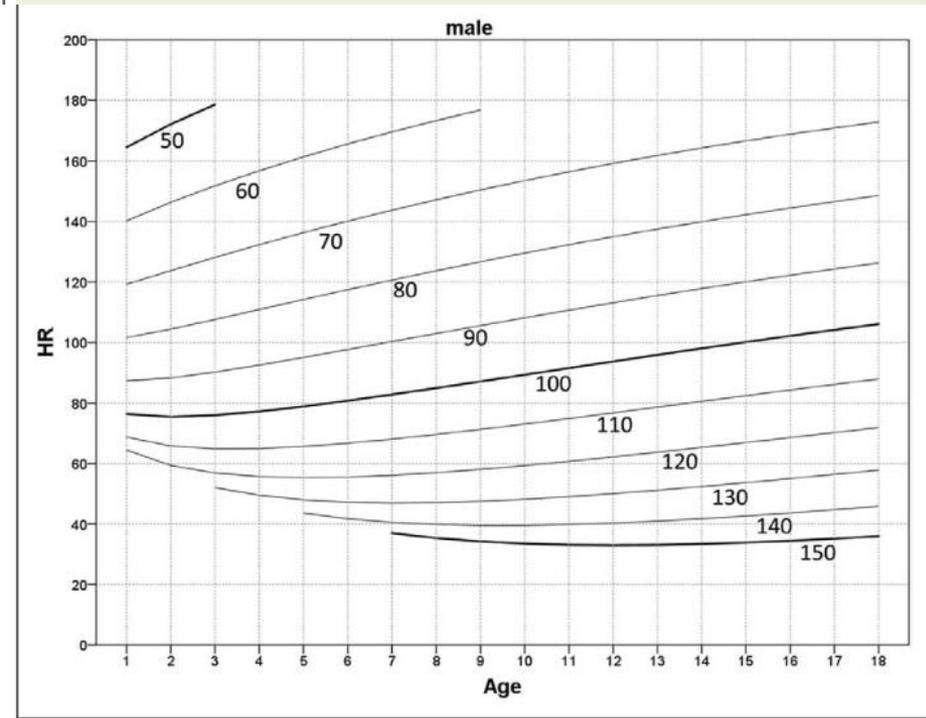
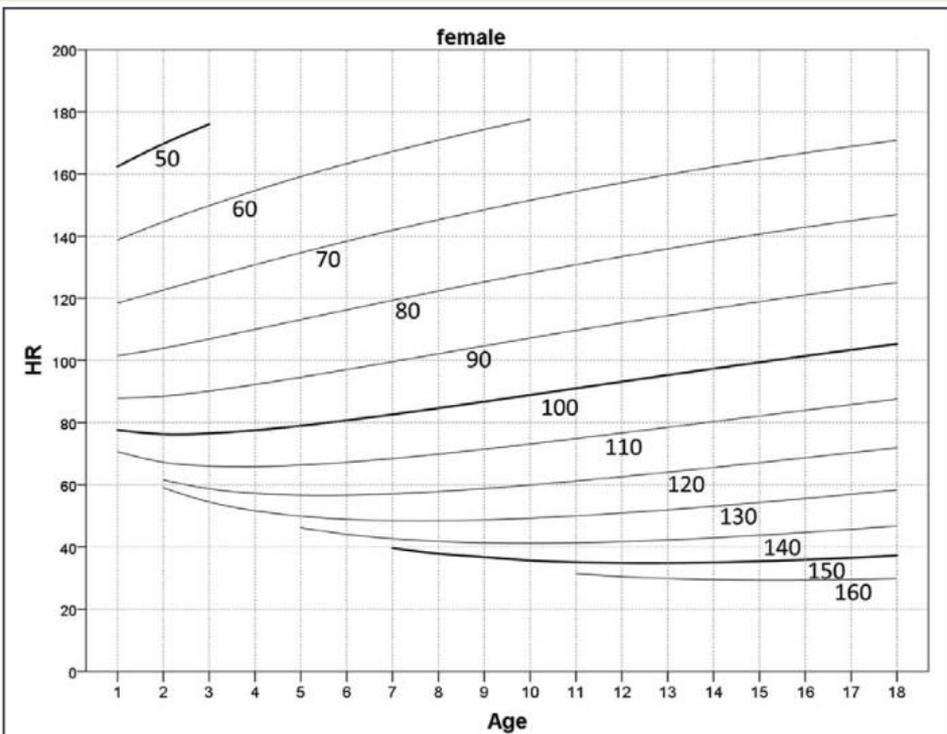
Mahan, 1983

СистДЛА = $79 - (0,45 \times AT)$

Kitabatake, 1983

СрДЛА = $90 - (0,62 \times AT)$

Время ускорения антеградного потока в легочной артерии

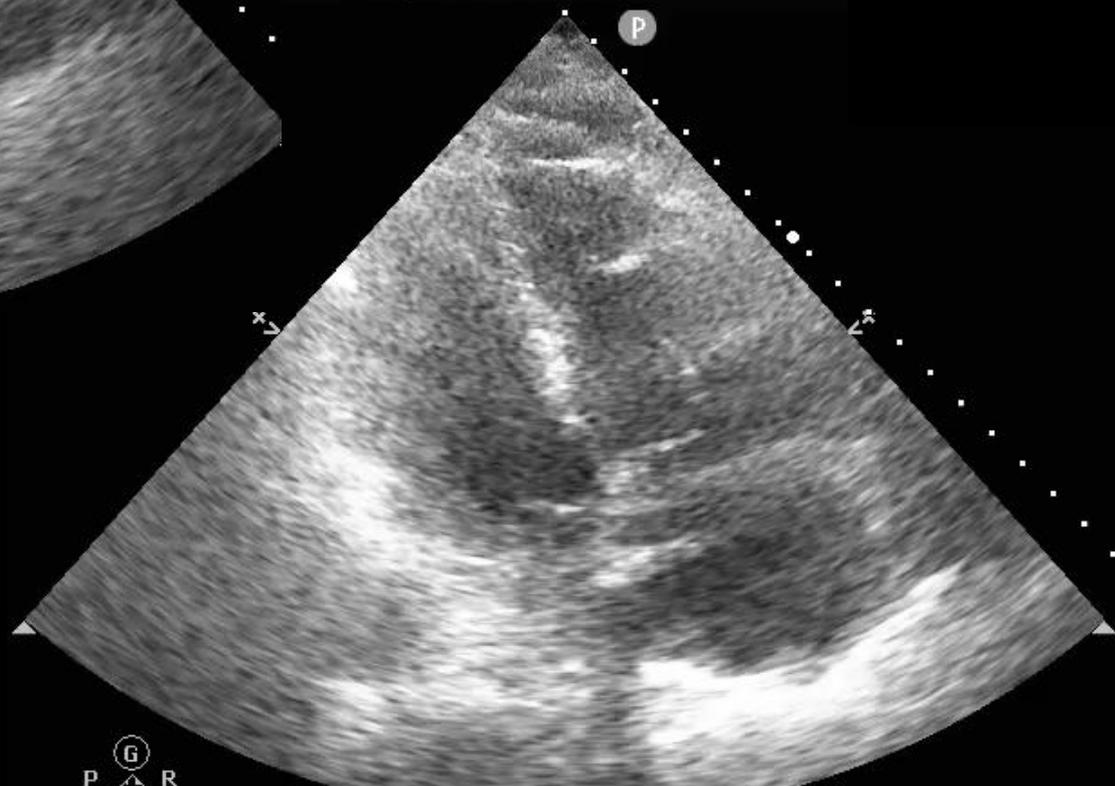
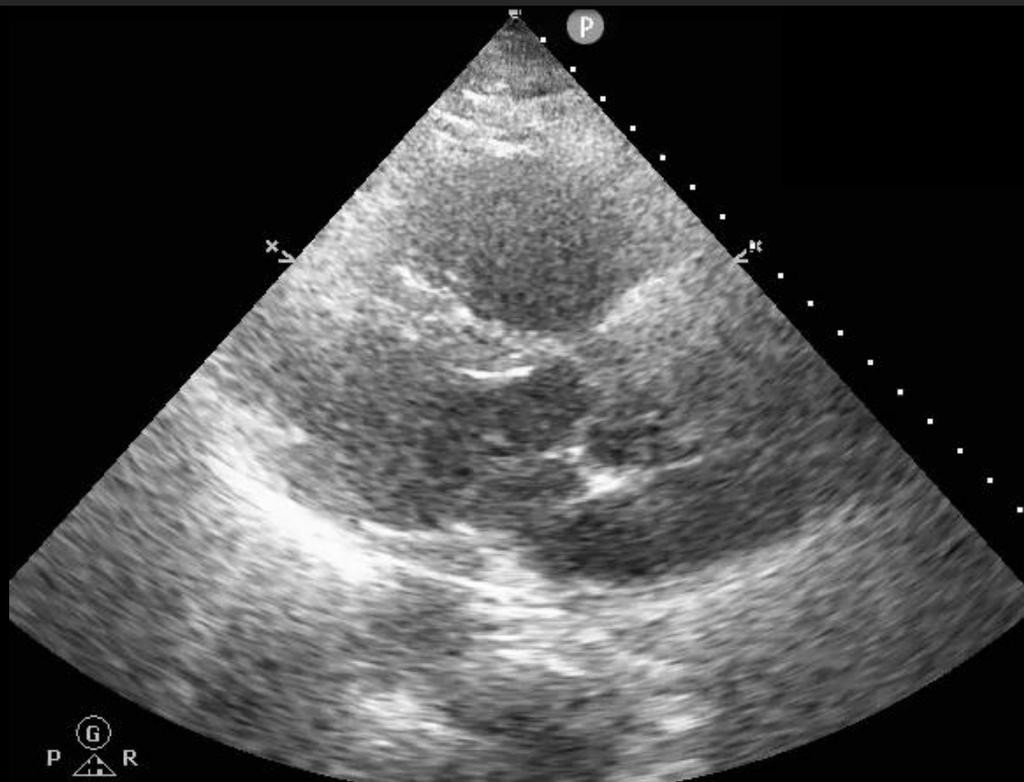


Martin Koestenberger. Normal Reference Values and z Scores of the Pulmonary Artery Acceleration Time in Children and Its Importance for the Assessment of Pulmonary Hypertension. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2017. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.116.005336.

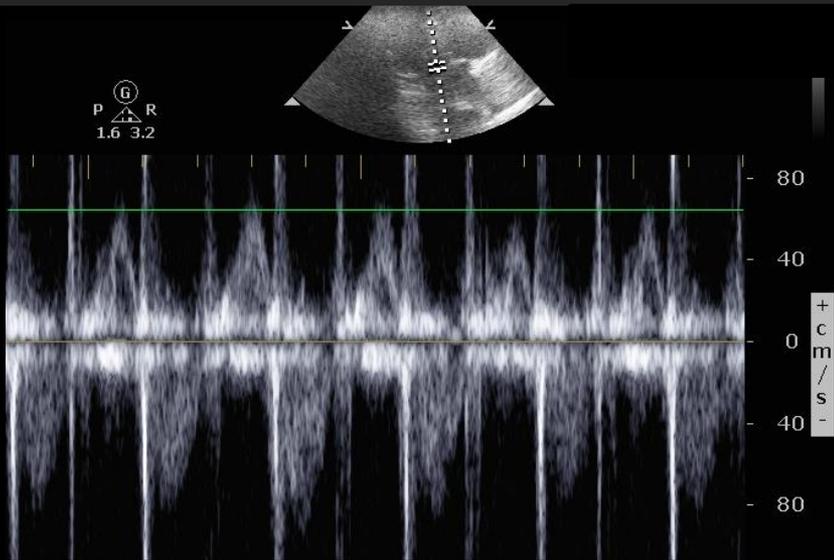
Манифестация ТЭЛА



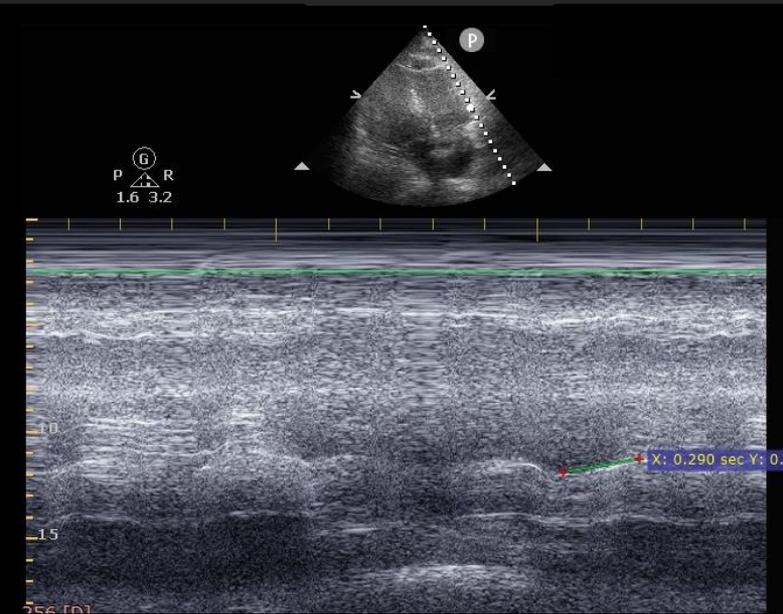
Манифестация ТЭЛА



Манифестация ТЭЛА



VTI – 10 см
УО – 30 мл



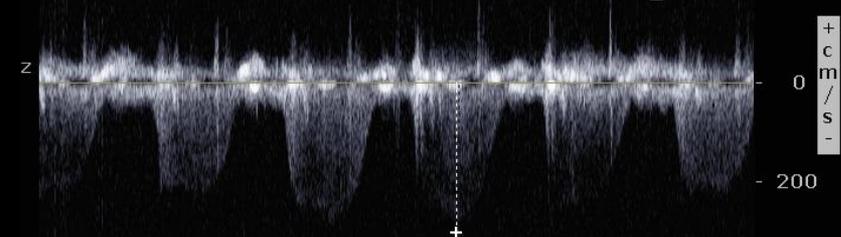
TAPSE – 7 мм



AccT – 40 мс



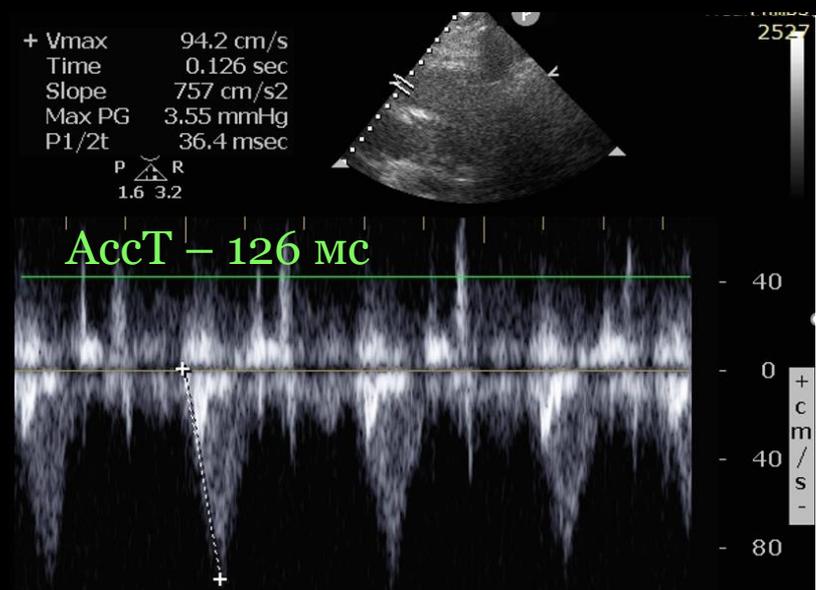
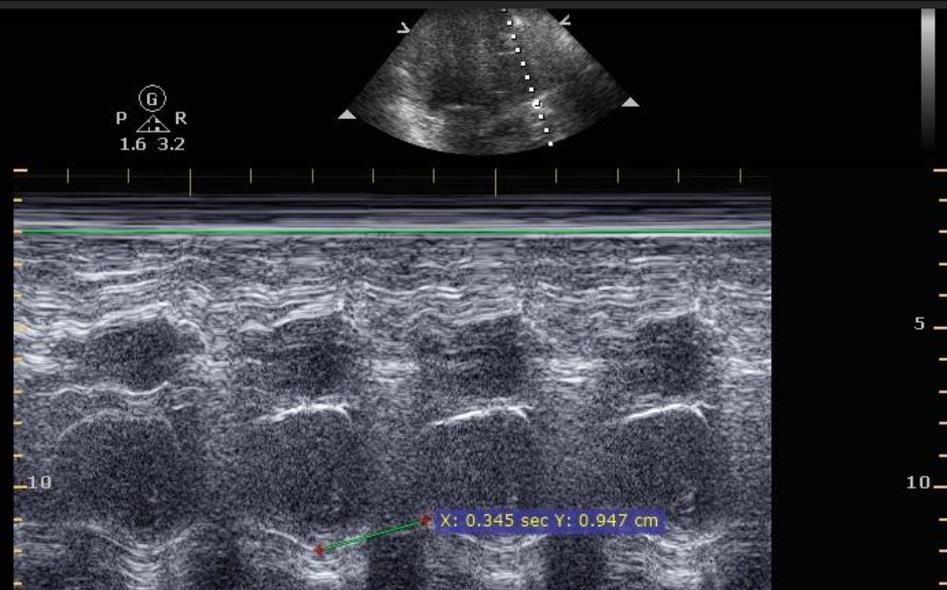
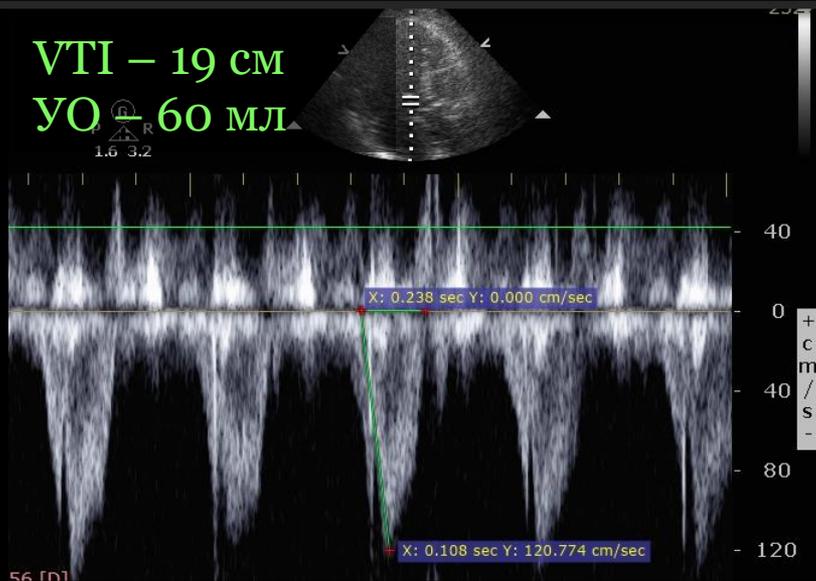
TR PG – 36; TR MG – 22 мм рт.ст.



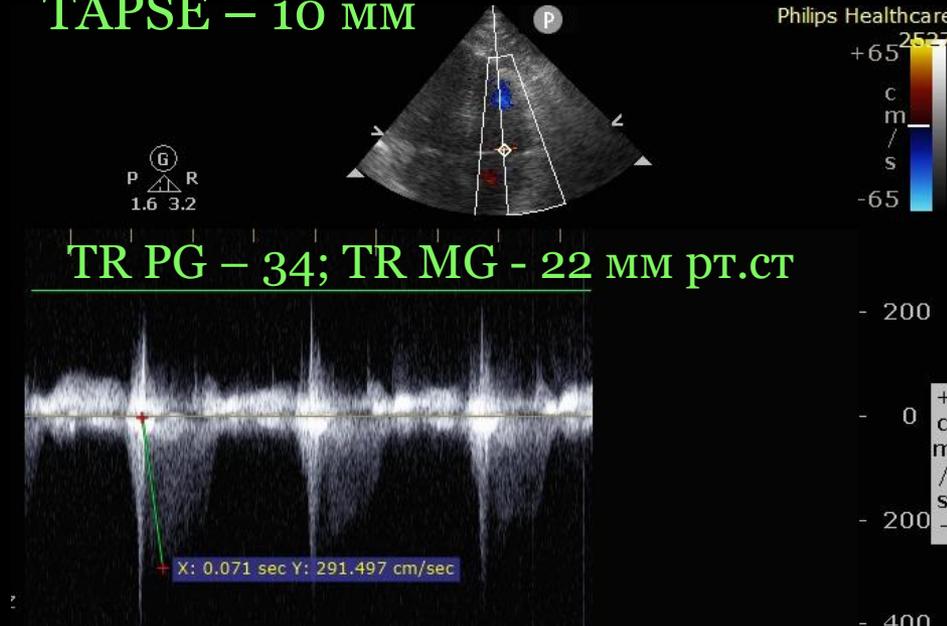
После тромболизиса



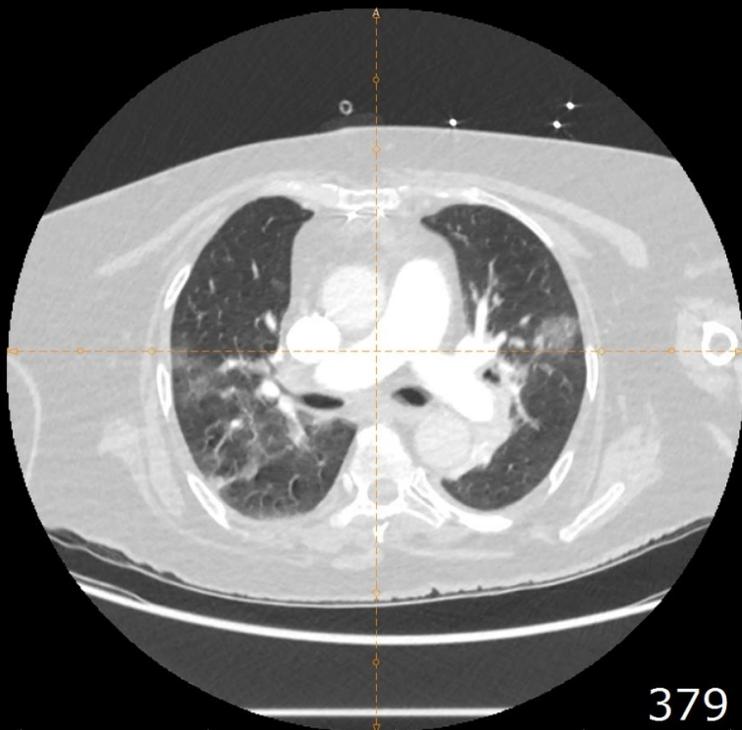
После тромболизиса



TAPSE – 10 mm



После тромболизиса



379

- УО – 60 мл;
- СИ – 2,7 л/мин/м²;
- MGr – 22 мм рт.ст.;
- ЦВД – 5,4 мм рт.ст.;
- СрДЛА 27 мм рт.ст.;
- ДЛП – 12 мм рт.ст.;
- ТПГ – 15 мм рт.ст.;
- ИЛСС = $\text{ТПГ} / \text{СИ} = 15 / 2,7 = 5,5$ ед. Вуда x м²



АсСТ – 126 мс;

СрДЛА – 12 мм рт.ст.

- Формула Kitabatake, 1983:
 $P_{\text{сред. ЛА}} = (0,0068 \times AT) + 2,1$

$P_{\text{сред. ЛА}} = 90 - (0,62 \times AT)$,
где AT-время ускорения.

- Формула Mahan, 1983:
 $P_{\text{ла}} = 79 - (0,45 \times AT)$

$$\text{ИЛСС, Ед. Вуда (мм рт. ст./мин/м2)} = \left(\sqrt{\frac{TR \text{ Peak Gr}}{4}} \times \frac{10}{VTI RVOT} \right) + 0,16$$

$$\text{ДЛШ (мм рт.ст.)} = \left(1,24 \times \frac{E}{e'} \right) + 1,9$$

Syst PAP (мм рт.ст.) = PeakGr TR (мм рт.ст.) + CVP (мм рт.ст.)

Mean PAP (мм рт.ст.) = Mean Gr TR (мм рт.ст.) + CVP (мм рт.ст.)

Mean PAP (мм рт.ст.) = 0,6 x Peak Gr TR (мм рт.ст.) + CVP (мм рт.ст.)

Calculate

SV RVOT(ml) 58.875

SV TV(ml) 61.544

PAPpTR(Hg) 45

MPAPpgTR0,6(Hg) 31

MPAPmgTR(Hg) 30

PsAP(Mah)(Hg) 36.25

PmAP(Kit)(Hg) 31.1

PVRI_Abbas(IWU) 2.625033

PVRI_Kit(IWU) 3.982178

TPG(Hg) 8.635458

LAP(Kit)pvr(Hg) 22.464542

LAP(PG0,6)pvr(Hg) 22.36454

Next calculati



Гемодинамический калькулятор



RuStore

Back

Date	05.09.22	06.09.22	07.09.22
Time	18..00	13.00	13.00
CI	3.29	2.86	2.21
SVLVOT	60.79	64.59	60.79
LAP	18	17	16
PsAP	36.25	34	27.2
PmAP	31.1	28	18.7
IPVR	2.63	2.44	2.21
ISVR	19.76	19.23	31.6
EDV	100	120	120
IEDV	49.2	59.03	59.03
IDO2	397.83	269.78	222
IVO2	258.59	202.33	144
O2ER	65	75	65

Заключение

- Верификация выраженности легочной гипертензии и следующей за ней правожелудочковой недостаточности должна основываться на комплексной параметрической оценке функции правых и левых отделов сердца;
- Современные подходы эхокардиографической оценки позволяют осуществлять необходимый параметрический контроль показателей центральной гемодинамики;
- Эхокардиография не исключает применение инвазивных методов диагностики ЛГ и ПЖН.

И в вопросе что лучше в диагностике ЛГ и ПЖН?

ЭХО КГ или катетер Сван-Ганса?

ответ: «Лучше и то и другое!»

Но показания к инвазивным методам определяет клиническая ситуация.

Спасибо за внимание!



**СПБ ГБУЗ «Городская Мариинская
больница»
Санкт – Петербург, 2024**