

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ  
Первый заместитель министра

\_\_\_\_\_ Р.А. Часнойть  
6 июня 2008 г.  
Регистрационный номер № 105-1107

**УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АРТЕРИЙ ВЕРХНЕГО  
ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА И АОРТО/МАММАРОКОРОНАРНЫХ  
ШУНТОВ У БОЛЬНЫХ, ОПЕРИРУЕМЫХ ПО ПОВОДУ  
ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА**

инструкция по применению

УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК: Республиканский научно-практический  
центр «Кардиология»

АВТОРЫ: д-р мед. наук, акад. БАМН Ю.П. Островский, О.Ф. Кардаш,  
Н.Н. Мороз-Водолажская, А.Э. Бейманов, Д.В. Турлюк, С.И. Балашко,  
Л.В. Боровкова

Минск 2008

В инструкции изложена технология ультразвукового исследования (УЗИ) артерий предплечья и кисти, внутренних грудных артерий (аутоартериальный материал) перед операцией на коронарных сосудах и аорто/маммарокоронарных шунтов во время и после операции прямой реваскуляризации миокарда у лиц с ишемической болезнью сердца (ИБС).

Исследование внутренней грудной, лучевой артерий и артериальной ладонной дуги перед реваскуляризацией миокарда преследует цель оценки аутоматериала для коронарного шунтирования и определения вероятности развития ишемии кисти после забора лучевой артерии.

Анализ функции коронарных шунтов осуществляется на основании изучения данных УЗИ проксимальных и дистальных анастомозов аортокоронарных шунтов (АКШ) в покое (ультразвуковое триплексное сосудистое исследование, трансторакальное УЗИ коронарных артерий), во время медикаментозной пробы с гиперемией (стресс-эхокардиография с дипиридамолом). Результаты, полученные при использовании описанных методик, позволяют уточнить показания для проведения коронарошунтографии у больных с нарушением проходимости аортокоронарных шунтов, определить тактику послеоперационного ведения пациентов.

Рекомендуется для использования в кардиохирургических, кардиологических отделениях, отделениях функциональной/ультразвуковой диагностики областных больниц и кардиодиспансеров Республики Беларусь.

## **УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АРТЕРИЙ ВЕРХНЕГО ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА**

### **ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ, РЕАКТИВОВ, ПРЕПАРАТОВ, ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ**

#### **Оборудование:**

– ультразвуковой аппарат высокого класса с программным обеспечением для проведения дуплексного и триплексного исследования сосудов с частотой сосудистого датчика 3–7 МГц и синхронизацией ЭКГ в 3 отведениях

– электроды одноразовые — 3 шт.

– видеокассета sVHS или электронный носитель информации, соответствующий комплектации ультразвукового аппарата — 1 шт.

#### **Специалисты:**

– врач-кардиолог или врач функциональной/ультразвуковой диагностики с опытом работы в кардиологическом стационаре не менее 3 лет, владеющий методикой ультразвукового сосудистого исследования

– медсестра не менее II квалификационной категории

#### **ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ**

Перед операцией аортокоронарного шунтирования для определения функции:

а) внутренней грудной артерии (ВГА)

- б) лучевой артерии
- в) артериальной ладонной дуги

исследование проводится у больных:

- стабильной стенокардией II–IV функциональных классов (ФК) по Канадской классификации
- постинфарктным кардиосклерозом
- приобретенными пороками клапанов сердца (ревматизм, эндокардит, миксоматозная дегенерация митрального клапана) с синдромом стенокардии
- нестабильной стенокардией
- инфарктом миокарда в любом периоде
- аневризмой аорты, в т. ч. расслаивающей, с синдромом стенокардии.

### **ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ**

УЗИ внутренней грудной артерии, лучевой и локтевой артерий, тыльной ладонной дуги проводится всем больным, направляемым на операцию аорто/маммарокоронарного шунтирования. Не показано исследование только пациентам, у которых уже выполнялась данная операция с использованием ВГА или лучевой артерии.

### **ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПОСОБА**

Предоперационное обследование больного ИБС включает УЗИ внутренней грудной артерии, лучевой и локтевой артерий, артериальной ладонной дуги.

ВГА изучается в соответствующей надключичной ямке и по краю грудины (левому – для левой, правому — для правой ВГА). Оценивается наличие крупных ветвей, отходящих в первом межреберье, область кровоснабжения сосуда.

Лучевая и локтевая артерии визуализируются от бифуркации до лучезапястного сустава.

Для всех исследуемых артерий указывается тип кровотока (магистральный, магистрально-измененный, коллатеральный), наличие стенозов, состояние комплекса интима-медиа, диаметр сосуда (D) (в проксимальном и дистальном сегментах), скоростные характеристики: максимальная скорость кровотока в систолу ( $V_s$ ), диастолу ( $V_{endd}$ ), средняя скорость ( $V_{mean}$ ), интеграл кровотока в систолу (VTIs), диастолу (VTId), общий интеграл кровотока в артерии (VTIo).

По следующим формулам рассчитываются:

$$\text{объемный кровоток (Q)} = \frac{\pi D^2 * VTIo * HR}{4 * 1000} \text{ (ml/min) (Calafiore P., 1990) (1),}$$

$$\text{резистивный индекс (RI)} = \frac{V_s - V_{endd}}{V_s} \text{ (Burns) (2),}$$

$$\text{пульсативный индекс (PI)} = \frac{V_s - V_{endd}}{V_{mean}} \text{ (Burns)} \quad (3),$$

$$\text{диасто-систолическое соотношение скоростей кровотока (r)} = \frac{V_d}{V_s}, \quad (4),$$

где HR — частота сердечных сокращений.

Для оценки функциональных возможностей ладонной дуги выполняется *проба Алена* с доплерографическим контролем. Датчик устанавливается на ладонной дуге в области тенара. При мониторинговании кровотока в импульсном режиме доплеровского исследования пережимается лучевая артерия в области лучезапястного сустава. Изменение направления кровотока на противоположное свидетельствует о функционирующей ладонной дуге, проба считается отрицательной. Прекращение кровотока по дуге происходит при незамкнутой ладонной дуге, проба считается положительной. При регистрации кровотока антероретроградного направления, проба считается сомнительной (Ruengsakulrach P., 2001).

#### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОЗМОЖНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ИЛИ ОШИБОК ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ И ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

Осложнений при дооперационном ультразвуковом исследовании не наблюдается.

Отсутствие динамики кровотока при выполнении пробы Алена с доплерографическим контролем (ложноположительный ответ) может иметь место при неправильной установке датчика над артерией первого пальца кисти. Устранение ошибки достигается благодаря оптимизации положения датчика.

#### **УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АОРТО/МАММАРОКОРОНАРНЫХ ШУНТОВ**

#### **ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ, РЕАКТИВОВ, ПРЕПАРАТОВ, ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ**

##### **Оборудование:**

– ультразвуковой аппарат высокого класса с программным обеспечением для сосудистого исследования, эхокардиографии (эхоКГ) и стресс-эхокардиографии (стресс-эхоКГ) (1,7/2,0 МГц передающая, 3,4/4,0 МГц принимающая частоты фазированного или матричного датчика) с наличием интраоперационного линейного датчика (5-16 МГц) и возможностью синхронизации с мониторным (ЭКГ) оборудованием. В характеристиках аппаратуры существенным является наличие гармонического программного отображения. Цветной доплер должен иметь высокочастотную составляющую (3,5–7,0 МГц в основной частотной характеристике) в связи с необходимостью измерения и низкой (10–50 см/с), и высокой (>100 см/с) составляющих скоростей потока. Высокая частота повторений импульса для пульсового (PW) доплера является обязательной.

Работа в низком скоростном диапазоне требует наличия регулировки соответствующего фильтра

- доплеровский флоуметр для интраоперационного исследования
- монитор артериального давления
- инфузомат шприцевой
- дефибриллятор
- электроды одноразовые — 3 шт.
- шприц 20 или 50 мл — 1 шт.
- система для внутривенной инфузии — 1 шт.
- препараты для проведения фармакологических стресс-тестов:
  - а) дипиридамол в ампулах по 10 мг/2 мл (1 упаковка)
  - б) аденозин
- набор препаратов для оказания экстренной помощи: антидот дипиридамола — эуфиллин 2,4% — 10 мл; нитроглицерин (спрей), пропранолол, лидокаин, атропин, адреналин, норадреналин, лазикс, морфин, преднизолон (инъекционные формы)

#### **Специалисты:**

- врач-кардиолог или врач функциональной/ультразвуковой диагностики с опытом работы в кардиологическом стационаре не менее 5 лет, владеющий методикой сосудистого и эхокардиографического исследований
- медсестра не менее II квалификационной категории, владеющая методикой оказания реанимационного пособия, внутривенных инъекций, катетеризации периферических вен, со стажем работы в функциональной диагностике не менее 3 лет

#### **ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ**

*Во время операции* аортокоронарного шунтирования проводится интраоперационное ультразвуковое исследование АКШ.

*После операции* аортокоронарного шунтирования с целью динамической оценки функции аортокоронарных графтов выполняется ультразвуковое исследование АКШ в покое.

Медикаментозная нагрузочная стресс-эхокардиография с УЗИ аортокоронарных шунтов проводится при возобновлении или усилении синдрома стенокардии в разные сроки после операции для определения тактики лечения и показаний к коронарошунтографии.

Таким образом, показанием к исследованию является:

- наличие операции аорто-/маммарокоронарного шунтирования в анамнезе
- увеличение ФК стенокардии или появление синдрома стенокардии в послеоперационном периоде

#### **ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ**

- 1) отказ больного от исследования

2) противопоказания к проведению медикаментозных нагрузочных проб (стресс-эхокардиография) с дипиридамолом

**абсолютные**

- острый и подострый периоды инфаркта миокарда
- нестабильная стенокардия
- острая расслаивающая аневризма грудной и/или брюшной аорты
- фракция выброса ЛЖ <35%
- гипотония менее 90/60 мм рт. ст.
- артериальная гипертензия (АД более 180/100 мм рт. ст.)
- тромбоэмболия легочной артерии
- тромбоз периферических артерий и/или периферических или центральных вен
- состояние после ОНМК ранее 12 месяцев
- дисциркуляторная энцефалопатия III степени
- бронхиальная астма
- синдром слабости синусового узла
- частая суправентрикулярная и желудочковая экстрасистолия
- пароксизмальная тахикардия или желудочковая тахикардия в анамнезе
- легочное кровотечение
- язвенное кровотечение
- тромбоцитопеническая пурпура
- повышенная чувствительность к дипиридамолу

**относительные**

- неоперабельная опухоль любой локализации
- хронический обструктивный бронхит
- гипертрофическая кардиопатия с/без обструкции выходного тракта левого желудочка
- декомпенсированный порок аортального и/или митрального клапана с явлениями сердечной недостаточности III ФК по классификации NYHA (Нью-Йоркской ассоциации кардиологов)
- кардиопатия неясного генеза с явлениями сердечной недостаточности III и более ФК по NYHA
- тахисистолическая форма мерцательной аритмии (ЧСС более 90 ударов в мин)
- беременность и лактация
- лечение антикоагулянтами прямого и непрямого действия
- лечение ингибиторами холинэстеразы
- возраст до 18 лет

**ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПОСОБА**

## **Подготовка аппаратуры**

### *а) ультразвукового аппарата высокого класса*

- глубина исследования до 2 см при интраоперационном исследовании, до 4 см при оценке периферического артериального русла, 10–14 см при трансторакальном изучении коронарного русла

- предустановки цветного доплеровского исследования
  - скорость кровотока не более 20 см/с
  - включение адаптивного кровотока и пакета программного обеспечения, включающего высокочастотную составляющую
  - установка максимально возможного фильтра
- включение гармонического обеспечения для трансторакальной эхокардиографии

### *б) доплеровского флоуметра*

- датчик фиксируется вокруг или над соответствующим шунтом или сосудом

- диаметр датчика выбирается близкий к размерам шунта: 2–3 мм для оценки артериального, 4 мм — венозного шунта.

**Методика исследования аорто- и маммарокоронарных шунтов** включает оценку стенок шунта, спектральных характеристик кровотока по нему и составляющих анастомозов.

Кровоток оценивается по следующим параметрам (приложения 1 и 2):

1) тип кровотока

а) сбалансированный — различие между систолической и диастолической максимальными скоростями менее 10%

б) преимущественно систолический — максимальная систолическая скорость превышает максимальную диастолическую на 10% и более

в) преимущественно диастолический — максимальная диастолическая скорость превышает максимальную систолическую на 10% и более

2) максимальные скорости кровотока (МСК)

а) снижение МСК в систолу и/или диастолу  $< 0,2$  м/с

б) увеличение МСК в систолу  $\geq 1,5$  м/с

в) увеличение МСК в диастолу  $\geq 1,5$  м/с (в проксимальных сегментах) и  $\geq 1,0$  м/с (в дистальных сегментах)

г) увеличение МСК в систолу и диастолу  $\geq 1,5$  м/с (в проксимальных сегментах) и  $\geq 1,0$  м/с (в дистальных сегментах)

3) наличие ретроградного кровотока (при флоуметрии рассчитывается отношение недостаточности — процент ретроградного кровотока)

а) систолический антероградный и диастолический ретроградный кровотоки

б) систолический антероретроградный кровоток

в) диастолический антероградный и систолический ретроградный кровотоки

4) при флоуметрии дополнительно анализируется отношение быстрого преобразования Фурье (FFT) ( $F_0/H_1$ , где  $F_0$  — мощность базовой частоты,  $H_1$  — мощность первой гармоники), в норме составляющего более 1,5 у.е.

**Оценка ультразвуковой геометрии анастомозов** состоит в измерении длины анастомоза, диаметра шунта и коронарного русла дистальнее анастомоза, толщины стенки сосуда и описании морфологии атеросклеротической бляшки (наличие кальциноза) (приложение 3).

### **Интраоперационное исследование**

#### ***Допплеровская флоуметрия***

Допплеровская флоуметрия является разновидностью интраоперационного ультразвукового исследования шунтов любой локализации по спектральным характеристикам кровотока с использованием датчика, соответствующего внешнему размеру шунта.

Датчик флоуметра устанавливается вокруг или над коронарным шунтом соответствующей артерии. Основной характеристикой при данном исследовании является объемный кровоток (ОК). Объемный кровоток по маммарокоронарному шунту (МКШ) у мужчин в среднем составляет 33–34 мл/мин, по венозному — 30–38 мл/мин. У женщин среднее значение данного параметра ниже, чем у мужчин, и колеблется от 23 до 29 мл/мин по МКШ, от 23 до 28 мл/мин — по венозному шунту.

ОК остается неизменным до тех пор, пока не происходит стенозирование шунта более 75% (Kjaergard Н.К.). Интерпретировать качество анастомоза только по ОК затруднительно.

*При дисфункции шунта* и низком ОК (<30 мл/мин) следует учитывать спектральные характеристики кровотока: отсутствие диастолически доминирующей формы спектра, низкое FFT ( $0,9 \pm 0,5$ ), высокий пульсативный индекс (более 3 в бассейне ЛКА и более 5 — ПКА) и отношение недостаточности (более 2%) (Kim К.-В., D'Ancona G., Louagie Y.A.G.). Если по данным флоуметрии затруднительно отдифференцировать окклюзию шунта от шунта с конкурентным кровотоком, то следует выполнить эпикардальное ультразвуковое исследование.

#### ***Эпикардальное ультразвуковое исследование***

Эпикардальное интраоперационное исследование осуществляется высокочастотным (на 6–15 МГц) линейным датчиком небольших размеров, который находится в стерильном рукаве. Датчик устанавливают вдоль продольной оси сосуда и поперечно. При оценке анастомоза на работающем сердце ультразвуковой датчик перемещают синхронно с сердцем.

Ствол левой коронарной артерии, его бифуркация и проксимальный сегмент передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) визуализируются в области легочной артерии. Коронарные ветви, расположенные на боковой или задней поверхности сердца, могут быть оценены только во время искусственного кровообращения.

С помощью ультразвукового исследования дифференцируют конструктивные ошибки анастомоза, провисание адвентиции, тромбоз или спазм сосуда.

*Спазм сосуда* характеризуется сужением просвета сосуда менее 1,5 мм со снижением скоростных параметров кровотока менее 0,2 м/с вплоть до отсутствия сигнала.

Снижение пиковых скоростей в систолу и/или диастолу менее 0,2 м/с при диаметре шунта более 2,0 мм свидетельствует о сужении дистального коронарного русла (диаметр <1,0 мм).

Увеличение пиковых скоростей кровотока наблюдается при *стенозе анастомоза*. Пиковая систолическая скорость кровотока  $\geq 1,5$  м/с регистрируется при *стенозе проксимального анастомоза* более 75%, что требует обязательной оценки морфологии проксимального анастомоза (диаметр анастомоза и диаметр шунта).

Пиковая диастолическая скорость кровотока, превышающая 1,5 м/с в проксимальном и среднем сегментах, и 1,0 м/с в дистальном сегменте, отражает *стеноз дистального анастомоза*, что требует обязательной оценки морфологии дистального анастомоза (диаметр анастомоза, диаметр шунта, диаметр коронарной артерии).

Систолический ретроградный кровоток свидетельствует о наличии конкурентного кровотока по шунтированной коронарной артерии.

В результате тромбоза или провисания адвентиции в области анастомоза наступает окклюзия шунта, просвет шунта или зоны анастомоза при ультразвуковом исследовании выполнен эхопозитивными массами.

В проксимальном сегменте *окклюзированного венозного шунта* регистрируется систолический антероградный и диастолический ретроградный кровоток.

*Окклюзия артериального шунта* в результате *тромбоза* (или провисания адвентиции) характеризуется наличием систолического антероретроградного кровотока в проксимальном сегменте шунта.

**Послеоперационное исследование** состоит из последовательного выполнения этапов и включает комплекс функциональных методов.

Этап 1. Оценка состояния проксимальных анастомозов аорто/маммарокоронарных шунтов осуществляется с помощью 1) ультразвукового сосудистого исследования линейным датчиком, 2) трансторакального исследования секторным датчиком (фазированным или матричным).

### ***Маммарокоронарный шунт***

Проксимальный сегмент маммарокоронарного шунта визуализируется в надключичной ямке. Оценивают диаметр сосуда, его спектральные характеристики. Преимущественно диастолический кровоток с объемной скоростью кровотока более 90 мл/мин свидетельствует о проходимости сосуда, его состоятельности. Превышение систолической скорости кровотока 1,5 м/с говорит о стенозе проксимального анастомоза. Увеличение диастолической скорости кровотока более 1,5 м/с свидетельствует о стенозе среднего и дистального сегментов шунта. Сбалансированный, преимущественно систолический кровоток при любой объемной скорости и преимущественно диастолический кровоток при объемной скорости

кровотока менее 90 мл/мин требуют трансторакального эхокардиографического исследования для оценки дистальных сегментов графта.

### ***Аортокоронарный шунт***

Проксимальные сегменты аортокоронарных графтов просматриваются в парастернальной позиции по длинной оси левого желудочка в области восходящей аорты и правого желудочка. Преимущественно диастолический кровоток с объемной скоростью кровотока более 60 мл/мин свидетельствует о проходимости сосуда, его состоятельности. Превышение систолической скорости кровотока более 1,5 м/с говорит о стенозе проксимального анастомоза. Увеличение диастолической скорости кровотока более 1,5 м/с свидетельствует о стенозе среднего и дистального сегментов шунта. Систолический антероретроградный кровоток по артериальному шунту наблюдается при окклюзии графта. Систолический антероградный и диастолический ретроградный кровоток свидетельствует об окклюзии венозного графта. Сбалансированный, преимущественно систолический кровоток при любой объемной скорости и преимущественно диастолический кровоток при объемной скорости кровотока менее 60 мл/мин требуют трансторакального эхокардиографического исследования для оценки дистальных сегментов графта.

Этап 2. Оценка функции дистальных анастомозов аорто/маммарокоронарных шунтов осуществляется секторным датчиком (фазированным или матричным) в положении пациента на левом боку из стандартных эхокардиографических позиций (приложение 4).

- К передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии визуализация составляющих дистального анастомоза осуществляется в парастернальной позиции по длинной оси левого желудочка или в 3-камерной апикальной позиции в субэпикардальном пространстве в области межжелудочковой борозды.

- К диагональной ветви левой коронарной артерии визуализация дистального коронарного русла осуществляется в 4-камерной апикальной позиции в субэпикардальном пространстве в области верхушечного сегмента боковой стенки.

- К задней межжелудочковой ветви правой коронарной артерии визуализация компонентов анастомоза и дистального коронарного русла осуществляется в 2 или 4-камерной апикальной позиции в субэпикардальном пространстве в области нижней стенки (средний или верхушечный сегменты) и свободной стенки правого желудочка (верхушечный сегмент).

Регистрация преимущественно диастолического кровотока (или сбалансированного в бассейн правой коронарной артерии) с объемной скоростью кровотока более 40 мл/мин свидетельствует о проходимости сосуда, его состоятельности. Увеличение диастолической скорости кровотока более 1,0 м/с говорит о стенозе дистального сегмента шунта. Систолический антероретроградный кровоток по артериальному шунту наблюдается при

окклюзии графта. Систолический антероградный и диастолический ретроградный кровоток свидетельствует об окклюзии венозного графта. Сбалансированный, преимущественно систолический кровоток при любой объемной скорости и преимущественно диастолический кровоток при объемной скорости кровотока менее 40 мл/мин требуют оценки частичного резерва по шунту.

Этап 3. Оценка резерва по шунтам и стресс-эхокардиография с дипиридамолом

Оценка резерва кровотока по шунтам (частичный коронарный резерв) и эхокардиография проводятся синхронно во время фармакологической пробы с дипиридамолом. Стресс-эхокардиография с дипиридамолом назначается для определения стенозов шунтов к КА в бассейн огибающей артерии (ОВ) при отсутствии визуализации дистальных анастомозов и/или снижении частичного резерва по шунтам к ПМЖВ, ДВ и ЗМЖВ.

Предварительно оценивается состояние миокарда левого желудочка (ЛЖ). При выраженной систолической дисфункции ЛЖ и фракции выброса (ФВ) менее 35% фармакологическая проба высокими дозами дипиридамола (0,84 мг/кг при полной реваскуляризации, 0,56 г/кг при неполной) (проба с гиперемией) не выполняется (см. противопоказания).

За 1–2 суток (4 периода полувыведения) до исследования отменяются кардиотропные препараты (ингибиторы АПФ, адrenoблокаторы, антагонисты кальция, нитраты пролонгированного действия, антиаритмики) и продукты, содержащие кофеин и ксантины.

Инфузия дипиридамола проводится под непрерывным контролем ЧСС, АД, ЭКГ и сатурации кислорода с учетом расчетной дозы 0,28 мг/кг веса пациента в течение первых 2 мин и 0,84 мг/кг в течение последующих 4 мин. При неполной реваскуляризации миокарда максимальная расчетная доза дипиридамола составляет 0,56 мг/кг. Регистрация показателей производится исходно, в конце введения препарата и через 10 мин после прекращения инфузии.

Резерв кровотока (КР) рассчитывался по формуле Youn (2000):

$$КР = \frac{V_{dip}}{V_{base}} \times 100\% \quad (5),$$

где  $V_{dip}$  — диастолическая скорость кровотока на высоте пробы с дипиридамолом;

$V_{base}$  — диастолическая скорость кровотока до введения препарата.

Резерв кровотока  $\geq 300\%$  по артериальному и  $\geq 200\%$  по венозному шунту свидетельствует о проходимости сосуда, его состоятельности. При КР  $< 300\%$  по артериальному и  $< 200\%$  по венозному шунту требуется дополнительная оценка эхокардиографических признаков ишемии миокарда. Визуализация миокарда проводится в положении пациента на левом боку из стандартных эхокардиографических позиций: парастеральная позиция длинная ось ЛЖ; парастеральная позиция, короткая ось ЛЖ на уровне

оснований папиллярных мышц; апикальная 4-камерная позиция и апикальная 2-камерная позиция.

Регистрация эхопоказателей производится исходно, в конце введения дипиридамола и через 10 мин после прекращения инфузии препарата.

#### ***Критерии прекращения пробы с дипиридамолом***

1. Ухудшение сократимости сегментов миокарда ЛЖ с исходно нарушенной систолической функцией или появление новых сегментов с систолическим утолщением менее 30% и/или амплитудой движения миокарда менее 7 мм, а в области верхушечных сегментов ЛЖ менее 5 мм — *критерий положительной пробы*.

2. Развитие типичного приступа стенокардии (и в случаях отсутствия ишемических изменений ЭКГ).

3. Частая суправентрикулярная или желудочковая экстрасистолия, появление угрожающих нарушений ритма: высоких градаций желудочковых нарушений ритма по классификации В. Lown (частая, политопная желудочковая экстрасистолия, «пробежки» желудочковой тахикардии), пароксизмальная суправентрикулярная или желудочковая тахикардия.

4. Ишемическое снижение сегмента ST ЭКГ на 1 мм и более от изолинии в двух и более отведениях.

5. Брадикардия менее 50 уд/мин или появление нарушений проводимости (блокада ножек пучка Гиса, атриовентрикулярная блокада более I ст.).

6. Достижение субмаксимальной ЧСС.

7. Снижение систолического АД более чем на 20 мм рт. ст. от исходного.

8. Повышение систолического АД > 200 мм рт. ст., диастолического >130 мм рт. ст.

9. Появление неврологической мозговой симптоматики (головокружение, нарушение координации движений, головная боль).

10. Появление удушья или тяжелой одышки (число дыханий более 30/мин).

11. В целях предосторожности по решению врача.

Сегментарная сократимость миокарда оценивается по 4-балльной шкале (1 — нормокинез, 2 — гипокинез, 3 — акинез, 4 — дискинез) с учетом 16-сегментной модели левого желудочка и расчетом индекса локальной сократимости левого желудочка (ИЛС) (приложение 5):

ИЛС = сумма баллов сократимости каждого сегмента/16

или по проценту систолического утолщения для каждого визуализированного сегмента миокарда по формуле:

$$\frac{(\text{толщина сегмента в систолу} - \text{толщина сегмента в диастолу}) \times 100}{\text{толщина сегмента в систолу}} \quad (6).$$

Глобальная сократимость рассчитывается с использованием модифицированной формулы Simpson или методом дисков для конечно-

диастолического (КДО) и конечно-систолического объемов (КСО) ЛЖ (Schiller, 1989) и формулы Pombo (Pombo, 1971) для определения фракции выброса ЛЖ:

$$\text{ФВ ЛЖ} = ([\text{КДО} - \text{КСО}] / \text{КДО}) \times 100\% \quad (7).$$

Проба считается отрицательной когда после введения пациенту полной расчетной дозы препарата не возникает ни клинических, ни объективных инструментальных критериев ишемии или дисфункции миокарда. В пределах отрицательной пробы можно выделить вариант — отрицательную пробу с особенностями, когда во время пробы отмечаются: нечастая экстрасистолия (менее 4 в мин), головокружение или головная боль, абдоминальные боли, выраженная одышка, коллаптоидное состояние, реверсия или инверсия зубца Т. Перечисленные признаки могут быть следствием ИБС, но как признаки ИБС они малоспецифичны.

Сомнительной пробу необходимо расценивать, если после введения полной расчетной дозы дигипиридамола у пациента развился атипичный болевой синдром (кардиалгия):

- 1) без ишемических изменений на ЭКГГ-60
- 2) с медленно восходящим снижением сегмента ST менее 0,1 мВ
- 3) с нарушением сердечного ритма и проводимости (пароксизмы суправентрикулярной тахикардии, экстрасистолия, атриовентрикулярные и внутрижелудочковые нарушения проводимости)

Неинформативной (незавершенной) считают фармакологическую пробу с введением неполной расчетной дозы дигипиридамола по субъективным причинам:

- 1) категоричный отказ пациента
- 2) в целях предосторожности по решению врача

#### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОЗМОЖНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ИЛИ ОШИБОК ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ И ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

Осложнений при интраоперационном УЗИ шунтов не наблюдалось.

Осложнения при послеоперационном исследовании резерва аортокоронарных шунтов могут быть связаны: 1) с фармакологическим действием дигипиридамола:

- вегетососудистые реакции встречаются у 28% больных (слабость, головокружение, тошнота, тремор конечностей, головная боль). В специальной коррекции эти осложнения не нуждаются
- гипертензивная реакция наблюдается у 5% пациентов в виде кратковременного повышения АД более 180/100 мм рт. ст. Для купирования может быть использован нифедипин 10 мг или каптоприл 50 мг под язык, в случае отсутствия эффекта в качестве антидота вводится внутривенно 10 мл 2,4% раствора эуфиллина в течение 2 мин
- гипотензивная реакция отмечается у 4% обследованных (снижение АД <90 мм рт. ст.) и требует проведения следующих

мероприятий: уложить больного или усадить и опустить голову ниже колен, сбрызнуть лицо и шею холодной водой, дать вдохнуть пары нашатырного спирта, укутать теплым одеялом, если больного знобит, не разрешать вставать до тех пор, пока не пройдет ощущение мышечной слабости

- нарушения ритма в виде суправентрикулярной экстрасистолии и пароксизмальной тахикардии регистрируются у 3% больных (купирование: пропранолол — 10 мг per os, при отсутствии эффекта — 5 мг в 5 мл раствора внутривенно)

- частая желудочковая экстрасистолия и/или желудочковая тахикардия появляется у 2% больных (купируется внутривенным введением лидокаина или тримекаина 80–120 мг в течение 30 с)

- приступ стенокардии не является осложнением и в сочетании с ишемическими изменениями на ЭКГ-60 наблюдается в 65,6% случаев. У 15,1% больных приступы спровоцированной стенокардии не сопровождаются снижением сегмента ST. В 4,2% случаев наблюдаются отдаленные приступы стенокардии и ишемические изменения ЭКГ через 20–25 мин после введения препарата. Для купирования приступа стенокардии используется сублингвальный прием нитроглицерина или ингаляция нитроминта. При сохранении ангинозных болей вводятся внутримышечно или внутривенно анальгин 50% — 2,0 мл, папаверин 2% — 2,0 мл или димедрол 1% — 1,0 мл. В случае нарастания болей или при их продолжительности более 3 мин в качестве антидота внутривенно вводится раствор эуфиллина 2,4% — 10,0 мл.

2) с наличием плохой ультразвуковой визуализации зоны шунтов, что может быть устранено оптимизацией настроек ультразвукового оборудования.

Характеристики кровотока по шунтам

Максимальная скорость	Систола	Диастола
<b>Норма</b>		
проксимальный анастомоз	0,3–1,5 м/с	0,3–1,5 м/с
дистальный анастомоз	0,2–1,0 м/с	0,2–1,0 м/с
<b>Типы кровотока</b>		
сбалансированный	различие между систолическим и диастолическим пиками <10%	
преимущественно систолический	на 10% и более	
преимущественно диастолический		на 10% и более
<b>Патология</b>		
проксимальный анастомоз		
– стеноз дистального анастомоза – спазм шунта и/или КА – атеросклероз КА с ее диаметром <1,5 мм дистальнее анастомоза	<0,3 м/с	<0,3 м/с
– стеноз анастомоза	>1,5 м/с	>1,5 м/с
дистальный анастомоз		
– стеноз дистального анастомоза – спазм шунта и/или КА – атеросклероз КА с ее диаметром <1,5 мм дистальнее анастомоза	<0,2 м/с	<0,2 м/с
– стеноз дистального анастомоза	-	>1,0 м/с

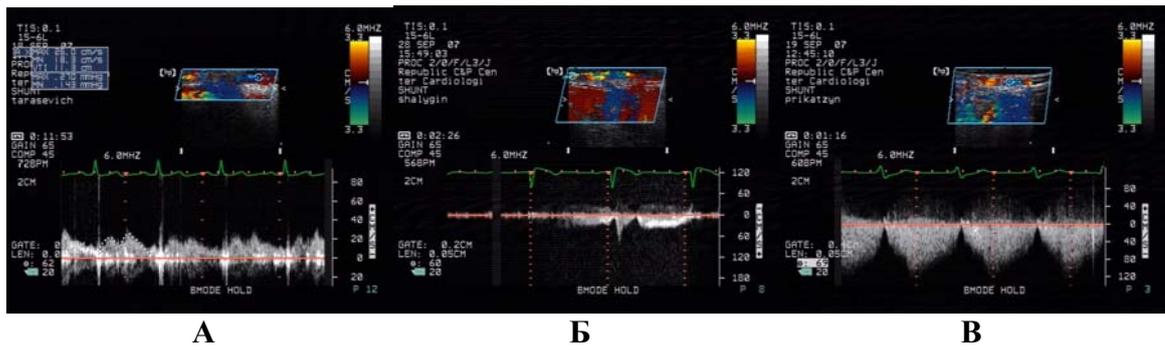


Рис. 1. Типы кровотока: А — сбалансированный, Б — преимущественно систолический, В — преимущественно диастолический

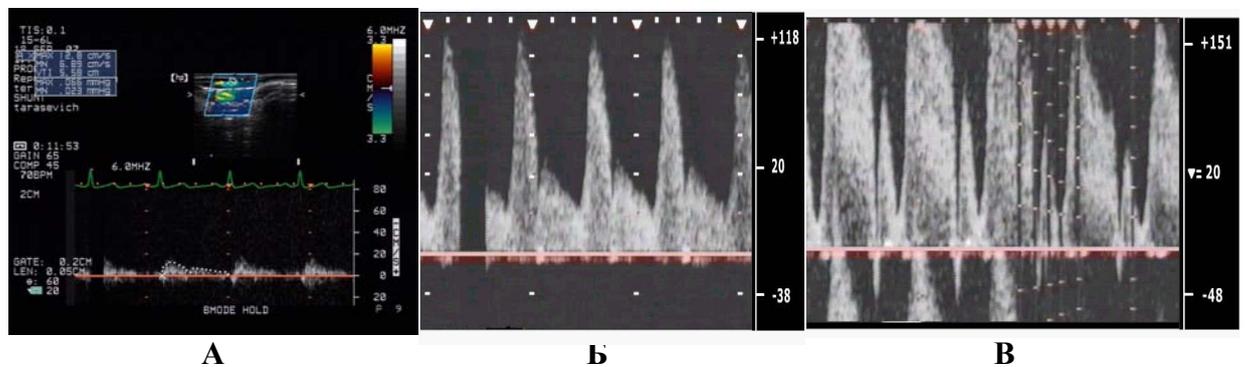


Рис. 2. Изменение пиковых скоростей кровотока: А — снижение пиковых скоростей  $<0,2$  м/с, Б — увеличение пиковой систолической скорости кровотока  $\geq 1,5$  м/с, В — увеличение пиковой диастолической скорости кровотока  $\geq 1,5$  м/с

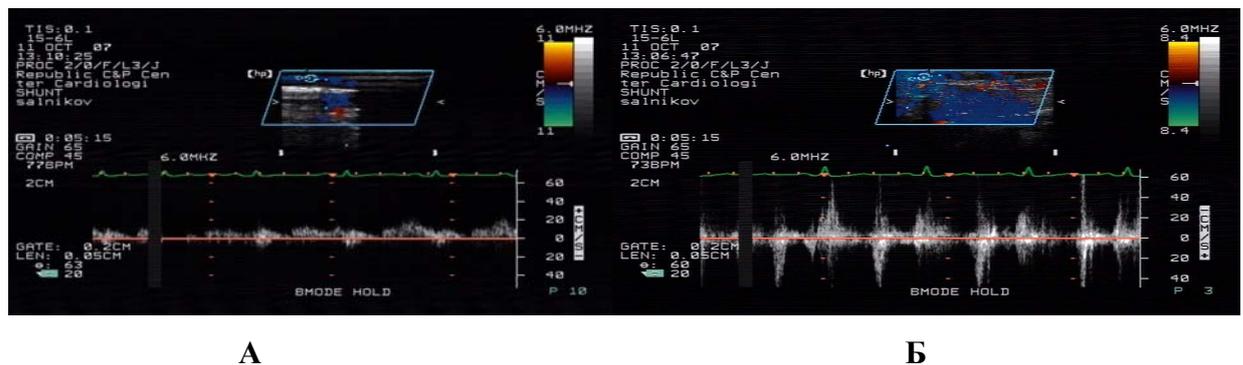


Рис. 3. Ретроградный кровоток: А — диастолический антероградный и систолический ретроградный кровоток, Б — систолический антероретроградный кровоток

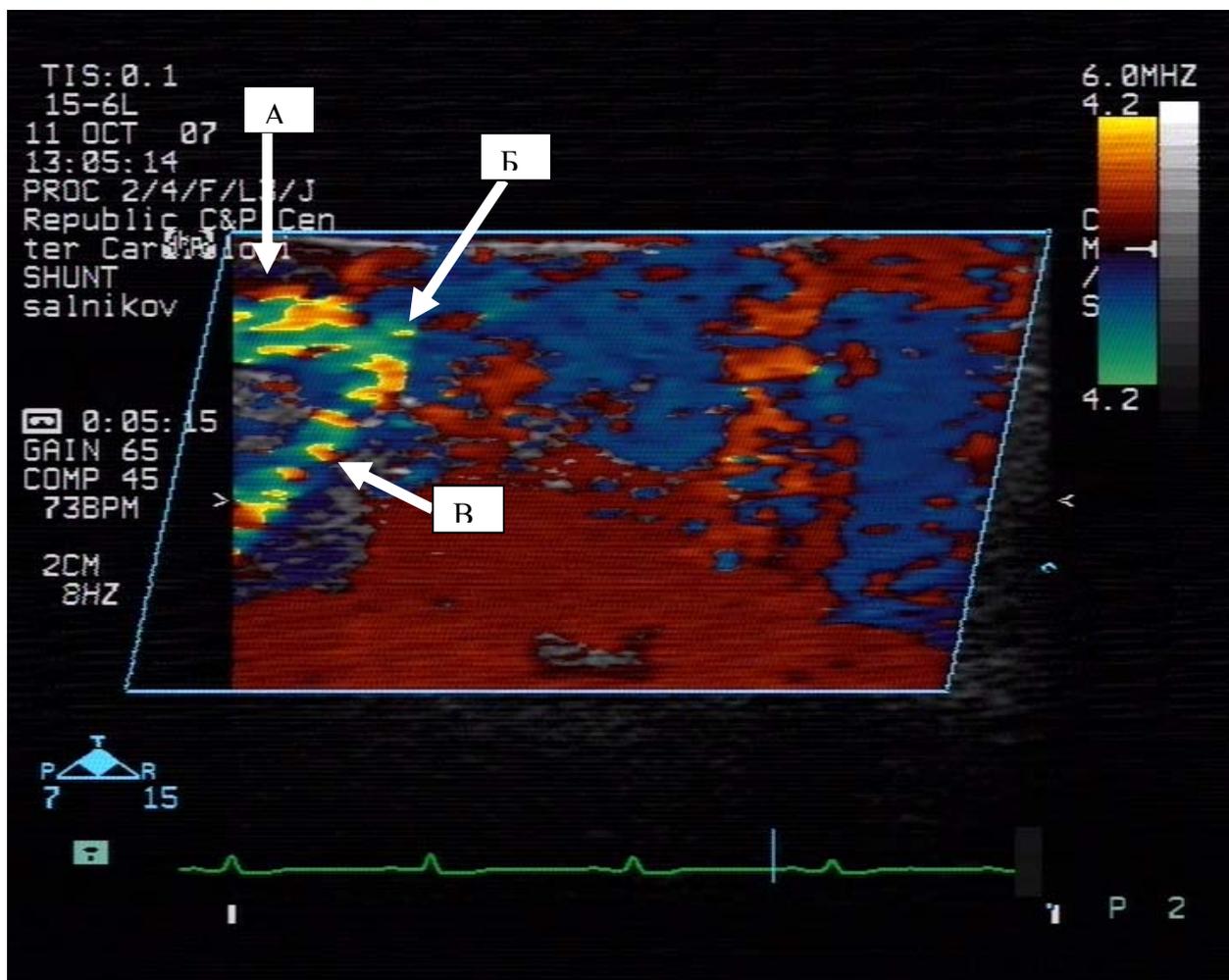


Рис. Составляющие анастомоза:

А — шунт, Б — анастомоз, В — коронарная артерия

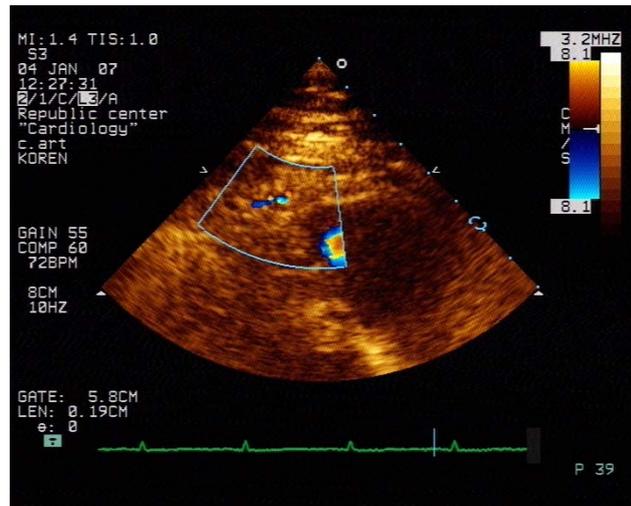


Рис. 1. Визуализация передней межжелудочковой ветви

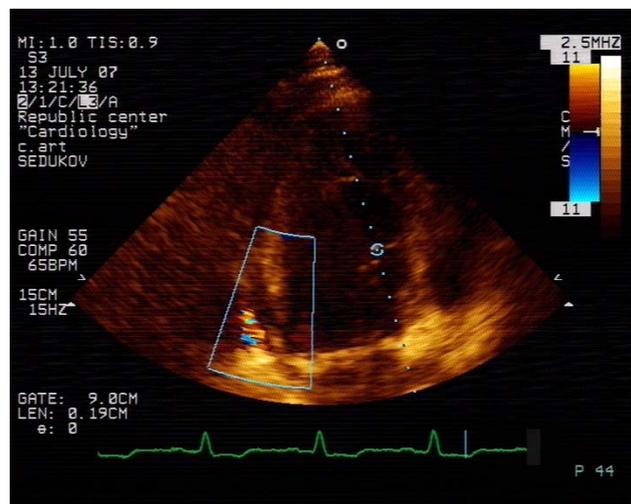


Рис. 2. Визуализация задней межжелудочковой ветви



Рис. 3. Визуализация диагональной ветви

