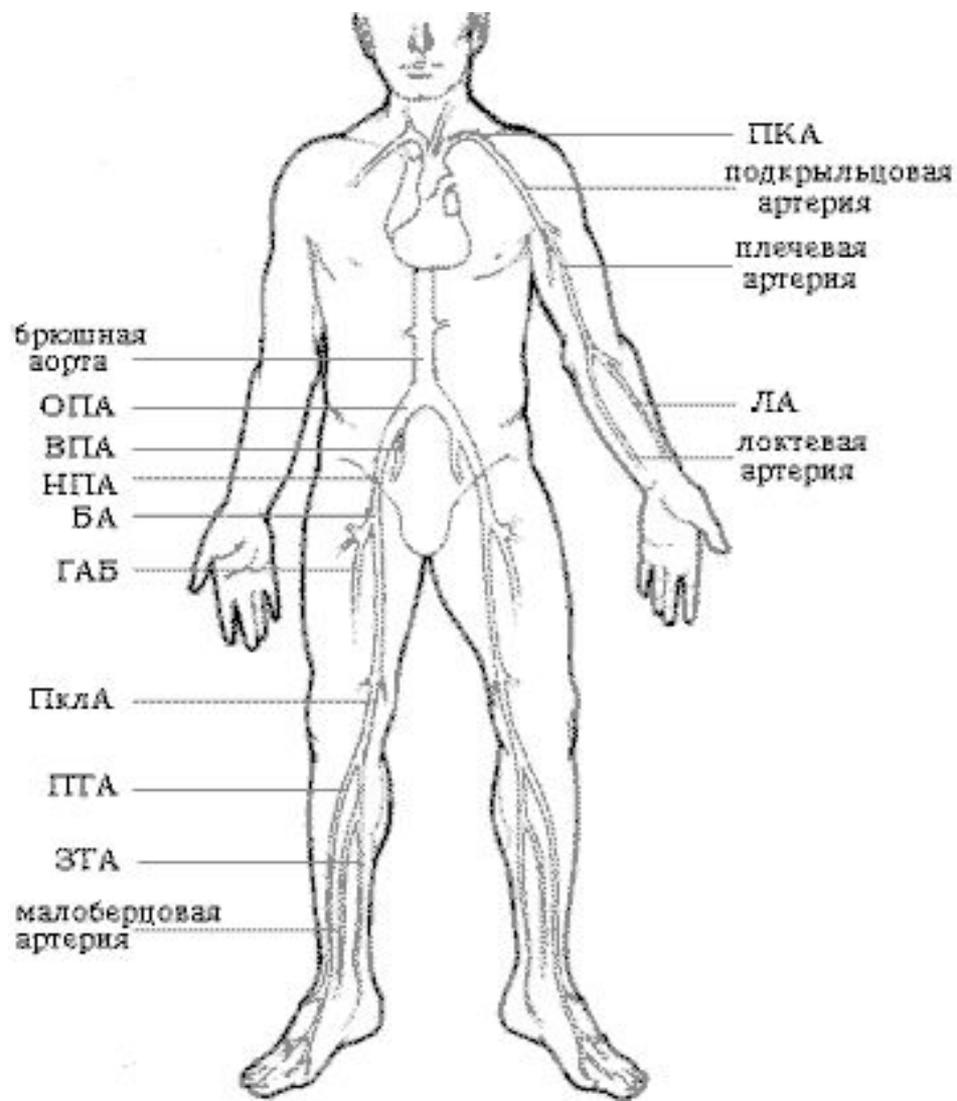


Схема строения артериальной системы конечностей



Артериальную систему нижних конечностей принято разделять на три основных сегмента:

**аорто-подвздошный сегмент,
включающий:**

- дистальный отдел брюшной аорты, зону ее бифуркации;**
- общие подвздошные артерии;**
- наружные подвздошные артерии.**

Бедренно-подколенный сегмент,
распространяющийся от уровня паховой
складки до коленного сгиба и
включающий:

- общую бедренную артерию,
ее бифуркацию;
- поверхностную бедренную артерию;
- глубокую артерию бедра;
- подколенную артерию.

сегмент артерий голени

- от уровня трифуркации подколенной артерии до дистальных отделов артерий голени и стопы, включающий:
 - заднюю большеберцовую артерию;
 - переднюю большеберцовую артерию;
 - малоберцовую артерию;
 - артерию тыла стопы.

Аорто-подвздошный сегмент.

- **БА заканчивается делением в области бифуркации на две общие подвздошные артерии.**
- **Каждая из ОПА, не отдавая каких-либо ветвей, на расстоянии примерно 5 см от бифуркации разделяется на наружную и внутреннюю подвздошные артерии.**

Бедренно-нодколенный сегмент

- **НПА, отдав две важные для коллатерального кровообращения ветви (нижнюю надчревную и глубокую артерию, огибающую подвздошную кость), переходят на уровне пупартовой связки в ОБА.**
- **ОБА на 4 см ниже пупартовой связки делится на ПБА и ГБА.**

- **ПБА продолжается в дистальные отделы бедра без деления до уровня гунтерова канала. Покидая канал, ПБА на 3-4 см выше медиального надмыщелка бедренной кости переходит в подколенную артерию.**
- **ГБА направляется заднее-латерально от устья и заканчивается в дистальной трети бедра 4 перфорантными артериями.**

Голенной сегмент.

- **ПкЛА спускается вниз и на уровне щели коленного сустава или ниже ее делится на переднюю большеберцовую и берцовоперонеальный ствол. ПкЛА по ходу отдает две или три мышечные ветви, ветви к костным и мягким тканям коленного сустава, участвующих в формировании коллатерального кровообращения.**

- **ПББА** проходит в передне-латеральном направлении, располагаясь в дистальном своем отделе по передней поверхности большеберцовой кости, и после пересечения лодыжки становится артерией тыла стопы (АТС).
- Берцово-перонеальный ствол делится на заднюю ББА и малоберцовую артерию (МБА).
- Все три артерии: ПББА, ЗББА, МБА отдают мышечные, коммуникантные и перфорантные ветви, хорошо анастомозирующие между собой.

Система плантарного кровообращения

- **Концевые отделы ПББА и ЗББА образуют систему плантарного кровообращения. ЗББА в пяточном канале распадается на две ветви: медиальную и латеральную подошвенные артерии. Медиальная кровоснабжает медиальную поверхность стопы, а латеральная анастомозирует с глубоким подошвенным разветвлением АТС, образуя подошвенную дугу.**
- **АТС располагается от середины межлодыжечного пространства в первом межкостном промежутке.**

- Таким образом, прямым источником кровоснабжения нижней конечности является НПА, ниже пупартовой связки переходящая в бедренную, и три сосуда обеспечивают кровоснабжение голени, из которых два (ПББА и ЗББА) кровоснабжают стопу.

Коллатеральное кровообращение при поражении артерий нижних конечностей

- Окклюзирующие поражения различных сегментов артериальной системы нижних конечностей, как и любых других артериальных систем, приводят к развитию компенсаторного коллатерального кровообращения. Анатомические предпосылки его развития заложены в самом строении артериальной сети нижней конечности.**

- **Различают внутрисистемные анастомозы, то есть анастомозы, соединяющие ветви одной крупной артерии, и межсистемные, то есть анастомозы между ветвями различных сосудов.**

- **При поражении НПА в любом участке до уровня отхождения двух ее ветвей - нижней надчревной и глубокой артерии, окружающей подвздошную кость, коллатеральное кровоснабжение осуществляется через межсистемные анастомозы между ветвями этих артерий и ВПА (подвздошно-поясничная, запираательная, поверхностная и глубокая ягодичные артерии).**

- **При поражении БА, ветви ГБА широко анастомозируют с проксимальными ветвями ПкЛА и составляют наиболее важный окольный путь.**

- **При поражении ПкЛА важнейшие межсистемные анастомозы образуются между ее ветвями и ПББА (сеть коленного сустава). Кроме того, ветви ПкЛА к задней группе мышц голени и ее ветви к коленному суставу образуют богатую коллатеральную сеть с ветвями ГБА.**

- Тем не менее, коллатеральные перетоки в системе ПкЛА не столь полноценно осуществляют компенсацию кровообращения, как в системе БА, поскольку коллатеральная компенсация в любой из сосудистых систем при дистальных ее поражениях всегда менее эффективна, чем при проксимальных.

- **Этому же правилу отвечает коллатеральная компенсация при поражении тиббиальных артерий. Широко анастомозируют на стопе терминальные ветви ЗББА и ПББА. В стопе тыльная поверхность кровоснабжается конечными ветвями ПББА, а подошвенная поверхность – ветвями ЗББА, между ними существуют многочисленные перфорантные артерии, осуществляющие необходимую компенсацию кровообращения при поражении одной из тиббиальных артерий.**

- Тем не менее, дистальное поражение ветвей ПкЛА часто приводит к тяжелой ишемии, трудно поддающейся лечению.
- Выраженность ишемии нижней конечности определяется, с одной стороны, уровнем окклюзии (чем выше уровень окклюзии, тем более совершенно коллатеральное кровообращение) и, с другой стороны, степенью развития коллатерального кровообращения при одинаковом уровне поражения.

Методика исследования артерий нижних конечностей

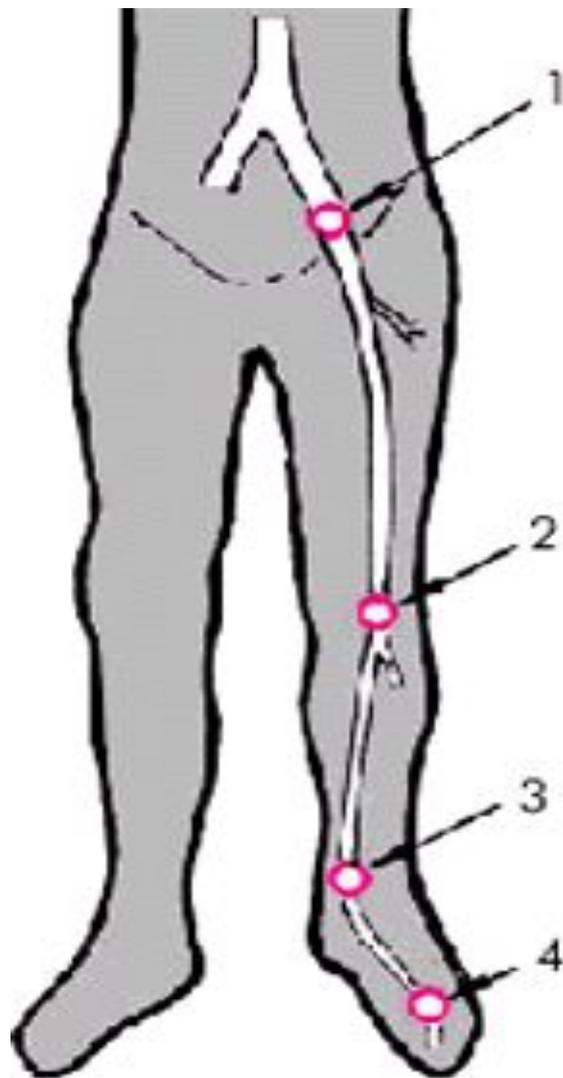
- При исследовании артерий нижних конечностей оценивают их состояние не на всем протяжении, а в нескольких стандартных диагностических точках, в которых артерии располагаются наиболее поверхностно и имеют относительно постоянные анатомические ориентиры.**

Для артерий нижних конечностей стандартными диагностическими точками являются:

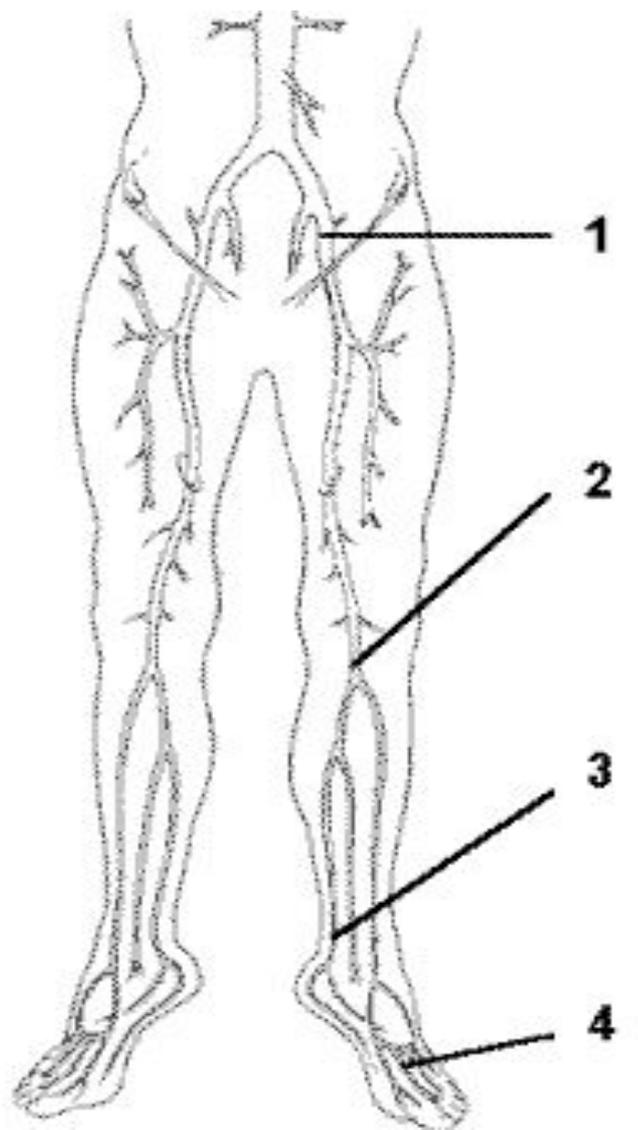
- дистальный отдел брюшной аорты, устья общих подвздошных артерий;**
- общая бедренная артерия, зона ее бифуркации, устья поверхностной и глубокой бедренных артерий в области паховой складки;**
- подколенная артерия в подколенной ямке;**

- **дистальный отдел задней большеберцовой артерии кзади от медиальной лодыжки;**
- **передняя большеберцовая артерия кпереди от латеральной лодыжки;**
- **тыльная артерия стопы в области I-го межпальцевого промежутка.**

Стандартные точки локации артерий нижних конечностей



Стандартные точки сканирования артерий нижних конечностей



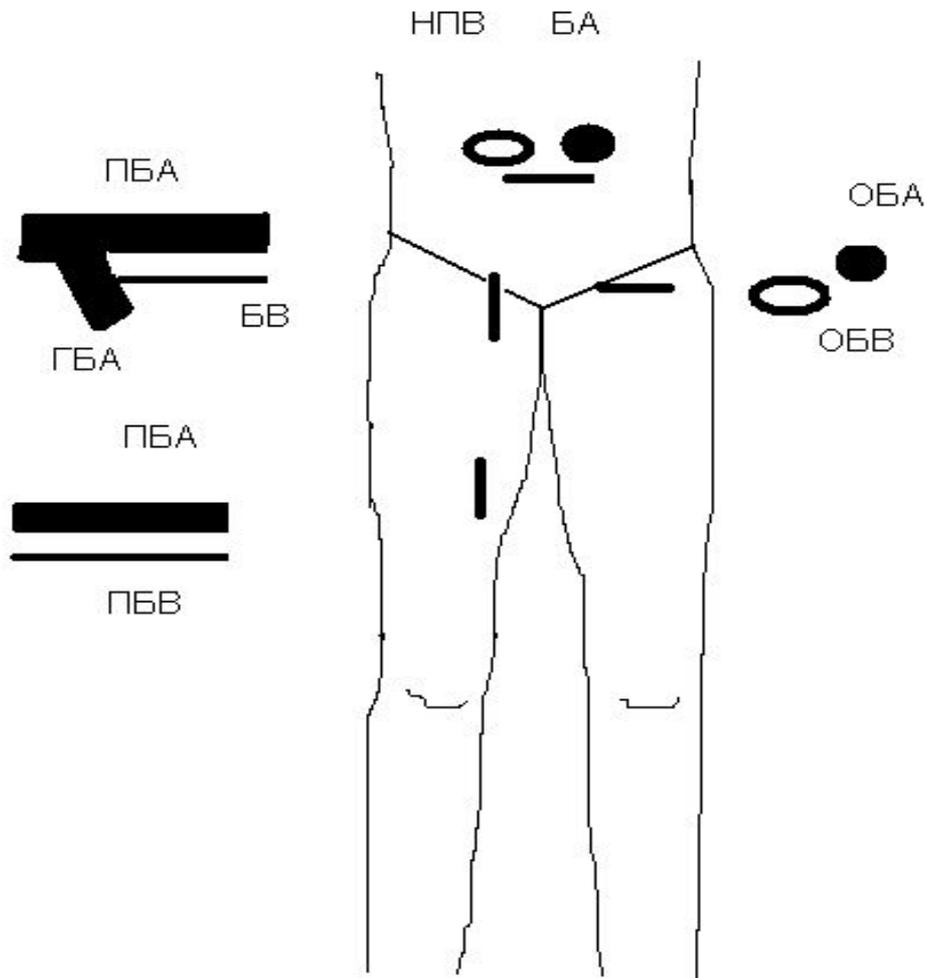
Исследование аорты, подвздошных артерий, бедренных артерий и артерий голени проводится в положении «лежа на спине», а исследование подколенных артерий – в положении «лежа на животе». Возможно исследование подколенных артерий в положении «лежа на спине» и слегка согнутых в коленном суставе конечностях.

- **Исследование артерий нижних конечностей начинают с визуализации дистального отдела брюшной аорты, общих, наружных и внутренних подвздошных артерий, расположенных в брюшной полости. Обследование проводится датчиком конвексного типа с частотой 2,5- 5 МГц, оптимальная частота сканирования 3,5-5 МГц. Исследование проводится натошак. Для визуализации дистального отдела брюшной аорты датчик располагается в точке проекции бифуркации на переднюю брюшную стенку (на уровне пупка или 1-2 см ниже).**

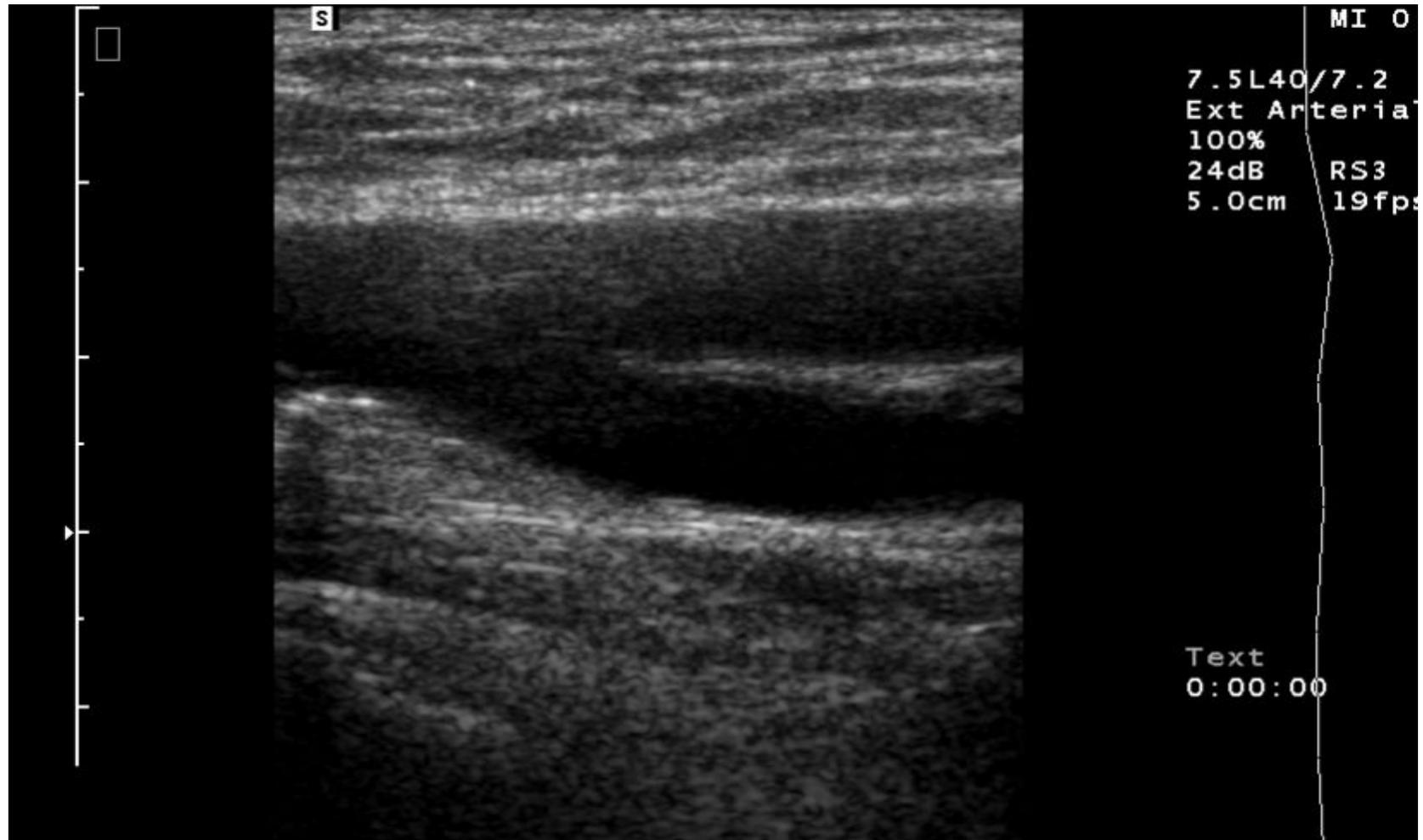
- **Общие подвздошные артерии, зона их бифуркации на наружную и внутреннюю артерии, устье внутренних подвздошных артерий и наружные подвздошные на всем протяжении визуализируются по условной линии, соединяющей точку проекции бифуркации и внутреннюю треть паховой складки.**

- Для исследование артерий нижних конечностей ниже паховой складки используют линейные датчики частотой 7-10 МГц.
- Общая бедренная артерия определяется в проекции внутренней трети паховой складки, латеральнее от общей бедренной вены.
- Зона ее бифуркации, устье глубокой бедренной, а также поверхностная бедренная артерия визуализируются параллельно условной линии соединяющей внутреннюю треть паховой складки и медиальный надмыщелок бедра.

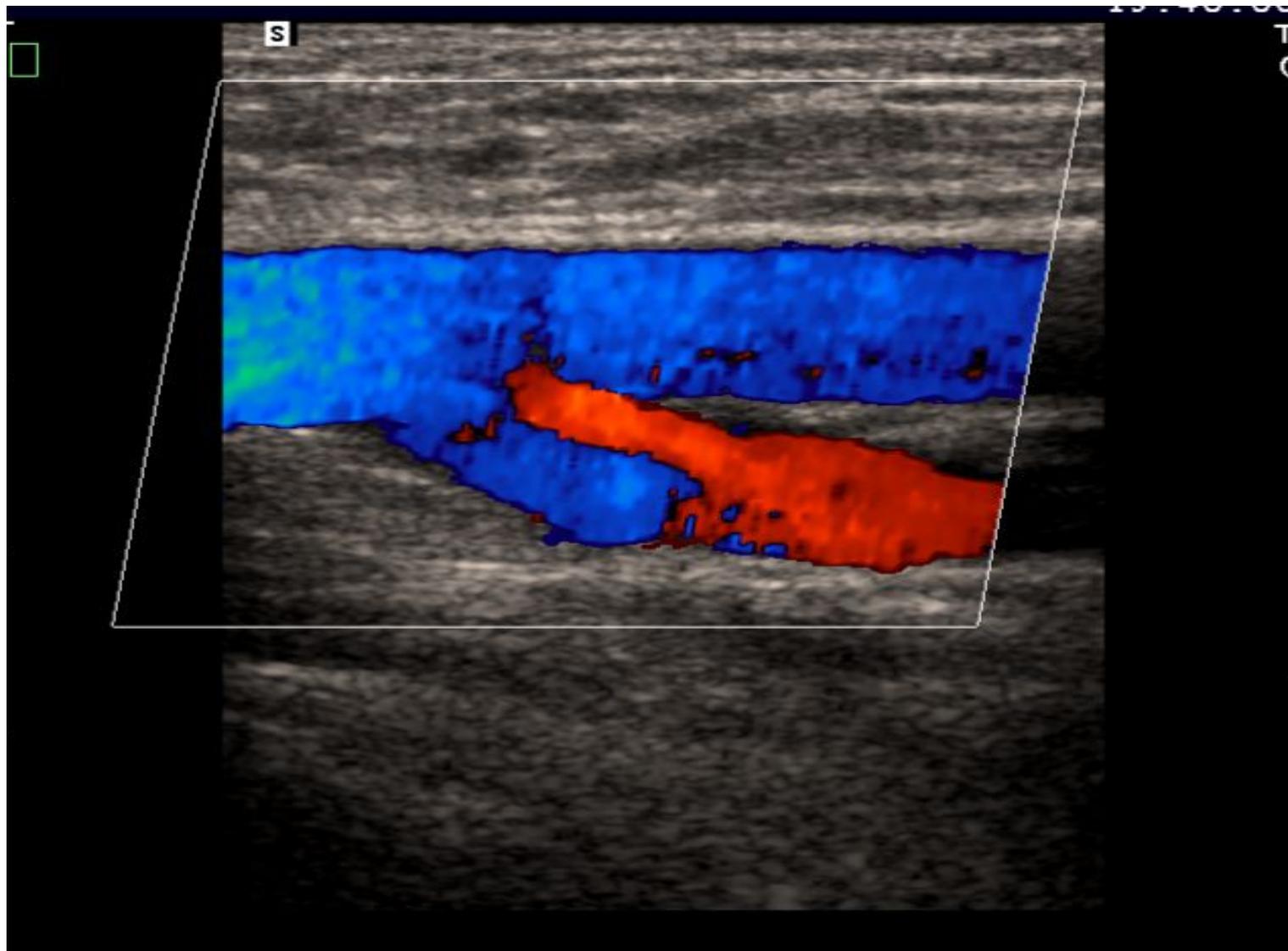
Схема проведения сканирования аорты и бедренных артерий



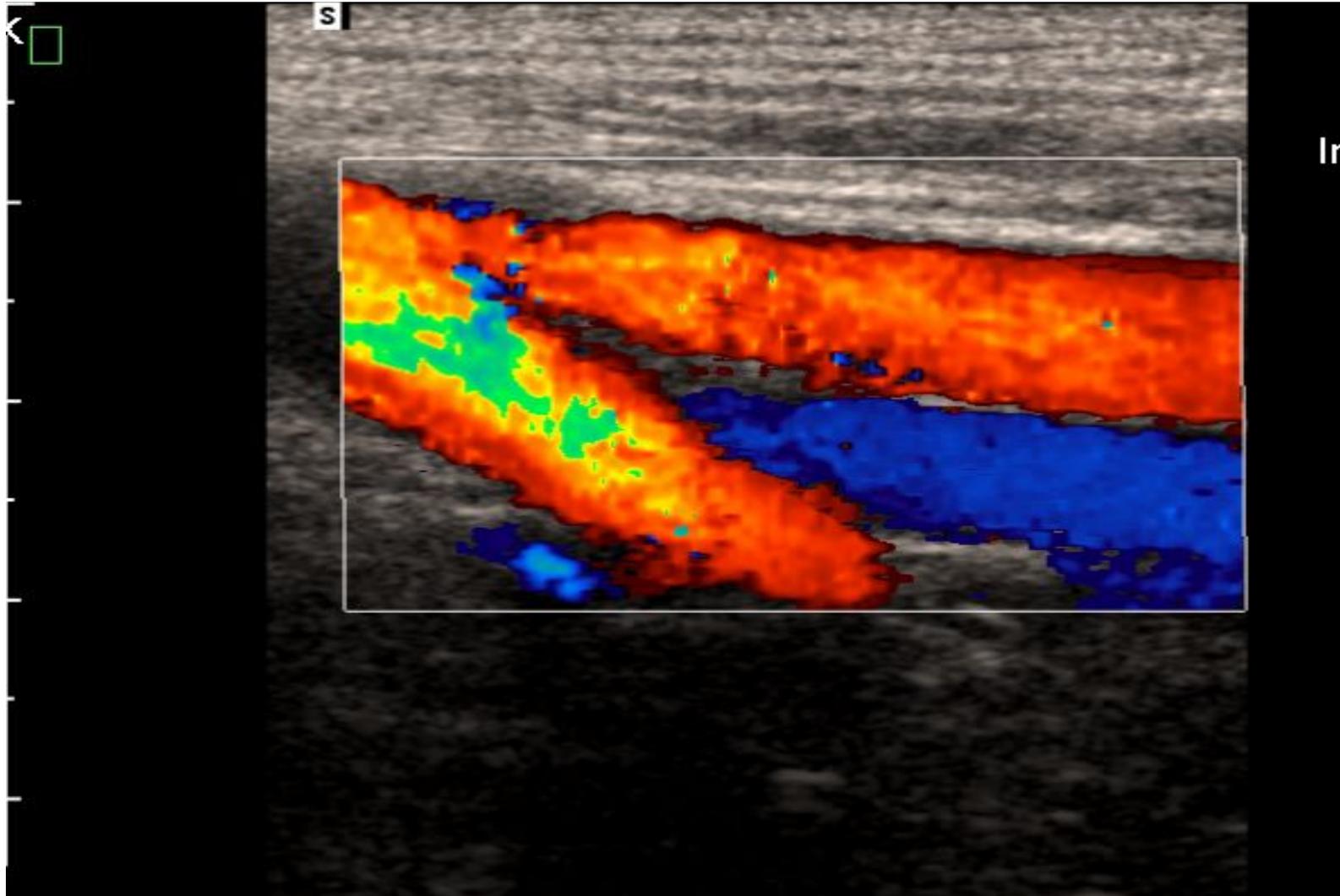
БИФУРКАЦИЯ ОБЩЕЙ БЕДРЕННОЙ АРТЕРИИ В-РЕЖИМ



БИФУРКАЦИЯ ОБЩЕЙ БЕДРЕННОЙ АРТЕРИИ РЕЖИМ ЦДК

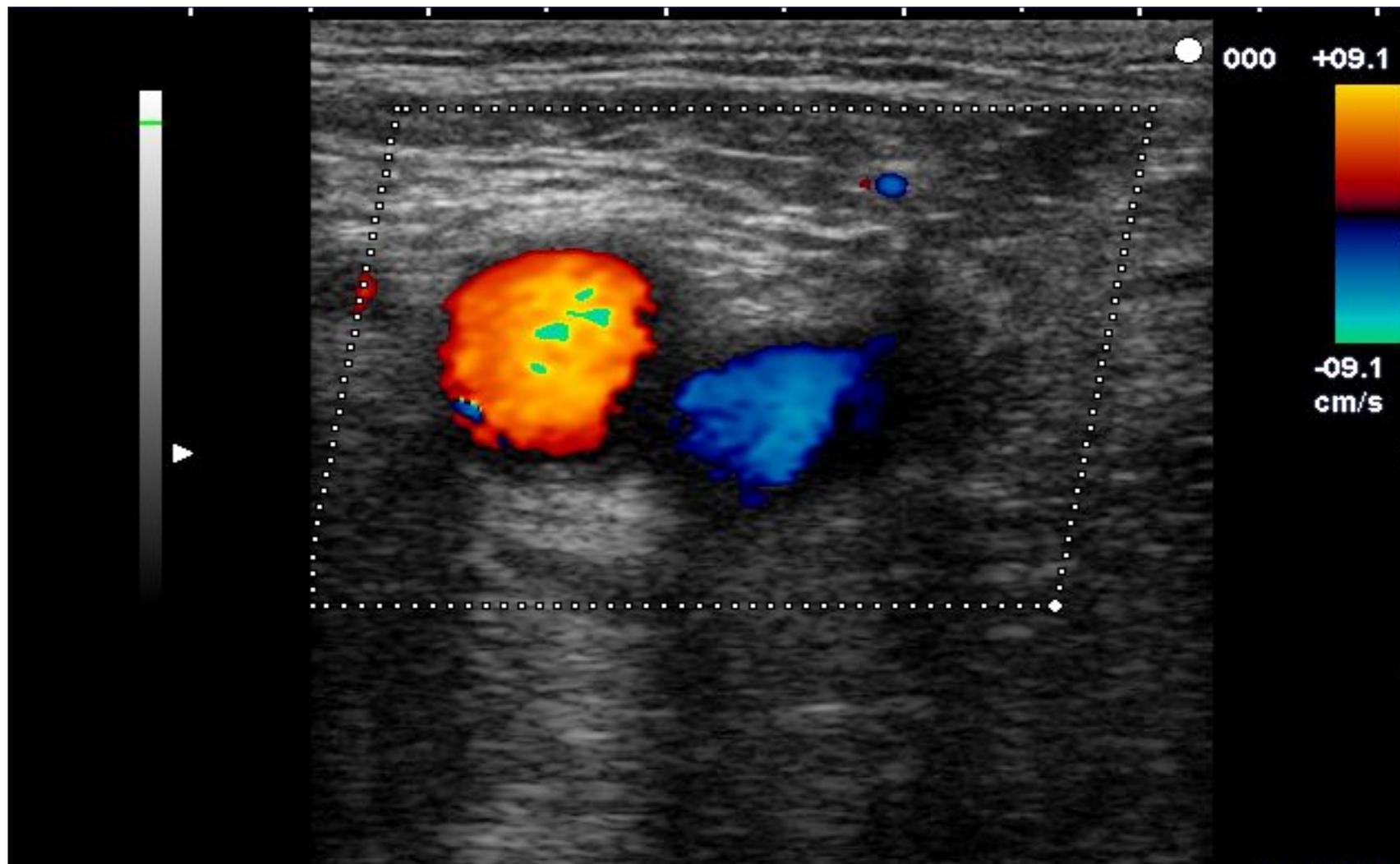


БИФУРКАЦИЯ ОБЩЕЙ БЕДРЕННОЙ АРТЕРИИ РЕЖИМ ЦДК



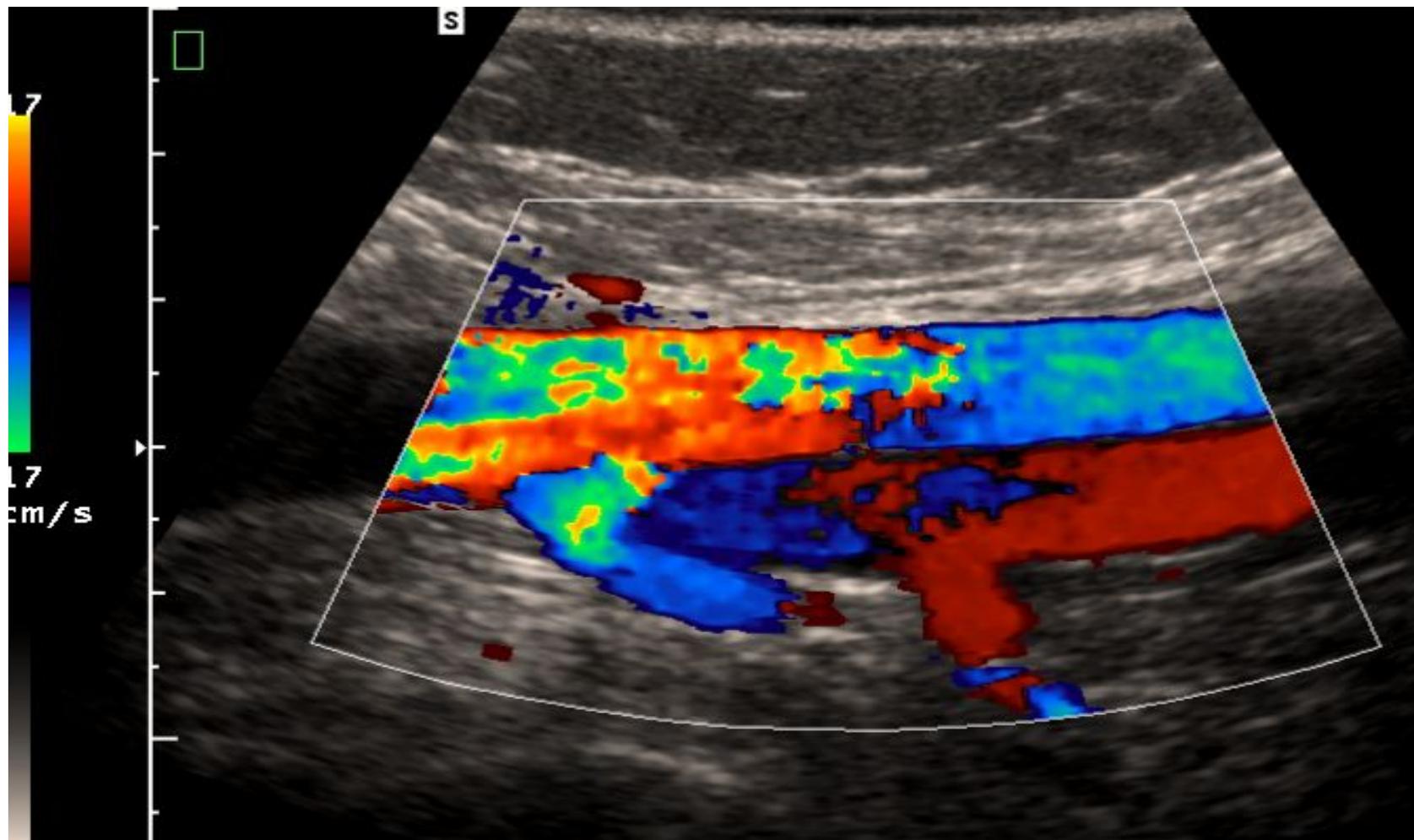
ЦДК ОБЩЕЙ БЕДРЕННОЙ АРТЕРИИ И ОБЩЕЙ БЕДРЕННОЙ ВЕНЫ

(поперечное сканирование на уровне паховой складки)



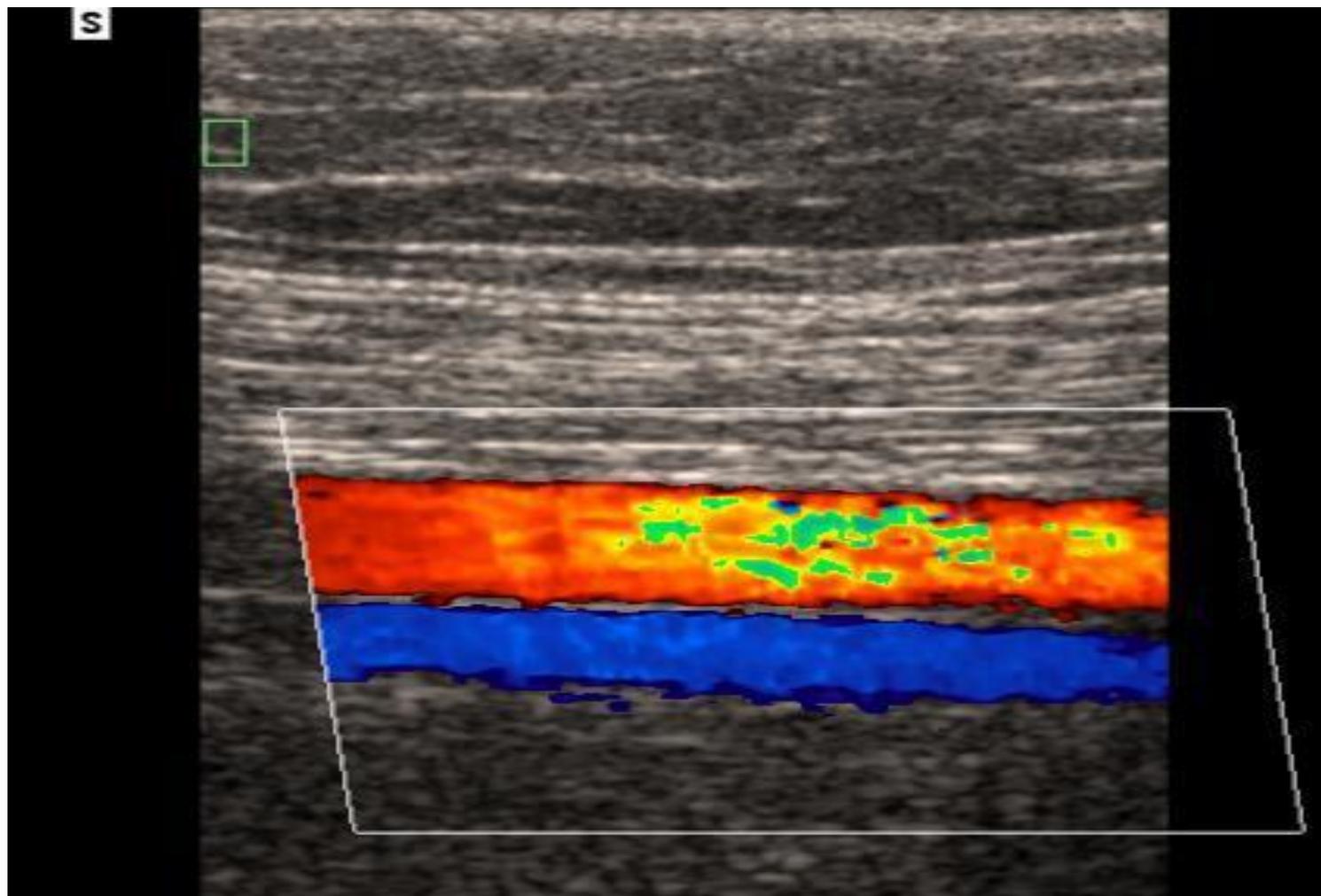
БЕДРЕННЫЕ СОСУДЫ

(верхняя 1/3 бедра, продольное сканирование, ЦДК)



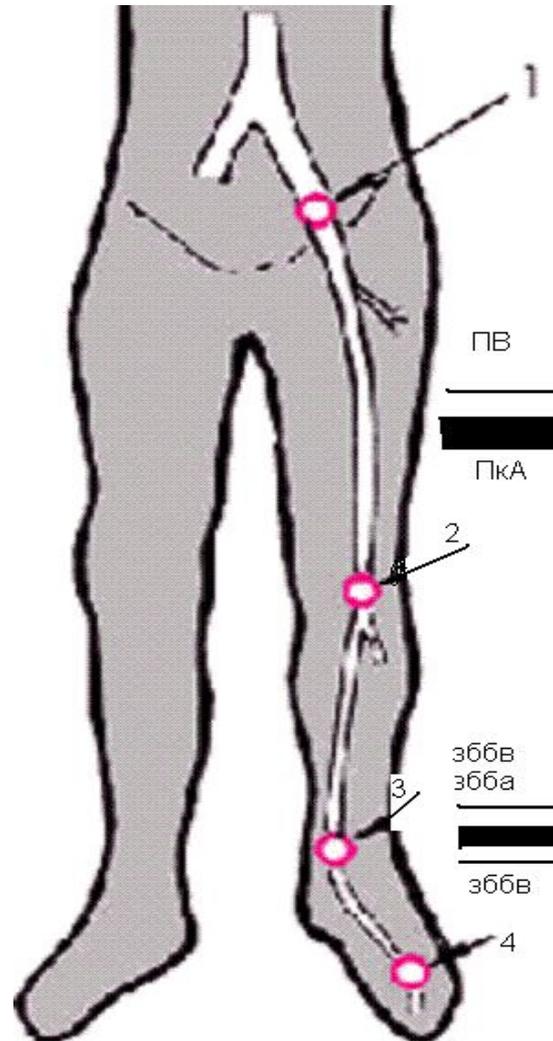
ПОВЕРХНОСТНАЯ БЕДРЕННАЯ АРТЕРИЯ И ВЕНА

(СРЕДНЯЯ 1/3 БЕДРА, ПРОДОЛЬНОЕ СКАНИРОВАНИЕ)

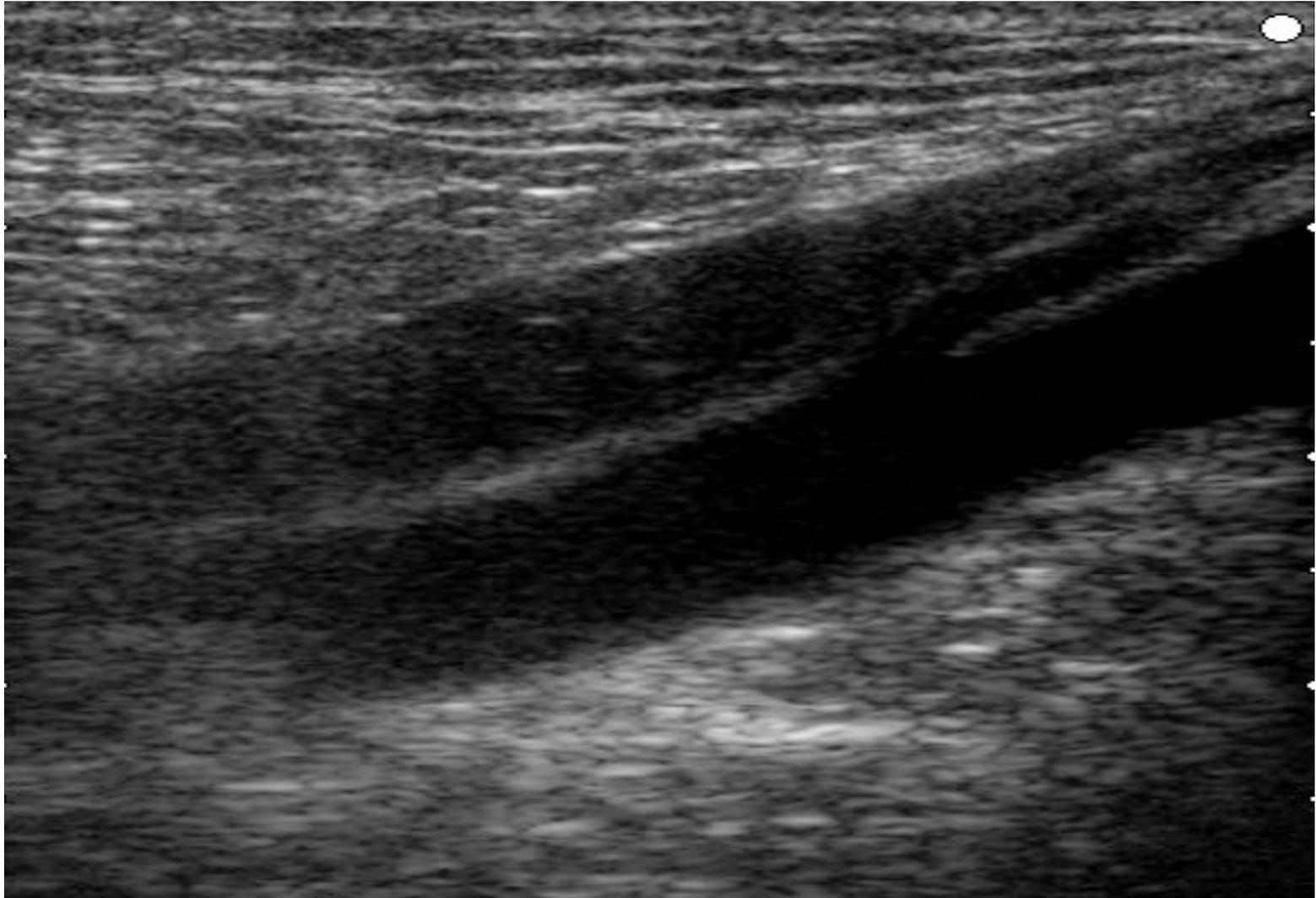


- **Подколенная артерия, зона ее бифуркации на переднюю и заднюю большеберцовые артерии визуализируются в подколенной ямке.**
- **Передняя большеберцовая артерия визуализируется при расположении датчика по латеральной поверхности голени, ее дистальный отдел, где оцениваются показатели кровотока, располагается по передней поверхности нижней трети голени.**

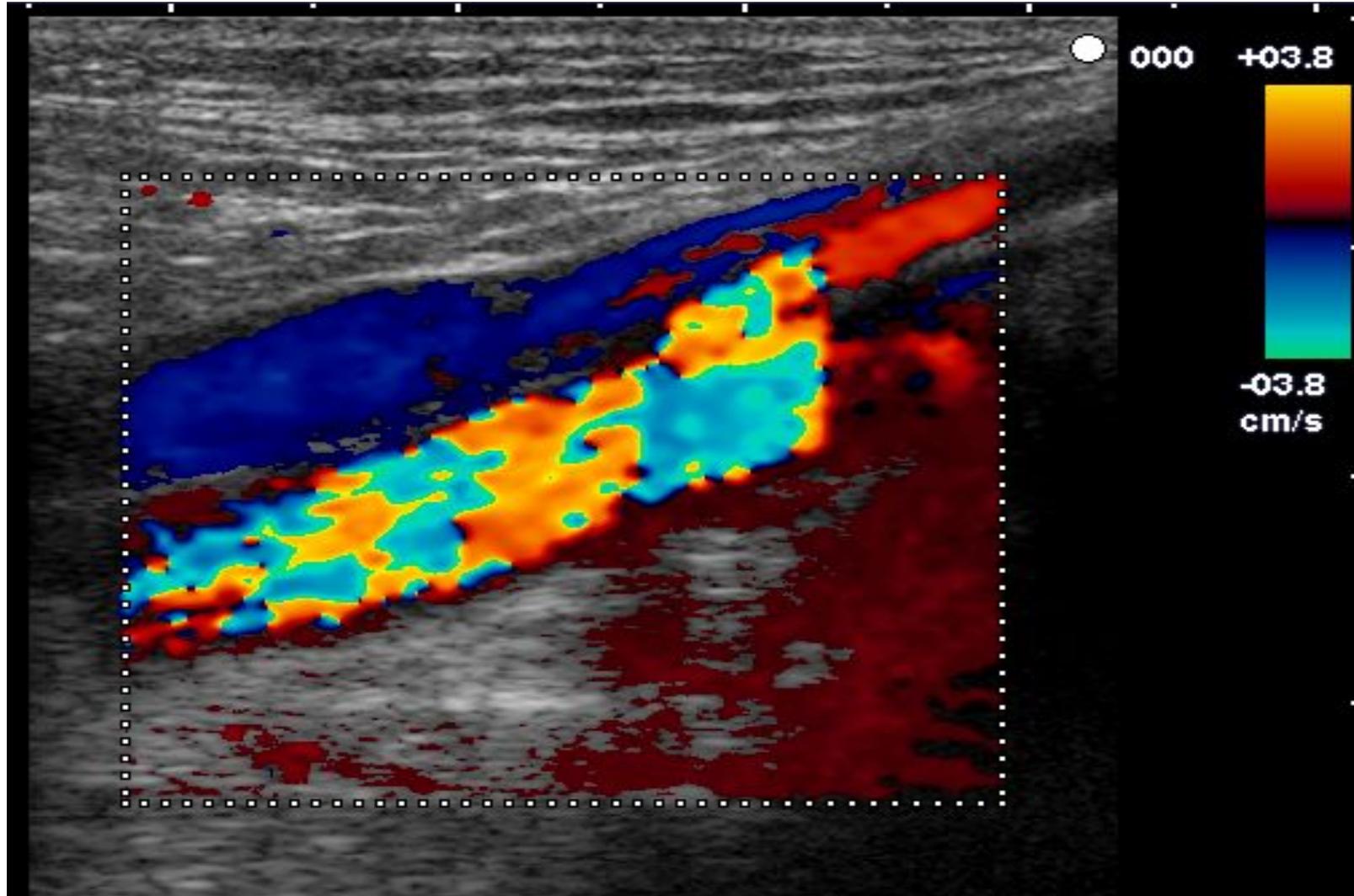
Схема продольного сканирования подколенной и задней большеберцовой артерий



Подколенная артерия (продольное сканирование)

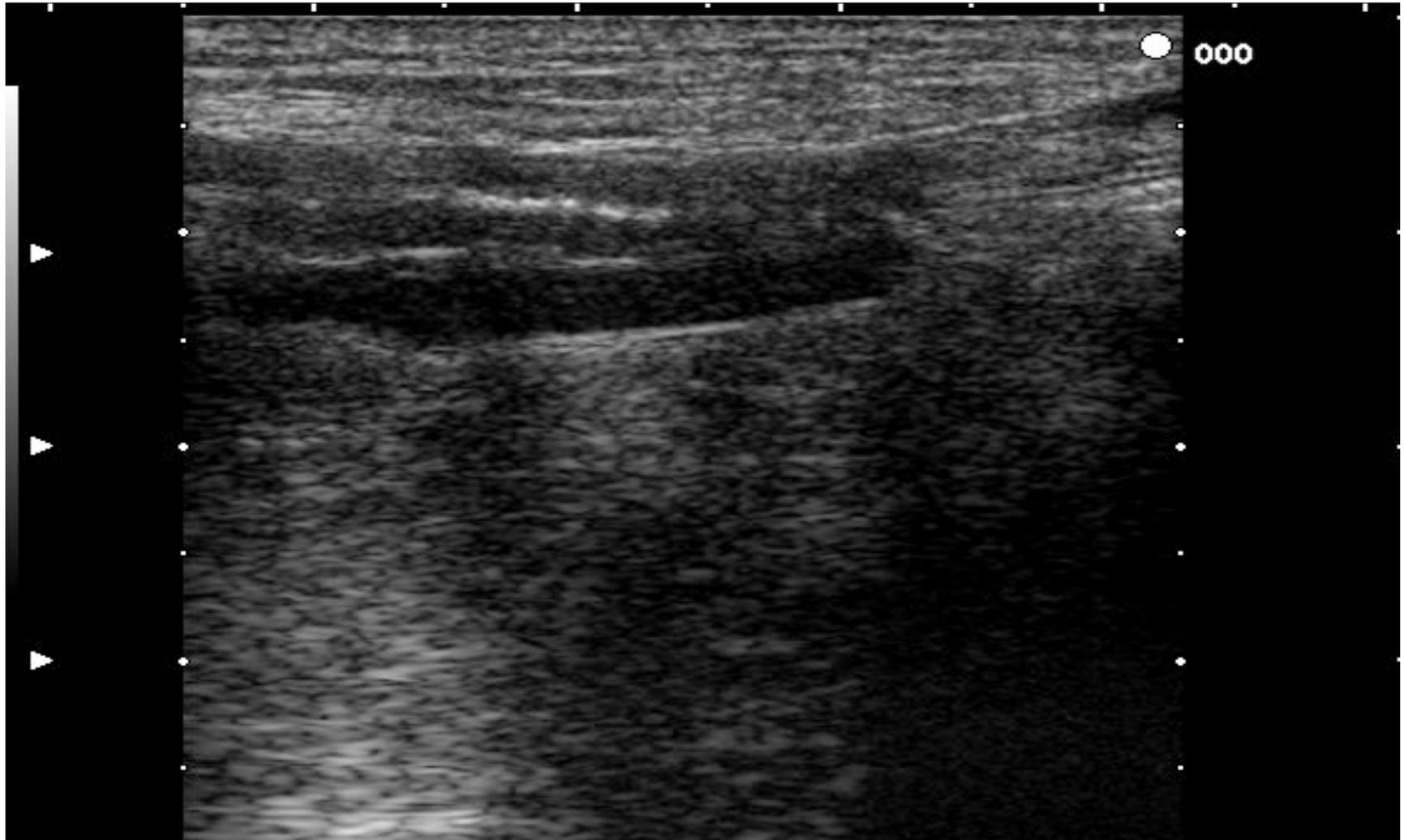


Подколенная артерия (продольное сканирование)



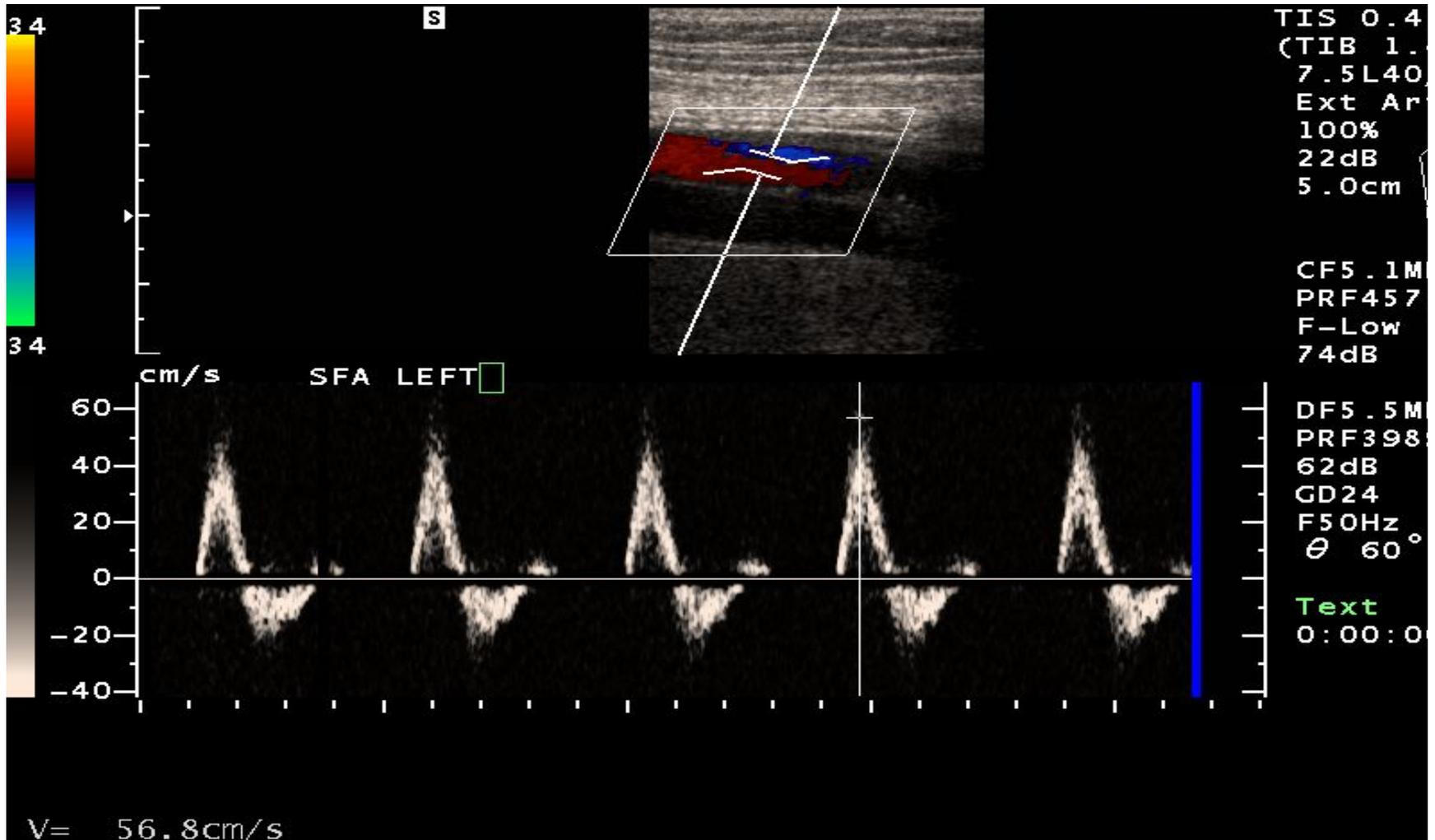
- **Задняя большеберцовая артерия** визуализируется по условной линии, соединяющей середину подколенной ямки и середину линии между пяточной костью и медиальной лодыжкой, в ее верхней трети определяется устье малоберцовой артерии.
- **Тыльная артерия стопы** визуализируется в промежутке между I и II плюсневыми костями.

Задняя большеберцовая артерия и вены (в нижней 1/3 голени на уровне медиальной лодыжки)

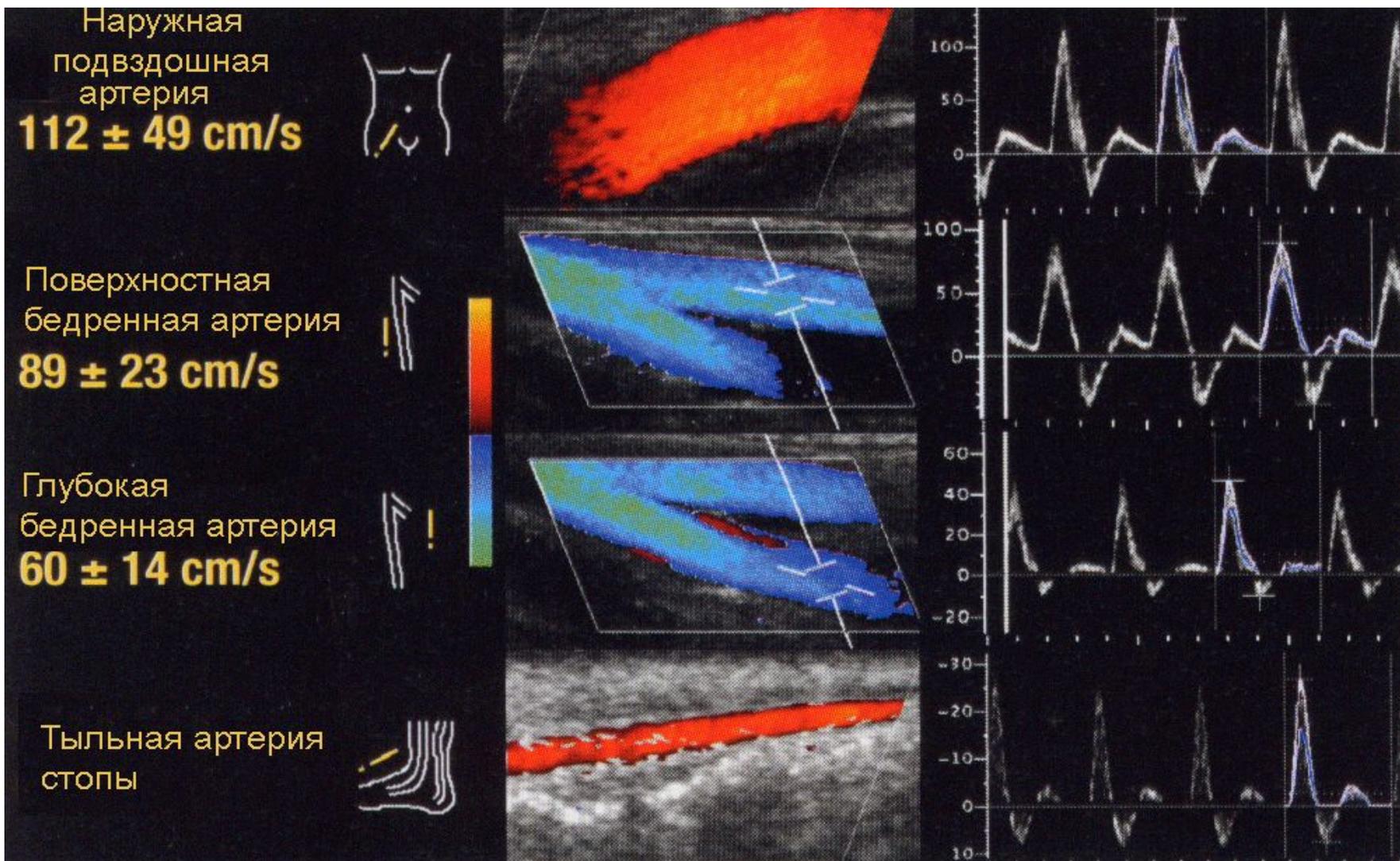


После идентификации сосудов в В-режиме, их обследуют в режиме ЦДК по продольной оси и, при необходимости в поперечной. Вследствие высокого периферического сопротивления спектры от артерий нижних конечностей показывают **типичную трехфазную картину кровотока**, состоящую из острого систолического антеградного пика, ретроградного пика в фазу ранней диастолы и положительной (антеградной) волны конечного диастолического возврата и пресистолического нулевого кровотока – так называемый, **магистральный тип кровотока**.

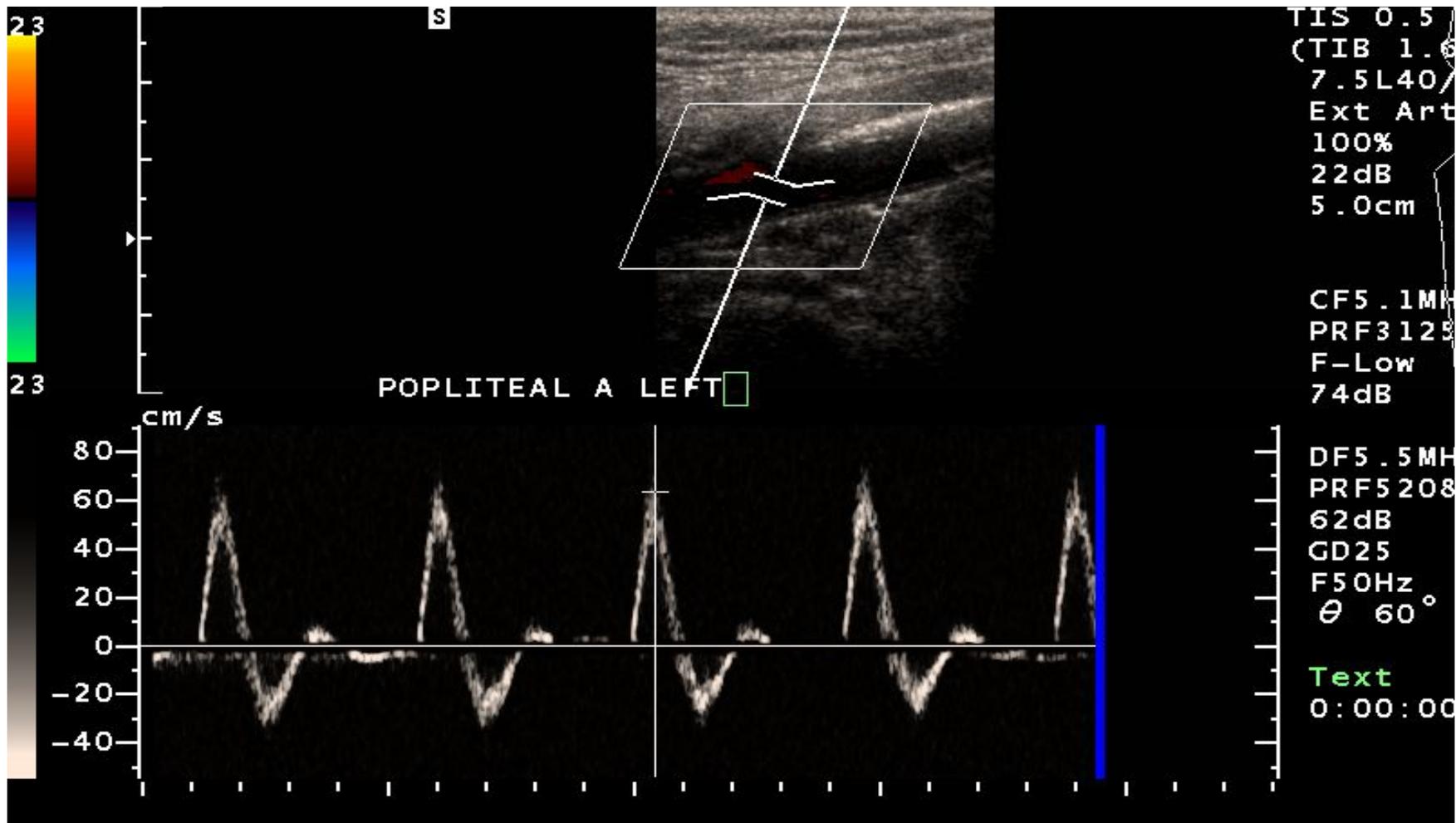
Спектрограмма кровотока в бедренной артерии



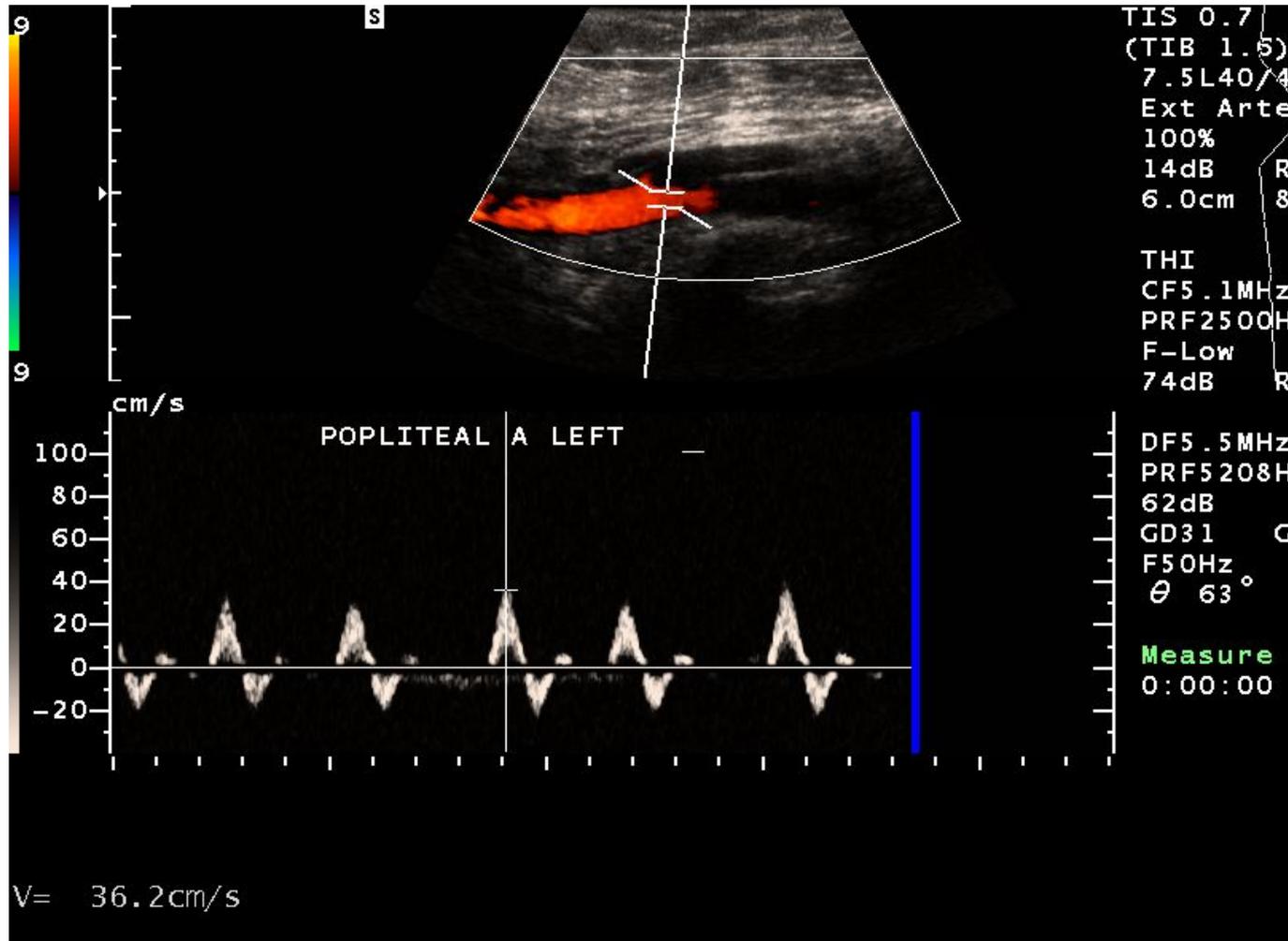
ЦДК И СПЕКТРАЛЬНАЯ ДОППЛЕРОГРАФИЯ АРТЕРИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ



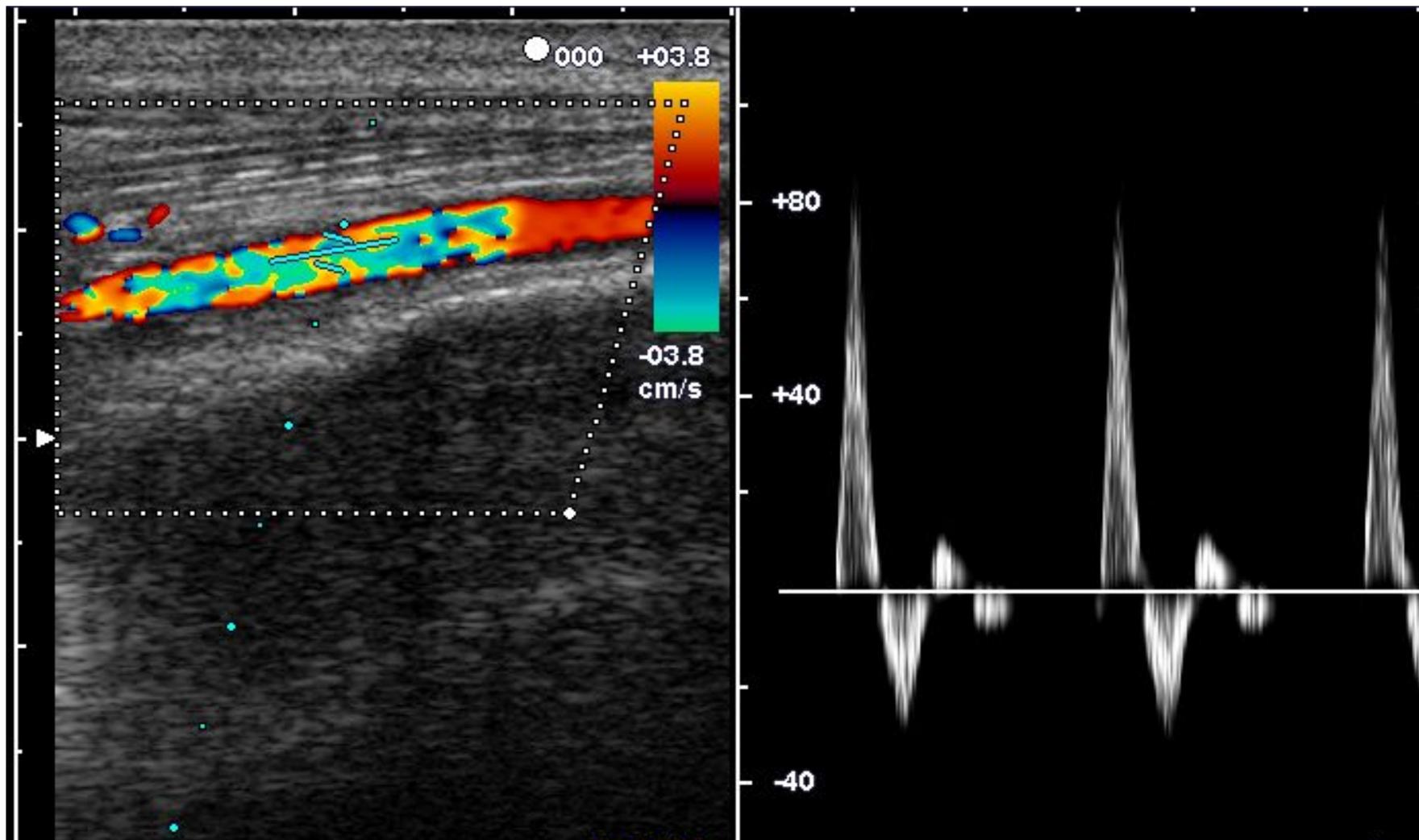
Спектрограмма кровотока в подколенной артерии



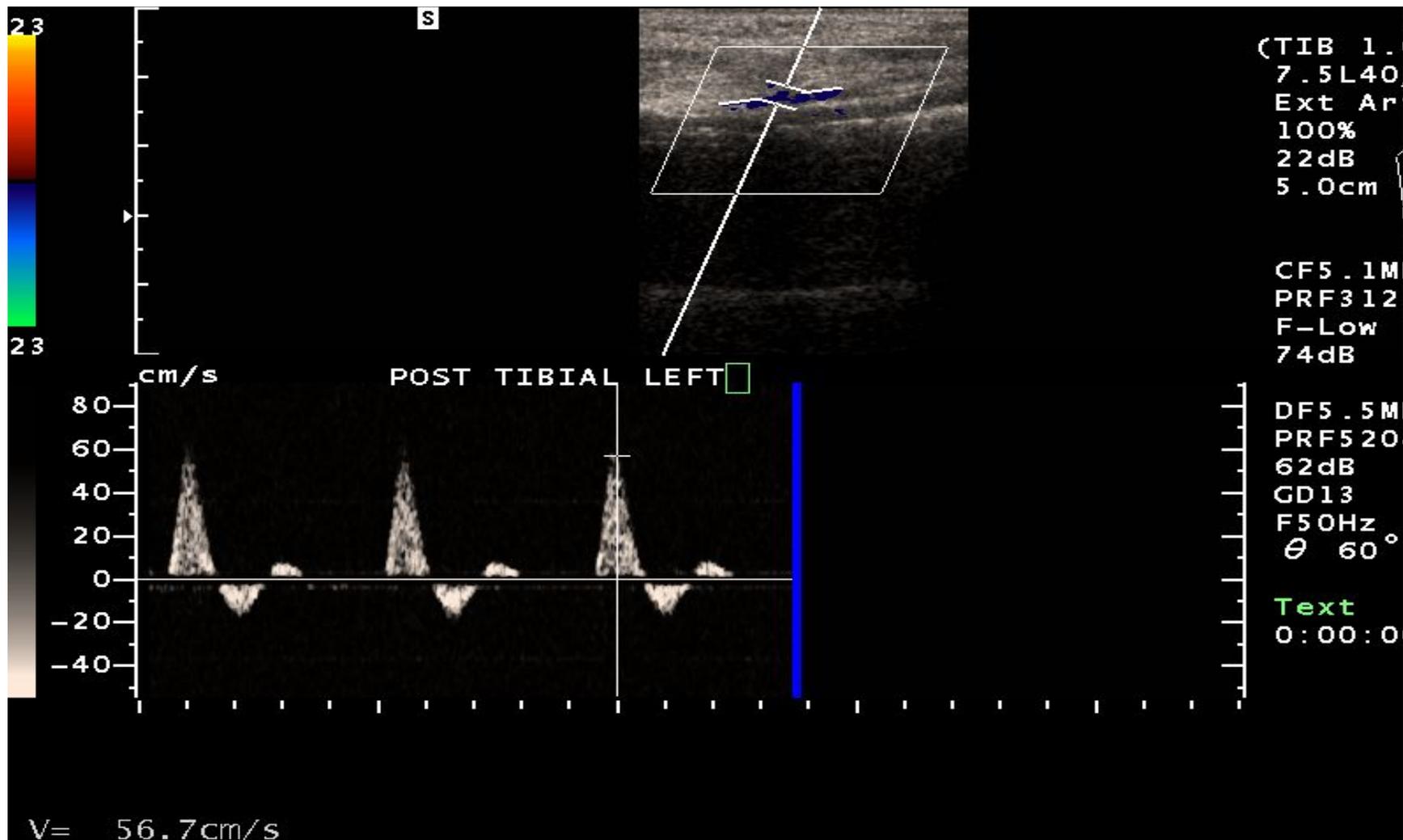
Спектрограмма кровотока в подколенной артерии



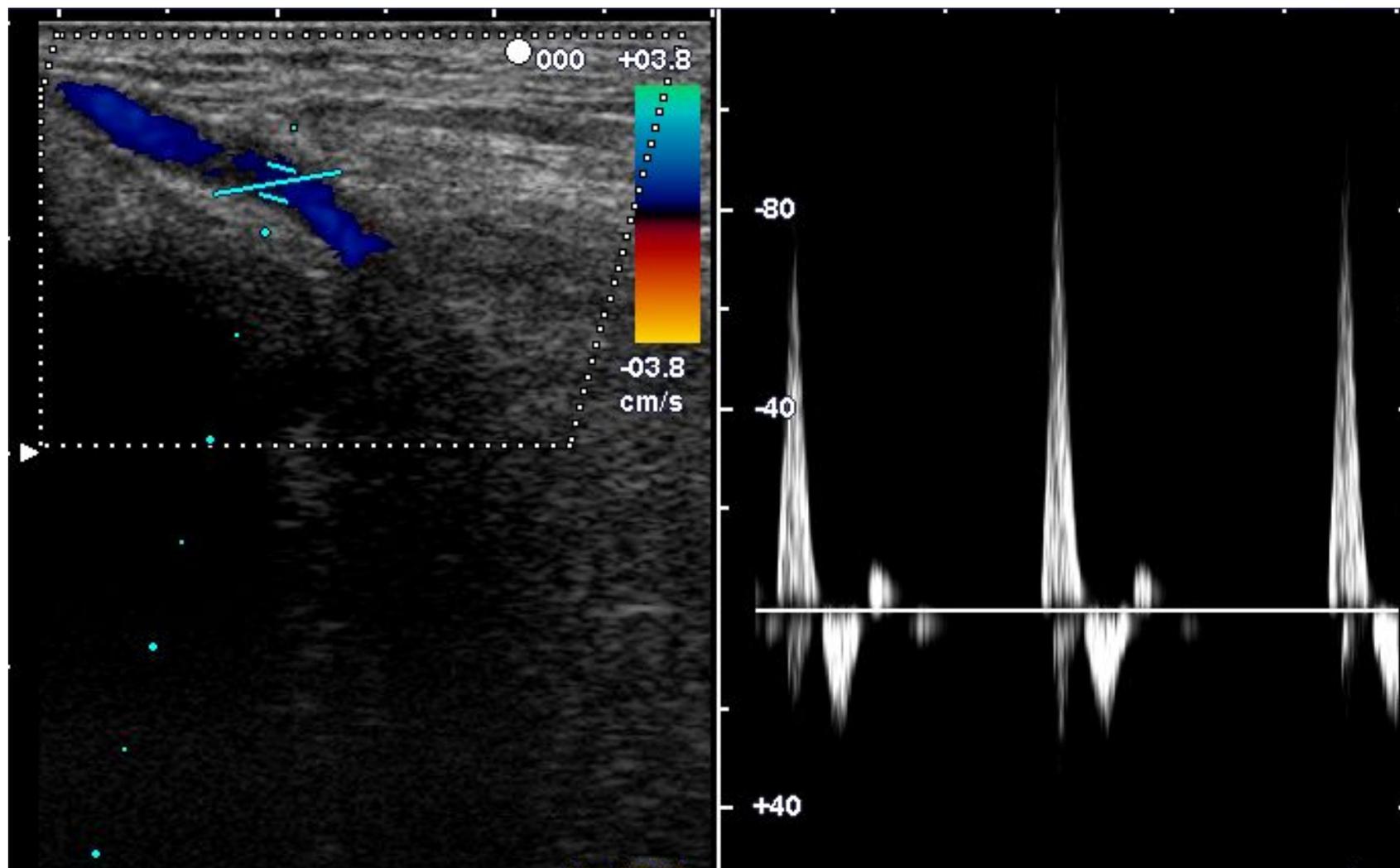
Спектрограмма кровотока в задней большеберцовой артерии



Спектрограмма кровотока в задней большеберцовой артерии



Спектрограмма кровотока в артерии тыла стопы



Принципы ультразвуковой диагностики стенооклюзирующих поражений артерий нижних конечностей

- Наиболее частыми причинами хронической ишемии нижних конечностей являются атеросклероз и сахарный диабет, реже облитерирующий эндартериит.**

- Развитие медиасклероза и диабетической ангиопатии в сочетании с атеросклерозом приводит к наиболее тяжелым формам ишемии конечностей.
- Облитерирующий атеросклероз магистральных сосудов нижних конечностей находится на первом месте среди других заболеваний артерий.

- Поражая в основном мужчин старше 40 лет, он нередко вызывает тяжелую недостаточность кровообращения конечностей, Процесс локализуется преимущественно в крупных сосудах (аорта, подвздошные артерии) или артериях среднего калибра (бедренные, подколенные).

- **Сужение сосуда крупной бляшкой приводит к значительному нарушению тока крови, что снижает доставку кислорода в ткани. Крупная бляшка способствует развитию тромба в месте сужения сосуда, что может привести к острой недостаточности кровоснабжения конечности и гангрене.**

- **Основным симптомом облитерирующего атеросклероза нижних конечностей является перемежающаяся хромота, проявляющаяся болями в икроножных мышцах, которые появляются при ходьбе и исчезают после кратковременного отдыха. При атеросклеротических поражениях брюшной аорты и подвздошных артерий (синдром Лериша) боли локализуются не только в голених, но и в ягодичных мышцах, поясничной области и мышцах бедер.**

- **Перемежающая хромота усиливается при подъеме по лестнице или в гору. Обычны зябкость, повышенная чувствительность нижних конечностей к холоду, иногда чувство онемения в стопах. Вследствие изменяется окраска кожных покровов ног, которые в начальных стадиях заболевания становятся бледными, имеют у больных с синдромом Лериша цвет слоновой кости.**

- **В более поздних стадиях кожа стоп и пальцев приобретает багрово синюшную окраску (трофические нарушения). Развитие трофических расстройств ведет к выпадению волос, нарушению роста ногтей. При закупорке (окклюзии) бедренно-подколенного сегмента оволосение обычно отсутствует на голени, при поражении аорто-подвздошной области зона облысения распространяется и на дистальную треть бедра.**

В течении облитерирующего атеросклероза выделяют четыре стадии:

- ***I стадия – функциональной компенсации.***
Боли в ноге появляются только после достаточно длительной ходьбы (около 1 км), что заставляет больного остановиться для отдыха.

- ***II стадия – субкомпенсации.***
Интенсивность перемежающейся хромоты нарастает.
- **При *II а стадии* пациент проходит (средним шагом) более 200-250 м,**
- ***II б* - менее 200 м.**

- ***III стадия – декомпенсации.***

Появляются боли в покое.

В этой стадии ходьба возможна лишь на расстояние 25-50 м.

- ***IV стадия – деструктивных изменений.*** Характеризуется появлением на дистальных отделах конечностей и пальцах трофических язв. Развивается гангрена пальцев и стоп.
- Трудоспособность в этой стадии полностью утрачена.

- **Клинические проявления болезни в значительной мере зависят от уровня окклюзии. При поражении бедренно-подколенного сегмента отмечается «низкая» перемежающаяся хромота (появление боли в икроножных мышцах), при поражении терминального отдела брюшной аорты и подвздошных артерий (синдром Лериша) – «высокая» (боль в ягодичных мышцах, мышцах бедер и тазобедренного сустава), а также атрофия мышц ноги.**

- **В ряде случаев при синдроме Лериша кожные покровы конечностей приобретают цвет слоновой кости, появляются участки облысения на бедрах, становится более выраженной гипотрофия мышц конечностей. Иногда эти больные жалуются на боли в околопупочной области, возникающие при физической нагрузке, что связано с переключением кровотока из системы брыжеечных артерий в систему бедренной артерии, т. е. с синдромом «мезентериального обкрадывания».**

- **Распространенность и степень выраженности атеросклеротического процесса в сосудистой системе неравномерна. Физиологические изгибы, бифуркации являются типичными областями наибольшего поражения. Основной причиной возникновения и формирования атеросклеротических бляшек в указанных зонах является турбулентность и гемодинамический удар.**

- **С наибольшей частотой поражаются: устья ОПА, их бифуркации. При облитерирующем атеросклерозе нижних конечностей наиболее часто поражается бедренно-подколенный сегмент: ОБА, устья ПБА и ГБА, ПкЛА – непосредственно в подколенной ямке. Из них наиболее часто поражается ПБА в гунтеровом канале и имеет тенденцию к окклюзии.**

- **Атеросклеротические поражения артерий представляют собой проявление общего атеросклероза. Основные изменения при атеросклерозе развиваются в интиме (внутренней оболочке) артерий. Здесь начинают откладываться холестерин и жировые включения (липиды) - формируя желтоватые пятна на внутренней стенке сосуда.**

- **В окружности этих очагов появляется молодая соединительная ткань, созревание которой приводит к формированию склеротической бляшки. На бляшках оседают тромбоциты и сгустки фибрина, соли кальция. При обильном накоплении липидов и кальция происходит нарушение кровообращения в бляшках, омертвление которых обуславливает появление атером-полостей, заполненных распадающимися массами.**

- **Стенка артерии в области такой бляшки имеет каменную твердость, легко крошится.**
- **Крошкообразные массы отторгаются в просвет сосуда. Попадая с током крови в нижележащие кровеносные сосуды, кусочки раскрошившейся атеросклеротической бляшки могут стать причиной закупорки (эмболии) и привести к тромбозу артерий конечности с развитием гангрены (омертвения).**

Стадии морфогенеза атеросклероза

- 1. Долипидная стадия – изменения, отражающие общие нарушения метаболизма и повреждение интимы продуктами метаболизма;**
- 2. Липоидоз – образование жировых пятен: наличие очаговой инфильтрации интимы липидами, липопротеидами, белками;**

3. Липосклероз – характеризуется разрастанием молодых соединительнотканых элементов интимы в участках отложения и распада липидов и белков. Очаговое разрастание соединительной ткани и ее последующее созревание ведут к формированию фиброзной бляшки.

4. Атероматоз – характеризуется распадом липидных масс, составляющих центральную часть бляшки, прилежащих коллагеновых, эластических и гладкомышечных волокон. У основания бляшки появляется много новообразованных сосудов из vasa vasorum, ксантомные клетки, лимфоциты, плазматические клетки. Атероматозные массы ограничены от просвета сосуда слоем соединительной ткани. Атероматоз – начало осложненных поражений.

При прогрессировании атероматоза в связи с разрушением новообразованных сосудов происходит кровоизлияние в толщу бляшки.

- 5. Стадия изъязвления – характеризуется образованием атероматозной язвы, часто осложняющейся пристеночным тромбозом;**
- 6. Атерокальциноз – отложение солей кальция в атероматозные массы, фиброзную ткань, межуточное вещество между эластическими волокнами. Отложение солей кальция в атеросклеротические бляшки может происходить на стадии липосклероза, атероматоза и изъязвления.**

- **Наиболее ранним ультразвуковым признаком скрытого атеросклероза является утолщение интимы и меди, сопровождающееся изменением их эхоструктуры и эхогенности, нарушением дифференцировки комплекса интима-медиа на слои, неровностью поверхности.**

Начальные стадии атеросклероза (стадия липоидоза и липосклероза) при УЗИ описываются как нестенозирующий атеросклероз, а все остальные стадии (при образовании бляшки) – как стенозирующий атеросклероз.

- Ультразвуковая картина у пациентов с нестенозирующим атеросклерозом (стадия липоидоза и начальные стадии липосклероза) характеризуется изолированным изменением состояния комплекса интима-медиа артерий:**

- **утолщением, сопровождающимся изменением его эхогенности: повышением эхогенности, снижением эхогенности;**
- **нарушением дифференцировки комплекса интима-медиа на слои;**
- **неровностью поверхности;**
- **неоднородностью структуры;**
- **степень сужения просвета сосуда по диаметру составляет не более 20%.**

- **Пограничным диапазоном нормы для общей бедренной артерии является толщина комплекса интима-медиа равная 1,1-1,2 мм (в возрасте менее 60 лет).**

- **Стенозирующий атеросклероз характеризуется наличием атеросклеротических бляшек.**
- **Для описания структурных характеристик атеросклеротических бляшек и прогнозирования локальных гемодинамических эффектов, а также возможности развития осложнений предложена и используется следующая классификация атеросклеротических бляшек:**

КЛАССИФИКАЦИЯ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКИХ БЛЯШЕК

По структуре:

- гомогенные (однородные)- низкой, умеренной, высокой эхогенности;**
- гетерогенные (неоднородные) – с преобладанием зон низкой эхогенности, с преобладанием зон высокой эхогенности;**
- с наличием акустической тени;**
- без акустической тени.**

По распространенности (относительно продольного сечения):

- локальные (протяженность 1-1,5 см);
- пролонгированные (протяженность более 1,5 см).

По локализации (относительно поперечного сечения сосуда):

- локальные (занимают одну стенку);
- полуконцентрические (занимают две стенки);
- концентрические (занимают более двух стенок).

По форме поверхности:

- с ровной поверхностью;**
- с неровной поверхностью.**

Осложненные:

- с изъязвлением;**
- с кровоизлиянием.**

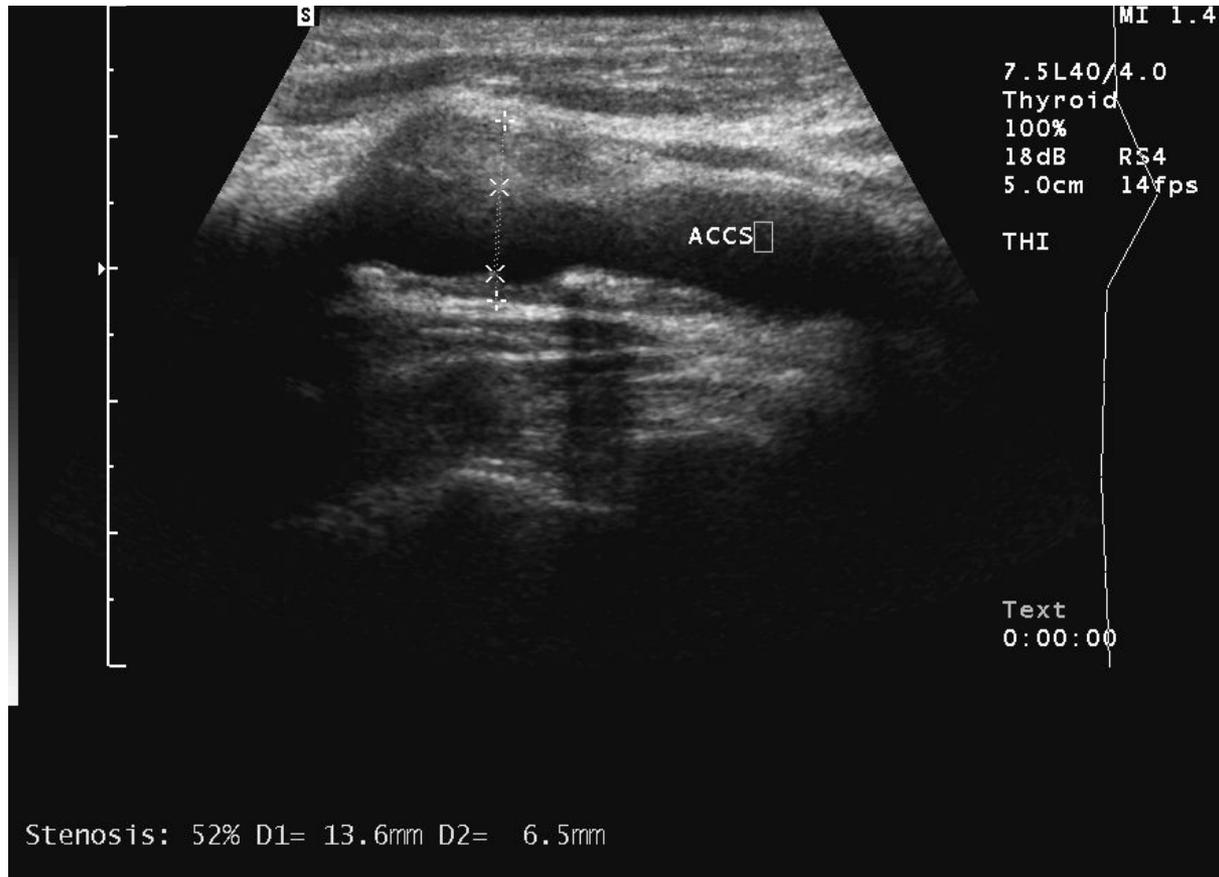
- **При оценке эхогенности структурных элементов атеросклеротической бляшки за условный эталон сравнения принимается эхогенность просвета сосуда и эхогенность адвентиции. Гипоэхогенный компонент атеросклеротической бляшки сопоставим с эхогенностью просвета сосуда, компонент умеренной эхогенности – с эхогенностью адвентиции, гиперэхогенный компонент – превосходит эхогенность адвентиции.**

- **Гомогенные атеросклеротические бляшки – это фиброзные бляшки на различных стадиях их формирования. Гетерогенные бляшки – это бляшки в стадии атероматоза и атерокальциноза.**
- **Анализ эхоструктуры АСБ необходим для прогнозирования ее патогенетической значимости. Патогенетическая значимость определяется потенциальной способностью стенооокклюзирующего поражения быть источником эмболии.**

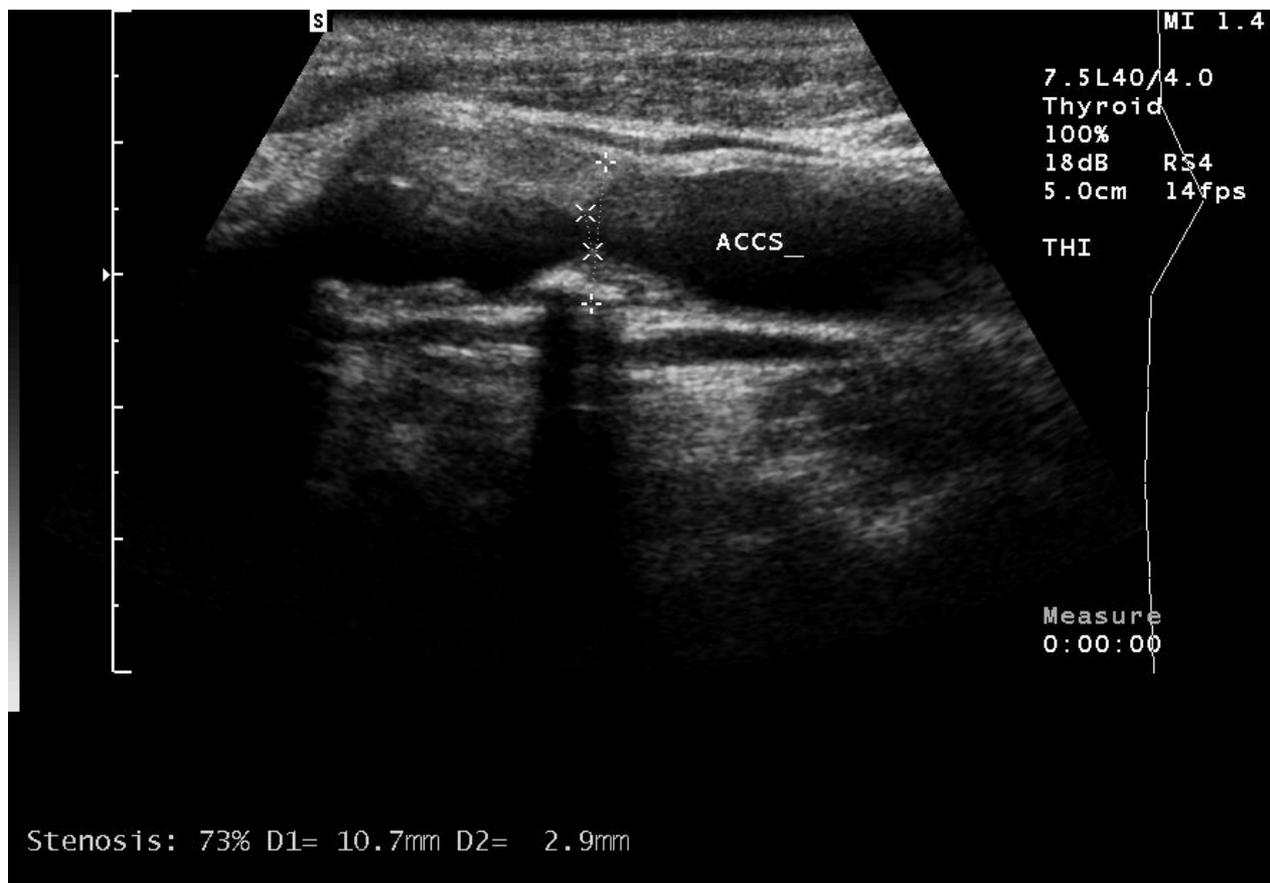
«Нестабильные» атеросклеротические бляшки (склонные к фрагментации):

- осложненные;**
- гомогенные гипоэхогенные;**
- гетерогенные с преобладанием гипоэхогенного компонента.**

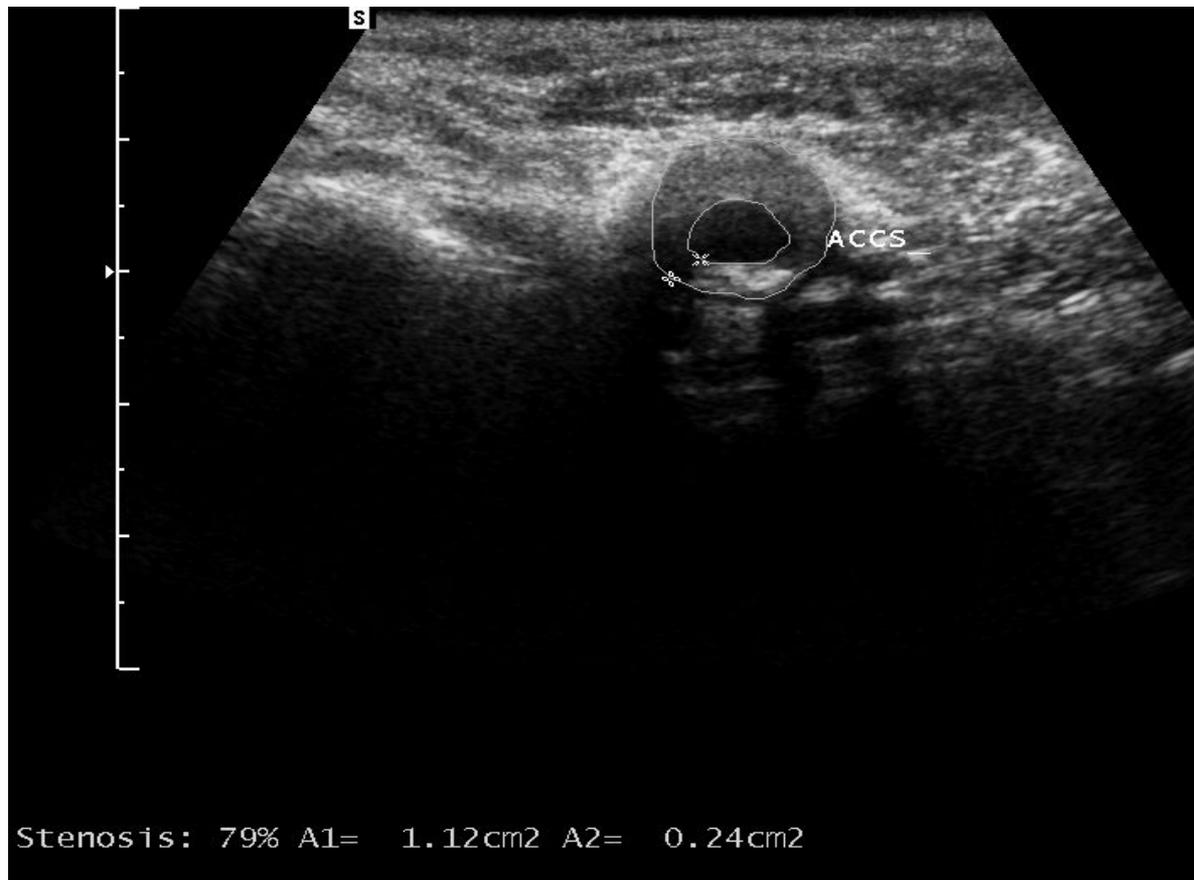
Атеросклеротическая бляшка



АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКАЯ БЛЯШКА



АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКАЯ БЛЯШКА



ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ СТЕНООККЛЮЗИРУЮЩИХ ПОРАЖЕНИЯХ:

- **При величине препятствия менее 40 % редукации просвета сосуда по диаметру, локальный гемодинамический сдвиг минимальный.**

При сужении от 40 до 60 %

до препятствия отмечается:

- незначительное снижение линейных скоростных параметров кровотока;
- повышение индексов периферического сопротивления;
- уменьшение размеров спектрального окна;
- смещение максимума спектрального распределения к базовой линии;
- отсутствие изменения формы огибающей кривой.

В месте препятствия и непосредственно за ним:

- Линейная скорость кровотока возрастает;**
- Максимум спектрального распределения в области стеноза находится у огибающей, на выходе из него - смещается к нулевой линии, занимая центральное положение в доплеровском спектре;**
- Отсутствие изменений в форме огибающей доплеровского спектра.**

За зоной стеноза отмечается:

- Появление турбулентных потоков;**
- Спектральное окно выражено слабо или отсутствует полностью;**
- Максимум спектрального распределения смещается к нулевой линии.**

В дистальном участке сосуда:

- **Скоростные и спектральные характеристики кровотока соответствуют возрастной норме.**
- **Может отмечаться умеренное увеличение показателя времени ускорения.**

дистальнее зоны стеноза до 70 %

**выявляется переходный тип кровотока,
характеризующийся:**

- Расширением систолического пика (время ускорения 80-100 мс);**
- Уменьшением амплитуды отрицательного пика (систола-диастолическое соотношение более 5);**
- Амплитуда конечного диастолического пика либо не изменяется, либо незначительно снижается.**

При сужении просвета сосуда от 70 до 90-95%:

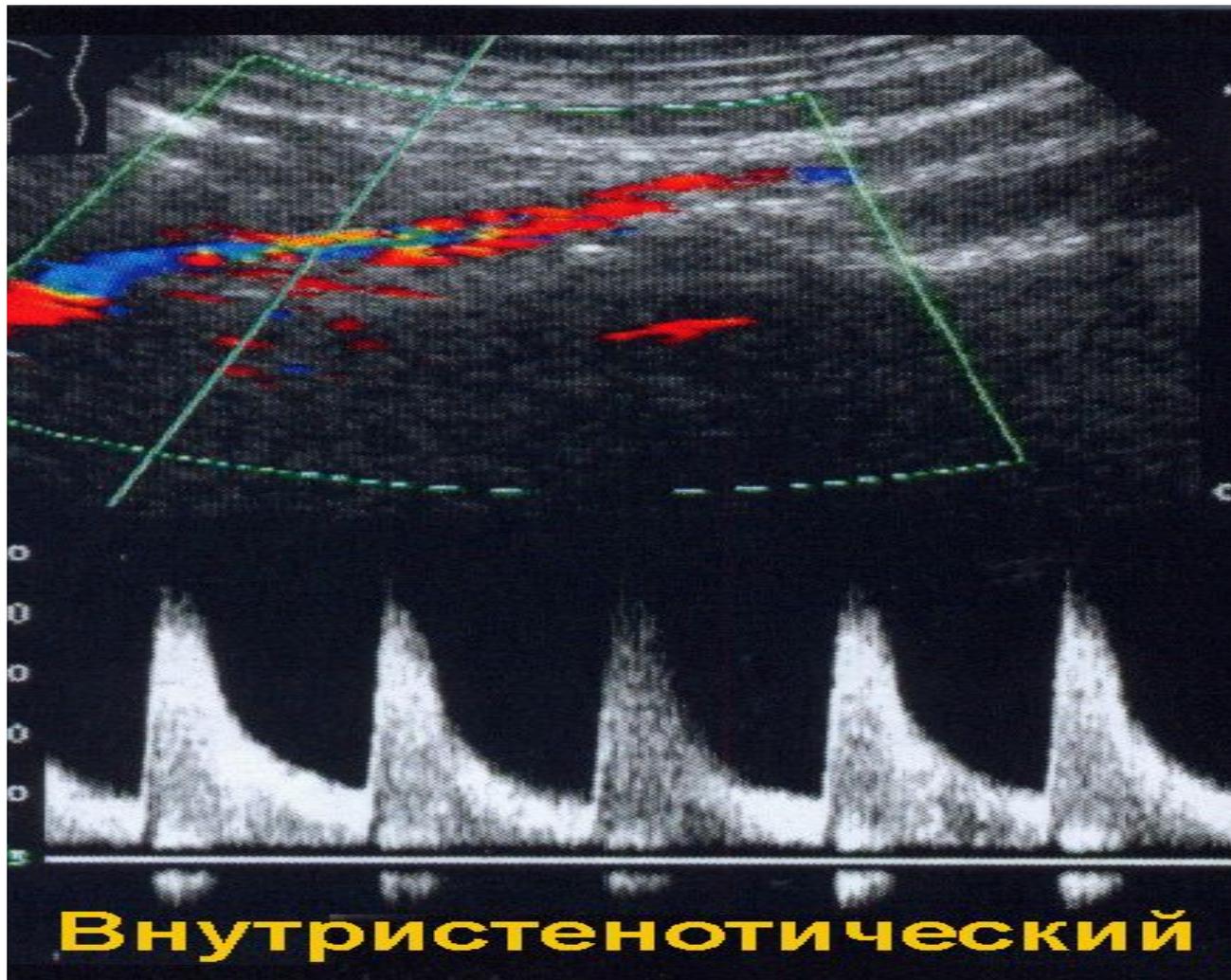
До препятствия:

- **Линейная скорость кровотока снижается;**
- **Форма доплеровской кривой деформируется за счет уменьшения диастолической составляющей;**
- **Спектральное окно слабо выражено или отсутствует;**
- **Индексы периферического сопротивления повышены.**

В месте сужения и непосредственно за ним:

- **Возрастает линейная скорость кровотока (в 2-2,5 раза и более);**
- **Уплотнение профиля скоростей;**
- **Огибающая доплеровского спектра сглаживается;**
- **При высоких степенях стеноза (более 80%) систолическая и диастолическая скорости кровотока имеют малоразличимые по абсолютной величине значения, появляется так называемая «стенотическая стена»;**
- **Максимум спектрального распределения локализуется около огибающей, на выходе-смещается к нулевой линии с появлением отрицательных спектральных составляющих.**

Спектрограмма кровотока в зоне стеноза

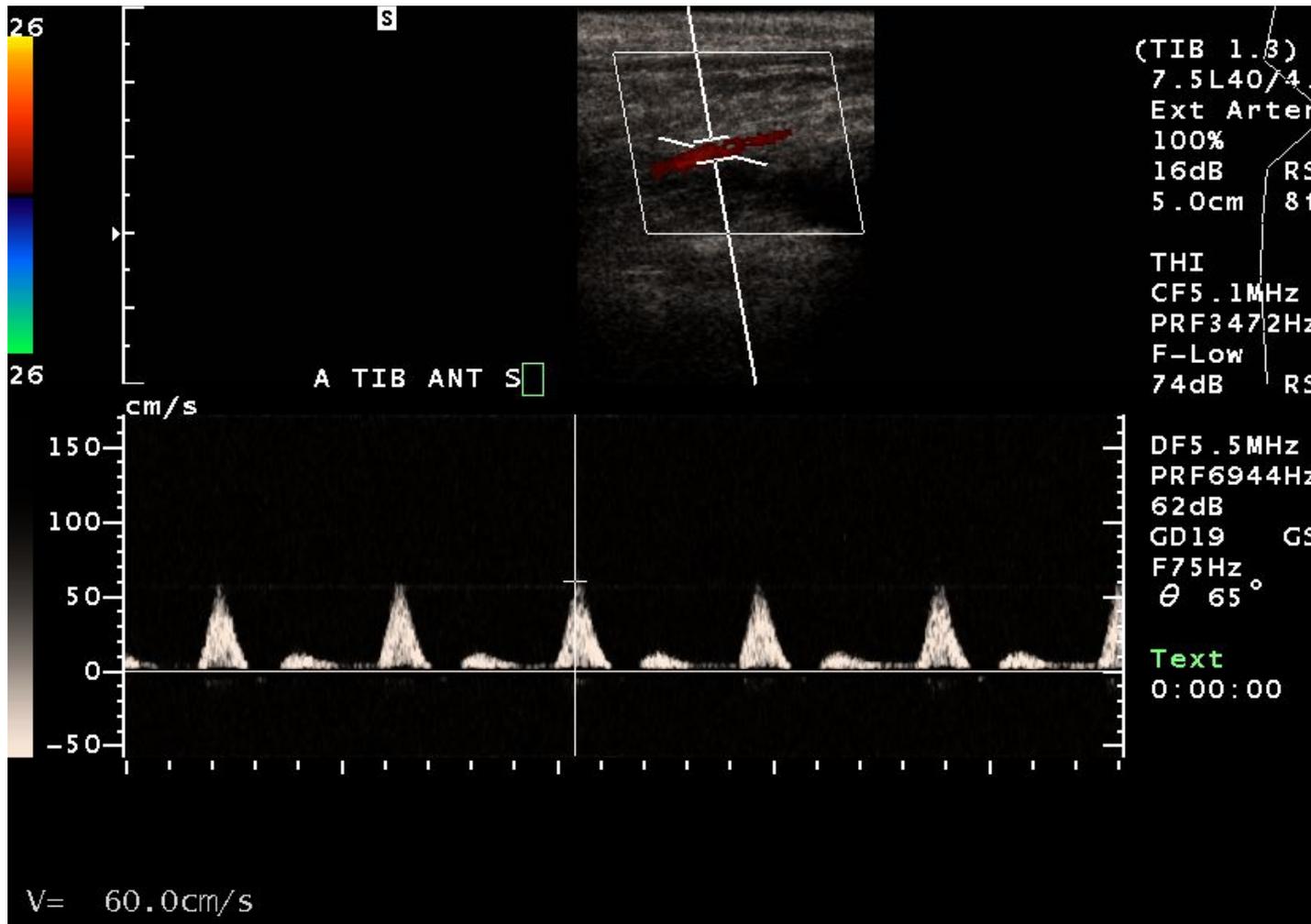


Дистальнее зоны стеноза:

Магистрально-измененный тип кровотока:

- Расширение систолического пика;**
- Увеличение времени ускорения (от 100 до 130 мс);**
- Полное исчезновение отрицательного пика.**
- Амплитуда систолического пика зависит от степени коллатерального перераспределения кровотока, а амплитуда диастолической составляющей – от состояния дистального русла.**

Спектрограмма кровотока в передней большеберцовой артерии при проксимальном стенозе (магистрально-измененный кровоток)



Окклюзия сосуда:

До препятствия:

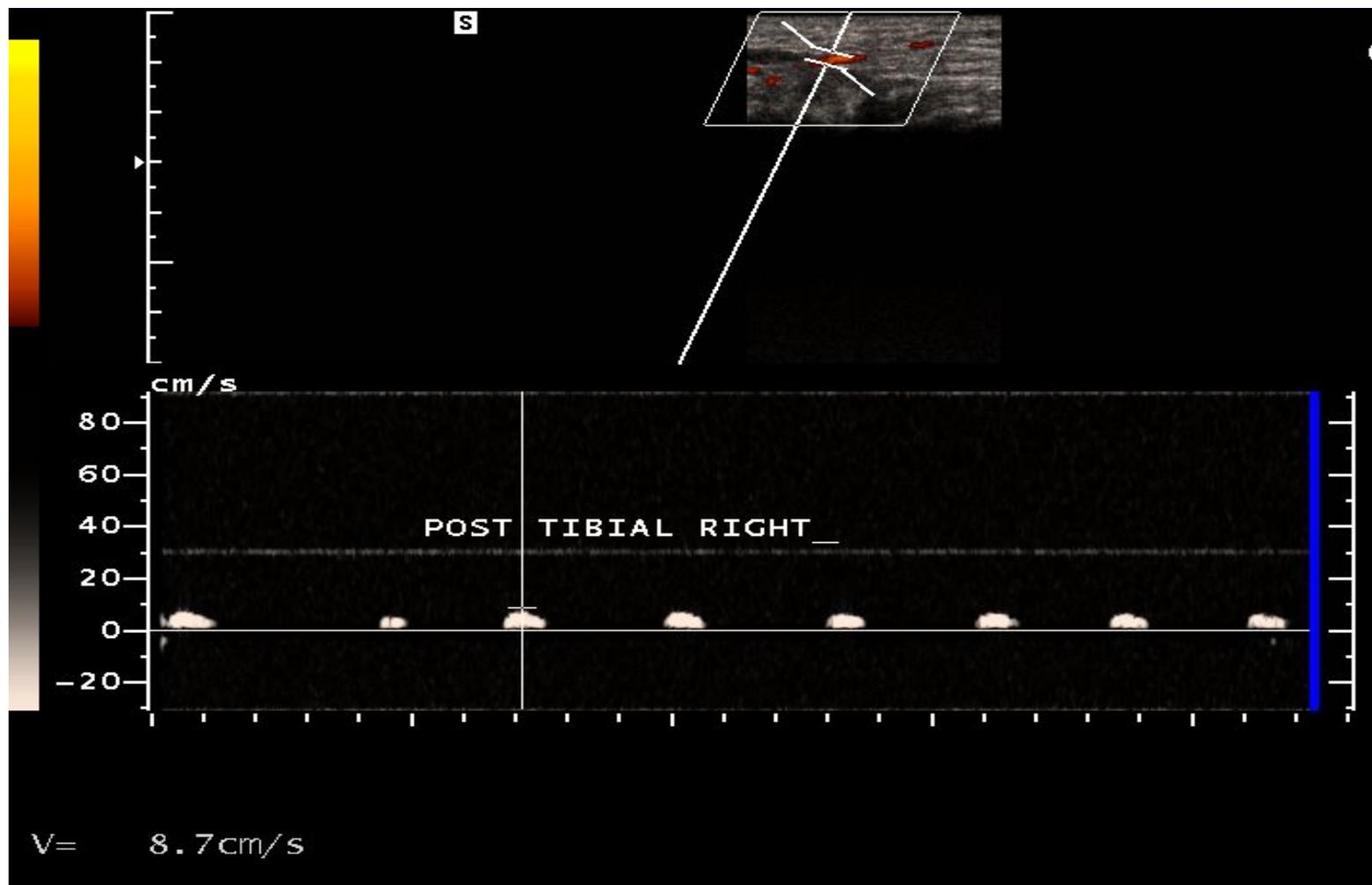
- Снижение ЛСК;
- Значительное повышение индексов периферического сопротивления;
- Непосредственно перед зоной окклюзии кровоток имеет двунаправленный характер (реверберирующий) за счет отражения частиц от препятствия.

За зоной окклюзии кровоток не лоцируется.

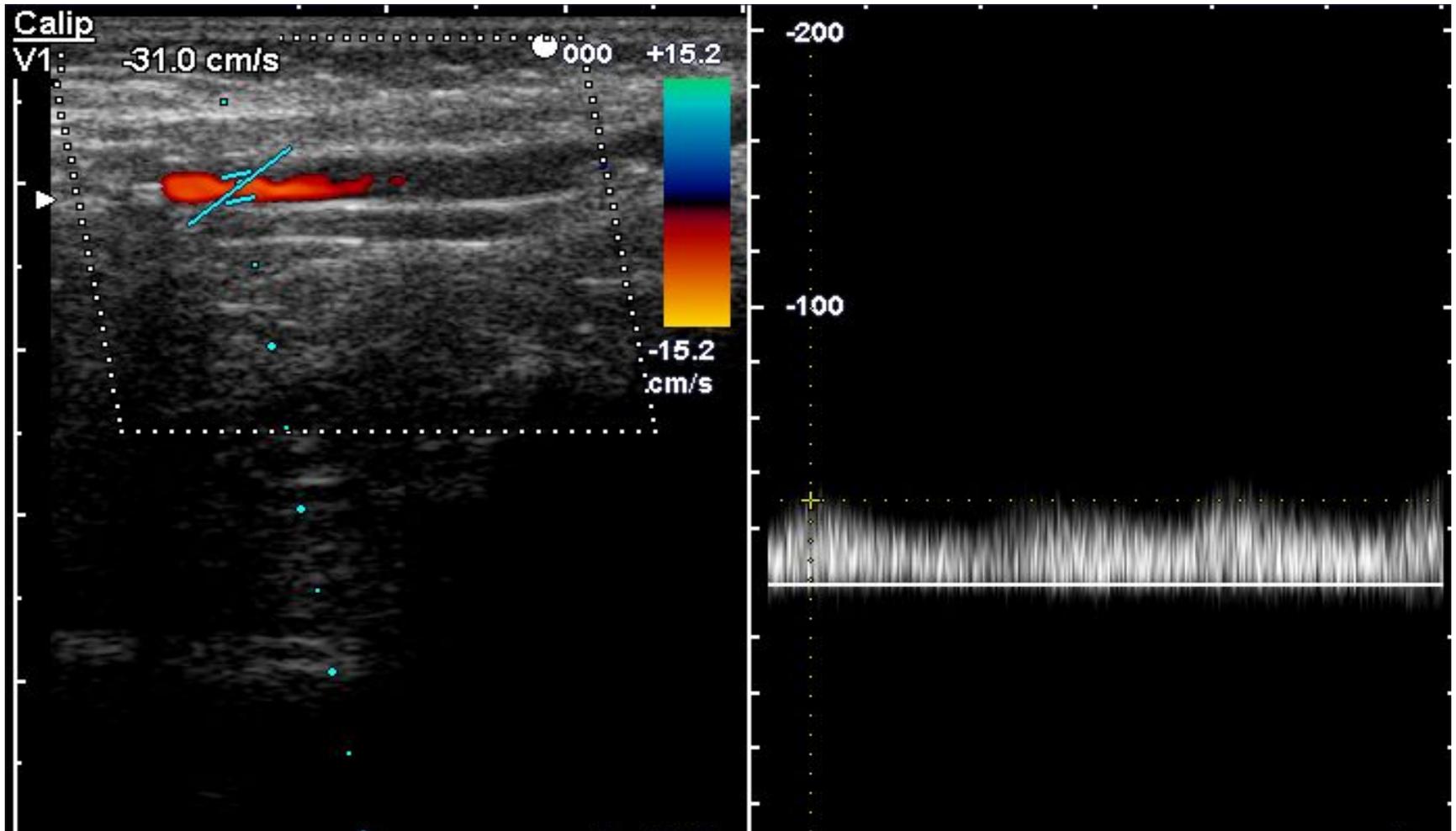
В дистальном отделе:

- При наличии коллатеральной компенсации имеет коллатеральный характер: при низком уровне коллатеральной компенсации диастолическая фаза может отсутствовать.**

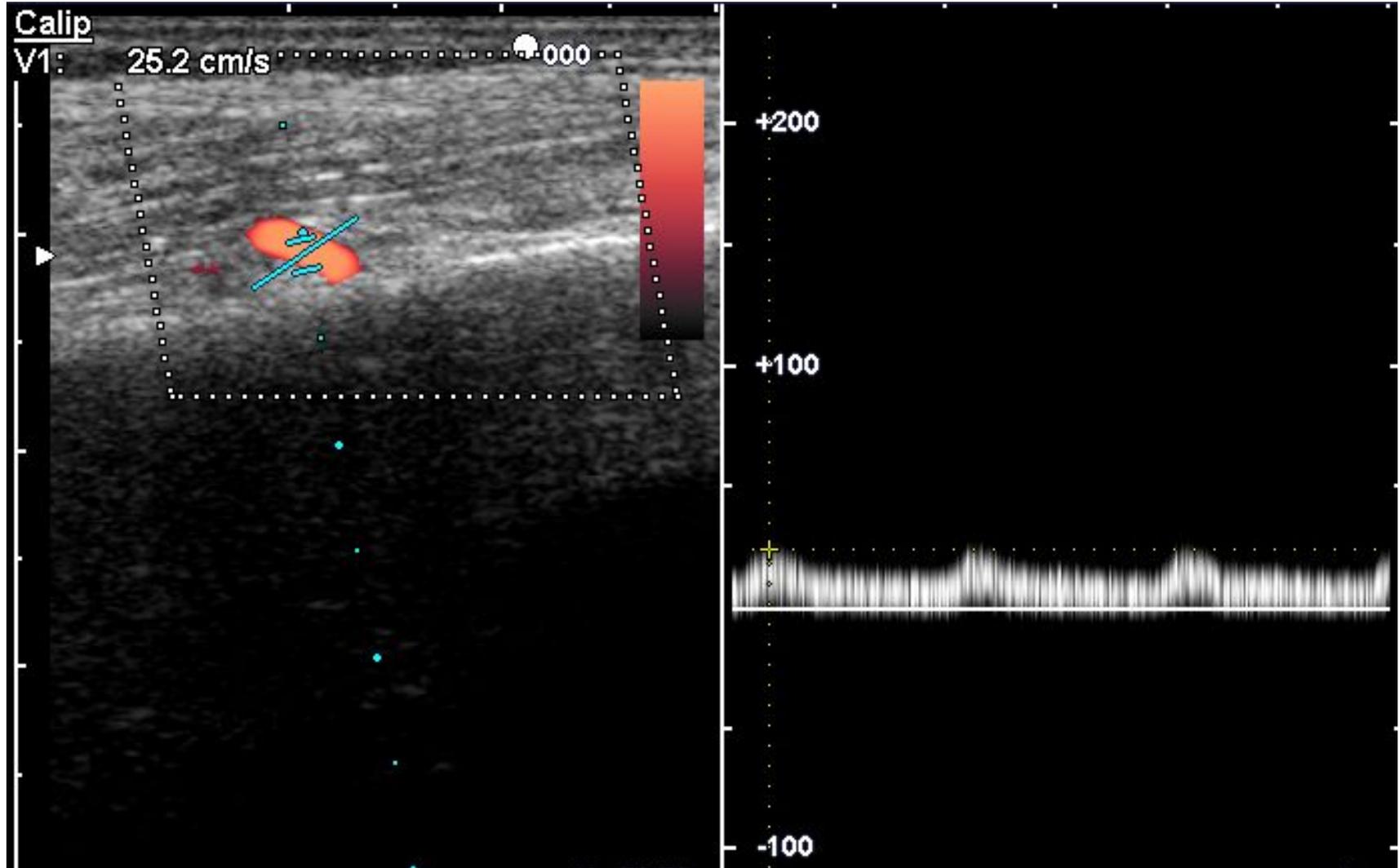
Спектрограмма кровотока в задней большеберцовой артерии при тромбозе подколенной артерии (коллатеральный кровоток)



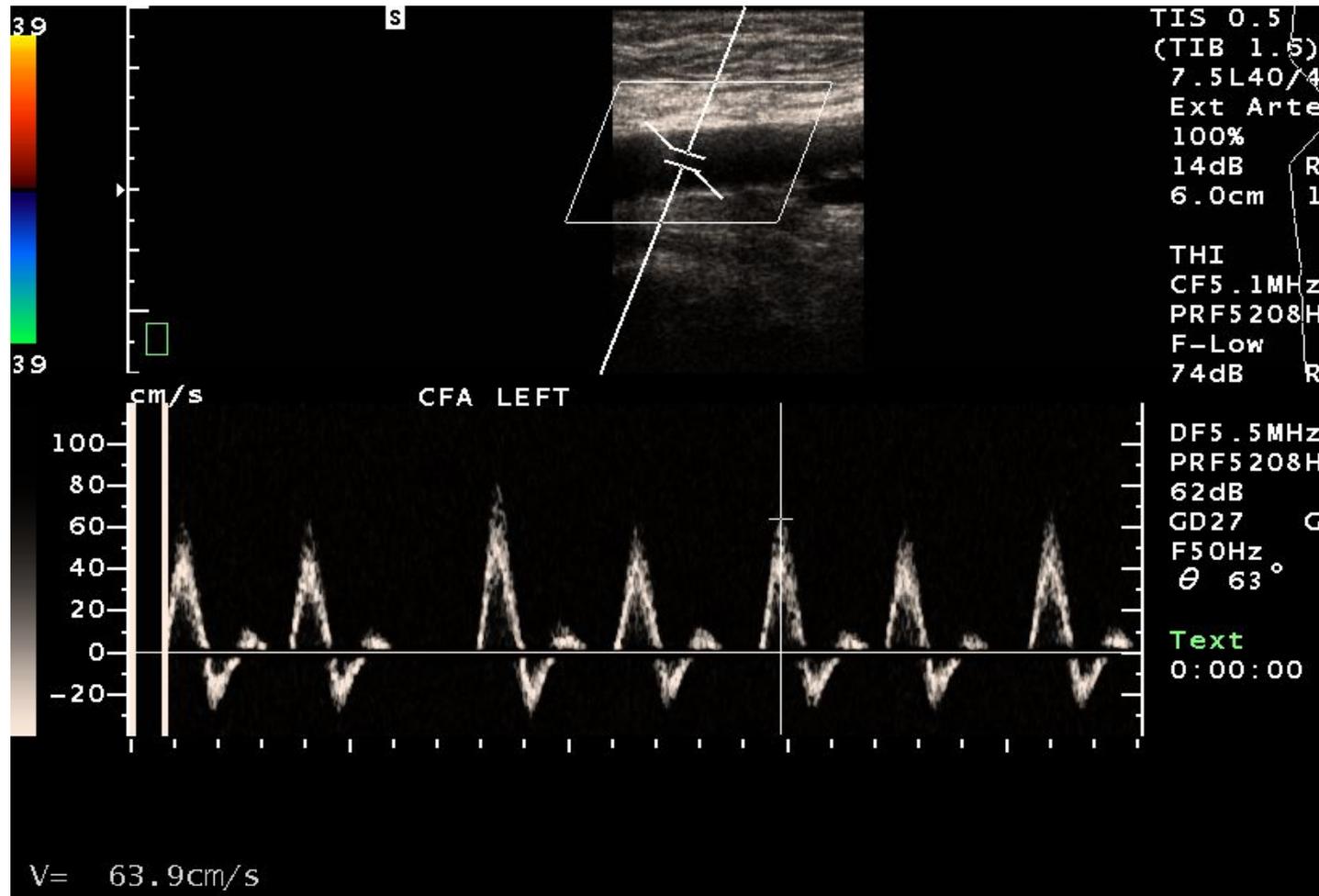
Коллатеральный кровоток в задней большеберцовой артерии при проксимальной окклюзии



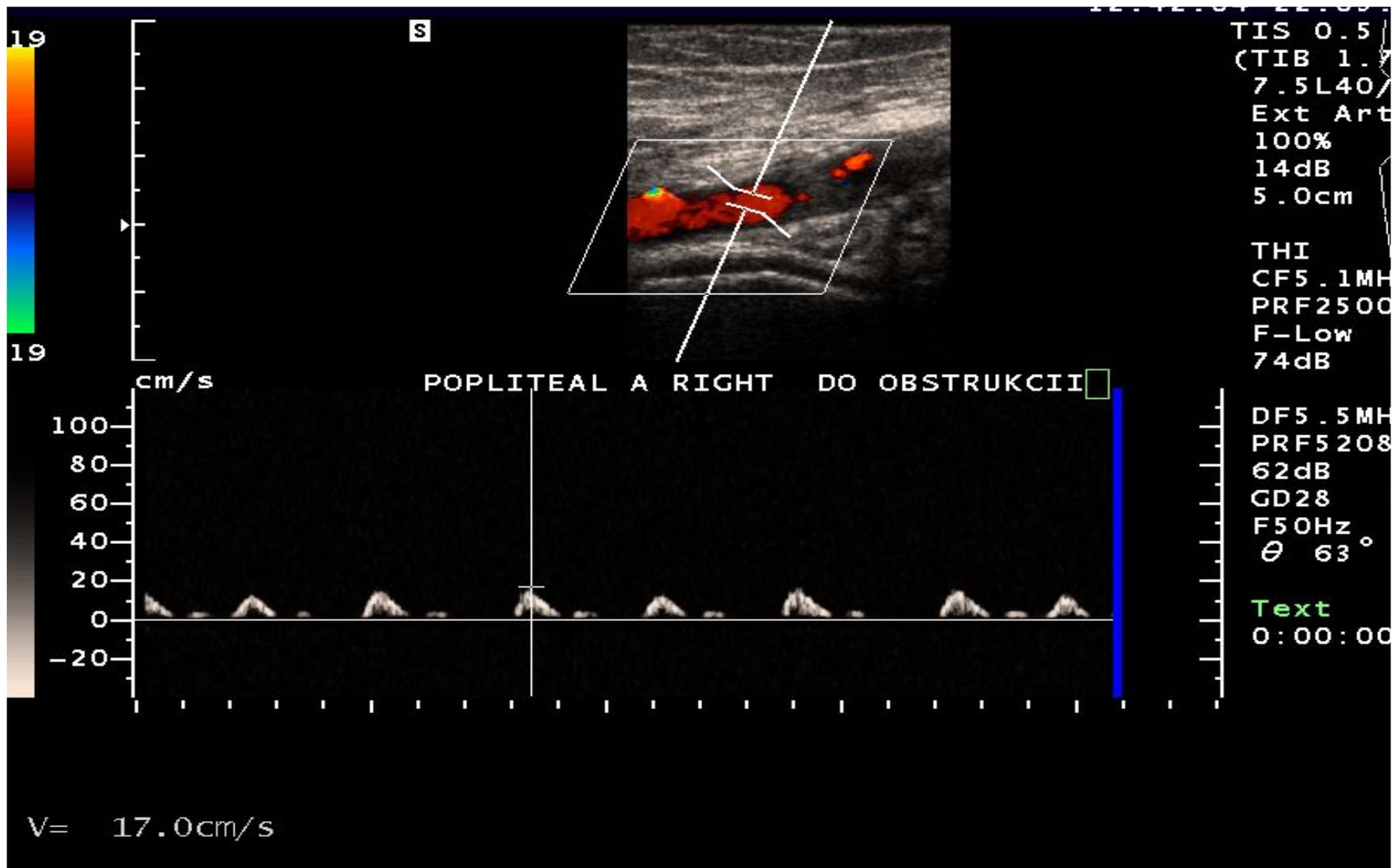
Спектрограмма кровотока в артерии тыла стопы при проксимальной окклюзии (коллатеральный кровоток)



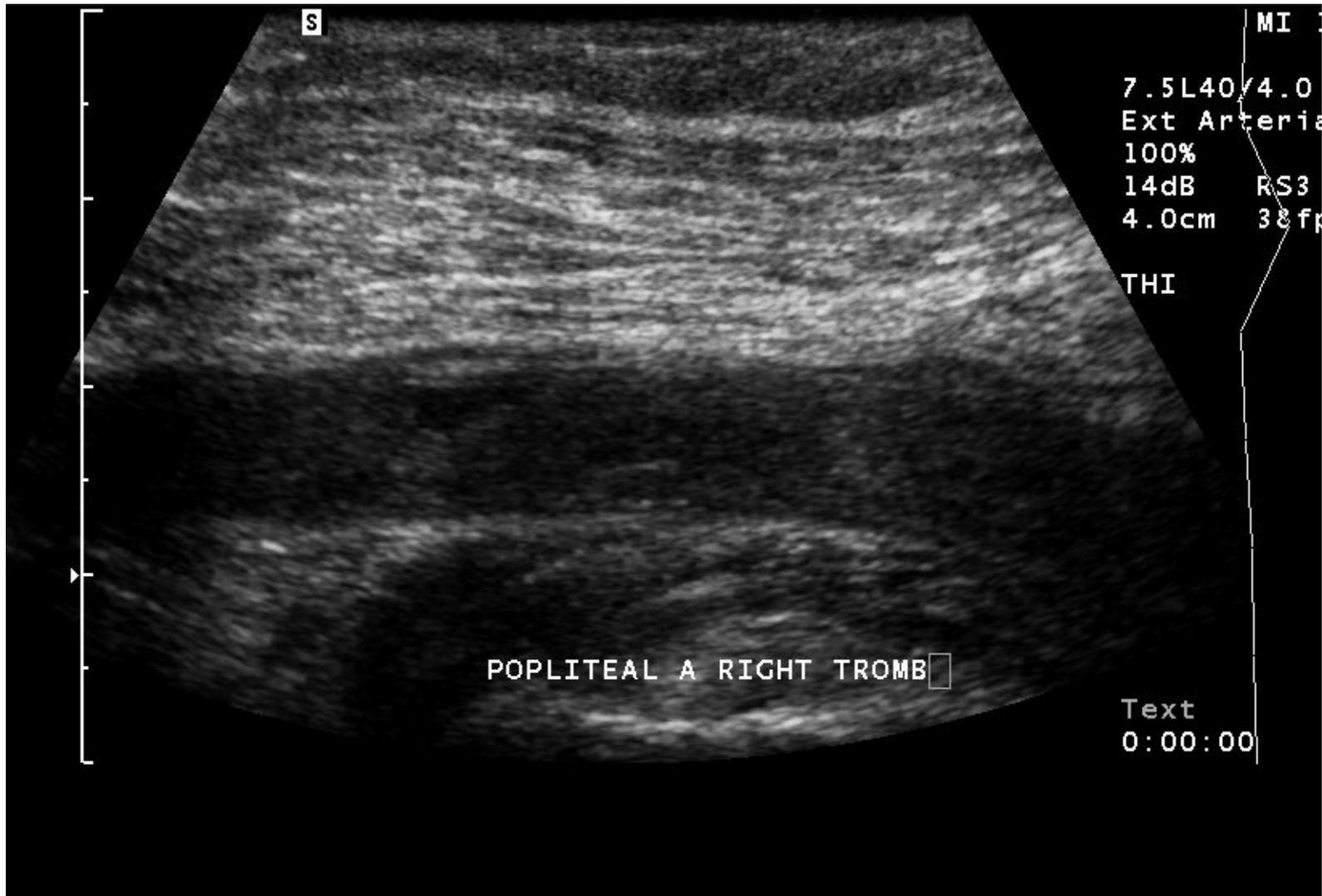
Спектрограмма кровотока в бедренной артерии



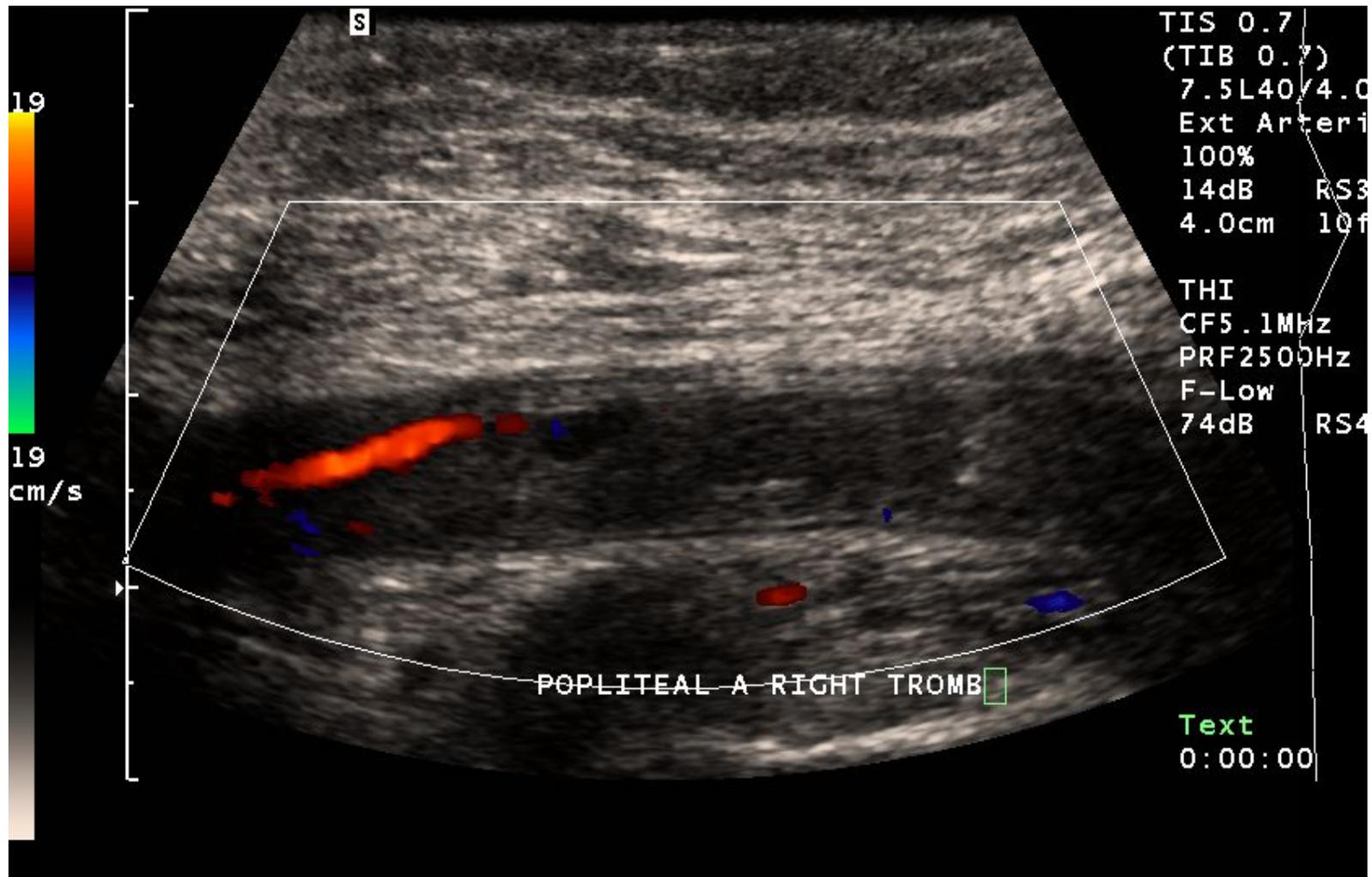
Спектрограмма кровотока в подколенной артерии до зоны тромбоза



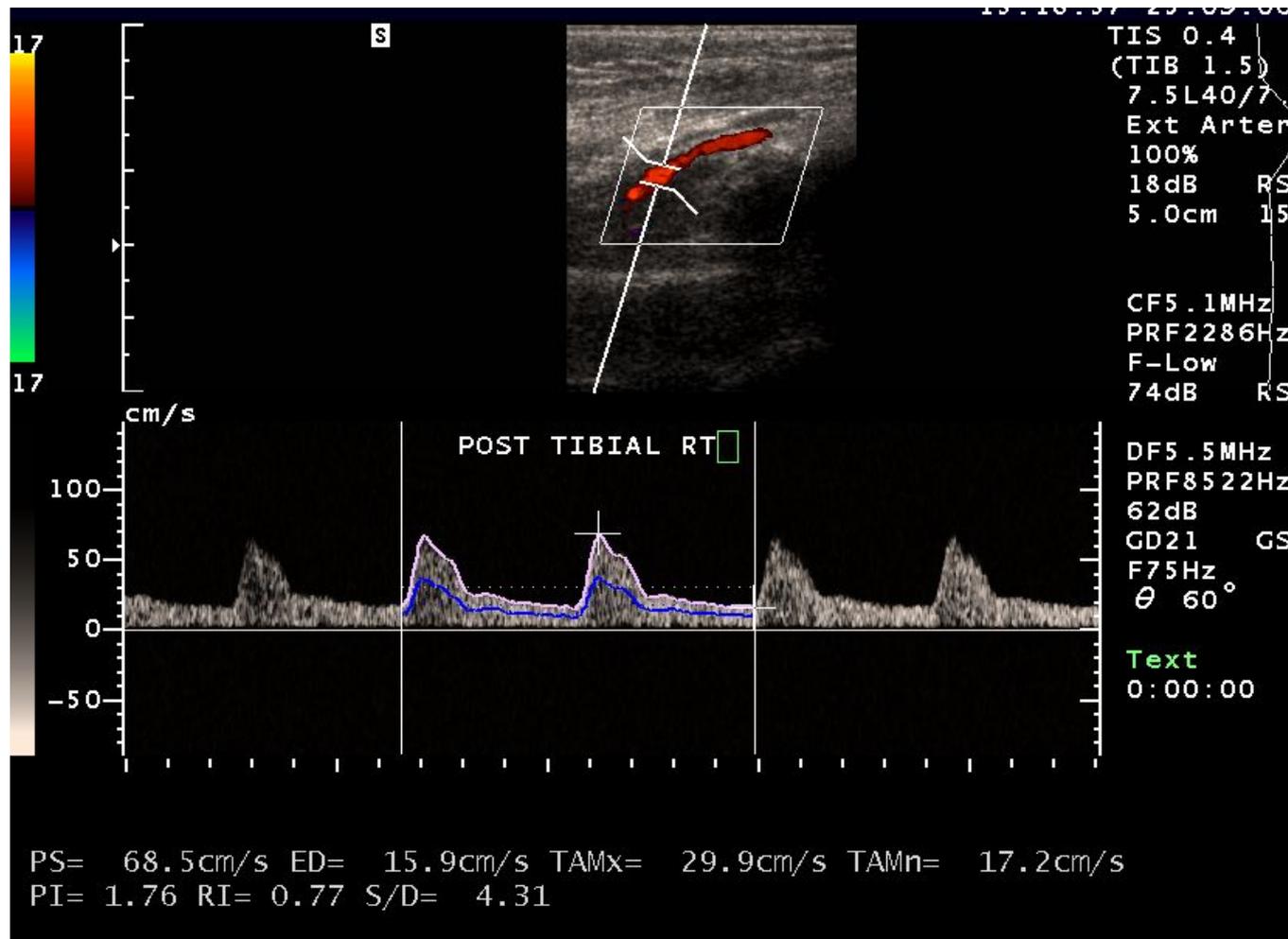
Тромбоз подколенной артерии



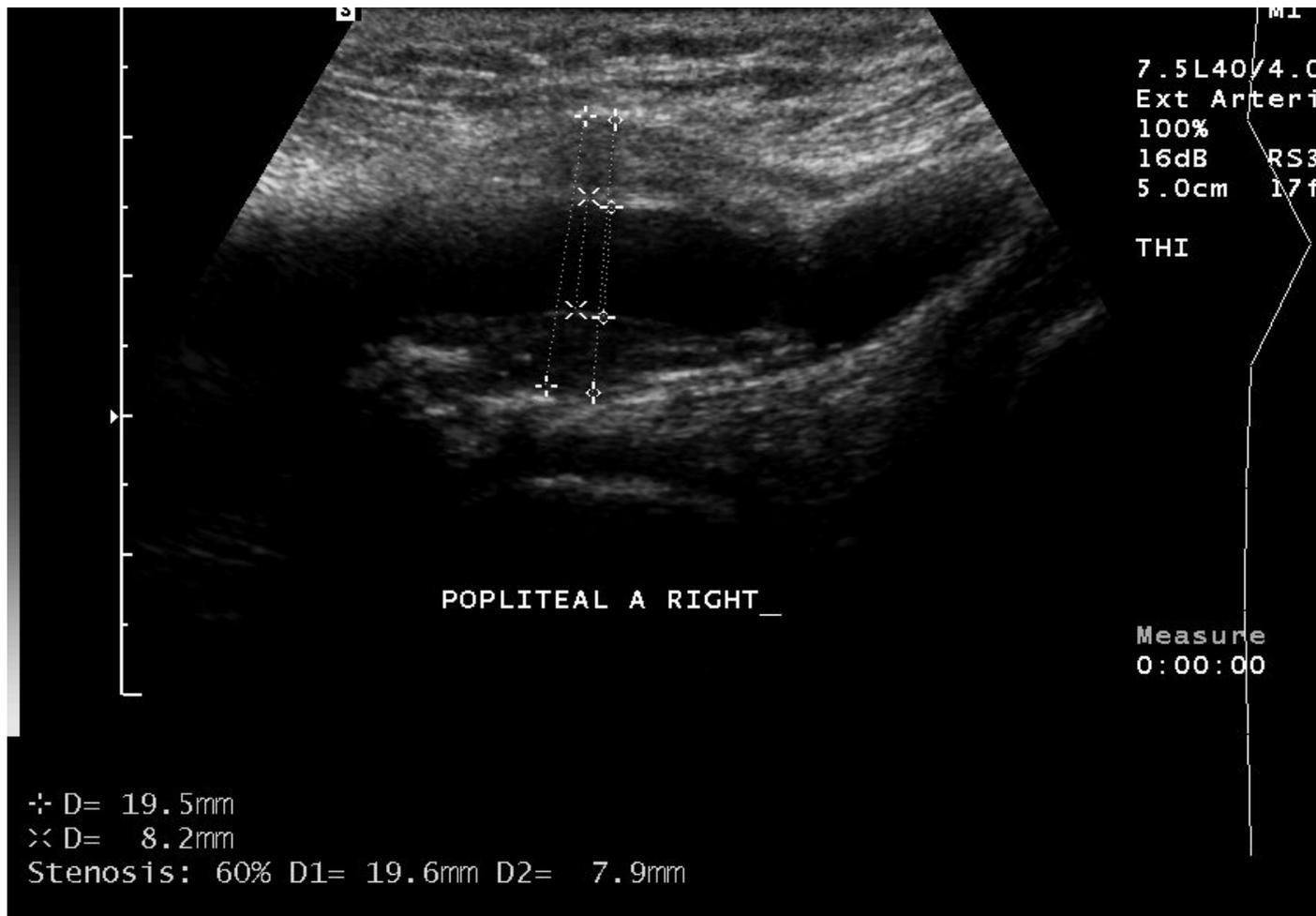
Тромбоз подколенной артерии



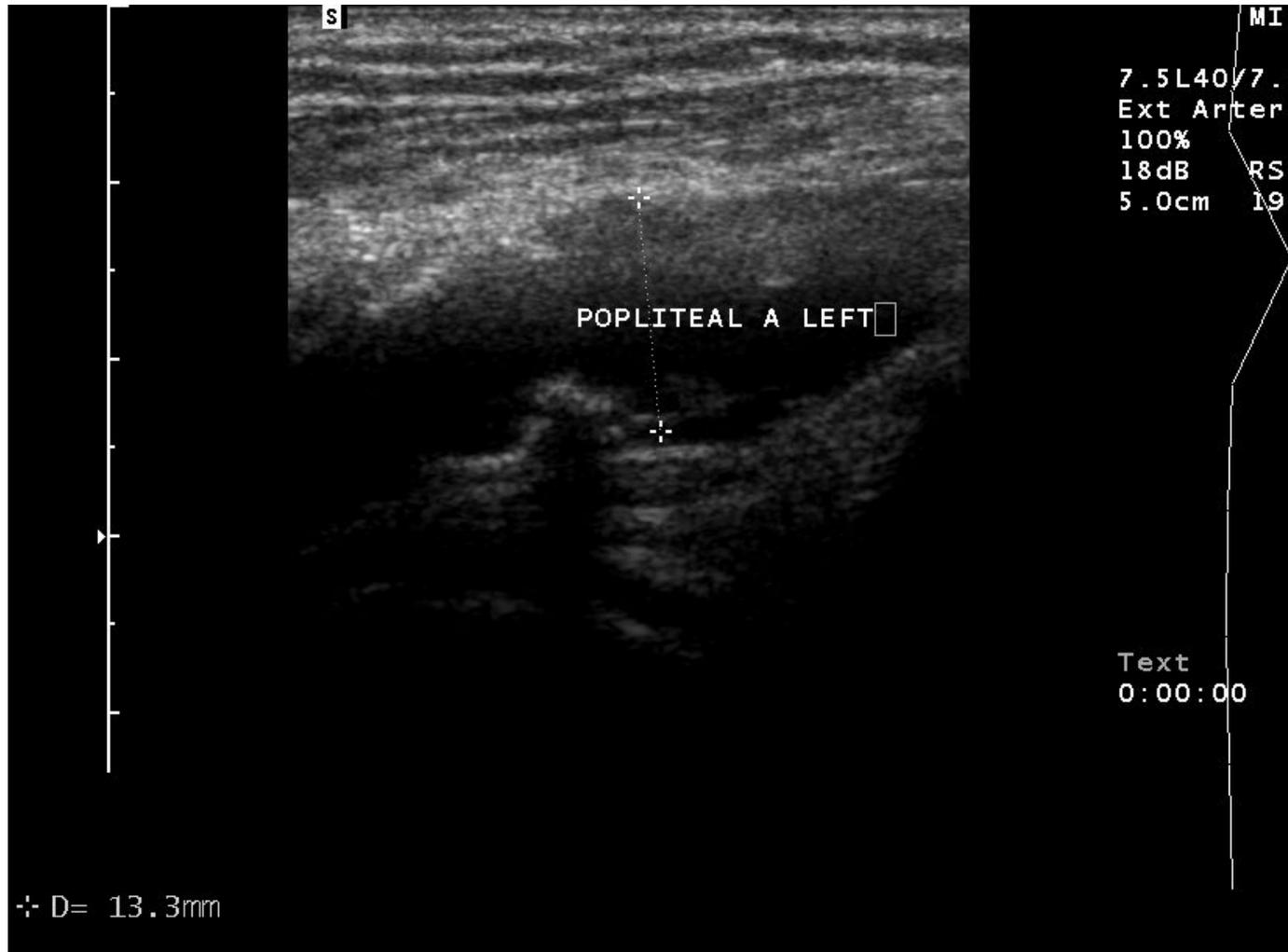
Спектрограмма кровотока в задней большеберцовой артерии при проксимальной окклюзии



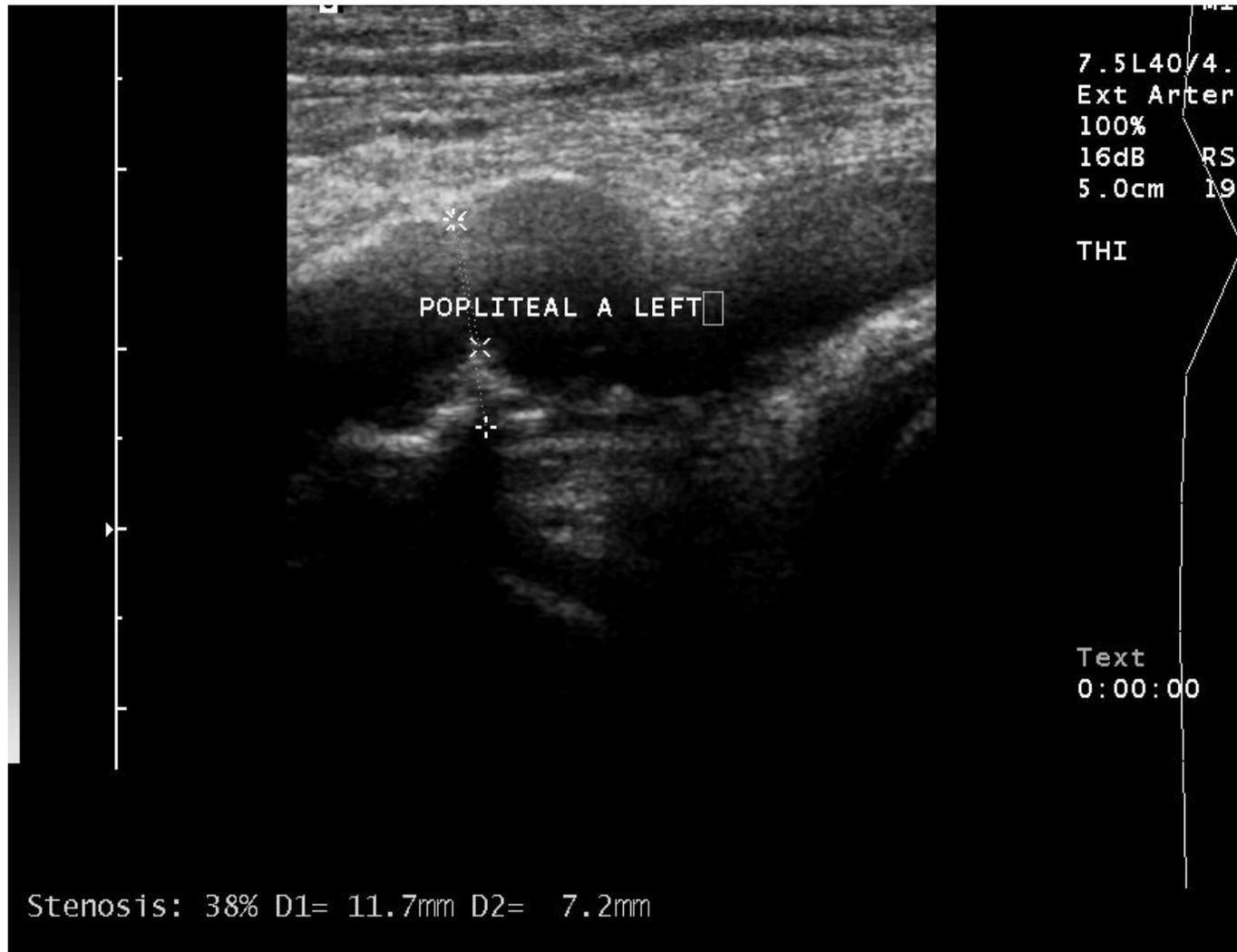
Аневризма подколенной артерии



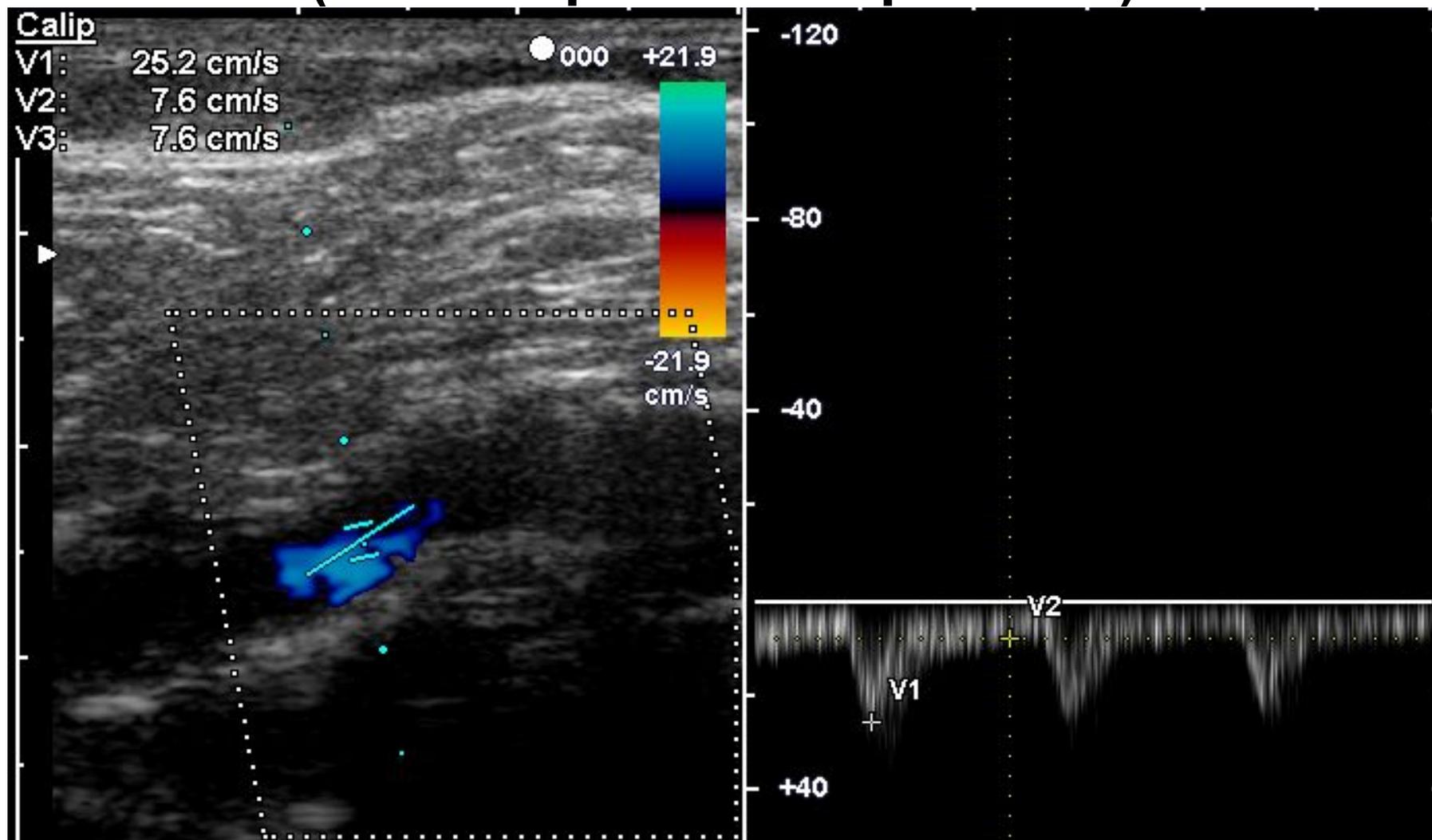
Аневризма подколенной артерии



Аневризма подколенной артерии на фоне атеросклероза

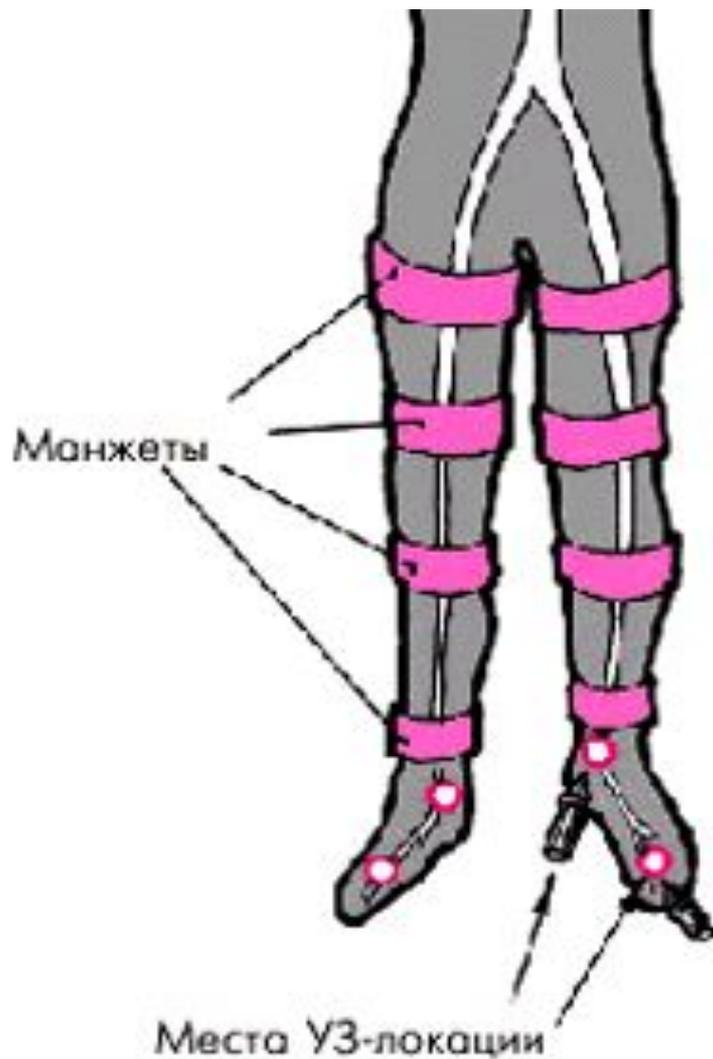


Спектрограмма кровотока в подколенной артерии при проксимальной окклюзии (коллатеральный кровоток)



- **Для определения уровня и степени сужения проводят также измерение регионарного систолического АД и расчет индексов давления.**
- **На правую и левую нижние конечности накладывают по четыре пневматические манжеты — такие же, как и при измерении АД на плечевой артерии по методу Н.С. Короткова.**
- **Манжеты помещают на уровне верхней и нижней трети бедра и голени.**

Схема расположения манжет для измерения регионарного давления



- **Перед началом исследования трижды определяют АД на плечевой артерии; для последующих расчетов выбирается наибольшее значение давления.**
- **Затем приступают к измерению регионарного систолического АД в отдельных сегментах артерий нижних конечностей:**
- **в проксимальном и дистальном отделах бедренной артерии, в подколенной артерии и в артериях голени.**

- **Ультразвуковой датчик при этом устанавливают в третьей или четвертой позициях и получают доплеровское изображение кровотока в передней или задней тиббиальной артерии. После этого в манжетку, установленную на уровне верхней трети бедра, нагнетают воздух несколько выше значения в момент полного прекращения кровотока в тиббиальной артерии. Затем медленно выпускают воздух, снижая давление в манжетке и тем самым уменьшая сжатие артерии.**

- При давлении в манжетке чуть ниже систолического артерия начинает пропускать в систолу первые пульсовые волны, которые фиксируются ультразвуковым датчиком. Так же определяют систолическое АД на всех четырех уровнях артериальной системы нижних конечностей.
- В норме систолическое АД на ногах выше давления в плечевой артерии на 20–40 мм рт. ст.

- При гемодинамически значимом сужении или окклюзии артерии нижних конечностей систолическое АД снижается параллельно степени стеноза. При полной окклюзии уровень АД определяется степенью развития коллатерального кровообращения: чем лучше развиты коллатерали, тем менее выражено падение систолического АД. Следует подчеркнуть, что абсолютное значение систолического АД в артериях нижних конечностей зависит не только от степени стеноза, но и от величины системного АД, измеряемого в плечевой артерии.

- Поэтому для оценки степени изменения регионарного АД используют, как правило, относительные показатели, в частности так называемый “лодыжечный индекс давления” (ЛИД):

- $ЛИД = АДл / АДп$

- АДл - лодыжечной (передней или задней тиббиальной);
- АДп - плечевой артериях.

- **В норме ЛИД составляет от 1,0 до 1,5. Максимальные колебания ЛИД от верхней до нижней манжетки не превышают $\pm 0,20-0,25$.**

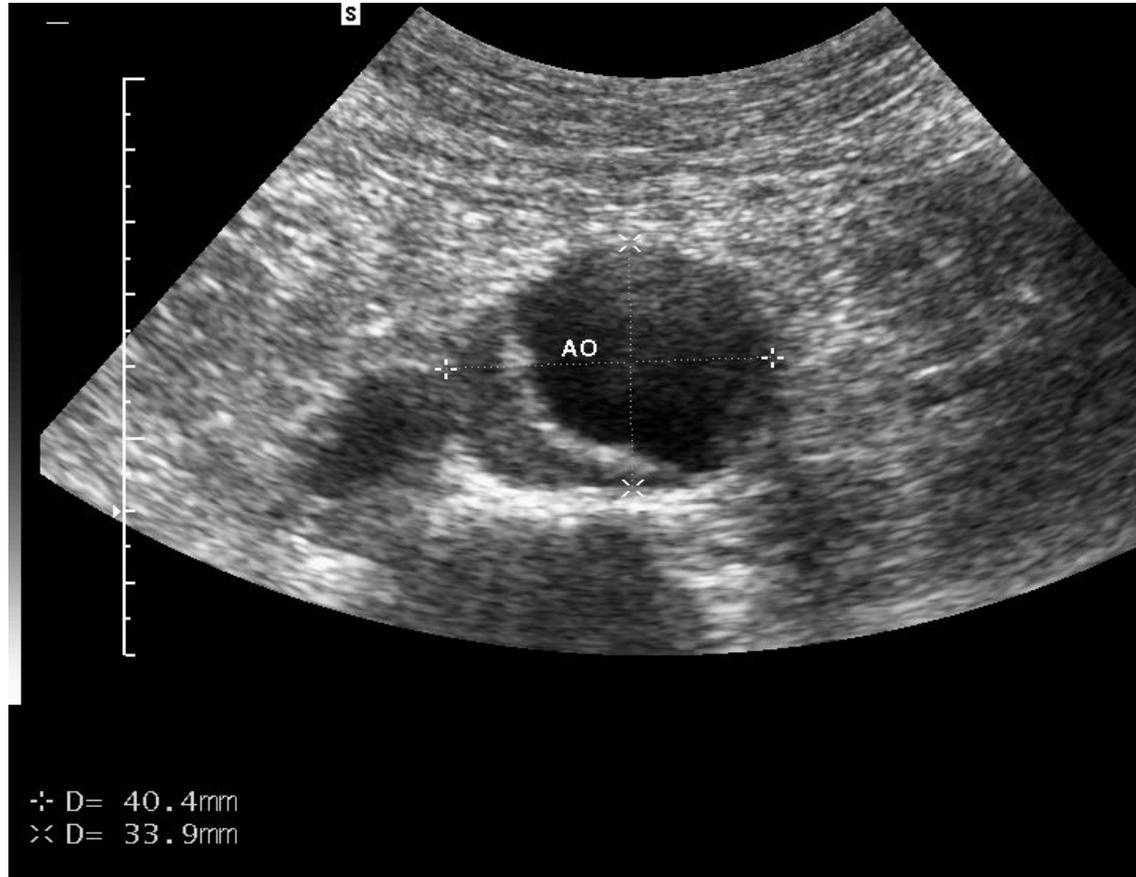
Снижение значений ЛИД до менее 1,0 свидетельствует о гемодинамически значимом (более 75%) стенозе или окклюзии в месте измерения АД или проксимальнее его. Например, при окклюзии наружной подвздошной артерии АДс и значения ЛИД снижаются на всех уровнях измерения давления; при окклюзии средней или дистальной трети бедренной артерии — в области подколенной и тибиальных артерий.

- **При оценке результатов исследования следует иметь в виду, что для диагностики окклюзии артерии нижних конечностей анализ спектра доплерограмм, зарегистрированных при прямой локации артерии, обладает несколько большей информативностью, чем измерение регионарного систолического АД, поскольку при хорошем развитии коллатералей значения ЛИД могут быть достаточно высокими и ввести в заблуждение относительно поражения артериального сегмента.**

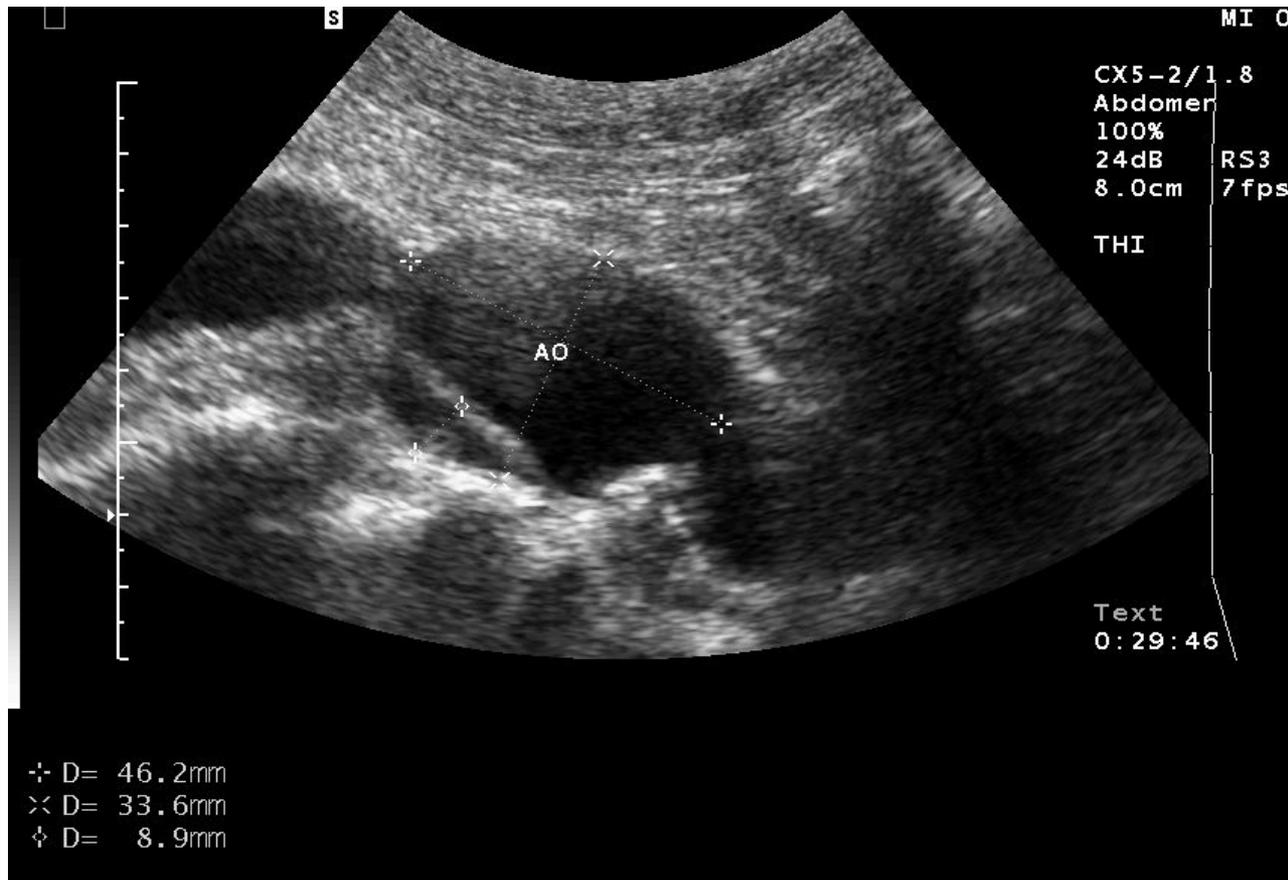
- **Значения ЛИД:**
- **1,0 - 1,5 - норма**
- **0,9 – 0,7 - компенсация**
- **0,6 – 0,4 - субкомпенсация**
- **$\leq 0,3$ - декомпенсация**

- **0,8 – 0,7 - стеноз**
- **$<0,7$ - окклюзия**

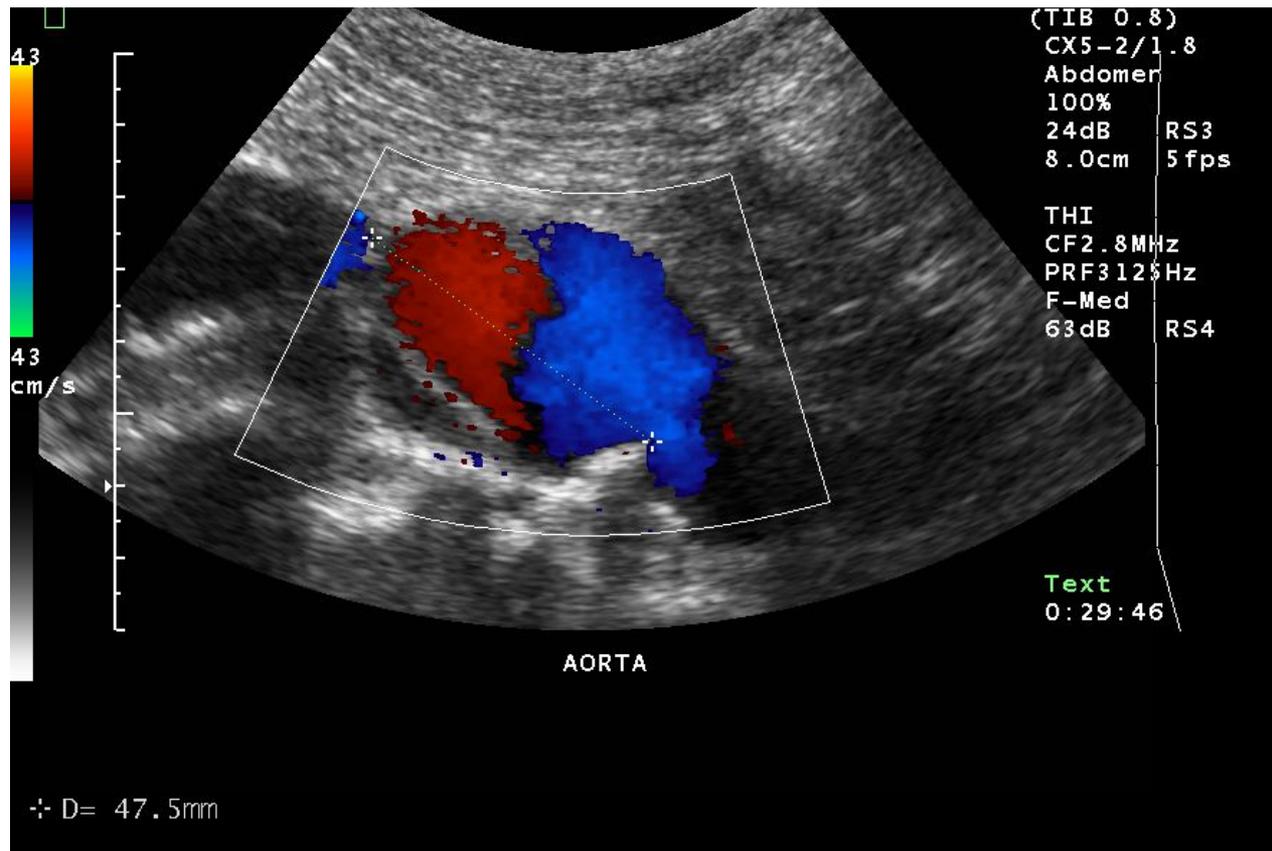
АНЕВРИЗМА БРЮШНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ



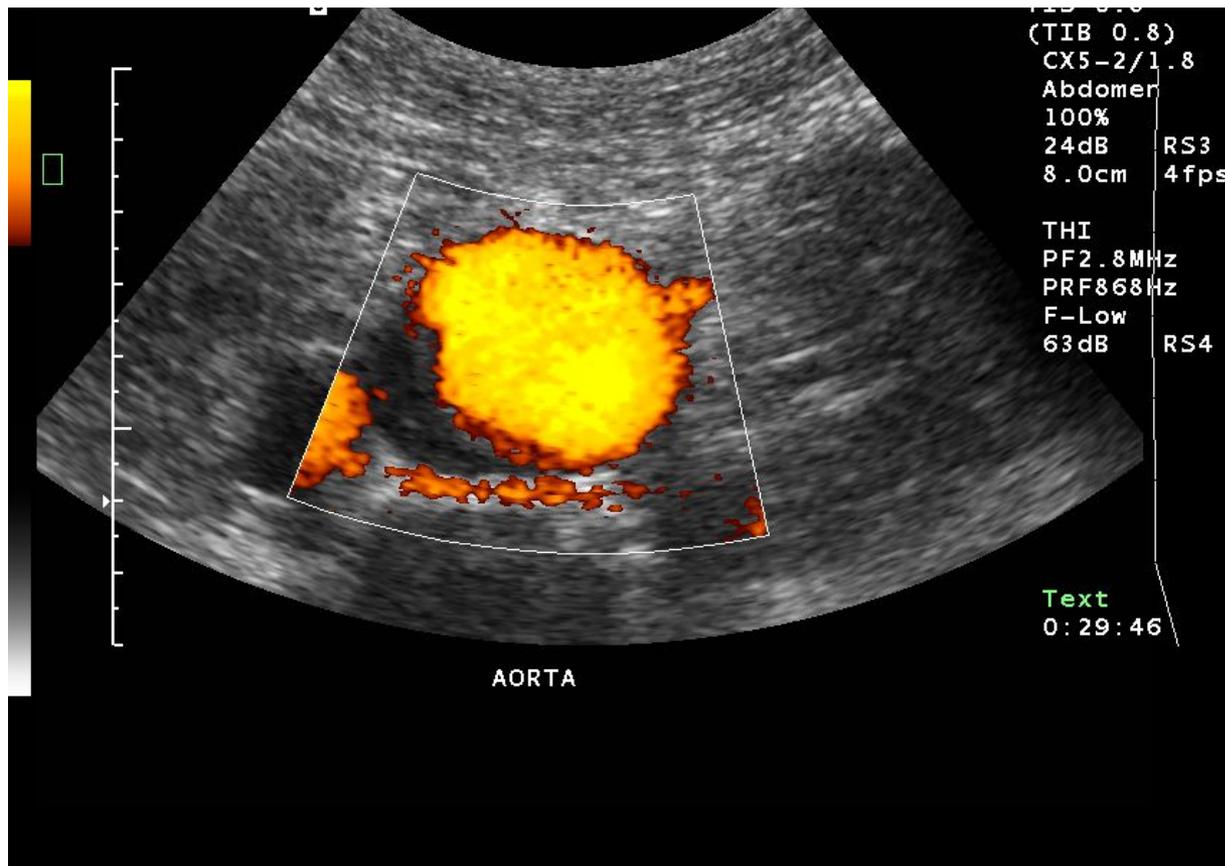
АНЕВРИЗМА БРЮШНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ



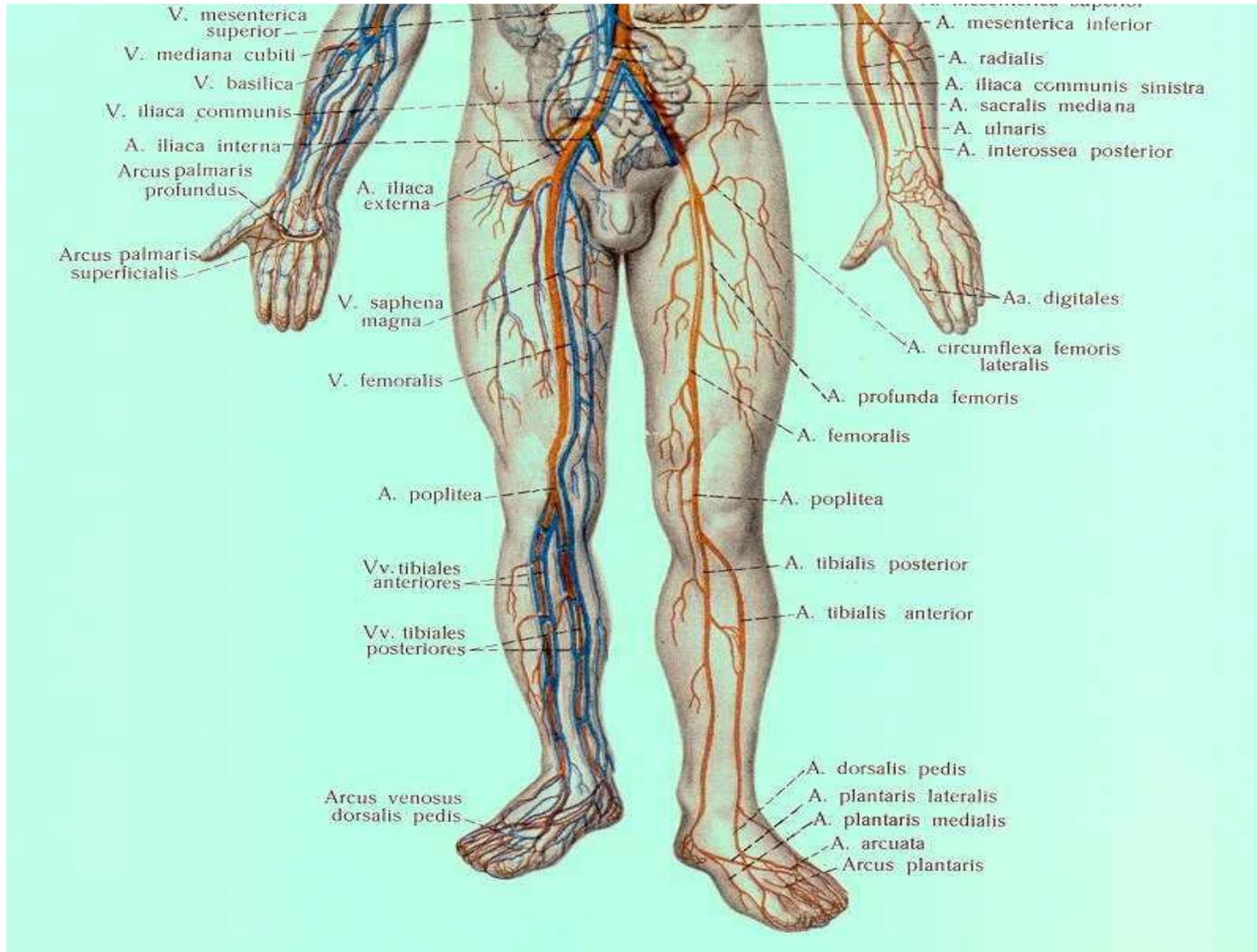
АНЕВРИЗМА БРЮШНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ.



АНЕВРИЗМА БРЮШНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ



Анатомическая схема строения сосудов нижних конечностей



Субтотальный стеноз (95-99%):

До препятствия:

- Выраженное снижение линейной скорости кровотока;**
- Повышение индексов периферического сопротивления (при отсутствии коллатералей).**

В зоне стеноза и непосредственно за ним:

Низкоамплитудный кровоток

(коллатеральный по форме) -

значительное снижение систолического пика;

- отсутствие ретроградного и второго антеградного пиков;

В дистальном отделе амплитудные

характеристики кровотока зависят от

степени развития коллатеральной компенсации.