

ОЦЕНКА ПРОТЕЗА АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА

**Зенченко Дмитрий
Игоревич**

к.м.н., ассистент кафедры
лучевой, функциональной и
лабораторной диагностики

ОСОБЕННОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

При исследовании должны быть изучены:

- Опорное кольцо протеза
- Запирательный элемент
- Окружающие структуры
- Парастернальные планы оптимизируются для определения размеров ВТЛЖ (определение УО и ЭПО)

ОСОБЕННОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

- При исследовании механических клапанов нередко получается невнятная картинка вследствие реверберации
- Бескаркасные биопротезы могут быть неотличимы от нативных клапанов

Скорость и градиенты

- Допплеровский профиль потока через нормальный аортальный протез подобен потоку через клапан с незначительно выраженным стенозом:
 - ❑ Пиковая скорость >2 m/s
 - ❑ Треугольная форма контура потока
 - ❑ Максимальная скорость потока в ранней систоле

Скорость и градиенты

При увеличении выраженности обструкции протеза отмечается

- Увеличение скорости и градиента
- Увеличение времени изгнания
- Задержка максимальной скорости изгнания в течение систолы.

Скорость и градиенты

Высокие градиенты отмечаются

- На нормально функционирующих протезах при
 - маленьком размере
 - высоком ударном объеме
 - РРМ
- Обструкции протеза
- Напротив, незначительно повышенный градиент при выраженной дисфункции ЛЖ может указывать на значимый стеноз.

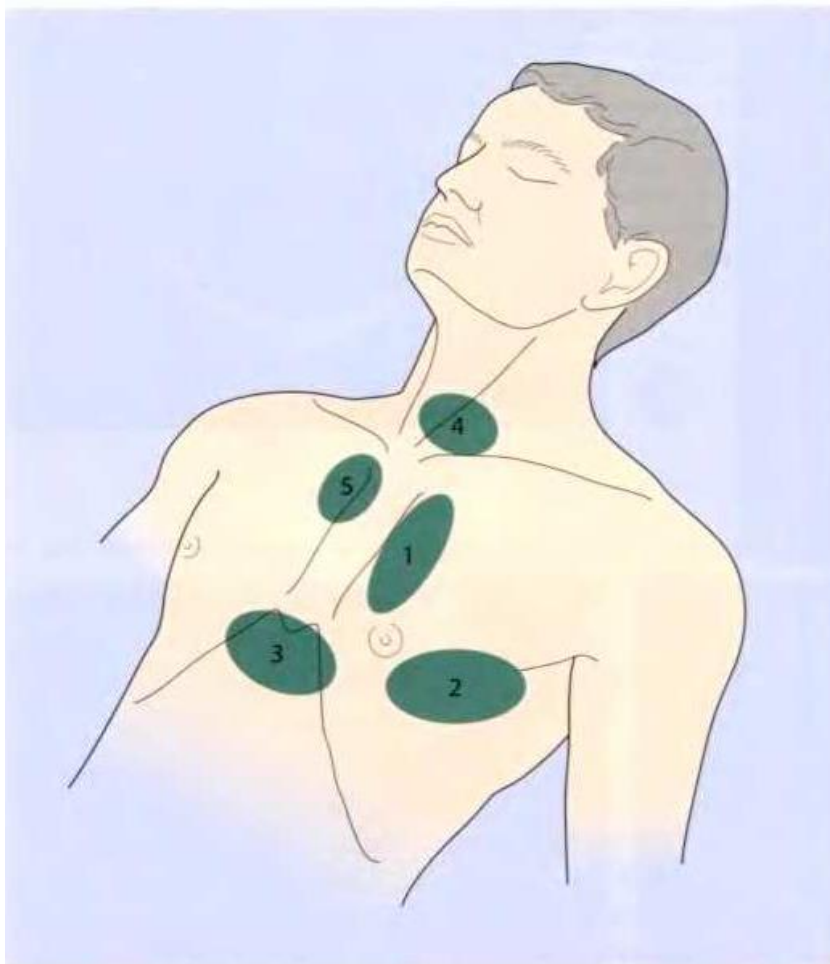
Скорость и градиенты

Т.о., невозможно отличить дисфункцию протеза от нормально работающего в условиях высокого выброса основываясь только на изучении градиента.

Скорость и градиенты

- При скорости в ВТЛЖ >2 m/s необходимо исключать динамическую или фиксированную обструкцию ниже клапана.
- Для минимизации погрешности, связанной с углом исследования необходимо, как и при аортальном стенозе, проводить исследование из многих позиций.

Акустические окна



Стандартные эхокардиографические доступы. Приблизительное расположение эходоступов показано зеленым цветом. Попробуйте получить наилучшее изображение из разных межреберных промежутков. (1) – левый парастеральный; (2) – апикальный; (3) – субкостальный; (4) – супрастеральный; (5) – правый парастеральный.

Скорость и градиенты

- Измерения транспротезной скорости и градиентов *всегда* проводится из позиции, где они максимальны.

Table 4 Doppler echocardiographic evaluation of prosthetic aortic valves

	Parameter
Doppler echocardiography of the valve	Peak velocity/gradient Mean gradient Contour of the jet velocity; AT DVI EOA Presence, location, and severity of regurgitation
Pertinent cardiac chambers	LV size, function, and hypertrophy

- Контур потока крови через протез качественный, но важный показатель функции клапана, который используется совместно с количественными показателями.
- При нормальном протезе, даже при высоком потоке, имеется треугольный контур потока, с ранним пиком скорости и коротким временем ускорения (АТ; время от начала потока до максимальной скорости), подобно незначительному аортальному стенозу.

При обструкции аортального протеза

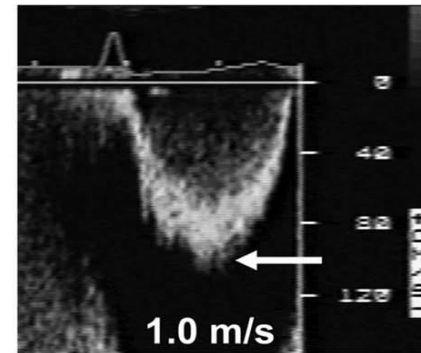
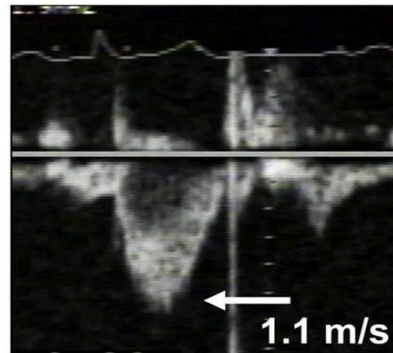
- имеется более круглый контур скорости,
- пик скорости в середине потока изгнания
- удлиняется АТ
- удлиняется время изгнания (ЕТ)
- увеличивается соотношение АТ/ЕТ

- Граница между нормальным и протезом стенозированным протезом для АТ - 100 ms
- Соотношение АТ/ЕТ > 0.4 также указывает на стеноз протеза.

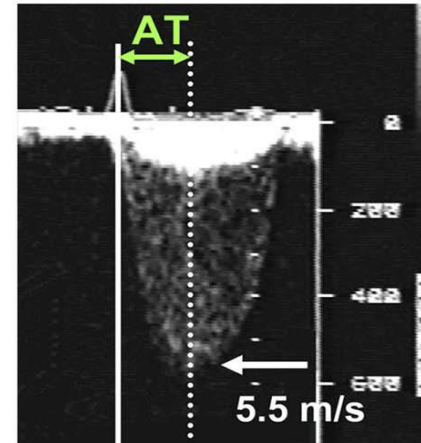
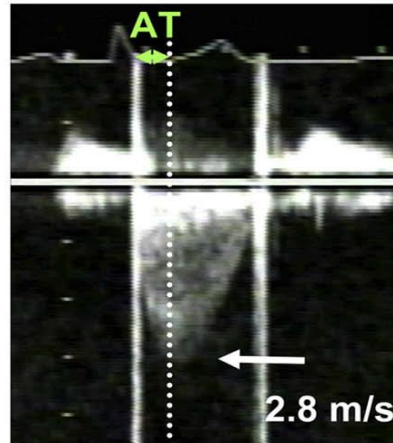
Normal

Obstructed

**Pulsed Doppler
LVO**



**CW Doppler
Prosthetic AV**



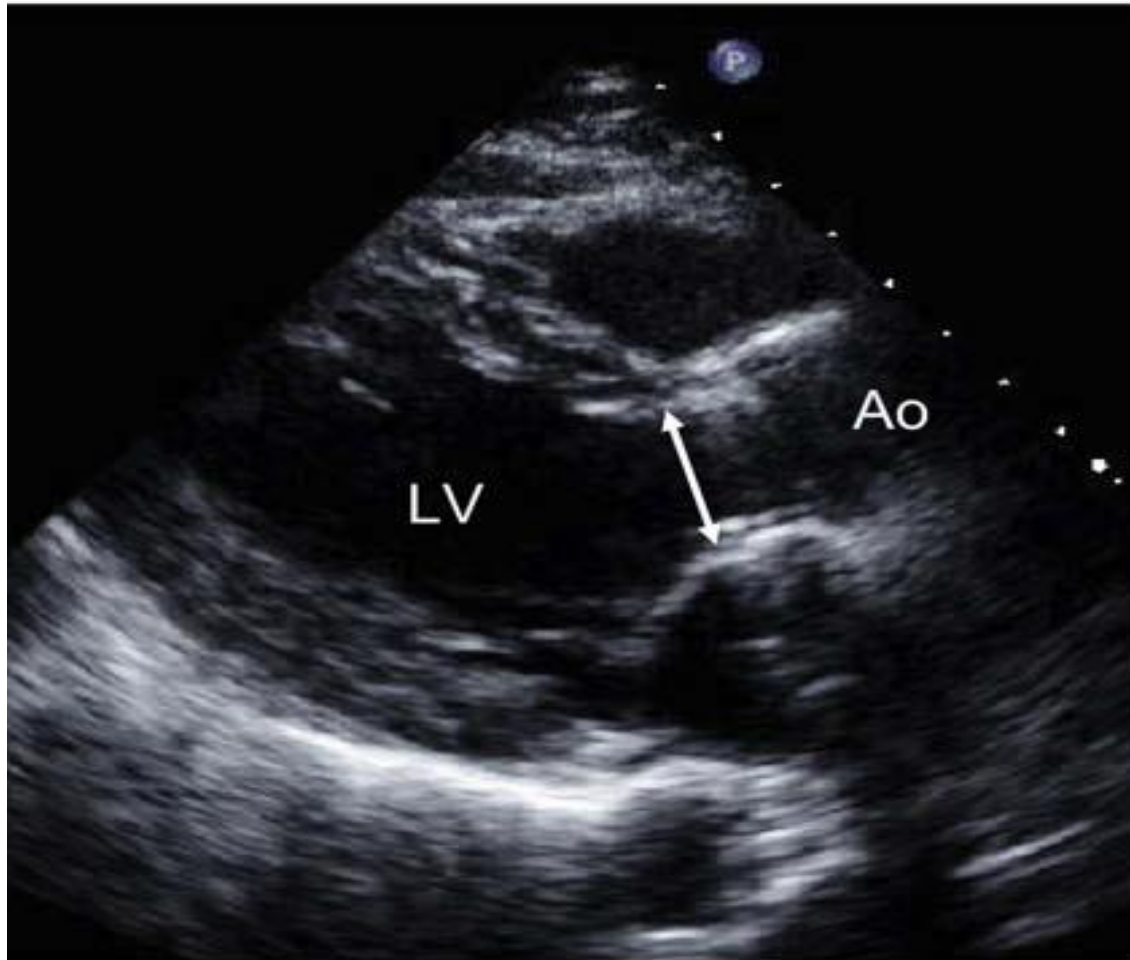
**MG = 22 mmHg
DVI = 0.4
AT = 75 ms**

**MG = 80 mmHg
DVI = 0.18
AT = 180 ms**

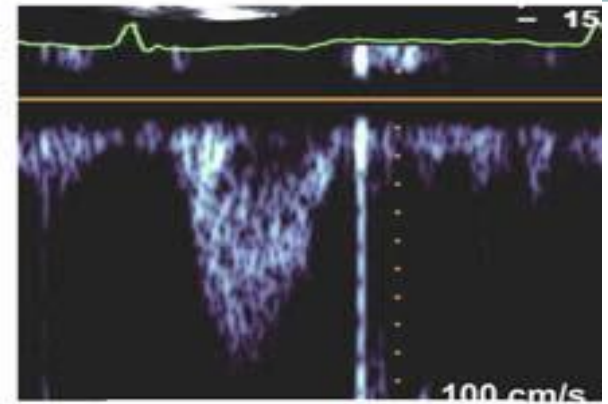
Doppler recordings of a normal and obstructed prosthetic valve in the aortic position. With obstruction, the velocity of the jet is increased along with changes in the contour of the jet velocity to that of a parabolic, late peaking profile. The ET as well as the AT is increased. AT (in milliseconds) is measured as the duration from the onset of aortic ejection (solid line) to the maximal jet velocity (dotted line). Mean gradient (MG) is increased and the DVI is decreased with prosthetic

Эффективная площадь отверстия (ЭПО)

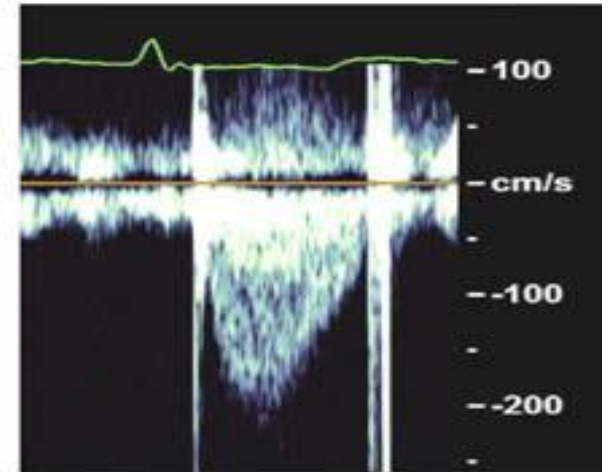
- ЕОА. Эффективная площадь отверстия. ЭПО протеза лучше отражает его функцию, чем только градиент.
- ЭПО вычисляется по формуле:
- $\text{ЭПО} = \text{УДАРНЫЙ ОБЪЕМ} / \text{VTIPrV}$
- Где VTIPrV получен CW доплером из 5-камерной позиции или апикальной длинной оси ЛЖ, УО – рассчитан как площадь выносящего тракта непосредственно под аортальным протезом умноженная на $\text{VTI}_{\text{вЛЖ}}$ полученный оттуда же PW.



PW Doppler LVO



CW Doppler



$$\text{Effective Orifice Area} = \frac{\text{CSA}_{\text{LVO}} \times \text{VTI}_{\text{LVO}}}{\text{VTI}_{\text{JET}}}$$

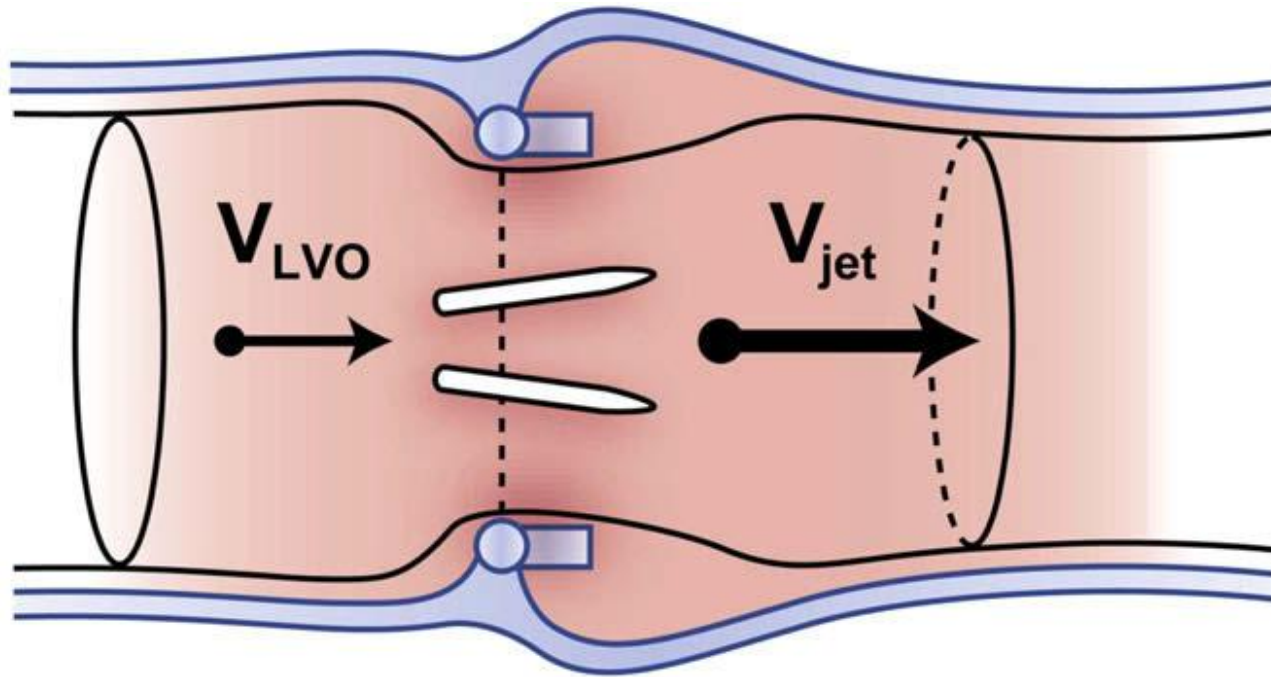
- При регистрации потока в выносящем тракте необходимо избегать региона подклапанного ускорения (обычно контрольный объем располагается в пределах 0,5 – 1,0 см под клапаном)
- Форма доплеровского спектра должна быть гладкой, с минимальным спектральным расширением.

- ЕОА должна быть связана с размером определенного типа клапана.
- Для клапанов любого размера значимый стеноз подозревается когда его площадь < 0.8 см².

Допплеровский индекс (DVI)

- DVI это безразмерное отношение проксимальной скорости в ВТЛЖ к скорости потока на протезе:

- $$DVI = V_{LVO} / V_{PrAV}$$



$$\text{Doppler Velocity Index} = \frac{\text{Velocity}_{\text{LVO}}}{\text{Velocity}_{\text{jet}}}$$

Schematic representation of the concept of the DVI.

Velocity across the prosthesis is accelerated through the jet from the LVO tract. DVI is the ratio velocity in the LVO (V_{lvo}) to that of the jet (V_{jet})

Допплеровский индекс (DVI)

- DVI может быть полезным, для выявления дисфункции клапана, особенно когда размер DNК: не может быть измерен или размер клапана неизвестен..
- При $DVI < 0.25$ значимый стеноз протезированного клапана очень вероятен

- Как и ЭПО, DVI не зависит от большого объемного кровотока через клапан, включая регургитацию,
- (скорость кровотока и градиент зависят)

Диагностика стеноза протеза аортального клапана.

- Появление нового шума и новых симптомов СН у пациента с Ао протезом повод для срочного проведения ЭхоКГ.
- Первое подозрение на протезный стеноз возникает при проведении рутинного обследования, когда выявляется ненормальное повышение скорости кровотока на протезе.
- Только повышение скорости кровотока не является доказательством и м.б. вторичным (высокий выброс. PRM).
- Высокий градиент может не определяться у пациентов с протезной дисфункцией и низким сердечным выбросом.
- Допплеровские градиенты м.б. преувеличены в двустворчатых механических клапанах за счет эффекта восстановления давления.

Table 5 Doppler parameters of prosthetic aortic valve function in mechanical and stented biologic valves*

Parameter	Normal	Possible stenosis	Suggests significant stenosis
Peak velocity (m/s) [†]	<3	3-4	>4
Mean gradient (mm Hg) [†]	<20	20-35	>35
DVI	≥0.30	0.29-0.25	<0.25
EOA (cm ²)	>1.2	1.2-0.8	<0.8
Contour of the jet velocity through the PrAV	Triangular, early peaking	Triangular to intermediate	Rounded, symmetrical contour
AT (ms)	<80	80-100	>100

PrAV, Prosthetic aortic valve.

*In conditions of normal or near normal stroke volume (50-70 mL) through the aortic valve.

†These parameters are more affected by flow, including concomitant AR.

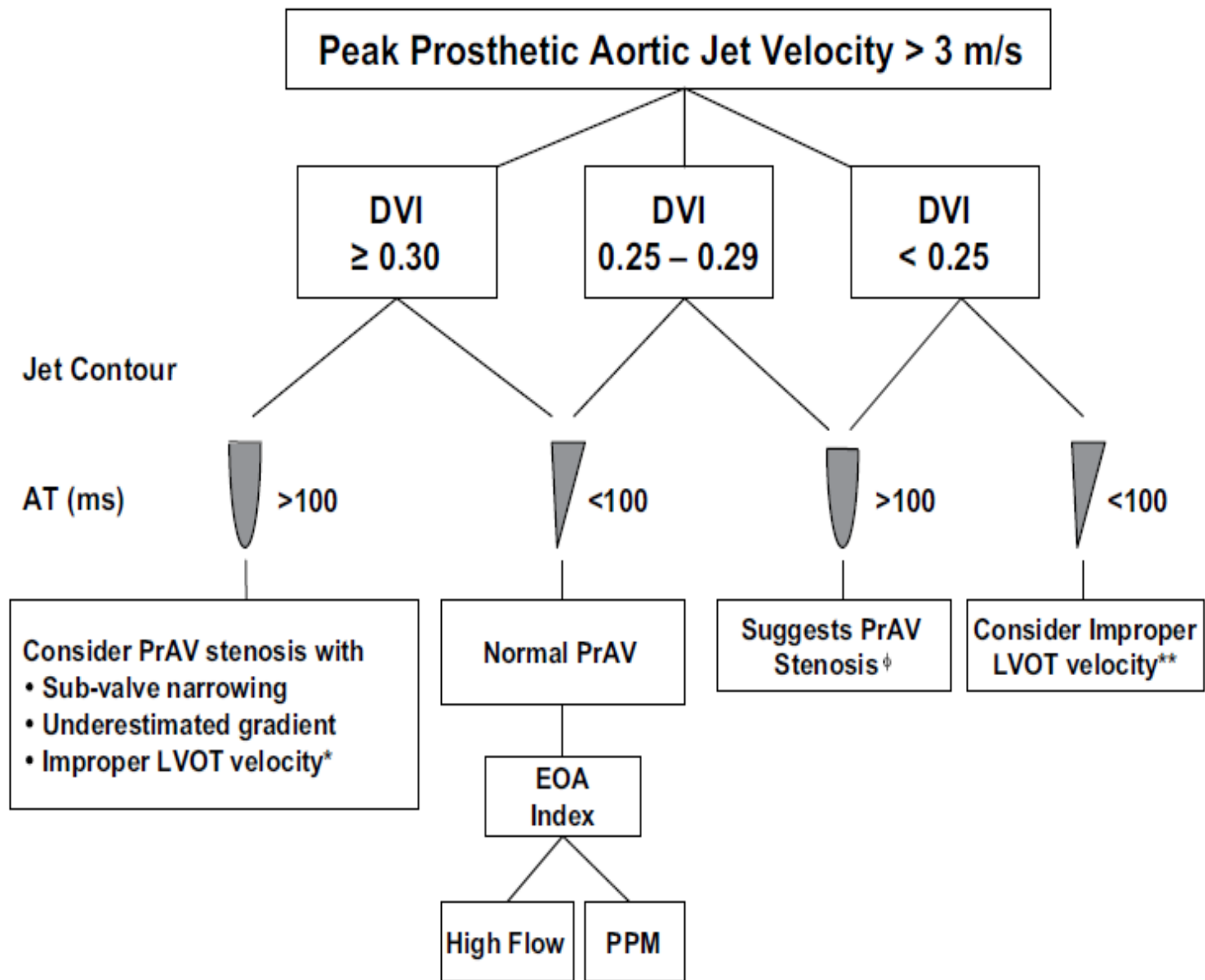


Figure 10 Algorithm for evaluation of elevated peak prosthetic aortic jet velocity incorporating DVI, jet contour, and AT. *PW Doppler sample too close to the valve (particularly when jet velocity by CW Doppler is ≥ 4 m/s). **PW Doppler sample too far (apical) from the valve (particularly when jet velocity is 3-3.9 m/s). †Stenosis further substantiated by EOA derivation compared with reference values if valve type and size are known. Fluoroscopy and TEE are helpful for further assessment, particularly in bileaflet valves. AVR, Aortic valve replacement.

- Если после проведения ТТ ЭхоКГ стеноз протеза остается под вопросом необходимо проведение ЧпЭхоКГ и/или КТ.

Регургитация на протезе Ао клапана

- ТТЕ применяется для определения как транс-, так и парапротезной регургитации.
- Оптимальные изображения для выявления регургитации получаются из парастеральной позиции (длинная и короткая ось), апикальной позиция длинной оси и 5-камерной позиции.

- Незначительная регургитация определяется как узкий турбулентный поток не превышающий по размерам 25% диаметра ЛВОТ.
- Более широкие потоки классифицируются как умеренная или тяжелая регургитация в зависимости от других критериев (РНТ, голодиастолический реверстный поток в нисходящей аорте)..

Table 6 Parameters for evaluation of the severity of prosthetic aortic valve regurgitation

Parameter	Mild	Moderate	Severe
Valve structure and motion			
Mechanical or bioprosthetic	Usually normal	Abnormal [†]	Abnormal [†]
Structural parameters			
LV size	Normal [‡]	Normal or mildly dilated [‡]	Dilated [‡]
Doppler parameters (qualitative or semiquantitative)			
Jet width in central jets (% LVO diameter): color*	Narrow ($\leq 25\%$)	Intermediate (26%-64%)	Large ($\geq 65\%$)
Jet density: CW Doppler	Incomplete or faint	Dense	Dense
Jet deceleration rate (PHT, ms): CW Doppler [§]	Slow (> 500)	Variable (200-500)	Steep (< 200)
LVO flow vs pulmonary flow: PW Doppler	Slightly increased	Intermediate	Greatly increased
Diastolic flow reversal in the descending aorta: PW Doppler	Absent or brief early diastolic	Intermediate	Prominent, holodiastolic
Doppler parameters (quantitative)			
Regurgitant volume (mL/beat)	< 30	30-59	> 60
Regurgitant fraction (%)	< 30	30-50	> 50

PHT, Pressure half-time.

*Parameter applicable to central jets and is less accurate in eccentric jets; Nyquist limit of 50 to 60 cm/s.

[†]Abnormal mechanical valves, for example, immobile occluder (valvular regurgitation), dehiscence or rocking (paravalvular regurgitation); abnormal biologic valves, for example, leaflet thickening or prolapse (valvular), dehiscence or rocking (paravalvular regurgitation).

[‡]Applies to chronic, late postoperative AR in the absence of other etiologies.

[§]Influenced by LV compliance.

Color Doppler.

- Оценка компонентов Ao регургитации, места ее происхождения и направления необходимы для ее точной оценки.
- с некоторыми оговорками, применяются те же критерии, что и для оценки регургитации на нативном клапане.

Парапротезная регургитация

- ❑ В отличие от нативных клапанов, точное измерение VC невозможно.
- ❑ Полуколичественная оценка:
- ❑ $<10\%$ от периметра кольца клапана соответствует о незначительной, $10\% - 20\%$ - умеренной, больше - тяжелой A_0 регургитации.
- ❑ Патологическая подвижность протеза (Rocking) наблюдается обычно при отрыве $>40\%$ периметра..

3. Role of TEE in Prosthetic AR

An Integrative Approach in Evaluating Prosthetic AR.

- ❑ Оценка протезной АР значительно сложнее, чем при нативном клапане.
- ❑ Процесс градации тяжести регургитации д.б. исчерпывающим и интегративным с использованием качественных и полуколичественных показателей. Если АР при этом однозначно определяется как незначительная или менее, другие расчеты не требуются.
- ❑ Если есть параметры, указывающие на более чем легкую АР и они поддаются количественной оценке, желательно оценить количественно степень АР, в том числе рассчитывая объем регургитации и фракцию.

- Если данные являются противоречивыми, надо внимательно посмотреть на технические и физиологические причины, объясняющие эти расхождения и полагаться на те, которые имеют лучшее качество и наиболее точны, учитывая наличие протезированного клапана и клиническое состояние.