



НЕЙРОСОФТ

Основана в 1992

КОМПЛЕКС РЕОГРАФИЧЕСКИЙ “РЕО-СПЕКТР”

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

МУ011.01.004.000

(26.01.2010)

ООО “Нейрософт”

Адрес: Россия, 153032, г. Иваново, ул. Воронина, д. 5

Служба сервиса: (4932) 24-04-37 help@neurosoft.ru

Отдел продаж: (4932) 24-04-34 com@neurosoft.ru

Автоматический факс: (4932) 24-04-35

Internet: www.neurosoft.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА РЕОГРАММ

| | |
|--|----|
| 1.1. Сущность и диагностические возможности метода реографии..... | 3 |
| 1.2. Аппаратура и методика исследования..... | 4 |
| 1.3. Методика компьютерного анализа реограммы..... | 5 |
| 1.4. Визуальный анализ реограммы..... | 7 |
| 1.5. Клинический и физиологический смысл количественных показателей реограммы..... | 12 |

ГЛАВА 2. РЕОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ

| | |
|--|----|
| 2.1. Вводные замечания..... | 3 |
| 2.2. Сущность метода..... | 3 |
| 2.3. Регистрация РЭГ..... | 6 |
| 2.4. Особенности визуального анализа РЭГ..... | 8 |
| 2.5. Математическая обработка реоэнцефалограмм. Количественные показатели РЭГ..... | 16 |
| 2.6. Структура протокола обследования по реоэнцефалографии..... | 28 |
| 2.7. Реоэнцефалокардиография (РЭКГ) по Н.Р. Палееву и И.М. Каевичеру..... | 28 |
| 2.7.1. Методика установки электродов..... | 29 |
| 2.7.2. Основные расчетные параметры РЭКГ и их клинический смысл..... | 30 |

ГЛАВА 3. РЕОВАЗОГРАФИЯ

| | |
|--|----|
| 3.1. Вводные замечания..... | 3 |
| 3.2. Регистрация РВГ..... | 4 |
| 3.3. Клинический и физиологический смысл основных показателей РВГ..... | 10 |
| 3.4. Функциональные пробы и их интерпретация..... | 22 |
| 3.5. Структура протокола обследования по реовазографии..... | 24 |

ГЛАВА 4. РЕОКАРДИОГРАФИЯ

| | |
|---|----|
| 4.1. Вводные замечания..... | 3 |
| 4.2. Методические указания по подготовке к работе..... | 4 |
| 4.2.1. Требования к обработке кожных покровов..... | 4 |
| 4.2.2. Тетраполярная реография по Кубичеку. Схема наложения электродов..... | 5 |
| 4.2.3. Тетраполярная реография по Шрамеку-Бернштейну. Схема наложения электродов... | 6 |
| 4.2.4. “Интегральная” реография по М.И. Тищенко. Схема наложения электродов..... | 7 |
| 4.2.5. Режим “реанимация”. Схема наложения электродов..... | 8 |
| 4.3. Расчетные формулы и краткая клиническая характеристика показателей центральной гемодинамики..... | 9 |
| 4.4. Рекомендуемая структура протокола обследования по РКГ..... | 16 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.5. | Компьютерная полиреокардиография | 16 |
| 4.5.1. | Реография аорты и легочной артерии | 17 |
| 4.5.2. | Схема подключения к реографическому комплексу | 17 |
| 4.5.3. | Фазовый анализ деятельности левого и правого желудочков по данным реографии аорты и легочной артерии..... | 18 |
| 4.5.4. | Векторреокардиография | 23 |

ГЛАВА 5. РЕОПУЛЬМОНОГРАФИЯ

| | | |
|--------|---|----|
| 5.1. | Методика наложения электродов для зональной реопульмонографии (ЗРПГ) по Е.А. Фринерману..... | 3 |
| 5.2. | Физиологический и клинический смысл основных показателей зональной реопульмонографии | 4 |
| 5.2.1. | Показатели вентиляции по данным ЗРПГ | 4 |
| 5.2.2. | Показатели пульсации | 5 |
| 5.2.3. | Показатели соотношения вентиляции и пульсации..... | 6 |
| 5.3. | Структура протокола обследования по зональной реопульмонографии..... | 10 |

ГЛАВА 6. РЕОГЕПАТОГРАФИЯ

| | | |
|------|---|---|
| 6.1. | Регистрация РГГ | 3 |
| 6.2. | Клинический и физиологический смысл основных показателей РГГ..... | 4 |
| 6.3. | Структура протокола обследования по реогепатографии..... | 6 |

ГЛАВА 7. РЕОРЕНОГРАФИЯ

| | | |
|------|---|---|
| 7.1. | Регистрация РРГ | 3 |
| 7.2. | Клинический и физиологический смысл основных показателей РРГ..... | 3 |
| 7.3. | Структура протокола обследования по реоренографии | 5 |

ГЛАВА 8. РЕОУТЕРОГРАФИЯ

| | | |
|------|--|---|
| 8.1. | Регистрация РУГ | 3 |
| 8.2. | Клинический и физиологический смысл основных показателей РУГ | 4 |
| 8.3. | Структура протокола обследования по реоутерографии | 5 |

ГЛАВА 9. РЕОГРАФИЯ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

| | | |
|------|---------------------------------------|---|
| 9.1. | Реография предстательной железы | 3 |
| 9.2. | Описание методики..... | 3 |

ГЛАВА 10. РЕОФТАЛЬМОГРАФИЯ

| | |
|---|---|
| 10.1. Методика реофтальмографии..... | 3 |
| 10.2. Показатели реофтальмографии и их клинический смысл..... | 4 |

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ГЛАВА 1

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА ПРОГРАММ

1.1. СУЩНОСТЬ И ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА РЕОГРАФИИ

Реография – бескровный неинвазивный метод исследования кровотока в различных органах, основанный на измерении биологического импеданса тканей, меняющегося пропорционально пульсовому кровенаполнению органа. Следует отметить, что в клинической практике реография существует уже около 50 лет, а в эксперименте – более века.

Особенно приятно, что большую роль по внедрению этой методики в практику сыграли наши российские исследователи: А.А. Кедров, Ю.Е. Москаленко, А.И. Науменко, В.В. Скотников, М.А. Ронкин, И.М. Максименко, Ю.Т. Пушкарь, М.И. Тищенко, Г.И. Сидоренко, Н.Р. Палеев, А.Л. Каевицер и др.

Многочисленными экспериментами доказана достаточная точность и достоверность данных реографического исследования. Установлено, что при помощи реографии можно оценить кровообращение практически любого органа.

В зависимости от области клинического применения выделяют частные виды метода: реокардио-, реопульмоно-, реогепато-, реорено-, реоутеро-, реоофтальмо-, реовазо- и реоэнцефалографию.

Исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы методом измерения электропроводности и сопротивления тканей были начаты еще в прошлом веке. В клинической практике он стал применяться лишь в 50-х, а в России – в 60-х годах нашего столетия.

Существовало несколько названий данного метода: плетизмография (pletismo – наполнение), импедансная (импеданс – электрическое сопротивление живых тканей) плетизмография. В последние годы установился термин “реография” (rheos – поток) – регистрация постоянно изменяющейся величины электрического сопротивления различных органов и участков организма, обусловленной степенью кровенаполнения сосудов в зависимости от фазы сердечного цикла.

Согласно закону Ома, сила тока обратно пропорциональна сопротивлению. Полное электрическое сопротивление живых тканей складывается из основного (омического) и дополнительного (реактивного). Последнее возникает при прохождении электрического тока вследствие поляризации клеточных мембран. Для нейтрализации дополнительного сопротивления, мешающего проведению исследования, уменьшения электрического сопротивления покровных тканей, стабилизации электропроводности и устранения влияния внешних факторов при проведении реографии используется ток высокой частоты (30-175 кГц) и малой величины (1-10 мА).

Основное сопротивление, в свою очередь, складывается из постоянного, зависящего от характера органа и его структуры, и переменного, обусловленного изменением кровенаполнения в результате работы сердца. Регистрация пульсовых колебаний переменной составляющей импеданса и представляет собой реограмму.

Таким образом, применение слабого высокочастотного тока при исследовании состояния гемодинамики дает возможность использовать для этого поверхностные электроды, установленные на соответствующем участке тела.

Форма и амплитудные характеристики реограммы зависят главным образом от четырех факторов: состояния проходимости и тонуса сосудистого русла, пропульсионной способности сердца, свойств зондирующего тока и площади электродов. Последние два параметра, как правило, являются стандартными, заданными для этой методики. Поэтому основное внимание врач должен уделять исследованию первых двух факторов, причем желательно в комбинации.

В диагностическом плане реография позволяет оценить с достаточной степенью точности:

- проходимость крупных (магистральных) артерий;
- объемное пульсовое кровенаполнение исследуемого органа;
- тонус и эластичность артерий различного калибра;
- состояние венозного оттока;
- при наличии окклюзии (закупорки) артерий ее уровень и распространенность;
- а также дифференцировать органические изменения сосудов от функциональных.

Неинвазивность реографии открывает широкие возможности для выполнения функциональных проб и динамического наблюдения за течением заболевания и лечебным процессом.

1.2. АППАРАТУРА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведение реографического исследования и получение достоверных результатов всецело зависят от качества регистрирующей аппаратуры, методического уровня и квалификации медицинского персонала.

В практической медицине чаще применяются 4-канальные реографические приставки (РГ-4-01, 4РГ-1М, 4РГ-2М). В качестве регистрирующих устройств используются электрокардиографы и электроэнцефалографы. Основными недостатками существующих реографов являются сложность и субъективизм настройки, невозможность автоматизированной количественной оценки кривых. В настоящее время для регистрации и анализа реограмм используются компьютерные комплексы, которые значительно облегчают решение этих задач.

Фиксация электродов осуществляется резиновыми лентами с отверстиями для их крепления. Непосредственно перед исследованием кожу пациента в месте наложения электродов обрабатывают спиртом. Технические сложности возникают при обследовании пациентов с чрезмерно увлажненной кожей (после принятия душа, при обильном потоотделении). Кроме того, следует тщательно смыть косметические кремы или мази, нанесенные на кожу.

Под электроды подкладывают тонкие гигроскопические (желательно фетровые) прокладки, повторяющие форму и размер отводящей поверхности, предварительно смоченные 10% раствором хлорида натрия. Лучше воспользоваться специальной пастой, улучшающей токопроводность. Необходимо следить за строгой симметричностью установки электродов. Следует не допускать попадания волос под электроды. Контролировать качество установки электродов удобно с помощью величины базового сопротивления, которая не должна превышать некоторого порогового значения, своего для каждой реографической методики.

Обследование, в зависимости от методики, проводится сидя или лежа, желательно применять специальные кресла, позволяющие изменить положение тела пациента. При этом следует помнить, что в положении лежа происходит физиологическое снижение сосудистого тонуса.

При регистрации реограмм могут наблюдаться помехи, затрудняющие анализ кривых, а в ряде случаев влекущие за собой получение недостоверных результатов.

Современные компьютерные комплексы для записи и анализа реограмм свели к минимуму так называемые “технические погрешности”, возникающие от неправильной настройки реографов и регистрирующей аппаратуры.

Чаще всего артефакты возникают вследствие недостаточно плотного закрепления электродов на коже пациента, плохого контакта электрода с отводящим кабелем. В этих случаях на реограммах могут наблюдаться искажения формы и резкие колебания амплитуды кривых, смещение их по отношению к изолинии (нестабильность, неповторяемость записи), усиливающиеся при произвольных (в т.ч. гиперкинезах) и дыхательных движениях, разговоре.

Выраженная асимметрия записи в аналогичных отведениях может быть обусловлена попаданием волос под электрод, неравномерным высыханием электродного раствора, геля или пасты, неодинаковым межэлектродным расстоянием в одноименных исследуемых областях.

Для устранения всех перечисленных артефактов следует правильно подобрать размер фиксирующей ленты, проверить качество контактов, заново переставить электроды, соблюдая правила их наложения, указанные выше.

На запись реограммы могут влиять сильные электромагнитные колебания, возникающие при неисправности электрических сетей, осветительной арматуры, медицинских и бытовых электроприборов, проведении электросварочных работ. В этом случае на реограммах появляются наводки в виде частых (50 Гц) низкоамплитудных колебаний или мощных выбросов, совпадающих с началом эксплуатации неисправной аппаратуры или ремонтных работ.

Если в одном или нескольких отведениях появляются перевернутые (инвертированные) реографические волны, то это является свидетельством неправильной настройки аппарата, неверного присоединения отводящего кабеля или наличия обратного (ретроградного) кровотока в исследуемом участке, что крайне важно для диагностики сосудистой патологии, а в соответствующих случаях и смерти мозга.

1.3. МЕТОДИКА КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА РЕОГРАММЫ

В принципе, клинический анализ реограммы с помощью компьютера организован точно так же, как и традиционная “рутинная” методика расшифровки реографических кривых, зарегистрированных графически, проводимая “идеально добросовестным врачом”. Здесь в качестве такого “идеального врача” выступает персональная ЭВМ. Таким образом, компьютерный анализ реограммы подразумевает четко заданную последовательность действий в соответствии с внутренней логикой программы.

Схема анализа состоит из 3 основных этапов:

1. Визуальный анализ реографических кривых, в ходе которого врачу предлагается идентифицировать полученные при записи реографические кривые в различных отведениях с определенным перечнем визуальных феноменов, заключенных в программу, при необходимости обращаясь к справочному материалу, также находящемуся в программной среде. В редких случаях (декомпенсированный кровоток, окклюзия) это будет первый и окончательный этап анализа реограммы в том или ином отведении.

Если врач не зафиксировал визуальных феноменов, считается, что они отсутствуют, и заключение будет построено только по данным количественного анализа.

2. Количественный анализ – это, по существу, оцифровка реографических кривых с вычислением комплексных показателей, характеризующих кровоток в том или ином сегменте. При этом на реограмме автоматически расставляются “опорные точки” и происходит измерение всевозможных амплитуд, интервалов, сегментов, углов и т.д. Врач может при необходимости корректировать расстановку “опорных” точек на каждой реографической кривой.

3. Для уточнения данных визуального и количественного анализа исходной (фоновой) реограммы целесообразно проведение ряда функциональных проб: нагрузочных, фармакологических, температурных, с изменением положения тела или исследуемого органа (сегмента) и др. При этом происходит автоматическое сопоставление результатов анализа до и после выполнения пробы. Функциональные пробы позволяют уточнить характер патологического процесса, степень его выраженности и распознать скрытую патологию.

Структура протокола реографического исследования

Общая структура протокола, формируемого реографической программой, полностью соответствует Методическим указаниям Минздрава РФ и является общепринятой на территории России.

Протокол состоит из пяти пунктов:

1. Тип кровотока.
2. Объем кровотока.
3. Оценка тонуса артерий различного калибра.
4. Время распространения пульсовой волны.
5. Оценка венозного оттока.

В зависимости от целей и задач реографического исследования этот протокол может быть сформирован в виде краткого текстового заключения или текстового заключения с цифровым обоснованием.

По желанию врача к заключению могут быть добавлены реографические кривые и табличные данные.

1.4. ВИЗУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕОГРАММЫ

Визуальный анализ играет большую роль в расшифровке реограммы. При этом следует подчеркнуть, что данные визуальной и количественной оценок реограммы в значительной мере дополняют друг друга.

По клинической значимости представляется возможным разграничить роль визуального и количественного анализа следующим образом:

- визуальный анализ дает ориентировочное представление и/или экспресс-информацию о явной или грубой патологии;
- количественный анализ позволяет распознавать не только явные, но и скрытые доклинические стадии развития заболеваний (но для этого требуется более вдумчивая и взвешенная интерпретация полученных результатов).

Визуальный анализ хотя и несет в себе черты определенного субъективизма, но все же позволяет быстро оценить состояние гемодинамики, качество записи, выявить и устранить артефакты, выбрать наиболее типичные участки реограммы для последующей математической обработки.

Сочетание визуальной и количественной оценок реограммы существенно повышает качество ее анализа.

Рассмотрим основные элементы реограммы (Рис. 1.1).

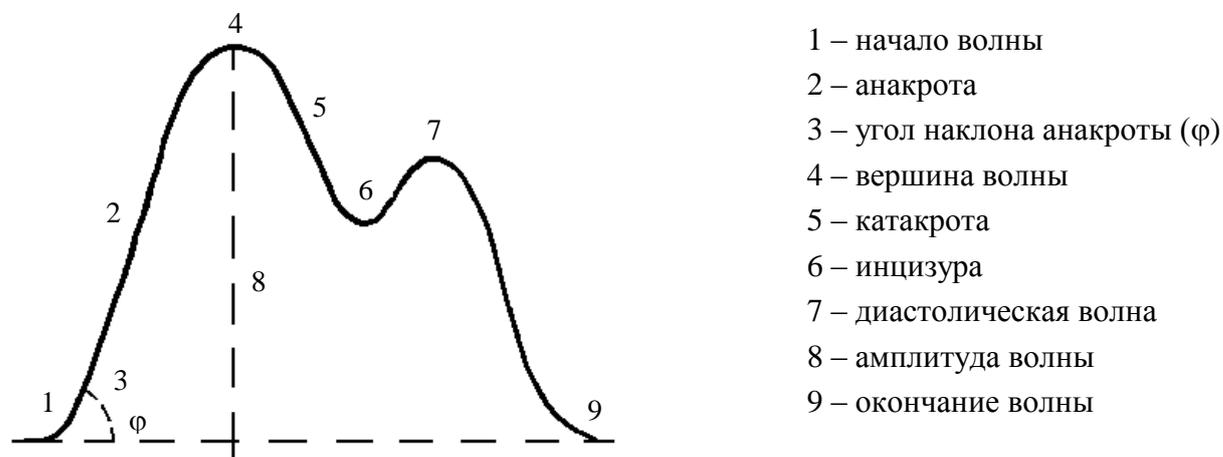


Рис. 1.1. Основные элементы реограммы, определяемые при визуальном анализе.

Форма реографической волны соответствует двухфазному циклу работы сердца, в результате чего в сосудах возникают пульсовые колебания кровенаполнения.

При визуальном анализе выделяют опорные (узловые) точки реограммы: начало и окончание, угол наклона (φ) восходящей части волны (анакроты), вершину, нисходящую часть – катакроту, расположение и степень выраженности инцизуры и диастолической волны, – а также оценивают максимальную амплитуду волны.

Анакрота характеризует преимущественно приток крови в исследуемый орган. В этот период под действием систолического изгнания крови из левого желудочка сердца происходят повышение кровенаполнения и последовательное расширение артериальных сосудов разного калибра. При этом нижняя часть анакроты отражает состояние тонуса и эластичность крупных, верхняя – средних и мелких артерий. Чем выраженнее крутизна подъема анакроты, тем меньше тонус и выше эластичность артерий.

Вершина волны соответствует точке наибольшей скорости изменения импеданса. Объемная скорость кровотока в этот момент равна нулю.

Форма вершины зависит от продолжительности периода, когда приток равен оттоку, и обусловлена состоянием тонуса сосудов.

Вершина в норме является самой высокой точкой реоволны, однако при патологии может смещаться и не быть пиком кривой. Особенно часто это происходит при венозных нарушениях.

Катакрота в верхней своей части характеризует приток и отток крови с преобладанием оттока, а после инцизуры – только отток. Поэтому до инцизуры она отражает состояние артерий и вен, а после инцизуры – только венозных сосудов.

При лабильности тонуса сосудов на катакроте появляются дополнительные волны.

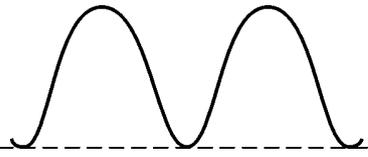
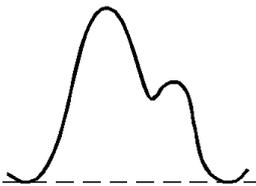
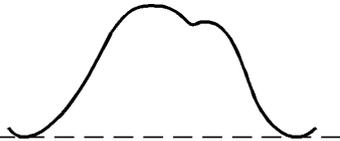
Инцизура – зона перехода систолической компоненты в диастолическую. Ее расположение на катакроте зависит от тонуса сосудов, а степень выраженности – от динамики захлопывания полулунных клапанов сердца.

Дикротический волна также частично обусловлена отражением крови от полулунных клапанов и зависит, кроме этого, от периферического сосудистого сопротивления. Поскольку давление отраженного столба крови нарастает быстрее, чем его уменьшение в связи с оттоком, происходит растяжение стенок сосудистого русла, что ведет к появлению диастолической волны на реограмме.

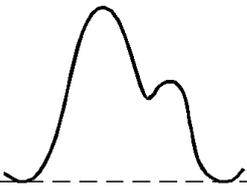
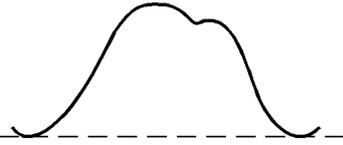
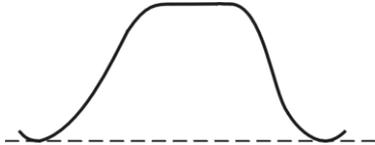
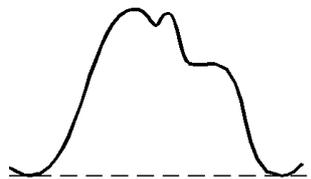
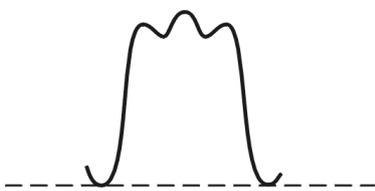
Выраженность и высота диастолической волны зависят от состояния мелких артерий, артериол и венул. Расширение просвета прекапиллярного русла приводит к уменьшению периферического сосудистого сопротивления и усилению перетока крови в венулы.

Основные варианты визуальных феноменов реограмм представлены ниже (Таблица 1.1). Во всех случаях значение феномена, равное нулю, соответствует либо отсутствию феномена, либо значению феномена в норме.

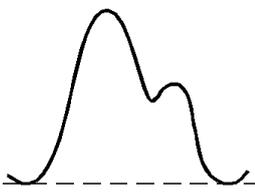
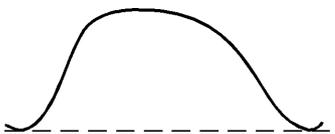
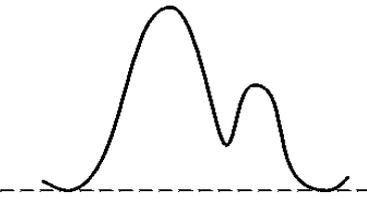
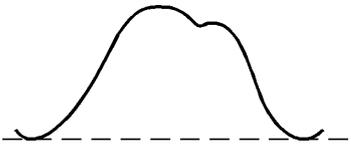
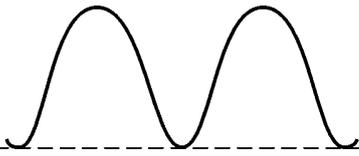
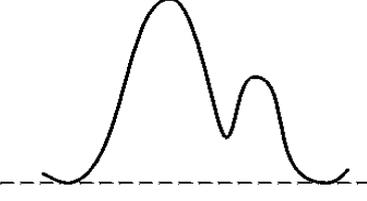
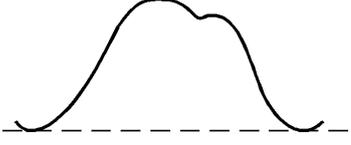
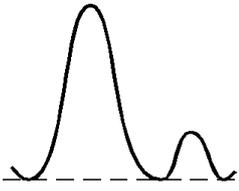
Таблица 1.1. Формуляр визуального анализа реограмм

| № | Визуальный феномен | Значение феномена | Рисунок | Клинический смысл |
|---|---|-------------------|--|---|
| 1 | Характер сердечного ритма | 1 2 3 4 | – – – – | Брадикардия Тахикардия Аритмия Экстрасистолия |
| 2 | Нерегулярные волны | 1 |  | Отсутствие регулярности следования волн в сочетании с низкой амплитудой и слабой выраженностью основных элементов револн. В этом случае автоматический расчет не проводится, в протокол выводится фраза о грубом нарушении гемодинамики |
| 3 | Недифференцируемые основные волны реограммы | 1 |  | Это возможно при коллатеральном кровотоке, компенсированном и декомпенсированном, а также при снижении эластичности сосудов |
| 4 | Амплитуда пульсаций | 1 2 3 | – – – | Умеренное снижение амплитуды пульсаций. Амплитуда пульсаций – не менее 50% нормы Умеренное повышение амплитуды пульсаций Резкое снижение амплитуды пульсаций. Амплитуда пульсаций – менее 50% нормы |
| 5 | Характер подъема анакроты | 1 2 |   | Крутой подъем анакроты (обычно встречается при понижении тонуса) Пологий подъем анакроты (признак повышения тонуса или снижения эластичности сосудистой стенки) |

Продолжение таблицы 1.1

| № | Визуальный феномен | Значение феномена | Рисунок | Клинический смысл |
|---|---------------------|-------------------|---|--|
| 6 | Форма вершины волны | 1 |  | Острая вершина реоволны (гипотонус) |
| | | 2 |  | Закругленная вершина реоволны (гипертонус) |
| | | 3 |  | Уплощенная вершина реоволны (гипертонус) |
| | | 4 |  | Дополнительный зубец на анакроте реоволны (повышение тонуса у больных гипертонией) |
| | | 5 |  | Двугорбая вершина реоволны (выраженное затруднение венозного оттока) |
| | | 6 |  | Вершина реоволны в виде трехзубца (грубое затруднение венозного оттока) |
| | | 7 |  | Вершина реоволны в виде гребня петуха (грубое затруднение венозного оттока) |

Продолжение таблицы 1.1

| № | Визуальный феномен | Значение феномена | Рисунок | Клинический смысл |
|---|-----------------------------------|-------------------|--|---|
| 7 | Характер спуска катакроты | 1 |  | Крутой (признак снижения тонуса) |
| | | 2 |  | Выпуклый (признак затруднения венозного оттока) |
| | | 3 |  | Пологий (признак затруднения венозного оттока) |
| 8 | Форма диастолической волны | 1 |  | Резковыраженная (признак снижения тонуса сосудов) |
| | | 2 |  | Слабовыраженная (признак повышения тонуса или снижения эластичности сосудов) |
| | | 3 |  | Невыраженная (признак снижения эластичности сосудов) |
| 9 | Расположение диастолической волны | 1 |  | В нижней трети волны (признак снижения тонуса) |
| | | 2 |  | В верхней трети волны (признак повышения тонуса сосудов) |
| | | 3 |  | На уровне или ниже изолинии реоволны (признак атонии) |

Продолжение таблицы 1.1

| № | Визуальный феномен | Значение феномена | Рисунок | Клинический смысл |
|----|--|-------------------|---------|--|
| 10 | Нестабильность положения диастолических волн | 1 | | Нестабильность положения диастолических волн в пределах нескольких последовательных реоволн – признак сосудистой дистонии |
| 11 | Полидикротия | 1 | | Полидикротия (много дополнительных зубцов на катакроте) – признак артериальной и венозной дистонии |
| 12 | Пресистолическая венозная волна | 1 | | Умеренная пресистолическая венозная волна – ее амплитуда 10-25% амплитуды реоволны Резковыраженная пресистолическая венозная волна: ее амплитуда – более 25% амплитуды реоволны Расщепленная пресистолическая венозная волна |
| | | 2 | | |
| | | 3 | | |
| 13 | Дыхательные волны | 1 | | Наличие дыхательных волн в РВГ-методике – признак неполноценности клапанного аппарата вен |

1.5. КЛИНИЧЕСКИЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕОГРАММЫ

Математическая обработка реографических данных не только объективизирует информацию, полученную при визуальном анализе, но и позволяет:

- получать дополнительные сведения о состоянии гемодинамики, например, характеристику периферического сосудистого сопротивления, тонуса различных сосудов;
- документально подтверждать динамику кровотока при проведении функциональных и фармакологических проб;

- целенаправленно осуществлять подбор вазоактивных препаратов, контролировать эффективность проводимого лечения.

С целью получения исходных данных, необходимых для проведения математической обработки показателей реограммы, осуществляется вычисление ее первой производной (дифференциальной кривой), характеризующей скорость изменения сопротивления тканей во время систолы и диастолы.

Реографическая кривая обладает большой информативностью в плане различных аспектов регионарного кровообращения исследуемого органа. Для того чтобы получить эту закодированную информацию, необходимо провести ряд измерений и графических построений, а затем подвергнуть реограмму математическому анализу. В данном случае эта задача возлагается на компьютер. Однако для того чтобы воспользоваться этими данными, необходимо отчетливо представлять, какой клинический смысл несет в себе каждый рассчитываемый параметр.

Все показатели, используемые при анализе реограмм, могут быть объединены в несколько групп.

1. Показатели, характеризующие интенсивность артериального кровотока: максимальная амплитуда основной волны (Аарт), реографический индекс (РИ), амплитудно-частотный показатель (АЧП), относительный объемный пульс (Pr), реографический показатель (РП), относительный реографический показатель (ОРП), а также регионарный минутный пульсовый объем (РМПО).

2. Показатели тонуса и эластичности артерий: индекс быстрого наполнения (ИБН), показатель замедления кровотока (ПЗК), соотношение амплитуд артериальной и венозной компонент реографической волны (Авен/Аарт), дикротический индекс (ДИК), диастолический индекс (ДИА), модифицированный диастолический индекс (МДИА).

Кроме того, учитываются временные параметры: длительность сердечного цикла (Ткардио), время распространения пульсовой волны (Q_x), время подъема анакроты (Альфа), время быстрого и медленного кровенаполнения (Альфа1 и Альфа2 соответственно) и их соотношение (Альфа1/Альфа2), длительность катакроты (Ткат), относительные временные параметры (Альфа/Ткардио, Ткат/Ткардио, Альфа/Ткат).

Важную диагностическую информацию о состоянии тонуса артерий несут скоростные показатели: максимальная скорость быстрого наполнения (V_{\max}) и средняя скорость медленного наполнения ($V_{\text{ср}}$). Определенную роль играет интерпретация таких параметров, как угол наклона анакроты и угол вершины.

3. Показатели гемодинамики в венозном русле: показатель венозного оттока (ПВО), коэффициент венозного оттока (КВО), индекс Симонсона (ИВО_Сим). Для диагностики венозного застоя в нижних конечностях очень информативны показатель Бета (ПБета) и относительный показатель Бета (ОПБета).

В заключение следует отметить, что хотя многие параметры частично дублируют друг друга, все же каждый из них несет особую информацию, что позволяет более полно понять сущность патологических процессов, поражающих сосудистое русло. Дать эту информацию врачу и призван автоматизированный анализ.

ГЛАВА 2

РЕОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ

1.6. ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Среди множества проблем современной неврологии сосудистые заболевания головного мозга продолжают оставаться в центре внимания отечественных и зарубежных клиницистов.

Значительная распространенность церебральной сосудистой патологии, омоложение контингента больных, тяжелые, трудно поддающиеся лечению последствия, зачастую приводящие к инвалидизации, и высокая летальность определяют необходимость своевременной диагностики начальных, доклинических проявлений недостаточности мозгового кровообращения.

Одним из простых и доступных каждому медицинскому учреждению средств диагностики состояния церебральной гемодинамики в артериальном и венозном русле является метод реоэнцефалографии (РЭГ), имеющий ряд положительных качеств: неинвазивность, безопасность для пациента и исследователя, безболезненность, возможность проводить многократные исследования мозгового кровотока даже у ослабленных больных и детей, осуществлять индивидуальный подбор вазоактивных препаратов с последующим контролем эффективности терапии.

Разработанные нами программное обеспечение и аппаратура для автоматизированной компьютерной обработки результатов РЭГ позволяют значительно повысить информативность этого метода и создают дополнительные удобства в работе. Поэтому, опираясь на многолетний практический опыт, мы хотим привлечь внимание к необоснованно, на наш взгляд, критикуемому методу реоэнцефалографии.

Как и другие электрофизиологические методы, реоэнцефалография претерпела определенную эволюцию в оценке ее врачами. Нынешний критический настрой – реакция на разочарование в прежних ожиданиях и появление доплерографии. Но это реакция, скорее, эмоционального плана, достоинства метода реографии здесь ни при чем. Он имеет строгие границы информативности и надежности, знание которых позволяет врачу применять реографию в тех клинических и экспертных ситуациях, где возможно получение максимально достоверных результатов.

1.7. СУЩНОСТЬ МЕТОДА

Сложная структура головного мозга предопределяет высокую интенсивность и постоянство церебрального кровотока. На долю головного мозга, имеющего два процента от массы тела, приходится до 25% минутного объема крови. Две трети всего количества крови поступает по внутренним сонным, остальная часть – по позвоночным магистральным артериям. При входе в череп от них отходят крупные мозговые ветви и соединительные артерии. Последние образуют на основании мозга артериальный треугольник (Виллизиев круг).

Экстракраниальные сосуды, снабжающие головной мозг, относятся к артериям мышечно-эластического типа, интракраниальные – к артериям мышечного типа.

На мозговой кровотоке влияет множество факторов. Важнейшим из них является состояние центральной гемодинамики (сердечный выброс, артериальное давление). Однако благодаря

способности сосудов мозга активно изменять свой просвет, происходит саморегуляция перераспределения и стабилизации кровотока. Лишь при значительных колебаниях перфузионного давления могут возникнуть нарушения церебральной гемодинамики.

Другим фактором, влияющим на мозговой кровоток, является система коллатерального кровообращения.

К наиболее мощным анастомозам относится артериальный треугольник (Виллизиев круг) основания мозга. У здорового человека кровь по магистральным сосудам поступает под одинаковым давлением, и в Виллизиевом круге наблюдается гемодинамическое равновесие. Поэтому в норме перераспределения крови, доставляемой внутренними сонными и позвоночными артериями, не происходит, и она поступает в сосуды гомолатеральной стороны. При снижении давления в любой из магистральных артерий возникает переток крови в сторону меньшего давления.

У пожилых людей наблюдается смещение зоны гемодинамического равновесия в сторону вертебрально-базилярной системы.

Другими внутричерепными артериальными анастомозами являются анастомозы между крупными мозговыми артериями на поверхности больших полушарий мозга и внутримозговая сосудисто-капиллярная сеть.

Кора и белое вещество головного мозга снабжаются кровью из сосудистой сети, расположенной на поверхности мозга, образованной периферическими ветвями передней, средней и задней мозговых артерий.

Анастомозы между этими сосудами расположены на конвекситальной поверхности полушарий, в основном в глубине борозд, и возмещают недостаток кровоснабжения в поверхностных областях мозга.

Артерии, питающие глубокие отделы мозга, являются конечными в функциональном отношении, т.к. анастомозируют между собой через капилляры.

Внутричерепные анастомозы представлены коллатералями между наружной и внутренними сонными артериями посредством угловой артерии (ветви лицевой артерии), проходящей по медиальному краю орбиты глаза, и дорсальной артерии носа (ветви глазничной артерии). Сообщение между позвоночной, наружной сонной и подключичной артериями осуществляется через ретроастиоидальный анастомоз, соединяющий мышечные ветви позвоночной артерии с затылочной артерией (система наружной сонной артерии) и восходящей шейной артерией (ветви подключичной артерии).

Учитывая замкнутость и несжимаемость внутричерепного пространства, кровоснабжение головного мозга осуществляется пульсирующими движениями крови синхронно с процессом оттока крови по венозной системе.

Мозговые вены имеют тонкую эндотелиальную стенку, лишены клапанов, располагают разветвленной многоуровневой системой анастомозов, сообщаются через вены-выпускники с внутричерепными венами. Это обеспечивает возможность кровотока в различных направлениях.

Отток крови из больших полушарий мозга осуществляется через поверхностные и глубокие вены, венозные сосуды и в основном по внутренним яремным венам.

Кровь из мозжечка и ствола головного мозга оттекает преимущественно в позвоночное венозное сплетение.

При возникновении патологии (окклюзии) весь венозный отток из полости черепа может длительно осуществляться за счет только одной венозной системы, что препятствует быстрому развитию внутричерепной гипертензии.

Реоэнцефалография позволяет получить информацию о состоянии артериального и венозного мозгового кровотока в каждом из трех сосудистых бассейнов головы в отдельности справа и слева.

В обычной клинической практике применяются следующие отведения.

1. Фронтально-мастоидальные отведения (FM) позволяют судить о бассейне внутренних сонных артерий. Для этого по одному электроду крепится на лбу над надбровными дугами, отступя один-полтора сантиметра от средней линии, другие ставятся на область сосцевидного отростка, сразу за ушной раковиной, по одному с каждой стороны (Рис. 2.1).

2. Окципито-мастоидальные отведения (OM) дают информацию о вертебрально-базиллярном бассейне. Достигается это отведение наложением одного электрода на край большого затылочного отверстия по *lin.nuchae*. В качестве второго используется электрод, установленный на сосцевидном отростке. Допускается использование общего затылочного электрода (ОО). Общий затылочный электрод накладывают по сагиттальной линии так, чтобы нижний край электрода находился над точкой максимального углубления подзатылочной ямки (Рис. 2.1).

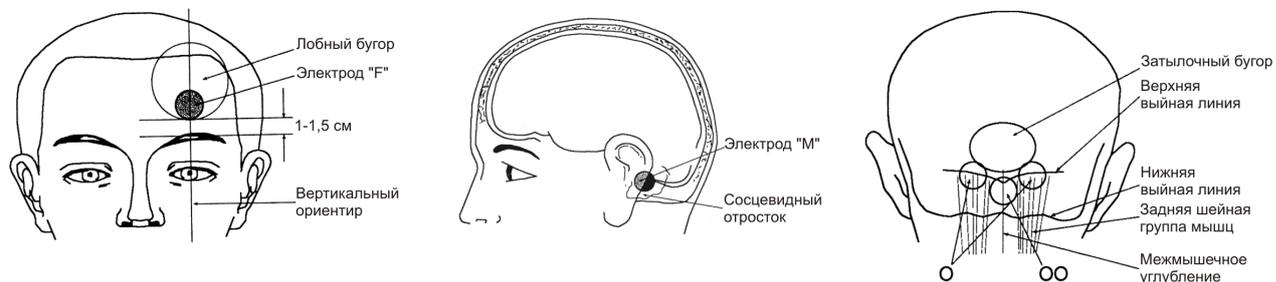


Рис. 2.1. Наложение электродов для реоэнцефалографии.

Реже применяется еще один вариант наложения электродов: один устанавливается на уровне второго шейного, другой – на уровне шестого шейного позвонка.

3. Битемпоральные отведения (ТТ) применяются значительно реже первых двух. Они отражают гемодинамику в наружных сонных артериях, используя ее височную ветвь. В этом случае один электрод располагается у угла глаза, другой – спереди от наружного слухового прохода.

При решении конкретных задач применяются лобные (FF), лобно-центральные (FC), лобно-височные (FT) отведения для исследования состояния гемодинамики в системе передней мозговой артерии, теменно-височное (PC) отведение – для оценки кровообращения в средней мозговой и затылочно-теменное (OP) отведение – в позвоночной артериях.

Исследование мозгового кровотока накожными электродами через мягкие ткани и кости черепа вызывает у ряда специалистов сомнение: в какой мере этот метод отражает состояние

гемодинамики в интракраниальных сосудах и какова степень влияния на формирование реограммы сосудов кожи, черепа, мозговых оболочек. Специально проведенные исследования показали, что параметры реоэнцефалограммы более чем на 60% зависят от состояния кровенаполнения мозговых сосудов того полушария, над которым установлены электроды; около 25% обусловлены влиянием кровотока в противоположном полушарии; и только 10% приходится на экстракраниальные сосуды.

Приведенные данные позволяют считать реоэнцефалограмму, записанную поверхностными электродами, корректно отражающей кровенаполнение интракраниальных сосудов.

1.8. РЕГИСТРАЦИЯ РЭГ

Получение достоверных, поддающихся последующей обработке данных во многом зависит не только от качества применяемой реографической аппаратуры, но и от величины и качества электродов, их правильной установки и надежной фиксации на голове пациента, что устраняет нежелательные артефакты.

Для реоэнцефалографии используются электроды, изготовленные из не подверженных коррозии металлов с хорошей электропроводностью (алюминий, олово, латунь и др.), желателно покрытые тонким слоем хлорида серебра. Электроды должны иметь округлую форму, площадь 1.0-1.5 см² и толщину до 3-4 мм, просто и надежно крепиться к отводящим проводам с защитной экранирующей оплеткой.

Фиксация электродов на голове осуществляется специальным шлемом или одной-двумя резиновыми лентами с отверстиями для их крепления. Непосредственно перед исследованием кожу пациента в местах наложения электродов обрабатывают спиртом. Технические сложности возникают при обследовании пациентов с чрезмерно увлажненной кожей (после принятия душа, при обильном потоотделении). Кроме того, следует тщательно смыть косметические кремы или мази, нанесенные на кожу.

Под электроды подкладываются тонкие гигроскопические (желательно фетровые) прокладки, повторяющие форму и размер отводящей поверхности, предварительно смоченные 10% раствором хлорида натрия. Лучше воспользоваться специальной электропроводной пастой или гелем. Необходимо добиться, чтобы значение базового сопротивления не превышало 200÷300 Ом. Не следует допускать попадания волос под электроды. Необходимо следить за строгой симметричностью установки электродов.

При регистрации РЭГ используются два кабеля РЭГ, подключаемые к первому и третьему каналам реографа: кабель от первого разъема – для левой стороны, от третьего – для правой (Рис. 2.2). Провод с красной маркировкой подключается к лобному электроду “F”, провод с белой маркировкой – к затылочному электроду “О”, провод с черной маркировкой – к электроду “М” (Рис. 2.1).

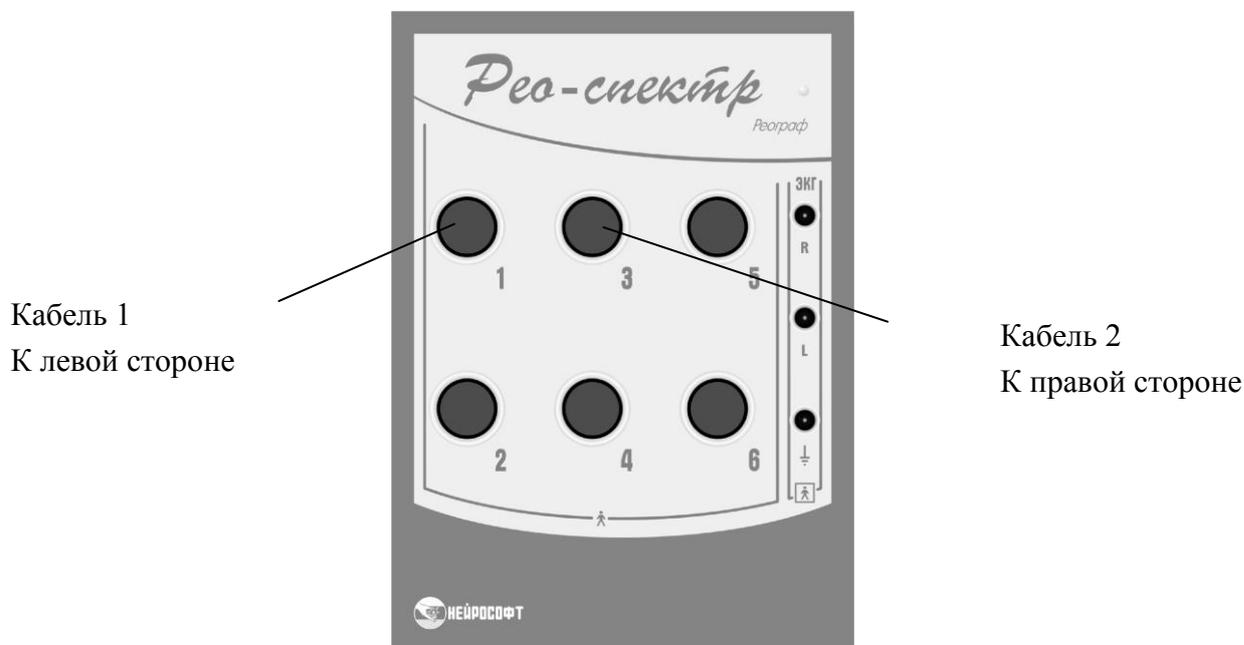


Рис. 2.2. Передняя панель блока “Рео-Спектр”.

Обследование проводится в положении пациента сидя, желательно применять специальные кресла, позволяющие изменить положение тела обследуемого. Следует помнить, что в положении лежа происходит физиологическое снижение сосудистого тонуса.

Для получения дополнительных сведений о состоянии церебральной гемодинамики и возможности математической обработки реографических данных пациенту накладывают электроды для регистрации ЭКГ (второе стандартное отведение), при этом одновременно осуществляется “заземление” пациента.

1.9. ОСОБЕННОСТИ ВИЗУАЛЬНОГО АНАЛИЗА РЭГ

1. При нормальном суммарном тоне артерий (Рис. 2.3) анакрота имеет крутой подъем и относительно пологую катакроту. Вершина волны слегка закруглена, инцизура хорошо выражена, диастолическая волна расположена на середине или на границе между верхней и средней третями катакроты, дополнительные зубцы отсутствуют.

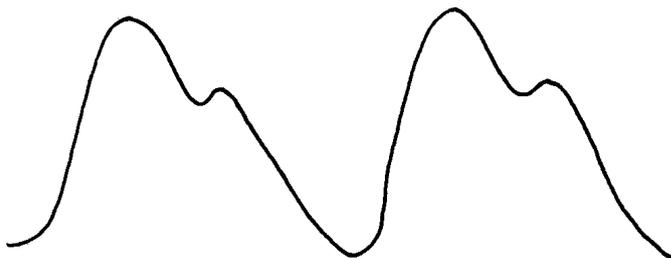


Рис. 2.3. Нормотонический тип реоэнцефалограмм.

2. При повышении тонуса артерий (Рис. 2.4) угол наклона анакроты несколько уменьшается, верхушка сглаживается или уплощается (замедление скорости изменения импеданса) вплоть до образования “плато” при артериоспазме. Выраженность инцизуры уменьшается, диастолическая волна смещается к вершине в верхнюю треть катакроты.

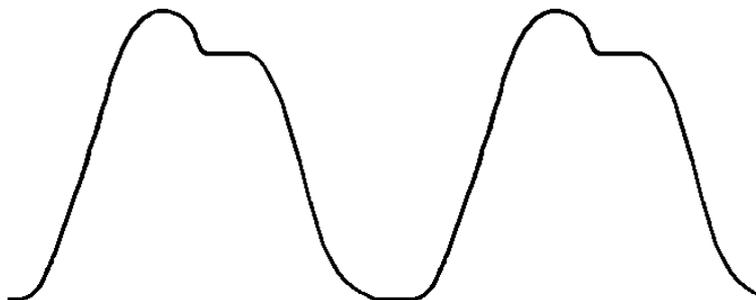


Рис. 2.4. Гипертонический тип реоэнцефалограмм.

В случае значительного повышения сосудистого тонуса (например, при гипертонической болезни II-III степени), на анакроте ближе к вершине может появиться дополнительный зубец (Рис. 2.5), т.е. наблюдается двухступенчатый подъем анакроты.

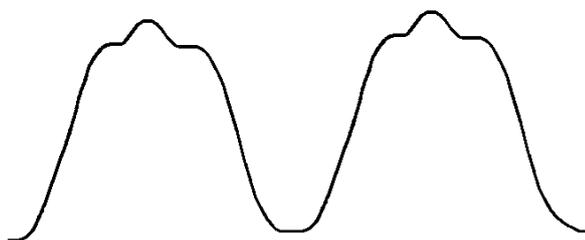


Рис. 2.5. Выраженное повышение тонуса артерий.

У больных на ранних стадиях гипертонической болезни в некоторых случаях происходит снижение тонуса сосудистой стенки, переходящее затем в стойкий гипертонус.

3. При понижении тонуса артерий (Рис. 2.6) увеличивается крутизна анакроты, вершина заостряется (большая скорость изменения импеданса), увеличивается выраженность инцизуры, диастолическая волна смещается к основанию в нижнюю треть катакроты. Чем ниже расположена вершина диастолической волны, тем выраженнее гипотония (вазодилатация). Выраженное заострение вершины наблюдается при артерио-венозном соустье, когда кровь из артерий, минуя капиллярную сеть, поступает в вены.

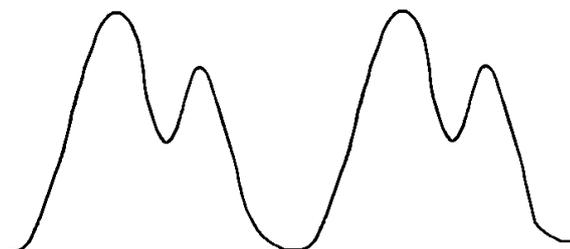


Рис. 2.6. Гипотонический тип реоэнцефалограмм.

В случае регистрации диастолической волны на изолинии или ниже ее, говорят об атонии сосудистой стенки (Рис. 2.7).

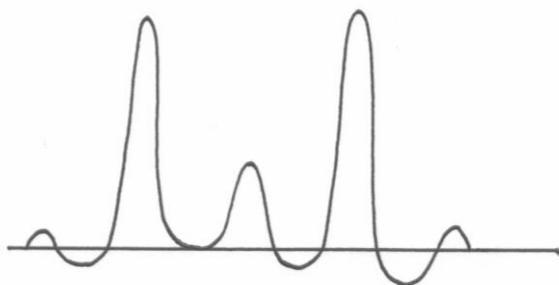


Рис. 2.7. Атонический тип реоэнцефалограмм.

Анализируя реоэнцефалограммы, необходимо учитывать наличие физиологического взаимоотношения тонусов сосудистой стенки в отдельных мозговых бассейнах у здорового человека: более высокий тонус имеют ветви внутренней сонной артерии, несколько меньший – у позвоночных, самый низкий тонус – у экстракраниальных сосудов.

У больных с гипотоническим типом кривых наблюдается относительно более высокий тонус позвоночных артерий. При гипотонии (вазодилатации) снижается скорость кровотока и возникает опасность синкопальных состояний. Поэтому относительное повышение тонуса в окципито-мастоидальных отведениях у больных гипотонией можно рассматривать как защитную, приспособительную реакцию.

Если тонус интракраниальных сосудов меньший, чем у экстракраниальных, – это свидетельство значительного истощения приспособительных механизмов. В этом случае, как правило, отсутствует эффект при назначении тонизирующих препаратов.

4. Сосудистая дистония проявляется:

- изменением положения дикротического зубца в пределах нескольких последовательных реоволн;
- регистрацией на катакротической части волны одного-двух дополнительных зубцов (феномен полидикротии).

Оценивая форму РЭГ-волны, можно выделить гипертонический, нормотонический и гипотонический типы сосудистой дистонии.

В клинической практике чаще встречается дистония по гипертоническому типу (Рис. 2.8), реже – по гипотоническому типу (Рис. 2.9).

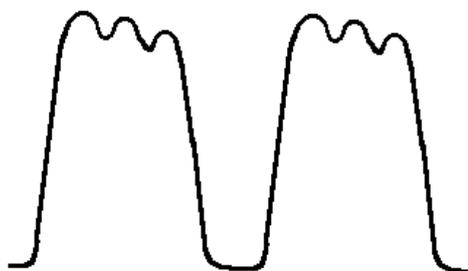


Рис. 2.8. Дистония по гипертоническому типу.



Рис. 2.9. Дистония по гипотоническому типу.

Нередко во время проведения исследования у пациентов с синдромом вегетативно-сосудистой дистонии на реограмме может наблюдаться чередование повышенного, нормального и пониженного сосудистого тонуса.

5. Снижение эластичности сосудистой стенки происходит вследствие различных причин. Чаще это наблюдается у больных с церебральным атеросклерозом. На реограмме заметно уплощение РЭГ-кривых за счет снижения амплитуды пульсации, уменьшается угол наклона анакроты, сглаживаются инцизура и вершина диастолической волны (Рис. 2.10). Может выявляться межполушарная асимметрия.



Рис. 2.10. Снижение эластичности сосудистой стенки.

По данным РЭГ можно выделить четыре стадии церебрального атеросклероза:

1) начальные признаки данного процесса характеризуются некоторым закруглением вершины кривой или появлением умеренно выраженного плато на месте вершины; угол наклона и амплитуда РЭГ-волны не изменяются; диастолическая волна выражена умеренно или даже хорошо;

2) при умеренном церебральном атеросклерозе отмечается значительное закругление вершины или отчетливо выраженное плато; амплитуда кривых остается неизменной либо незначительно уменьшается; угол наклона анакроты уменьшается; диастолическая волна выражена умеренно или слабо; значение Альфа возрастает на 25-100%;

3) выраженная стадия болезни проявляется резким закруглением вершины, реже – образованием плато; амплитуда уменьшается, угол наклона анакроты снижается; диастолическая волна чаще не выражена; значение Альфа возрастает в 2-3 раза; Q_x уменьшается;

4) при грубом церебральном атеросклерозе все вышеперечисленные изменения выражены ярче; амплитуда пульсации значительно снижена.

С целью разграничения атеросклеротических изменений и повышения сосудистого тонуса, когда РЭГ внешне напоминает картину снижения эластичности сосудистой стенки, применяется фармакологическая проба с сублингвальным приемом нитроглицерина. В случае функционального характера нарушения (ангиоспазм) через 1-2 минуты после приема нитроглицерина наблюдается постепенная нормализация формы РЭГ-волны. При наличии органических нарушений сосудистой стенки, возникающих при атеросклерозе, существенных изменений на реоэнцефалограмме не происходит.

6. При достаточной величине пульсового кровенаполнения (Рис. 2.11) максимальная амплитуда РЭГ-волны должна быть равна или чуть больше калибровочного сигнала во фронтально-мастоидальных отведениях и несколько меньше в окципито-мастоидальных отведениях.

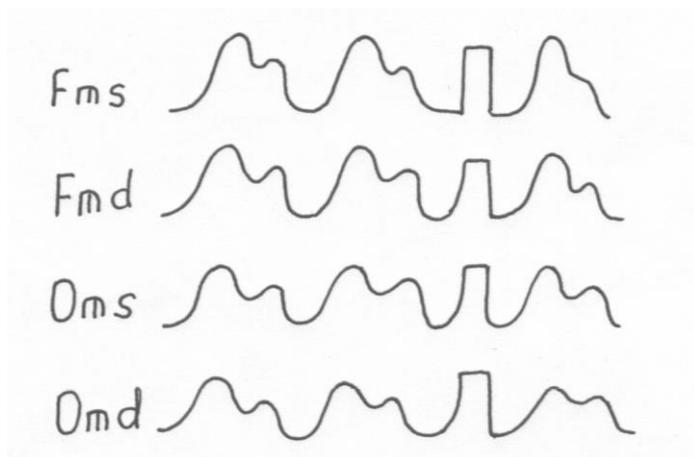


Рис. 2.11. Реоэнцефалограмма с нормальной величиной пульсового кровенаполнения.

Таким образом, у здорового человека наблюдается физиологическая гиперволемия в каротидных и относительная гиперволемия в вертебрально-базиллярном бассейнах.

7. Вертеброгенное воздействие на гемодинамику в позвоночных артериях исследуют с помощью функциональных проб – поворотов головы вправо и влево. Тесты с запрокидыванием и глубоким наклоном головы вперед могут привести к сдавливанию одновременно обеих позвоночных артерий и вызвать нарушение мозгового кровообращения (синдром зубоврачебного кресла).

Вертеброгенное воздействие на гемодинамику проявляется преимущественно на стороне патологии и усиливается при повороте в сторону поражения.

Вертеброгенное влияние может носить раздражающий и компрессионный характер. Раздражающее воздействие проявляется в изменении формы РЭГ-волны (уплощение вершины, смещение диастолической волны к вершине) – ангиоспастическая реакция (Рис. 2.12).

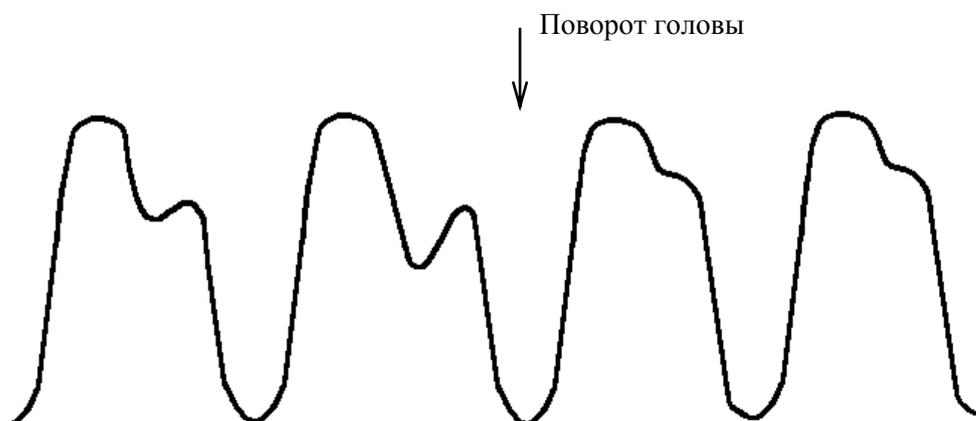


Рис. 2.12. Ангиоспастическая реакция при повороте головы.

В других случаях может наблюдаться снижение сосудистого тонуса (заострение вершины, смещение диастолической волны к изолинии) – дистонически-гипотоническая реакция (Рис. 2.13).



Рис. 2.13. Дистонически-гипотоническая реакция при повороте головы.

Компрессионное воздействие характеризуется выраженным снижением величины пульсового кровенаполнения (Рис. 2.14).

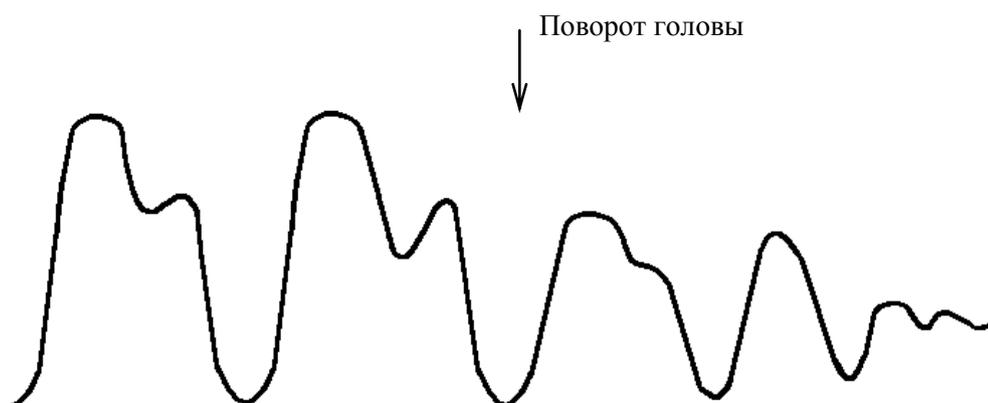


Рис. 2.14. Компрессионное вертеброгенное воздействие на гемодинамику в левой позвоночной артерии.

Характер сосудистой реакции, установленный по реоэнцефалограмме, позволяет лечащему врачу назначить соответствующую терапию – вазоактивные, спазмолитические или тонизирующие препараты.

8. Венозные нарушения.

Одним из ценных достоинств реоэнцефалографии является возможность установления нарушения церебральной гемодинамики в венозном русле.

Пресистолическая венозная волна свидетельствует о снижении венозного тонуса и начальных признаках затруднения венозного оттока из исследуемого участка (Рис. 2.15).

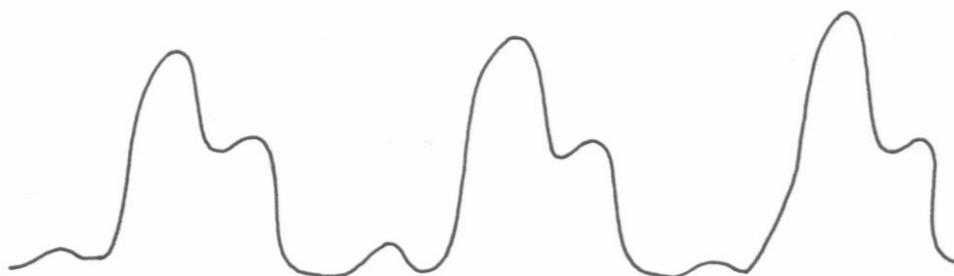


Рис. 2.15. Пресистолическая венозная волна.

Для умеренно выраженного нарушения внутричерепной венозной гемодинамики считается типичным наличие растянутой, слегка выпуклой катакроты, высокой диастолической волны, образование систоло-диастолического плато (Рис. 2.16).

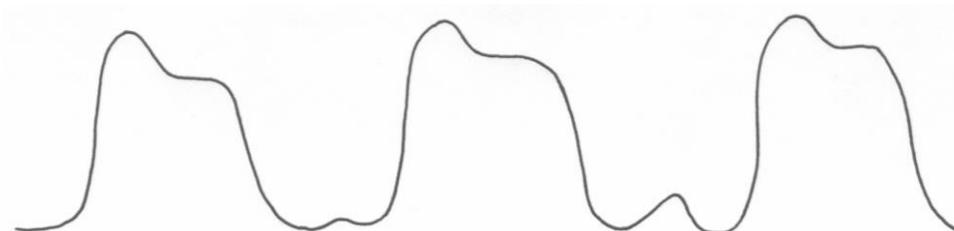


Рис. 2.16. Умеренное затруднение венозного оттока.

При выраженном венозном застое появляется выбухание катакроты, вершина с тупым углом или имеющая двугорбый вид (Рис. 2.17).



Рис. 2.17. Выраженное затруднение венозного оттока.

Длительно существующий венозный застой вызывает формирование сосудистой дистонии, что отражается на РЭГ быстрым подъемом анакроды и таким же спуском катакроты, смещением диастолической волны к изолинии.

9. Внутричерепная гипертензия.

Увеличение внутричерепного давления, связанное с нарушением циркуляции цереброспинальной жидкости, затрудняет гемодинамику в венозном русле и отток крови из полости черепа. В свою очередь, затруднение венозного оттока ухудшает резорбцию цереброспинальной жидкости и усугубляет ликвородинамические нарушения.

На РЭГ при наличии изменений, характерных для венозных нарушений, возникает деформация гребня волны в виде “трезубца”, “гребня петуха”. Возможно появление аркообразных и куполообразных волн (Рис. 2.18).

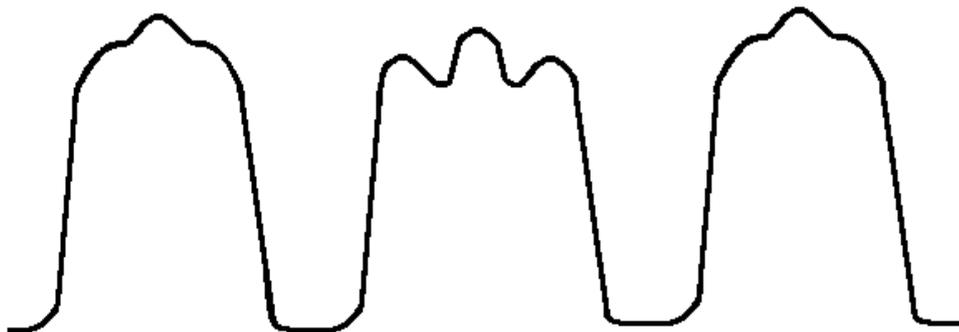


Рис. 2.18. Признаки внутричерепной гипертензии на реоэнцефалограмме.

1.10. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕОЭНЦЕФАЛОГРАММ. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЭГ

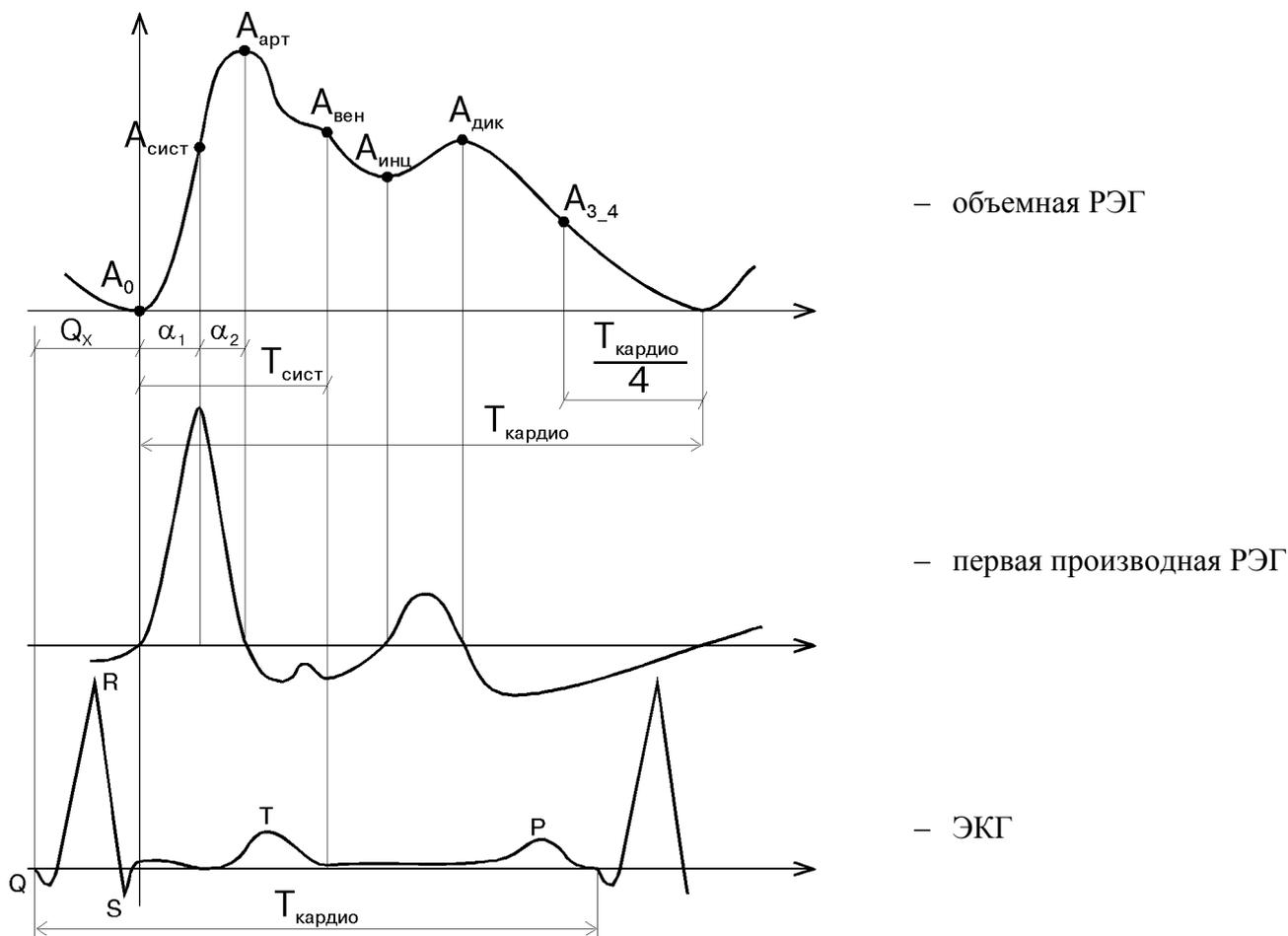


Рис. 2.19. Схема количественного анализа РЭГ-волны.

Количественный анализ РЭГ базируется на использовании элементов первой производной реоэнцефалограммы – дифференциальной кривой.

Начало первого положительного зубца дифференциальной реограммы совпадает с началом реограммы и началом наполнения сосудов во время систолы. При этом его восходящее колено характеризует скорость уменьшения сопротивления тканей в период быстрого кровенаполнения, вершина – максимальное значение данного процесса, нисходящее колено – падение скорости сопротивления в период медленного кровенаполнения.

Второй относительный минимум дифференциальной кривой после ее абсолютного максимума отражает завершение систолы и начало диастолы. Все последующие зубцы раскрывают состояние венозной фазы. Так, инцизура соответствует левой точке пересечения второго положительного зубца с изолинией, диастолической волны – правой.

Исходными параметрами для математического расчета являются абсолютные амплитудные и временные характеристики РЭГ-волны:

$A_{\text{сист}}$ – амплитуда волны, соответствующая наиболее выраженному пику первой производной. Используется для расчета скорости быстрого кровенаполнения.

$A_{\text{арт}}$ – амплитуда артериальной составляющей волны. Позволяет косвенно судить о величине пульсового кровенаполнения в исследуемом сосудистом бассейне.

$A_{\text{вен}}$ – амплитуда максимального систолического значения венозной компоненты. Определяется для расчета показателя периферического сосудистого сопротивления.

$A_{\text{инц}}$ – амплитуда волны на уровне инцизуры. Применяется для определения дикротического индекса, отражающего преимущественно тонус артериол.

$A_{\text{дик}}$ – амплитуда волны на уровне диастолической волны. Используется для вычисления диастолического индекса, свидетельствующего о состоянии оттока крови из артерий в вены и тонусе вен.

A_{3-4} – амплитуда реограммы на последней четверти сердечного цикла. Необходима для вычисления состояния оттока крови из полости черепа в сердце.

$T_{\text{кардио}}$ – продолжительность всего кардиоцикла.

Q_x – время распространения реографической волны. Измеряется от зубца Q синхронно записанной ЭКГ до начала очередной реографической волны. Характеризует суммарное состояние тонуса экстракраниальных сосудов. Уменьшается при повышении тонуса, увеличивается при его снижении. Самое большое увеличение наблюдается при затруднении кровотока (закупорке) на стороне поражения.

α (Альфа) – время восходящей части волны. Отражает период полного раскрытия сосуда. Дает информацию о тонусе артерий. Разделяется на два периода:

α_1 (Альфа1) – время быстрого кровенаполнения, зависящее от упругости стенок крупных церебральных артерий;

α_2 (Альфа2) – время медленного кровенаполнения, обусловленное тонусом сосудов среднего и мелкого калибра.

В норме эти периоды приблизительно равны между собой. При снижении эластичности сосудистой стенки происходит изменение данного соотношения в сторону уменьшения времени быстрого кровенаполнения, а при повышении тонуса – в сторону увеличения времени медленного кровенаполнения.

$T_{\text{сист}}$ – время систолы.

С использованием перечисленных амплитудно-временных характеристик получают расчетные параметры реоэнцефалограммы.

Ниже (Таблица 2.1, Таблица 2.2, Таблица 2.3) приведены все вычисляемые в программе параметры РЕГ и их нормы. Рассмотрим более подробно важнейшие из них.

РИ – реографический индекс – отношение амплитуды реографической волны к величине калибровочного сигнала. Имеется прямая зависимость между интенсивностью кровенаполнения и амплитудой реографической волны. На значение реографического индекса влияют частота сердечных сокращений, артериальное давление, величина ударного объема крови, состояние тонуса сосудистой стенки, а также качество наложения электродов.

КаРИ – коэффициент асимметрии. Вычисляется по формуле:

$$\text{КаРИ} = \frac{A_{\text{б}} - A_{\text{м}}}{A_{\text{м}}} \times 100\%, \quad (2.1)$$

где $A_{\text{б}}$ – максимальная амплитуда реограммы на стороне с большим РИ,

$A_{\text{м}}$ – амплитуда реограммы на стороне с меньшим РИ.

В норме КаРИ не выходит за пределы 10% в системе внутренних сонных артерий и 15-20% для позвоночных артерий.

ИзменРИ – показатель изменчивости реографического индекса для каждой реокривой в пределах выбранного блока анализа.

Представляет собой процентное отношение средней разницы РИ двух соседних реоволн к среднему РИ блока анализа. Значение ИзменРИ больше нормы (20%) является одним из признаков нерегулярности реограммы.

Данный показатель вычисляется только при способах анализа “По отдельным волнам”.

Альфа/Ткардио – отношение продолжительности восходящей части волны к длительности кардиоцикла (в процентах). Показатель дает дополнительную информацию о тоне сосудистой стенки. При повышении тонуса сосудов данный параметр увеличивается, и наоборот.

Авен/Аарт – отношение амплитуды максимального систолического значения венозной компоненты к максимальной амплитуде волны. Показатель состояния периферического сосудистого сопротивления, определяемый тонусом мелких и средних мозговых сосудов. Минимальное значение данного параметра равно 0%. По мере повышения периферического сосудистого сопротивления он увеличивается до 40-80% и более.

ДИК – дикротический индекс – отношение амплитуды волны на уровне инцизуры к максимальной амплитуде (в процентах). Показатель дает дополнительную информацию о тоне артерий. Его значение в норме составляет от 40 до 70%.

ДИА – диастолический индекс – отношение амплитуды волны на уровне диастолической волны к максимальной амплитуде волны. Определяется в процентах, преимущественно отражает состояние оттока крови из артерий в вены. В норме колеблется около 75%.

ИзменДИА – показатель изменчивости диастолического индекса для каждой реокривой в пределах выбранного блока анализа.

Представляет собой процентное отношение средней разницы ДИА двух соседних реоволн к среднему ДИА блока анализа. Значение ИзменДИА больше нормы (20%) является одним из признаков неустойчивости сосудистого тонуса.

Данный показатель вычисляется только при способах анализа “По отдельным волнам”.

Умакс – максимальная скорость быстрого наполнения. Вычисляется как максимум по первой производной реограммы. Показатель несет важную информацию о тоне крупных артерий.

Уср – средняя скорость медленного наполнения. Отражает тонус средних и мелких артерий.

ПВО – показатель состояния оттока крови из полости черепа в сердце. Вычисляется по формуле:

$$\text{ПВО} = \frac{A_{3_4} / (T_{\text{кардио}} / 4)}{A_{\text{вен}} / (T_{\text{сист}} - \alpha)} \times 100\% \quad (2.2)$$

Представляет собой отношение средней скорости убывания реограммы на последней четверти реоволны к средней скорости систолического нарастания венозного компонента.

В норме ПВО должен находиться в пределах 0÷25%.

В программе “Рео-Спектр” значение ПВО всегда ограничено рамками от -1000% до +1000%.

При $A_{\text{вен}}=0$ и $A_{3_4}>0$ ПВО=1000%.

При $A_{\text{вен}}=0$ и $A_{3_4}<0$ ПВО=-1000%.

Трактовка этого показателя в программе “Рео-Спектр” ориентирована на школу М.А. Ронкина и сводится к следующему.

Значение ПВО должно рассматриваться вместе с фактом наличия или отсутствия пресистолической венозной волны (Вен.волна=1 или 0). Эти два показателя в своей совокупности отражают состояние тонуса вен и венозного оттока.

Здесь возможны следующие их комбинации:

Вен.волна=0 и ПВО в норме – нормальные тонус вен и венозный отток;

Вен.волна=0 и ПВО<N – облегчение венозного оттока при нормальном тонусе вен;

Вен.волна=0 и ПВО>N – затруднение венозного оттока при нормальном тонусе вен;

Вен.волна=1 – при любом значении ПВО это снижение тонуса вен и затруднение венозного оттока; в частности, сочетание Вен.волна=1 и ПВО<0 означает затруднение венозного оттока по типу пониженного тонуса вен.

Для получения корректных результатов необходимо провести математическую обработку не менее 3-4 РЭГ-волн в каждом отведении левого и правого полушарий во время фоновой записи и функциональных проб с последующим усреднением данных.

Констатация патологии и оценка степени ее выраженности производятся путем сопоставления с возрастными диапазонами норм.

Таблица 2.1. Список параметров, вычисляемых для каждой реоволны

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|--|-------------|-------------------|
| Базовое сопротивление | Zбазовое | Ом |
| Амплитуда реограммы на уровне систолического максимума производной | Асист | Ом |
| Амплитуда артериальной компоненты реограммы (максимальная амплитуда) | Аарт | Ом |
| Амплитуда венозной составляющей реограммы | Авен | Ом |
| Амплитуда реограммы на уровне инцизуры | Аинц | Ом |
| Амплитуда реограммы на уровне диастолической волны | Адик | Ом |
| Амплитуда реограммы на середине катакроты | Акат | Ом |
| Амплитуда реограммы на последней ¼ реоволны | А3_4 | Ом |
| Амплитуда реограммы на последней 1/5 реоволны | А4_5 | Ом |
| Максимальная амплитуда дифференциальной реограммы | Адиф_макс | Ом/с |
| Время распространения пульсовой волны от сердца | Q_x | с |
| Время быстрого кровенаполнения | Альфа1 | с |
| Время медленного кровенаполнения | Альфа2 | с |
| Время восходящей части волны = Альфа1+Альфа2 | Альфа | с |
| Время систолы (период изгнания крови) | Тсист | с |
| Длительность катакроты | Ткат | с |
| Реографический индекс | РИ | у. е. |
| Коэффициент асимметрии реографического индекса | КаРИ | % |
| Показатель изменчивости РИ в блоке анализа | ИзменРИ | % |
| Амплитудно-частотный показатель $= \frac{РИ}{Ткардио}$ | АЧП | у. е. |

Глава 1. Общие вопросы методики компьютерного анализа реограмм

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|---|-------------|-------------------|
| Относительный объемный пульс $= \frac{\text{Аарт}}{\text{Zбазовое} \times \text{Ткардио}} \times 1000$ | Pr | промилле |
| Дикротический индекс $= \frac{\text{Аинц}}{\text{Аарт}} \times 100\%$ | ДИК | % |

Продолжение таблицы 2.1

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|---|--------------------|-------------------|
| Диастолический индекс $= \frac{\text{Адик}}{\text{Аарт}} \times 100\%$ | ДИА | % |
| Модифицированный диастолический индекс $= \text{ДИА} - \text{ДИК}$ | МДИА | % |
| Отношение амплитуд венозной и артериальной компонент $= \frac{\text{Авен}}{\text{Аарт}}$ | Авен/Аарт | % |
| Модуль упругости $= \frac{\text{Альфа}}{\text{Ткардио}} \times 100\%$ | Альфа/Ткардио | % |
| Индекс быстрого наполнения $= \frac{\text{Асист}}{\text{Аарт}} \times 100\%$ | ИБН | % |
| Соотношение времени быстрого и медленного кровенаполнения $= \frac{\text{Альфа1}}{\text{Альфа2}}$ | Аль- фа1/Альфа2 | у. е. |
| Соотношение “приток-отток” $= \frac{\text{Альфа}}{\text{Ткат}}$ | Альфа/Ткат | у. е. |
| Угол вершины волны | Угол вершины | град |
| Угол спуска катакроты | Угол катакр. | Град |
| Максимальная скорость быстрого наполнения $= \frac{\text{Асист}}{\text{Альфа1}}$ | V _{макс} | Ом/с |
| Средняя скорость медленного наполнения $= \frac{\text{Аарт} - \text{Асист}}{\text{Альфа2}}$ | V _{ср} | Ом/с |
| Скорость объемного кровотока (по И.В.Соколовой) $= \frac{\text{Аарт} + \text{Авен}}{\text{Ткардио}}$ | V _{объем} | Ом/с |

Глава 1. Общие вопросы методики компьютерного анализа реограмм

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|---|-------------|-------------------|
| Показатель замедления кровотока $= \frac{A_{\text{арт}}}{A_{\text{дифф_макс}}}$ | ПЗК | с |

Продолжение таблицы 2.1

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|---|-------------|-------------------|
| Показатель изменчивости ДИА в блоке анализа | ИзменДИА | % |
| Показатель венозного оттока $= \frac{A3_4 / (T_{\text{кардио}} / 4)}{A_{\text{вен}} / (T_{\text{сист}} - \text{Альфа})} \times 100\%$ | ПВО | % |
| Коэффициент венозного оттока $= \frac{T_{\text{кат}}}{T_{\text{кардио}}} \times 100\%$ | КВО | % |
| Индекс Симонсона $= \frac{A_{\text{кат}}}{A_{\text{арт}}} \times 100\%$ | ИВО_Сим | % |
| Венозное отношение по И.В. Соколовой $= \frac{A4_5}{A_{\text{арт}}} \times 100\%$ | ВО | % |
| Диастолическое отношение $= \frac{T_{\text{кардио}} - T_{\text{сист}}}{T_{\text{кардио}}} \times 100\%$ | ДО | % |
| Реографический показатель $= \frac{RI}{Z_{\text{базовое}}} \times 100\%$ | РП | % |
| Относительный реографический показатель = РП×ЧСС (ЧСС – частота сердечных сокращений) | ОРП | у. е. |
| Показатель Альфа $= \frac{\text{Альфа}}{\frac{RI}{Z_{\text{базовое}}}} \times 100$ | ПАльфа | у. е. |
| Показатель Бета $= \frac{T_{\text{кат}}}{\frac{RI}{Z_{\text{базовое}}}} \times 100$ | ПБета | у. е. |
| Относительный показатель Бета = Пбета×ЧСС | ОПБета | у. е. |

Нормы некоторых параметров РЭГ

Таблица 2.2. Параметры РЭГ, не зависящие от возраста пациента

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Значение нормы |
|-----------------------|---|-------------------|----------------------------|
| КаРИ | Коэффициент асимметрии реографического индекса: для внутренних сонных артерий (FM) для позвоночных артерий (OM) | % | 0 – 10 0 – 20 |
| Pr | Относительный объемный пульс | промилле | 0.6 – 0.8 |
| Тсист | Время систолы (период изгнания крови) | с | 0.45 – 0.50 |
| МДИА | Модифицированный диастолический индекс | % | 10 – 15 |
| ИБН | Индекс быстрого наполнения | % | 67 – 87 |
| Альфа1/Альфа2 | Соотношение времени быстрого и медленного кровенаполнения | у. е. | 0.80 – 1.20 |
| КВО | Коэффициент венозного оттока | % | 84 – 96 |
| ИВО_Сим | Индекс Симонсона | % | 0 – 60 |
| ВО | Венозное отношение по И.В.Соколовой | % | 0 – 20 |
| ДО | Диастолическое отношение | % | 65 – 75 |
| ИзменДИА | Показатель изменчивости ДИА в блоке анализа | % | 0 – 20 |
| ИзменРИ | Показатель изменчивости РИ в блоке анализа | % | 0 – 20 |
| Вобъем | Скорость объемного кровотока (по И.В. Соколовой): для внутренних сонных артерий (FM) для позвоночных артерий (OM) | Ом/с | 0.17 – 0.58 0.14 – 0.45 |

Таблица 2.3. Возрастные нормы основных параметров РЭГ (по данным И.М. Максименко и М.А. Ронкина (ММА им. Сеченова) и С.А. Широковой (детская психоневрологическая клиника (г. Казань))

1-я возрастная группа (до 1 года)

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Отведение | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------|-------------|
| | | | FM | OM |
| РИ | Реографический индекс | у. е. | 1.21 – 1.43 | 0.96 – 1.14 |
| Q _x | Время распространения пульсовой волны от сердца | с | 0.08 – 0.10 | 0.08 – 0.10 |
| Альфа1 | Время быстрого кровенаполнения | с | 0.03 – 0.04 | 0.03 – 0.04 |
| Альфа2 | Время медленного кровенаполнения | с | 0.04 – 0.05 | 0.04 – 0.05 |
| Альфа | Время восходящей части волны | с | 0.07 – 0.09 | 0.07 – 0.09 |
| Альфа/Ткардио | Модуль упругости | % | 14 – 19 | 15 – 19 |
| Авен/Аарт | Отношение амплитуд венозной и артериальной компонент | % | 70 – 85 | 75 – 90 |
| ДИК | Дикротический индекс | % | 63 – 68 | 63 – 68 |
| ДИА | Диастолический индекс | % | 68 – 73 | 68 – 73 |
| ПВО | Показатель венозного оттока | % | 0 – 30 | 0 – 30 |
| Ткат | Длительность катакроты | с | 0.34 – 0.46 | 0.34 – 0.46 |
| Альфа/Ткат | Соотношение “приток-отток” | у. е. | 0.17 – 0.25 | 0.17 – 0.25 |

2-я возрастная группа (1-3 года)

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Отведение | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------|-------------|
| | | | FM | OM |
| РИ | Реографический индекс | у. е. | 1.58 – 1.84 | 1.48 – 1.90 |
| Q _x | Время распространения пульсовой волны от сердца | с | 0.08 – 0.10 | 0.08 – 0.10 |
| Альфа1 | Время быстрого кровенаполнения | с | 0.04 – 0.05 | 0.04 – 0.05 |
| Альфа2 | Время медленного кровенаполнения | с | 0.04 – 0.05 | 0.04 – 0.05 |
| Альфа | Время восходящей части волны | с | 0.08 – 0.10 | 0.08 – 0.10 |
| Альфа/Ткардио | Модуль упругости | % | 15 – 19 | 15 – 19 |
| Авен/Аарт | Отношение амплитуд венозной и артериальной компонент | % | 70 – 85 | 75 – 90 |

Глава 1. Общие вопросы методики компьютерного анализа реограмм

| | | | | |
|------------|-----------------------------|-------|-------------|-------------|
| ДИК | Дикротический индекс | % | 53 – 58 | 53 – 58 |
| ДИА | Диастолический индекс | % | 58 – 63 | 58 – 63 |
| ПВО | Показатель венозного оттока | % | 0 – 30 | 0 – 30 |
| Ткат | Длительность катакроты | с | 0.36 – 0.48 | 0.36 – 0.48 |
| Альфа/Ткат | Соотношение “приток-отток” | у. е. | 0.21 – 0.28 | 0.21 – 0.28 |

3-я возрастная группа (4-7 лет)

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Отведение | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------|-------------|
| | | | FM | OM |
| РИ | Реографический индекс | у. е. | 1.5 – 2.5 | 1.3 – 2.3 |
| Q _x | Время распространения пульсовой волны от сердца | с | 0.09 – 0.13 | 0.11 – 0.17 |
| Альфа1 | Время быстрого кровенаполнения | с | 0.04 – 0.06 | 0.04 – 0.06 |
| Альфа2 | Время медленного кровенаполнения | с | 0.04 – 0.05 | 0.04 – 0.05 |
| Альфа | Время восходящей части волны | с | 0.08 – 0.11 | 0.08 – 0.11 |
| Альфа/Ткардио | Модуль упругости | % | 14 – 18 | 14 – 18 |
| Авен/Аарт | Отношение амплитуд венозной и артериальной компонент | % | 70 – 85 | 75 – 90 |
| ДИК | Дикротический индекс | % | 65 – 80 | 70 – 90 |
| ДИА | Диастолический индекс | % | 70 – 90 | 75 – 90 |
| ПВО | Показатель венозного оттока | % | 0 – 30 | 0 – 30 |
| Ткат | Длительность катакроты | с | 0.37 – 0.53 | 0.37 – 0.53 |
| Альфа/Ткат | Соотношение “приток-отток” | у. е. | 0.18 – 0.27 | 0.18 – 0.27 |

4-я возрастная группа (8-12 лет)

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Отведение | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------|-------------|
| | | | FM | OM |
| РИ | Реографический индекс | у. е. | 1.5 – 2.2 | 1.2 – 2.0 |
| Q _x | Время распространения пульсовой волны от сердца | с | 0.10 – 0.14 | 0.12 – 0.18 |
| Альфа1 | Время быстрого кровенаполнения | с | 0.04 – 0.05 | 0.04 – 0.05 |
| Альфа2 | Время медленного кровенаполнения | с | 0.04 – 0.05 | 0.04 – 0.05 |
| Альфа | Время восходящей части волны | с | 0.08 – 0.10 | 0.08 – 0.10 |
| Альфа/Ткардио | Модуль упругости | % | 13 – 17 | 13 – 17 |
| Авен/Аарт | Отношение амплитуд венозной и артериальной компонент | % | 45 – 80 | 45 – 80 |
| ДИК | Дикротический индекс | % | 40 – 75 | 45 – 80 |

Глава 1. Общие вопросы методики компьютерного анализа реограмм

| | | | | |
|------------|-----------------------------|-------|-------------|-------------|
| ДИА | Диастолический индекс | % | 50 – 85 | 55 – 90 |
| ПВО | Показатель венозного оттока | % | 0 – 30 | 0 – 30 |
| Ткат | Длительность катакроты | с | 0.53 – 0.59 | 0.53 – 0.59 |
| Альфа/Ткат | Соотношение “приток-отток” | у. е. | 0.14 – 0.18 | 0.14 – 0.18 |

5-я возрастная группа (13-15 лет)

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Отведение | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------|-------------|
| | | | FM | OM |
| РИ | Реографический индекс | у. е. | 1.2 – 2.0 | 1.0 – 1.8 |
| Q _x | Время распространения пульсовой волны от сердца | с | 0.11 – 0.15 | 0.14 – 0.20 |
| Альфа1 | Время быстрого кровенаполнения | с | 0.04 – 0.05 | 0.04 – 0.05 |
| Альфа2 | Время медленного кровенаполнения | с | 0.04 – 0.05 | 0.04 – 0.05 |
| Альфа | Время восходящей части волны | с | 0.08 – 0.10 | 0.08 – 0.10 |
| Альфа/Ткардио | Модуль упругости | % | 12 – 18 | 12 – 18 |
| Авен/Аарт | Отношение амплитуд венозной и артериальной компонент | % | 50 – 70 | 50 – 75 |
| ДИК | Дикротический индекс | % | 45 – 65 | 45 – 70 |
| ДИА | Диастолический индекс | % | 55 – 70 | 55 – 70 |
| ПВО | Показатель венозного оттока | % | 0 – 25 | 0 – 25 |
| Ткат | Длительность катакроты | с | — | — |
| Альфа/Ткат | Соотношение “приток-отток” | у. е. | — | — |

6-я возрастная группа (16-35 лет)

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Отведение | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------|-------------|
| | | | FM | OM |
| РИ | Реографический индекс | у. е. | 1.2 – 1.6 | 1.0 – 1.4 |
| Q _x | Время распространения пульсовой волны от сердца | с | 0.12 – 0.18 | 0.16 – 0.22 |
| Альфа1 | Время быстрого кровенаполнения | с | 0.05 – 0.06 | 0.05 – 0.06 |
| Альфа2 | Время медленного кровенаполнения | с | 0.04 – 0.05 | 0.04 – 0.05 |
| Альфа | Время восходящей части волны | с | 0.09 – 0.11 | 0.09 – 0.11 |
| Альфа/Ткардио | Модуль упругости | % | 13 – 18 | 13 – 18 |
| Авен/Аарт | Отношение амплитуд венозной и артериальной компонент | % | 55 – 70 | 60 – 75 |
| ДИК | Дикротический индекс | % | 50 – 65 | 55 – 70 |

Глава 1. Общие вопросы методики компьютерного анализа реограмм

| | | | | |
|------------|-----------------------------|-------|---------|---------|
| ДИА | Диастолический индекс | % | 55 – 80 | 60 – 85 |
| ПВО | Показатель венозного оттока | % | 0 – 20 | 0 – 20 |
| Ткат | Длительность катакроты | с | — | — |
| Альфа/Ткат | Соотношение “приток-отток” | у. е. | — | — |

7-я возрастная группа (36-55 лет)

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Отведение | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------|-------------|
| | | | FM | OM |
| РИ | Реографический индекс | у. е. | 1.0 – 1.5 | 0.8 – 1.2 |
| Q _x | Время распространения пульсовой волны от сердца | с | 0.13 – 0.19 | 0.17 – 0.23 |
| Альфа1 | Время быстрого кровенаполнения | с | 0.04 – 0.05 | 0.04 – 0.05 |
| Альфа2 | Время медленного кровенаполнения | с | 0.05 – 0.06 | 0.05 – 0.06 |
| Альфа | Время восходящей части волны | с | 0.09 – 0.11 | 0.09 – 0.11 |
| Альфа/Ткардио | Модуль упругости | % | 14 – 20 | 14 – 20 |
| Авен/Аарт | Отношение амплитуд венозной и артериальной компонент | % | 60 – 75 | 65 – 80 |
| ДИК | Дикротический индекс | % | 55 – 70 | 60 – 75 |
| ДИА | Диастолический индекс | % | 55 – 85 | 60 – 90 |
| ПВО | Показатель венозного оттока | % | 0 – 20 | 0 – 20 |
| Ткат | Длительность катакроты | с | — | — |
| Альфа/Ткат | Соотношение “приток-отток” | у. е. | — | — |

8-я возрастная группа (старше 55 лет)

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Отведение | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------|-------------|
| | | | FM | OM |
| РИ | Реографический индекс | у. е. | 0.9 – 1.4 | 0.7 – 1.4 |
| Q _x | Время распространения пульсовой волны от сердца | с | 0.15 – 0.21 | 0.18 – 0.26 |
| Альфа1 | Время быстрого кровенаполнения | с | 0.04 – 0.05 | 0.04 – 0.05 |
| Альфа2 | Время медленного кровенаполнения | с | 0.06 – 0.07 | 0.06 – 0.07 |
| Альфа | Время восходящей части волны | с | 0.10 – 0.12 | 0.10 – 0.12 |
| Альфа/Ткардио | Модуль упругости | % | 15 – 21 | 15 – 21 |
| Авен/Аарт | Отношение амплитуд венозной и артериальной компонент | % | 65 – 80 | 70 – 85 |
| ДИК | Дикротический индекс | % | 60 – 80 | 65 – 85 |

Глава 1. Общие вопросы методики компьютерного анализа реограмм

| | | | | |
|------------|-----------------------------|-------|---------|---------|
| ДИА | Диастолический индекс | % | 65 – 85 | 65 – 90 |
| ПВО | Показатель венозного оттока | % | 0 – 30 | 0 – 30 |
| Ткат | Длительность катакроты | с | — | — |
| Альфа/Ткат | Соотношение “приток-отток” | у. е. | — | — |

1.11. СТРУКТУРА ПРОТОКОЛА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПО РЕОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ

Протокол обследования, формируемый программой по РЭГ, состоит из следующих пунктов:

1. Объемное пульсовое кровенаполнение.
2. Тонус артерий разного калибра.
3. Периферическое сосудистое сопротивление.
4. Венозный отток.

Каждый показатель рассчитывается на основании значения параметра, выбранного пользователем. Например, объемное кровенаполнение может оцениваться по реографическому индексу или по амплитудно-частотному показателю. Настройка формирования протокола описана в руководстве по эксплуатации.

1.12. РЕОЭНЦЕФАЛОКАРДИОГРАФИЯ (РЭКГ) ПО Н.Р. ПАЛЕЕВУ И И.М. КАЕВИЦЕРУ

Клинический смысл и назначение РЭКГ состоит в оценке мозговой фракции сердечного выброса. При этом анализ проводится как в абсолютных единицах (мл и мл/мин), так и в относительных (%). Определение этих параметров является весьма важным для терапевтов, кардиологов и невропатологов, поскольку позволяет охарактеризовать величину и направленность перераспределения кровотока и оценить значение (компенсаторное или патологическое) гемодинамических сдвигов.

1.12.1. МЕТОДИКА УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОДОВ

В данной методике регистрируются два тетраполярных реографических канала: первый – реокардиографический по Кубичеку, второй – обобщенный реоэнцефалографический.

Реокардиограмма по Кубичеку регистрируется с помощью двух тетраполярных электродов рулеточного типа. При этом электроды накладываются на основание шеи (короткий) и на грудную клетку на 2 см ниже мечевидного отростка грудины (длинный).

Реоэнцефалограмма регистрируется с помощью двух кольцевых электродов для тетраполярной схемы подключения к комплексу. Электроды (Рис. 2.20) размещаются в правой и левой височных областях путем фиксации их при помощи резиновой ленты.

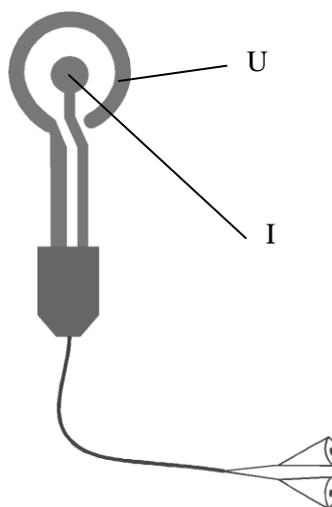


Рис. 2.20. Реоэнцефалографический электрод для РЭКГ.
(U – потенциметрический электрод, I – токовый электрод).

Кожные покровы предварительно обрабатываются спиртом, а на контактную поверхность электродов наносится специальная проводящая электродная паста или гель.

В реографических комплексах “Рео-Спектр” (Рис. 2.2) при тетраполярном отведении используется специальный кабель отведений с разъемом типа “штырек” на конце. Рулеточные реокардиографические электроды подключаются к кабелю от первого разъема реографа, а кольцевые реоэнцефалографические электроды – ко второму разъему. Необходимо лишь следить (используя цветовую маркировку окончаний кабелей) за соответствием гнезда прибора клемме электрода.

При этом один тетраполярный электрод подключается к проводам с черной вилкой, а другой – к проводам с красной вилкой соответствующего канала реографа. Токовые отведения имеют синюю отметку на кабеле.

Затем на конечности пациента накладываются электрокардиографические электроды прижимного типа: “R” (красный) – на правое предплечье, “L” (желтый) – на левое предплечье, “F” (черный) – на латеральную поверхность правой голени, обеспечивая запись ЭКГ во втором стандартном отведении.

1.12.2. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЭКГ И ИХ КЛИНИЧЕСКИЙ СМЫСЛ

1. Индекс мозгового кровотока (I_M , усл. ед.):

$$I_M = \frac{A_{\text{дифф}}^M \times T_{\text{изгн}}^M \times 100}{Z_{\text{базовое}}^M}, \quad (2.3)$$

где $A_{\text{дифф}}^M$ – амплитуда дифференциальной реоэнцефалограммы (Ом/с),

$T_{\text{изгн}}^M$ – время систолического заполнения сосудов мозга (с),

$Z_{\text{базовое}}^M$ – базовый импеданс мозга (Ом).

2. Индекс общего кровотока (I_o , усл. ед.):

$$I_o = \frac{A_{\text{дифф}}^0 \times T_{\text{изгн}}^0 \times 100}{Z_{\text{базовое}}^0}, \quad (2.4)$$

где $A_{\text{дифф}}^0$ – амплитуда дифференциальной реокардиограммы (Ом/с), записанной по методике Кубичека,

$T_{\text{изгн}}^0$ – период изгнания крови (с),

$Z_{\text{базовое}}^0$ – базисный импеданс тела (Ом).

3. Процентное отношение объемной скорости мозгового кровотока к ударному объему крови ($I_{M/o}$, %):

$$I_{M/o} = \frac{I_M}{I_o} \times 100\% \quad (2.5)$$

Норма: 13-17%.

4. Мозговая фракция сердечного выброса (МФ, мл):

$$\text{МФ} = I_{M/o} \times U_o, \quad (2.6)$$

где U_o – ударный объем крови (мл), рассчитанный по формуле Кубичека.

Норма: 11-12 мл.

5. Объемная скорость мозгового кровотока (K_M , мл/мин):

$$K_M = \text{МФ} \times \text{ЧСС} \quad (2.7)$$

Норма: 700-710 мл/мин.

6. Должная объемная скорость мозгового кровотока ($K_{\text{мл}}$, мл/мин):

$$K_{\text{мл}} = \frac{I_{M/o} \times \text{МОК}}{14} \quad (2.8)$$

7. Относительная объемная скорость мозгового кровотока (OK_m , %):

$$OK_m = \frac{K_m}{K_{мд}} \times 100\% \quad (2.9)$$

Норма: 95-106%.

При анализе результатов РЭКГ следует сопоставлять абсолютные и относительные величины мозгового кровотока с показателями сердечного выброса (МОК или СИ) и периферическим сосудистым сопротивлением (ОПСС или УПСС). Соотношение этих параметров позволяет более глубоко понять взаимосвязи между гемодинамическими сдвигами и цереброваскулярными расстройствами.

Программное обеспечение РЭКГ предусматривает возможность подробной интерпретации выявленных нарушений с выдачей соответствующего протокола обследования.

ГЛАВА 3

РЕОВАЗОГРАФИЯ

1.13. ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Реовазография (РВГ) – неинвазивный способ исследования кровотока. Следует подчеркнуть, что среди множества всевозможных реографических методик РВГ заслуженно считают одной из самых достоверных и надежных. Этот метод получил весьма широкое распространение в нашей стране, и в настоящее время практически в любом достаточно крупном лечебном учреждении реовазография применяется.

Однако по традиции и ряду других причин специалисты, использующие в своем арсенале РВГ, в большинстве случаев ограничиваются лишь качественным описанием реограммы и вычислением одного-двух показателей, имеющих весьма относительное значение. Между тем клиническая медицина нуждается в качественных, хорошо воспроизводимых способах и их надежной интерпретации.

Известным выходом из создавшегося положения могут служить автоматизация и компьютеризация РВГ-исследований. При этом значительно возрастают пропускная способность и качество исследований, поскольку всю “черновую” работу берет на себя персональный компьютер.

1.14. РЕГИСТРАЦИЯ РВГ

Обследование должно проводиться в помещении с температурой комфорта (20-22°C) в состоянии полного физического покоя. Исследование кровотока нижних конечностей осуществляется в положении лежа (фоновая запись), а верхних – лежа или сидя. Хороший контакт электродов с кожей пациента обеспечивает гель, используемый в кардиографии. При отсутствии геля можно применять раствор мыла или физраствор. Для автоматизированной обработки РВГ рекомендуется параллельная синхронная запись ЭКГ. Для этого на предплечья и правую голень накладываются электрокардиографические электроды: “L” (желтый) – на левую руку, “R” (красный) – на правую руку, “N” (черный) – на правую голень (Рис. 3.1). Кожные покровы предварительно необходимо обработать 70-96% этиловым спиртом.

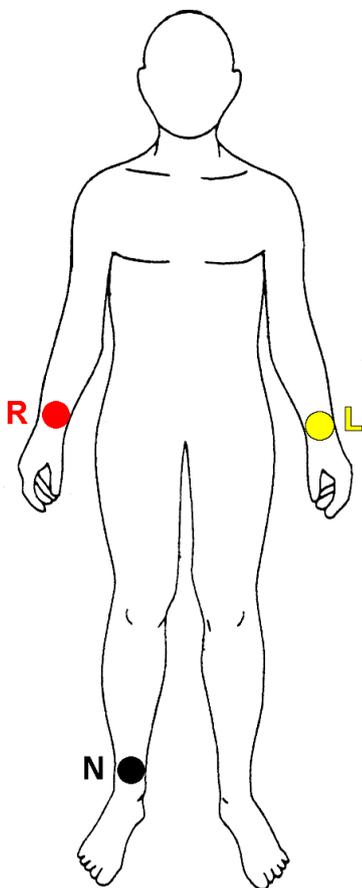


Рис. 3.1. Схема наложения электродов ЭКГ.

Техника наложения РВГ-электродов – продольная, модифицированная нами по принципу “общего” электрода. При таком расположении электродов не остается участков конечности, не задействованных в реографическом обследовании. Используются ленточные электроды из электропроводящей ткани, смоченные физраствором. Можно применять в качестве электродов полоски из фольги; при этом их длина должна быть такой, чтобы при наложении на конечность оба конца электрода смыкались в замкнутое кольцо по периметру и скреплялись с помощью

разъема типа “крокодил”. При использовании фольги во избежание пореза рекомендуется подкладывать под нее полоски из смоченной в физрастворе марли. Также возможно применение для регистрации РВГ пластинчатых электродов, закрепляемых с помощью эластичных бинтов. Поскольку реографический комплекс “Рео-Спектр” является 4- или 6-канальным, он обеспечивает регистрацию РВГ одновременно с двух смежных сегментов конечности, расположенных симметрично (например, “плечо-предплечье”, “голень-стопа” и т.д.). В соответствии с этим предусмотрено четыре режима записи РВГ: “плечо-предплечье”, “предплечье-кисть”, “бедро-голень”, “голень-стопа”. Рассмотрим их с точки зрения наложения электродов.

При регистрации используются два кабеля РВГ, подключаемые к первому и третьему разъемам реографа: кабель от первого разъема – для левой стороны, от третьего – для правой. Каналы работают в биполярном режиме (Рис. 3.2).

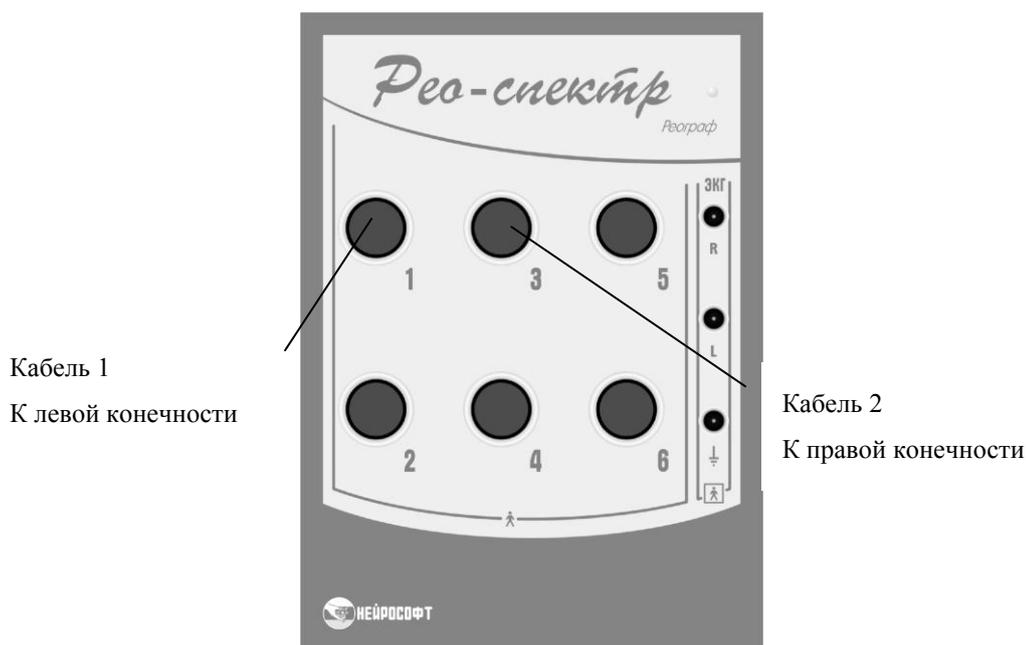


Рис. 3.2. Передняя панель блока «Рео-Спектр».

Каждый кабель состоит из трех проводов с цветовой маркировкой (красная, черная и белая). При использовании электродов из токопроводящей ткани провод соединяется с электродом с помощью кнопки. Для соединения электродов из фольги или пластин применяйте кабель РЭГ (РВГ) с креплениями типа “крокодил”.

“Плечо-предплечье”. Проксимальный электрод накладывается на границе верхней и средней третей плеча (Рис. 3.3а). К нему подключается провод с красной маркировкой (от первого кабеля – для левой, от второго – для правой стороны). Второй электрод – “общий” для нижней части плеча и верхней части предплечья – крепится в области локтевой ямки, и к нему подключается провод с черной маркировкой (от первого кабеля – для левой, от второго – для правой стороны). Третий электрод накладывается точно на лучезапястный сустав. К нему подключается провод с белой маркировкой (от первого кабеля – для левой, от второго – для правой стороны). В случае применения пластинчатых электродов первым накладывается самый крупный электрод размером 95×50 мм. Второй электрод – “общий” для нижней части плеча

и верхней части предплечья, размером 70×50 мм. Третий электрод размером 50×40 мм располагается в области запястья на ладонной поверхности (Рис. 3.3б).

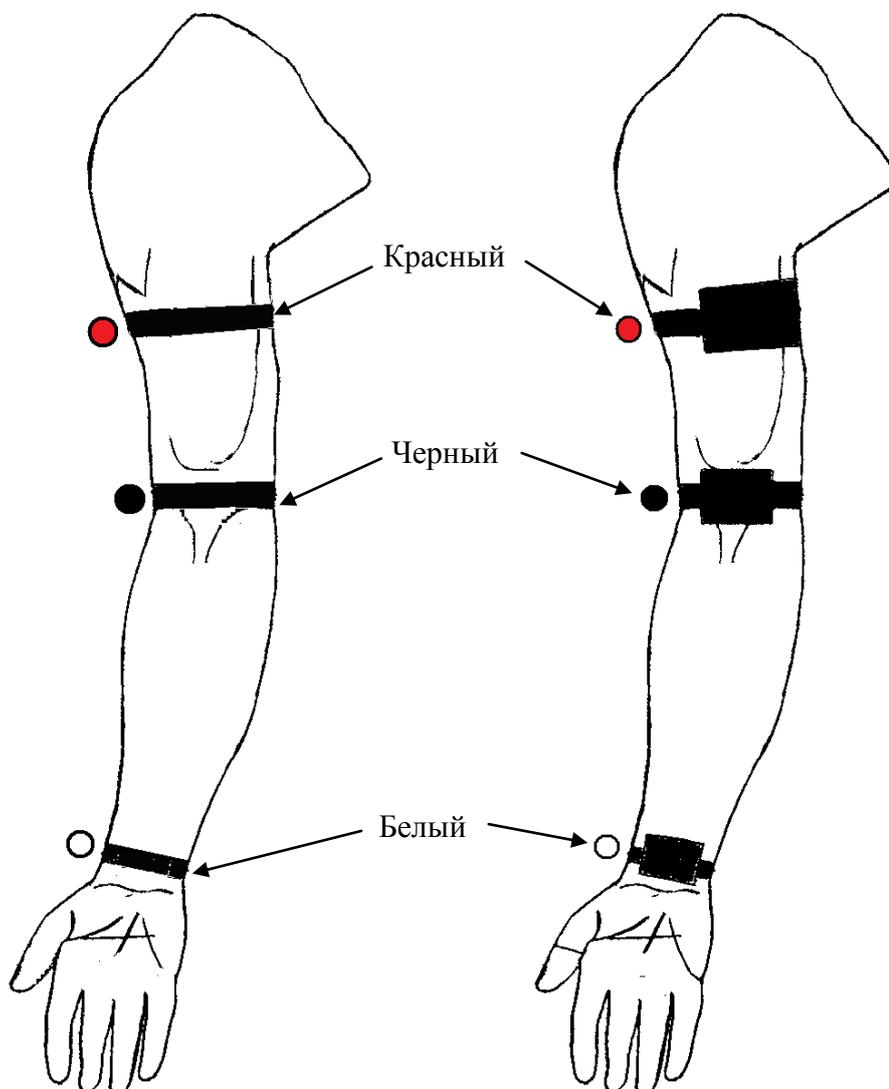


Рис. 3.3 (а, б). Схема наложения электродов для методики “Плечо-предплечье”
(а – ленточные электроды, б – пластинчатые электроды).

“Предплечье-кисть”. Проксимальный электрод накладывается в области локтевой ямки (Рис. 3.4а). К нему подключается провод с красной маркировкой (от первого кабеля – для левой, от второго – для правой стороны). Второй электрод накладывается на лучезапястный сустав и является в данном случае “общим”. К нему подсоединяется провод с черной маркировкой (от первого кабеля – для левой, от второго – для правой стороны). Третий электрод накладывается на основание среднего пальца кисти. К нему подключается провод с белой маркировкой (от первого кабеля – для левой, от второго – для правой стороны). В случае применения пластинчатых электродов первым накладывается электрод размером 70×50 мм. Второй электрод размером 50×40 мм крепится на ладонной поверхности запястья. Место расположения третьего электрода варьируется в зависимости от задач исследования. Для изучения кровотока кисти в целом дистальный (третий) электрод размером 50×40 мм крепится у основания пальцев кисти на ладонной поверхности. Для оценки кровоснабжения в пальцах электрод размером 25×15 мм

фиксируется на подушечке ногтевой фаланги соответствующего пальца (чаще – первого) (Рис. 3.4б).

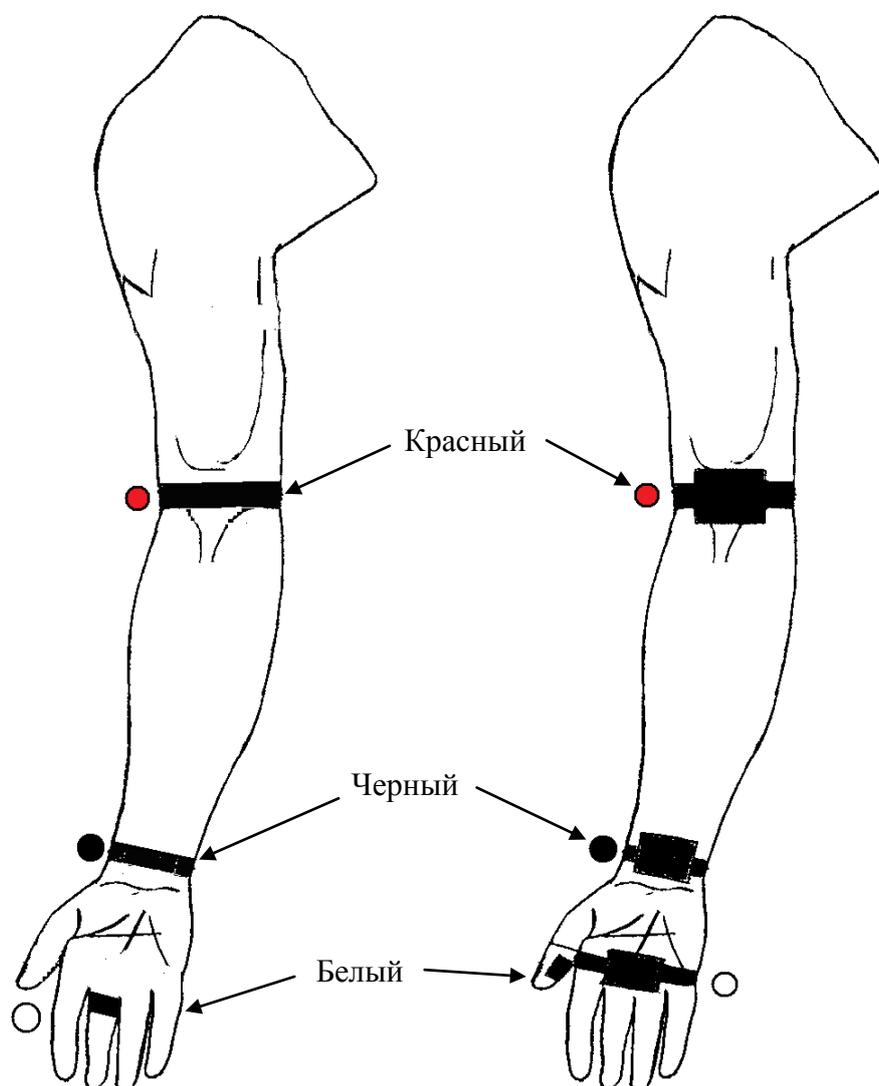
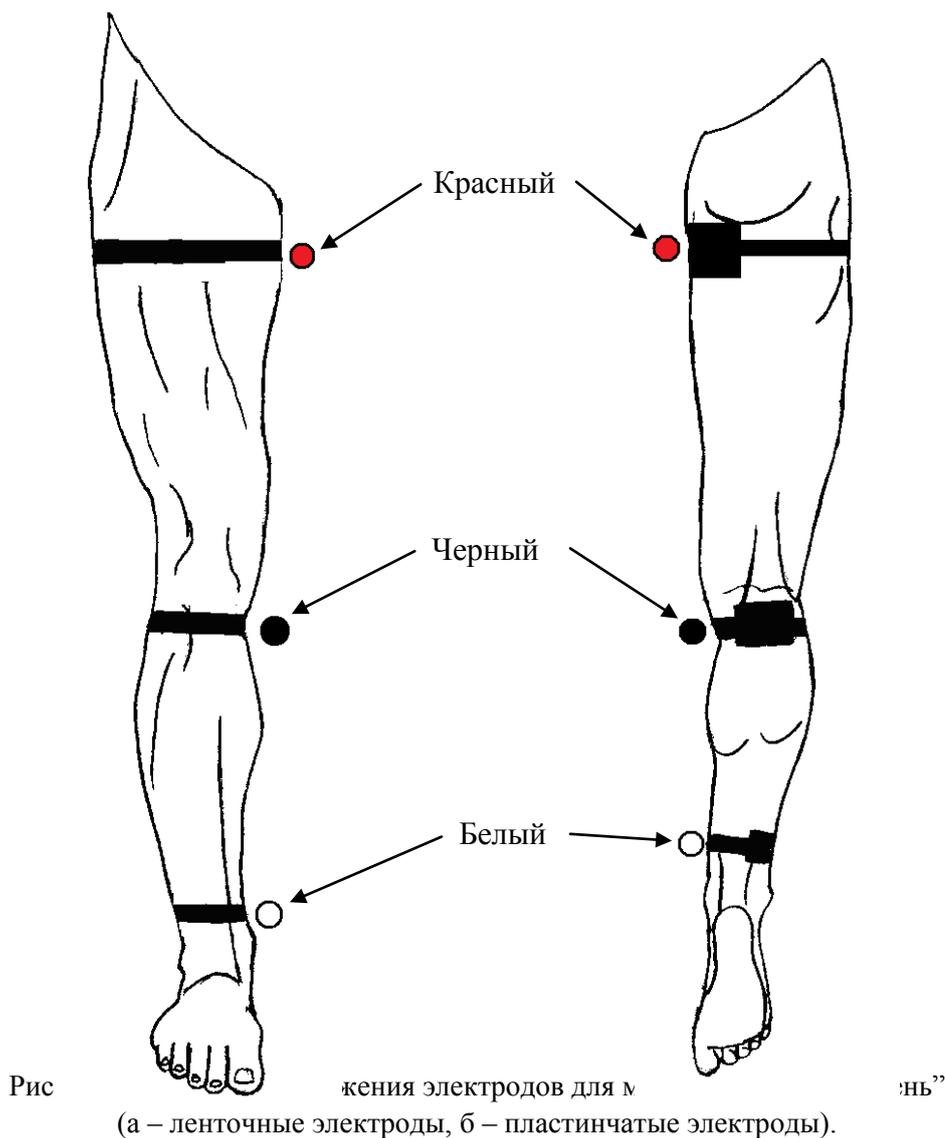


Рис. 3.4 (а, б). Схема наложения электродов для методики “Предплечье-кисть” (а – ленточные электроды, б – пластинчатые электроды).

“Бедро-голень”. Первый электрод накладывается в области верхней трети бедра (Рис. 3.5а). К нему подключается провод с красной маркировкой (от первого кабеля – для левой, от второго – для правой стороны). Вторым, “общий”, электрод накладывается ниже коленной чашечки под бугром большеберцовой кости на уровне минимального диаметра голени. К нему подключается провод с черной маркировкой (от первого кабеля – для левой, от второго – для правой стороны). Третий электрод накладывается в нижней части голени, на уровне наименьшего диаметра голени на этом участке. К нему подсоединяется провод с белой маркировкой (от первого кабеля – для левой, от второго – для правой стороны). В случае использования пластинчатых электродов первым накладывается электрод размером 95×50 мм. Вторым электрод размером 70×50 мм устанавливается в подколенную ямку. Третий электрод размером 50×40 мм фиксируется на латеральной (наружной) поверхности голени (Рис. 3.5б).



“Голень-стопа”. Первый электрод накладывается ниже коленной чашечки под бугром большеберцовой кости на уровне минимального диаметра голени (Рис. 3.6а). К нему подключается провод с красной маркировкой (от первого кабеля – для левой, от второго – для правой стороны). Второй электрод накладывается в нижней части голени, на уровне наименьшего диаметра голени на этом участке, и является “общим”. К нему подключается провод с черной маркировкой (от первого кабеля – для левой, от второго – для правой стороны). Третий, дистальный, электрод располагается на основании большого пальца стопы. К нему подсоединяется провод с белой маркировкой (от первого кабеля – для левой, от второго – для правой стороны). В случае использования пластинчатых электродов первый электрод размером 70×50 мм крепится в подколенной ямке. Второй электрод размером 50×40 мм располагается на латеральной поверхности голени. Место расположения третьего электрода (Рис. 3.6б) варьируется в зависимости от задач исследования. Для изучения кровотока в стопе дистальный электрод размером 50×40 мм устанавливается на ее подошвенной поверхности у основания пальцев. Для исследования кровоснабжения в пальцах электрод размером 25×15 мм фиксируется на подушечке ногтевой фаланги 1-го пальца стопы. При оценке кровотока нижних конечностей в целом нет

необходимости менять расположение электродов, в зависимости от режима исследования представляются только провода электродного кабеля.

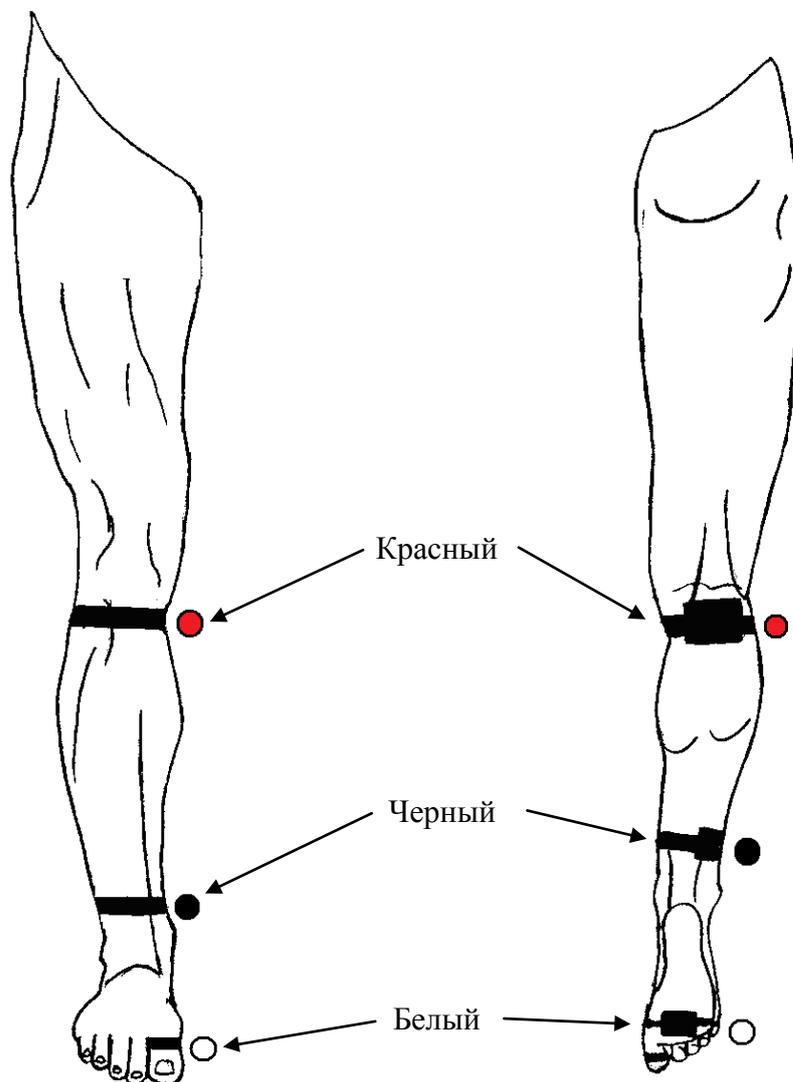


Рис. 3.6 (а, б). Схема наложения электродов для методики “Голень-стопа”
(а – ленточные электроды, б – пластинчатые электроды).

1.15. КЛИНИЧЕСКИЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РВГ

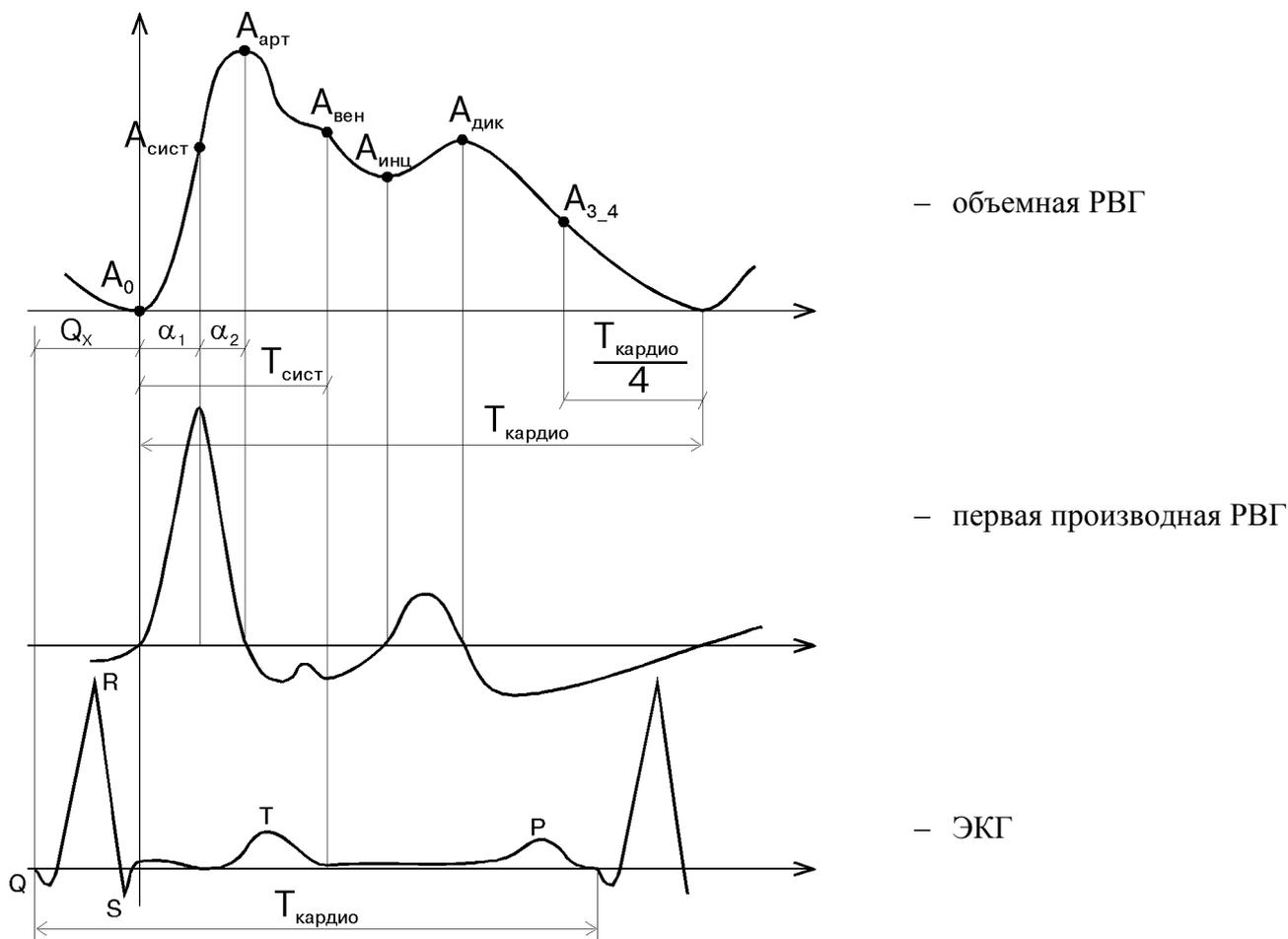


Рис. 3.7. Схема количественного анализа РВГ-волны.

Все показатели, используемые в анализе РВГ, могут быть объединены в несколько групп.

I. Показатели интенсивности артериального кровотока:

1. $A_{арт}$ и $РИ$ – важнейшие показатели регионарной гемодинамики, единодушно признаваемые и используемые всеми врачами, занимающимися анализом РВГ:

$$РИ = \frac{A_{арт}}{K}, \tag{3.1}$$

где $K=0.1$ Ом – значение калибровочного сигнала.

Эти параметры отражают состояние объемного кровенаполнения магистральных артерий исследуемого органа или его участка. Величина их зависит в основном от следующих причин:

- проходимости сосуда,
- его диаметра,
- тонуса,
- ударного выброса сердца,
- мышечной массы исследуемого сегмента,
- расстояния между электродами,
- наличия отеков,
- частоты сердечных сокращений.

Допускается физиологическое колебание этих параметров $\pm 10\%$.

В пожилом и старческом возрасте на фоне физиологической инволюции организма величины $A_{арт}$ и РИ могут несколько снижаться.

2. Амплитудно-частотный показатель (АЧП, у. е.):

$$АЧП = \frac{РИ}{T_{кардио}}, \quad (3.2)$$

где РИ – реографический индекс (у. е.),
 $T_{кардио}$ – длительность кардиоцикла (с).

Данный параметр также отражает интенсивность артериального кровотока в исследуемом сегменте в зависимости от частоты сердечных сокращений. Известно, что при тахикардии величины $A_{арт}$ и РИ могут снижаться. В этом плане АЧП позволяет установить, обусловлено ли снижение только тахикардией или тут имеется и поражение сосудов.

Нормы параметров приведены ниже (Таблица 3.1).

Таблица 3.1. Средние значения амплитуды основной волны ($A_{арт}$), РИ, АЧП для различных сегментов конечностей

| РВГ-показатели | Ед. изм. | Сегменты конечностей | | | | | | | |
|----------------|----------|----------------------|-------------|-------|-------------|----------|---------|-------|-------------|
| | | плечо | пред-плечье | кость | палец кисти | бедро | голень | стопа | палец стопы |
| $A_{арт}$ | Ом | 0.05 | 0.08 | 0.1 | 0.24 | 0.035 | 0.08 | 0.1 | 0.22 |
| РИ | у. е. | 0.5 | 0.8 | 1 | 2.4 | 0.35 | 0.8 | 1 | 2.2 |
| АЧП | у. е. | 0.5-0.75 | 0.8-1.2 | 1-1.5 | 2.4-3.6 | 0.35-0.5 | 0.8-1.2 | 1-1.5 | 2.2-3.3 |

3. Относительный объемный пульс (P_R , %):

$$P_R = \frac{A_{арт}}{Z_{базовое} \times T_{кардио}}, \quad (3.3)$$

где $A_{арт}$ – амплитуда основной реоволны (Ом),
 $Z_{базовое}$ – базовое сопротивление исследуемого сегмента (Ом),

$T_{\text{кардио}}$ – длительность (продолжительность) кардиоцикла (с).

Этот параметр косвенно отражает пульсовой объем крови, протекающей через данный сегмент, по отношению к общему объему исследуемого участка. Так же как и АЧП, предусматривает влияние тахикардии, но учитывает и электропроводность тканей, которая может меняться при различных патологических состояниях (отеки, венозный застой, дизэлектролитные расстройства и др.).

Средние значения $P_R=0.6-0.7 \%$.

4. Весьма близки по клиническому значению к P_R показатели интенсивности пульсового кровотока, предложенные Т.В. Максимовой.

Это реографический показатель (РП, %):

$$РП = \frac{РИ}{Z_{\text{базовое}}} \times 100\%, \quad (3.4)$$

где $Z_{\text{базовое}}$ – базовое сопротивление исследуемого органа (Ом).

Автор полагает, что при наличии отечности и венозного застоя базовое сопротивление может меняться за счет повышенной гидрофильности тканей независимо от состояния артериального русла. В этом плане РП призван улавливать данные нюансы.

В [2] приводятся нормы РП: для голеней – 0.70-0.90%, для стопы – 0.45-0.55%.

Относительный реографический показатель (ОРП) Т.В. Максимовой имеет совершенно тот же клинический и физиологический смысл, что P_R , только амплитуда основной реоволны ($A_{\text{арт}}$) заменена на РИ:

$$О Р П = Р П \times Ч С С = \frac{Р И \times Ч С С}{Z_{\text{базовое}}} \times 100\% \quad (3.5)$$

Автором приводятся нормы: для голеней – 48-54 у. е., для стоп – 31-36 у. е.

5. Регионарный минутный пульсовой объем (РМПО, мл/мин/100см³).

Этот показатель отражает попытку ряда авторов вычислить абсолютный объем крови, протекающей в данном сегменте за 1 минуту, отнесенный к 100 см³ ткани.

Предложено большое количество различных методов и формул для расчета РМПО, однако все они требуют выполнения многочисленных обмеров конечностей, что значительно затрудняет исследование.

Нами разработан математический аппарат, позволяющий отказаться от всяких измерений сегмента при условии стандартного размещения электродов.

В этом случае РМПО вычисляется по формуле:

$$Р М П О = \frac{\Delta Z \times Ч С С}{Z_{\text{базовое}}} \times 100\%, \quad (3.6)$$

где ΔZ – пульсовое изменение базового сопротивления (Ом/с),

$Ч С С$ – частота сердечных сокращений,

$Z_{\text{базовое}}$ – базовое сопротивление.

При этом ΔZ может быть вычислено несколькими способами:

а) по Кубичеку

$$\Delta Z = A_{\text{диф_макс}} \times T_{\text{сист}}, \quad (3.7)$$

где $A_{\text{диф_макс}}$ – амплитуда дифференцированной реограммы (Ом/с),
 $T_{\text{сист}}$ – время заполнения артерий кровью в систолу (с), измеряется как временной интервал между точками A_0 и $A_{\text{вен}}$ на РВГ (Рис. 3.3).

б) по Нибойеру

$$\Delta Z = \frac{A_{\text{вен}} + (A_{\text{арт}} - A_{\text{вен}}) \times T_{\text{сист}}}{T_{\text{сист}} - \alpha} \quad (3.8)$$

Наши собственные наблюдения показывают, что определение РМПО лучше проводить по Нибойеру, поскольку способ расчета этого параметра по Кубичеку часто дает весьма завышенные результаты.

В целом, РМПО позволяет уточнить состояние объемного регионарного кровотока в исследуемых сегментах конечностей.

Однако мы не рекомендуем слишком переоценивать клиническое значение этого показателя. Опыт показывает, что РМПО может колебаться в широких пределах как у здоровых людей, так и у больных с различными поражениями сосудов конечностей. Поэтому в каждом конкретном случае необходима правильная трактовка полученных данных в сопоставлении с другими вышеперечисленными показателями, визуальными феноменами и клинической картиной.

Норма РМПО = 4-5 мл/мин/100см³.

II. Показатели тонуса и эластичности сосудов:

1. Модуль упругости:

$$\frac{\alpha}{T_{\text{кардио}}} \times 100\% \quad (3.9)$$

Этот параметр показывает, какая часть кардиоцикла “тратится” на преодоление упругого сопротивления артерий различного калибра, отражает интегральный тонус артериального русла.

Норма: 10-15%.

Сам по себе параметр α несет определенную диагностическую информацию и отражает способность крупных артерий к растяжению.

2. Индекс быстрого наполнения (ИБН, %):

$$\text{ИБН} = \frac{A_{\text{сист}}}{A_{\text{арт}}} \times 100\% \quad (3.10)$$

Данный амплитудный показатель дает возможность оценить уровень тонуса крупных артерий. При снижении тонуса ИБН возрастает, при повышении – снижается.

Норма: 45-80%.

3. Показатель замедления кровотока (ПЗК, с):

$$\text{ПЗК} = \frac{A_{\text{арт}}}{A_{\text{дифф_макс}}} \quad (3.11)$$

Позволяет судить об эластичности сосудистых стенок артерий среднего и мелкого калибра.

Варьирует в широких пределах: в зависимости от сегмента – от 1.5 до 18%, в среднем 6-7%.

4. Соотношение времени быстрого и медленного кровенаполнения артерий (α_1/α_2 , у. е.):

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \quad (3.12)$$

Этот параметр позволяет судить о тоне крупных и мелких артерий и о том, какой тонус преобладает.

В норме $\alpha_1/\alpha_2 = 0.8-1.2$ у. е.

Если значение параметра больше нормы, преобладает тонус крупных сосудов, если меньше – мелких.

5. Соотношение венозной и артериальной компонент ($A_{\text{вен}}/A_{\text{арт}}$, %):

$$\frac{A_{\text{вен}}}{A_{\text{арт}}} \times 100\% \quad (3.13)$$

Этот параметр отражает состояние венозного оттока строго в момент прекращения артериального притока. Далее, на протяжении нескольких сотых секунды, во время т.н. “протосфигмического интервала” кровь оттекает по инерции до момента закрытия полулунных клапанов аорты и венозных клапанов.

Норма: 0-30%.

6. Дикротический индекс (ДИК, %):

$$\text{ДИК} = \frac{A_{\text{инц}}}{A_{\text{арт}}} \times 100\% \quad (3.14)$$

ДИК косвенно отражает периферическое сосудистое сопротивление и сосудистый тонус на уровне прекапилляров в исследуемом сегменте.

Нормы ДИК: для верхних конечностей – 35-48%, для нижних – 30-45%.

7. Диастолический индекс (ДИА, %):

$$\text{ДИА} = \frac{A_{\text{дик}}}{A_{\text{арт}}} \times 100\% \quad (3.15)$$

ДИА характеризует процесс оттока крови из артерий в вены и тонус венозных сосудов, главным образом на уровне посткапилляров.

Нормы ДИА: для верхних конечностей – 45-55%, для нижних – 34-43%.

8. Модифицированный диастолический индекс Ф.Д. Акуловой (МДИА, %):

$$\text{МДИА} = \frac{A_{\text{дик}} - A_{\text{инц}}}{A_{\text{арт}}} \times 100\% \quad (3.16)$$

Автор приводит нормы МДИА (10-15%) и предлагает оценивать его следующим образом: если МДИА меньше 10% – тонус вен повышен, если больше 15% – имеется венозный застой на фоне гипотонуса вен либо имеются нарушения артериального кровотока.

9. Соотношение “приток-отток”:

$$\frac{\alpha}{T_{\text{кат}}} \quad (3.17)$$

Оно показывает, какую часть занимает время заполнения сосудов к времени их опорожнения. Данный показатель является интегральным параметром, характеризующим общий тонус сосудов как артериального, так и венозного русла, а также то, насколько быстро кровь переходит из артерий в вены.

Недостатком этого критерия является его высокая вариабельность в зависимости от частоты ритма.

Норма $\alpha/T_{\text{кат}} \approx 0.2$ у. е.

В целом, значения этого показателя возрастают при повышении тонуса артерий и/или падении тонуса вен и уменьшаются при повышении венозного тонуса и снижении артериального.

10. Угол вершины (\hat{A} , град).

Часто оценивается как визуальный критерий. Заостренная вершина свидетельствует о гипотонусе артерий, уплощенная или плоская – об их гипертонусе, закругленная соответствует норме.

Угол вершины может быть определен и количественно, путем измерений с использованием транспортира или по формуле:

$$\hat{A} = 180 - \arctg \frac{A_{\text{арт}} - A_{\text{сист}}}{\alpha_2} - \arctg \frac{A_{\text{арт}} - A_{\text{вен}}}{T_{\text{кардио}} - \alpha} \quad (3.18)$$

Норма $\hat{A} \approx 30^\circ$.

11. Максимальная скорость быстрого наполнения ($V_{\text{макс}}$, Ом/с):

$$V_{\text{макс}} = \frac{A_{\text{сист}}}{\alpha_1} \quad (3.19)$$

Данный показатель характеризует заполненность крупных артерий под влиянием ударного выброса сердца. Зависит от артериального тонуса и сократительной способности миокарда.

Норма: 1.3-2.3 Ом/с.

12. Средняя скорость медленного наполнения (V_{cp} , Ом/с):

$$V_{cp} = \frac{A_{арт} - A_{сист}}{\alpha_2} \quad (3.20)$$

Отражает тонус средних и мелких артерий и их заполняемость кровью под влиянием ударного выброса сердца.

Норма: 0.3-0.5 Ом/с.

III. Показатели венозного оттока:

1. ПВО – показатель состояния венозного оттока из исследуемого сегмента:

$$ПВО = \frac{A_{3-4} / (T_{кардио} / 4)}{A_{вен} / (T_{сист} - \alpha)} \times 100\% \quad (3.21)$$

Представляет собой отношение средней скорости убывания реограммы на последней четверти реоволны к средней скорости систолического нарастания венозного компонента.

В норме ПВО должен находиться в пределах 0÷25%.

В программе “Рео-Спектр” значение ПВО всегда ограничено рамками от -1000% до +1000%.

При $A_{вен}=0$ и $A_{3-4}>0$ ПВО=1000%.

При $A_{вен}=0$ и $A_{3-4}<0$ ПВО=-1000%.

Трактовка этого показателя в программе “Рео-Спектр” ориентирована на школу М.А. Ронкина и сводится к следующему.

Значение ПВО должно рассматриваться вместе с фактом наличия или отсутствия пресистолической венозной волны (Вен.волна=1 или 0). Эти два показателя в своей совокупности отражают состояние тонуса вен и венозного оттока.

Здесь возможны следующие их комбинации:

- 1) Вен.волна=0 и ПВО в норме – нормальные тонус вен и венозный отток;
- 2) Вен.волна=0 и ПВО<N – облегчение венозного оттока при нормальном тонусе вен;
- 3) Вен.волна=0 и ПВО>N – затруднение венозного оттока при нормальном тонусе вен;
- 4) Вен.волна=1 – при любом значении ПВО это снижение тонуса вен и затруднение венозного оттока; в частности, сочетание Вен.волна=1 и ПВО<0 означает затруднение венозного оттока по типу пониженного тонуса вен.

2. Коэффициент венозного оттока (КВО, %):

$$КВО = \frac{T_{кат}}{T_{кардио}} \times 100\% \quad (3.22)$$

Представляет собой отношение общего времени венозного оттока и продолжительности кардиоцикла. При затруднении венозного оттока период $T_{кат}$ удлиняется. КВО менее зависим от частоты сердечных сокращений, поскольку при тахикардии продолжительность катакроды изменяется соответственно кардиоциклу.

Норма: 84-96%.

3. Индекс Симонсона (ИВО_Сим, %):

$$\text{ИВО_Сим} = \frac{A_{\text{кат}}}{A_{\text{арт}}} \times 100\% \quad (3.23)$$

Так же как и ПВО, дает возможность оценивать отток по венам и их тонус, но на уровне сосудов более мелкого калибра. Признаки венозного застоя появляются при превышении значения ИВО_Сим 60% и выше.

4. Показатель P_{α} , у. е.:

$$P_{\alpha} = \frac{\alpha}{\text{РИ}/Z_{\text{базовое}}} \times 100 \quad (3.24)$$

Нормы: для голени – 0.16-0.20, для стопы – 0.09-0.13 у. е.

5. Показатель P_{β} , у. е.:

$$P_{\beta} = \frac{T_{\text{кат}}}{\text{РИ}/Z_{\text{базовое}}} \times 100 \quad (3.25)$$

Этот параметр учитывает взаимосвязь венозного оттока с артериальным притоком, а также с электропроводностью тканей. Возрастает при венозном застое.

Нормы: для голени – 1.00-1.30, для стопы – 0.68-0.78 у. е.

6. Относительный показатель $ОП_{\beta}$, у. е.:

$$ОП_{\beta} = P_{\beta} \times ЧСС \quad (3.26)$$

Отражает все параметры, учитываемые предыдущим показателем, но менее зависит от ЧСС.

Нормы: для голени – 72-84, для стопы – 46-50 у. е.

Таблица 3.2. Список параметров, вычисляемых для каждой реоволны

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|--|-------------|-------------------|
| Базовое сопротивление тела | Zбазовое | Ом |
| Амплитуда реограммы на уровне систолического максимума производной | Асист | Ом |
| Амплитуда артериальной компоненты реограммы (максимальная амплитуда) | Аарт | Ом |
| Амплитуда венозной составляющей реограммы | Авен | Ом |
| Амплитуда реограммы на уровне инцизуры | Аинц | Ом |
| Амплитуда реограммы на уровне дикротического зубца | Адик | Ом |
| Амплитуда реограммы на середине катакроты | Акат | Ом |
| Амплитуда реограммы на последней 1/4 реоволны | А3_4 | Ом |
| Амплитуда реограммы на последней 1/5 реоволны | А4_5 | Ом |
| Максимальная амплитуда дифференциальной реограммы | Адифф_макс | Ом/с |
| Время распространения пульсовой волны от сердца | Q_x | с |
| Время быстрого кровенаполнения | Альфа1 | с |
| Время медленного кровенаполнения | Альфа2 | с |
| Время восходящей части волны = Альфа1+Альфа2 | Альфа | с |
| Время систолы (период изгнания крови) | Тсист | с |
| Длительность катакроты | Ткат | с |
| Реографический индекс | РИ | у. е. |
| Коэффициент асимметрии реографического индекса | КаРИ | % |
| Показатель изменчивости РИ в блоке анализа | ИзменРИ | % |
| Амплитудно-частотный показатель $= \frac{РИ}{Ткардио}$ | АЧП | у. е. |

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|---|-------------|--|
| Относительный объемный пульс $= \frac{\text{Аарт}}{\text{Zбазовое} \times \text{Ткардио}} \times 1000$ | Рr | промилле |
| Регионарный минутный пульсовой объем крови | РМПО | $\frac{\text{мл}}{\text{мин}} \times 100\text{см}^3$ |
| Дикротический индекс $= \frac{\text{Аинц}}{\text{Аарт}} \times 100\%$ | ДИК | % |

Продолжение таблицы 3.2

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|--|-------------|-------------------|
| Диастолический индекс $= \frac{Адик}{Аарт} \times 100\%$ | ДИА | % |
| Модифицированный диастолический индекс = ДИА – ДИК | МДИА | % |
| Отношение амплитуд венозной и артериальной компонент $= \frac{Авен}{Аарт}$ | Авен/Аарт | % |
| Показатель венозного оттока $= \frac{А3_4 / (Ткардио / 4)}{Авен / (Тсист - Альфа)} \times 100\%$ | ПВО | % |
| Коэффициент венозного оттока $= \frac{Ткат}{Ткардио} \times 100\%$ | КВО | % |
| Индекс Симонсона $= \frac{Акат}{Аарт} \times 100\%$ | ИВО_Сим | % |
| Венозное отношение $= \frac{А4_5}{Аарт} \times 100\%$ | ВО | % |
| Диастолическое отношение $= \frac{Ткардио - Тсист}{Ткардио} \times 100\%$ | ДО | % |
| Реографический показатель $= \frac{РИ}{Z_{базовое}} \times 100\%$ | РП | % |
| Относительный реографический показатель = РП×ЧСС (ЧСС – частота сердечных сокращений) | ОРП | у. е. |
| Показатель Альфа $= \frac{Альфа}{\frac{РИ}{Z_{базовое}}} \times 100$ | ПАльфа | у. е. |

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|--|-------------|-------------------|
| Показатель Бета $= \frac{T_{\text{кат}}}{\frac{PI}{Z_{\text{базовое}}} \times 100}$ | ПБета | у. е. |
| Относительный показатель Бета $= \text{ПБета} \times \text{ЧСС}$ | ОПБета | у. е. |

Нормы некоторых параметров РВГ

Таблица 3.3. Параметры РВГ, единые для всех сегментов конечностей

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Значение нормы |
|-----------------------|--|---|----------------|
| Альфа1 | Время быстрого кровенаполнения | с | 0.04 – 0.07 |
| Альфа2 | Время медленного кровенаполнения | с | 0.04 – 0.07 |
| Альфа | Время восходящей части волны | с | 0.08 – 0.14 |
| Альфа/Ткардио | Модуль упругости | % | 10 – 13 |
| ПЗК | Показатель замедления кровотока | с | 0.02 – 0.18 |
| V _{макс} | Максимальная скорость быстрого наполнения | Ом/с | 1.3 – 2.3 |
| V _{ср} | Средняя скорость медленного наполнения | Ом/с | 0.3 – 0.5 |
| Угол вершины | Угол вершины волны | град | 20 – 40 |
| РМПО | Регионарный минутный пульсовый объем крови | $\frac{\dot{V}}{\dot{V}_1 \times 100 \text{л}^3}$ | 4 – 5 |

Таблица 3.4. Нормы по отдельным сегментам конечностей

| Обозн. в табл. | Параметр | Единица измерения | Сегмент | | | | | |
|-------------------|--|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | Плечо | Предплечье | Кисть | Бедро | Голень | Стопа |
| Q _x | Время распространения пульсовой волны от сердца | с | 0.20 – 0.26 | 0.20 – 0.26 | 0.20 – 0.26 | 0.25 – 0.33 | 0.25 – 0.33 | 0.25 – 0.33 |
| РИ | Реографический индекс | у. е. | 0.4 – 0.6 | 0.65 – 1.00 | 0.95 – 1.50 | 0.25 – 0.40 | 0.65 – 1.00 | 0.9 – 1.5 |
| ДИК | Дикротический индекс | % | 35 – 48 | 35 – 48 | 35 – 48 | 30 – 45 | 30 – 45 | 30 – 45 |
| ДИА | Диастолический индекс | % | 45 – 55 | 45 – 55 | 45 – 55 | 34 – 43 | 34 – 43 | 34 – 43 |
| Угол катакр. | Угол спуска катакроты | град. | | | | | 69 – 73 | 59 – 64 |
| РП | Реографический показатель | % | | | | | 0.7 – 0.9 | 0.45 – 0.55 |
| ОРП | Относительный реографический показатель | у. е. | | | | | 48 – 54 | 31 – 36 |
| ПБета | Показатель Бета | у. е. | | | | | 1.0 – 1.3 | 0.68 – 0.78 |
| ОПБета | Относительный показатель Бета | у. е. | | | | | 72 – 84 | 46 – 50 |

1.16. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Проведение функциональных проб в ходе реографического исследования имеет большое диагностическое, тактическое и прогностическое значение.

Диагностическое значение состоит в уточнении характера патологического процесса, в первую очередь в дифференцировании органических и функциональных патологических изменений и степени их выраженности. В ряде случаев только при помощи функциональных проб можно выявить скрытую патологию.

Из диагностического значения вытекают тактическое и прогностическое. Уточнение характера патологического процесса позволяет избрать оптимальную лечебную тактику, а степень выраженности патологического процесса дает возможность с большей определенностью судить о перспективах восстановления здоровья.

Мы полагаем, что наиболее важными для практической медицины являются нитроглицериновая, тепловая, холодовая и ишемическая пробы. Именно они и заложены в программу.

1. Нитроглицериновая проба направлена на дифференцированную диагностику органических и функциональных изменений. Она позволяет оценить состояние коллатералей и является наиболее информативной.

Методика:

- регистрация “фоновой” РВГ;
- измерение артериального давления (пациентам с гипотонией нитроглицериновая проба противопоказана);
- уточнение переносимости нитроглицерина (одновременно необходимо исключить больных, которым этот препарат противопоказан (например, при глаукоме)).

Обычно дают $\frac{1}{2}$ -1 таблетку нитроглицерина под язык. Действие этого препарата начинается через 1-2 минуты и продолжается около 30-40 минут. Таким образом, через 6 минут повторно регистрируется РВГ, а при отсутствии изменений – еще через 40 минут. Если имеется возрастание РИ, проба расценивается как положительная, при отсутствии значительных изменений этого параметра – как отрицательная, а в случае снижения РИ, что бывает очень редко, реакция считается парадоксальной.

Предложено несколько количественных градаций оценки нитроглицериновой пробы. Так, при возрастании РИ по сравнению с исходным в 1.4 и более раз проба расценивается как удовлетворительная, в 1.25-1.39 раз – как сниженная, менее чем в 1.25 раз – как значительно сниженная.

Рекомендуется также сопоставлять РИ после воздействия нитроглицерина с его должными величинами для данного сегмента конечностей.

У здоровых РИ исходно в пределах нормы, после приема нитроглицерина возрастает в среднем на 40%.

При функциональных нарушениях РИ возрастает в большей степени, чем в норме – в 1.6-2 раза, достигая нормы либо даже превышая ее.

При органических нарушениях РИ нормы не достигает.

Отсутствие изменений РИ или парадоксальная реакция свидетельствуют о тяжелом атеросклеротическом поражении сосудов и неблагоприятном прогнозе. Отсутствие изменений РИ указывает на значительное снижение коллатерального кровотока (недостаточное развитие или функционирование коллатералей).

2. Ишемическая проба может служить дополнением к нитроглицериновой пробе. В основе ее лежит реактивная гиперемия за счет расширения сосудов продуктами нарушенного метаболизма (молочная кислота и др.), образовавшимися при ишемии тканей.

Методика:

- выполнить фоновую запись РВГ;
- проксимально исследуемой области наложить манжету тонометра;
- придать конечности возвышенное положение на 3 минуты, после чего нагнестии давление в манжете выше максимального (до исчезновения пульса);
- опустить конечность, затем через 2 минуты зарегистрировать РВГ;
- выпустить воздух и 3-4 минуты непрерывно регистрировать РВГ вновь.

У здоровых через 30-40 секунд амплитуда РВГ возвращается к исходному уровню, а через 1-1.5 минуты амплитуда основной волны (так же, как и РИ) превышает исходное значение в 1.3-1.4 раза.

При патологии артерий восстановление амплитуды основной волны РВГ происходит значительно дольше (от 2 до 10-15 мин и более); дальнейшего увеличения РИ не наблюдается.

3. Тепловая проба основана на свойствах тепла снимать спазм гладкой мускулатуры сосудов. Рекомендуются проводить эту пробу при заболеваниях позвоночника, протекающих с выраженной сосудистой реакцией.

Методика:

- исходно зарегистрировать “фоновую” РВГ верхних или нижних конечностей;
- поместить умеренно теплую грелку на 10-15 минут на шею или поясницу (в зависимости от целей исследования и локализации процесса);
- через 15 минут грелку убрать и зарегистрировать РВГ.

При отсутствии органических изменений сосудов наблюдается увеличение амплитуды основной волны. Уделяется также внимание динамическим показателям и значениям сосудистого тонуса.

При гипотонусе, обусловленном корешковым синдромом, после тепловой пробы усиливаются дополнительные волны; при атонии сосудов может быть парадоксальная реакция.

Таким образом, при постановке этой пробы большая роль отводится визуальным феноменам.

4. Холодовая проба основана на свойствах холода вызывать спазм сосудов. В ходе пробы фиксируется, как быстро восстанавливается кровоток после воздействия холода. Показания: вибрационная болезнь, болезнь или синдром Рейно, полиневриты и т.д.

Методика:

- зарегистрировать исходную РВГ кистей или стоп; к дистальным отделам конечностей (тыл стопы или кисти) приложить на 10 минут грелку с холодной водой (+5-10°C);
- через 10 минут повторно зарегистрировать РВГ;

- через 5-10 минут в третий раз зарегистрировать РВГ.

У здоровых тотчас после воздействия холода может наблюдаться некоторое снижение РИ с полным восстановлением через 5-10 минут.

У больных период восстановления будет значительно большим: 15-30 минут и более.

Для того чтобы нацелить других врачей на возможную причину, объясняющую происхождение выявленных нарушений регионарной гемодинамики, можно выбрать из существующего перечня клинических синдромов нужный/нужные и соответствующим образом (“горячими” клавишами или мышью) пометить их. В дальнейшем в протокол обследования будет добавлена фраза, объясняющая возможный генез выявленных изменений реограммы.

1.17. СТРУКТУРА ПРОТОКОЛА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПО РЕОВАЗОГРАФИИ

Общая структура протокола обследования, формируемого программой по РВГ, полностью соответствует методическим указаниям Минздрава СССР и является общепринятой в России.

Протокол состоит из пяти пунктов:

1. Тип кровотока.
2. Объем кровотока.
3. Оценка тонуса артерий различного калибра.
4. Время распространения пульсовой волны.
5. Оценка венозного оттока.

ГЛАВА 4

РЕОКАРДИОГРАФИЯ

1.18. ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

В последние десятилетия реографию широко используют для исследования центральной гемодинамики в покое и при функциональных пробах (клино-, орто-, антиортостатической, тестах с дозированной динамической и изометрической нагрузкой).

Из всех реографических способов определения показателей сердечного выброса наиболее точным, физиологически и метрологически обоснованным считается тетраполярная трансторакальная реокардиография по W.G. Kubicek et al. (1966) в модификации Ю.Т. Пушкаря и соавт. (1977). Этот метод дает высокое совпадение результатов с так называемыми “прямыми” методами исследования системного кровотока (метод разведения красителей, ацетиленовый, радиоизотопный и т.д.).

Довольно широкое распространение получила методика “интегральной” реографии М.И. Тищенко (1971, 1973). К числу ее достоинств относятся более удобное расположение электродов на дистальных отделах конечностей, меньшее искажение записи реографической кривой при дыхании. И, наконец, этот метод позволяет оценить не только сердечный выброс, но и объемы циркулирующей крови, плазмы и ряд других показателей, имеющих большое значение для ургентной медицины.

Реографическая методика Шрамека-Бернштейна (1986) мало известна в России и странах СНГ. По сути своей она близка к методу Кубичека, однако отличается более удобным расположением электродов на теле пациента и требует меньшего числа антропологических измерений. Есть сведения, что вычисление ударного объема крови по Шрамеку-Бернштейну обладает большей точностью, чем другие аналогичные методики.

Все эти методики входят в программное обеспечение реографического комплекса “Рео-Спектр”, и врач может выбрать любую из них для определения показателей центральной гемодинамики. Предусмотрена возможность использования данных методов в комбинации друг с другом, что особенно ценно для реаниматологов, анестезиологов, врачей отделений интенсивной терапии и ликвидации катастроф.

Следует особо подчеркнуть, что реографический комплекс “Рео-Спектр” является гибкой, адаптивной системой, самонастраивающейся под конкретную ситуацию. Это значительно повышает качество исследования и дает возможность более объективно оценивать полученные результаты.

1.19. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К РАБОТЕ

1.19.1. ТРЕБОВАНИЯ К ОБРАБОТКЕ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ

На участки кожи перед наложением реокардиографических рулеточных электродов рекомендуется нанести ватным тампоном тонкий слой специальной электродной пасты или геля. При проведении кратковременных исследований допустима предварительная обработка кожных покровов этиловым спиртом (70-96%) и затем физиологическим раствором или водопроводной водой. Перед наложением электрокардиографических электродов соответствующие участки кожи предплечий и голеней необходимо тщательно протереть ватным тампоном, смоченным 70-96% этиловым спиртом. При длительном подключении пациента к комплексу “Рео-Спектр”, например, при гемодинамическом мониторинге, электроды ЭКГ также накладываются с использованием специальной электропроводной пасты либо геля.

1.19.2. ТЕТРАПОЛЯРНАЯ РЕОГРАФИЯ ПО КУБИЧЕКУ.

СХЕМА НАЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ

Для исследования показателей центральной гемодинамики электроды рулеточного типа накладываются на основание шеи и на грудную клетку на 2 см ниже мечевидного отростка грудины так, чтобы их токовые клеммы с маркировкой “I” были наружными, а потенциметрические “U” – внутренними (Рис. 4.1). Таким образом, на шее токовый электрод обращен к голове, а потенциметрический – к сердцу. На грудной клетке токовый электрод обращен к нижним конечностям, а потенциметрический – также к сердцу. Затем в разъемы шейного и грудного электродов вставляются штекеры от соответствующих кабелей, подключенных к первому каналу комплекса: штекер с красной вилкой – к разьему “U” грудного электрода, штекер с красной вилкой и синей отметкой – к разьему “I” грудного электрода, штекер с черной вилкой – к разьему “U” шейного электрода, штекер с черной вилкой и синей отметкой – к разьему “I” шейного электрода.

Затем на конечности пациента накладываются электрокардиографические электроды прижимного типа: с красной маркировкой – на ладонную поверхность правого предплечья, с желтой маркировкой – на левое предплечье, с черной маркировкой – на латеральную поверхность правой голени, обеспечивая запись ЭКГ во втором стандартном отведении.

Перед обследованием пациент должен принять горизонтальное положение и полежать в течение нескольких минут.

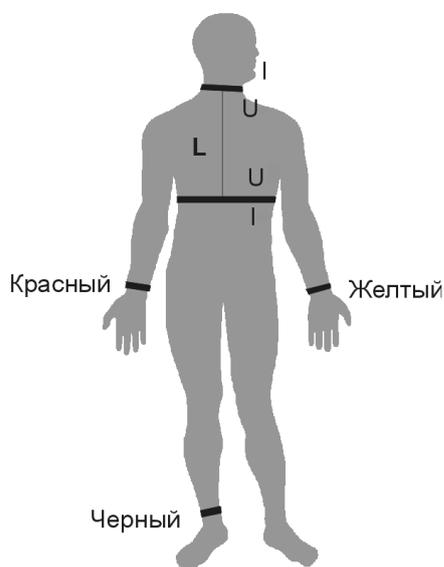


Рис. 4.1. Схема наложения электродов для РКТ по Кубичеку.

Условные обозначения:

U – потенциметрический электрод;

I – токовый электрод;

L – расстояние между электродами.

Красный – электрокардиографический электрод на правой руке (R).

Желтый – электрокардиографический электрод на левой руке (L).

Черный – электрокардиографический электрод на ноге (F).

Необходимо избегать замыкания токовых и потенциометрических электродов на шее и груди. При правильно наложенных электродах базовый импеданс тела примерно равен расстоянию между электродами.

1.19.3. ТЕТРАПОЛЯРНАЯ РЕОГРАФИЯ ПО ШРАМЕКУ-БЕРНШТЕЙНУ.

СХЕМА НАЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ

Уровень расположения токовых и измерительных электродов на теле пациента аналогичен методу Кубичека (Рис. 4.2).

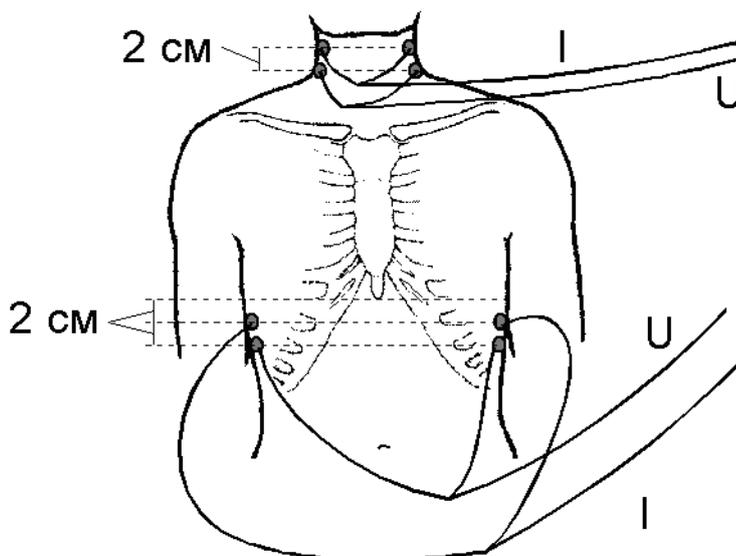


Рис. 4.2. Схема расположения “точечных” электродов по Шрамеку-Бернштейну.

В качестве электродов могут быть использованы как обычные адгезивные контакты для ЭКГ, так и электроды для РЭГ.

Схема подключения электродов к комплексу полностью аналогична методу Кубичека. Электроды ЭКГ накладываются по стандартной схеме.

1.19.4. “ИНТЕГРАЛЬНАЯ” РЕОГРАФИЯ ПО М.И. ТИЩЕНКО. СХЕМА НАЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ

Два спаренных между собой электрода (можно использовать пластинчатые ЭКГ-электроды) фиксируются на ладонной поверхности запястий пациента, а следующая пара – примерно на 5 см выше латеральных лодыжек (Рис. 4.3).

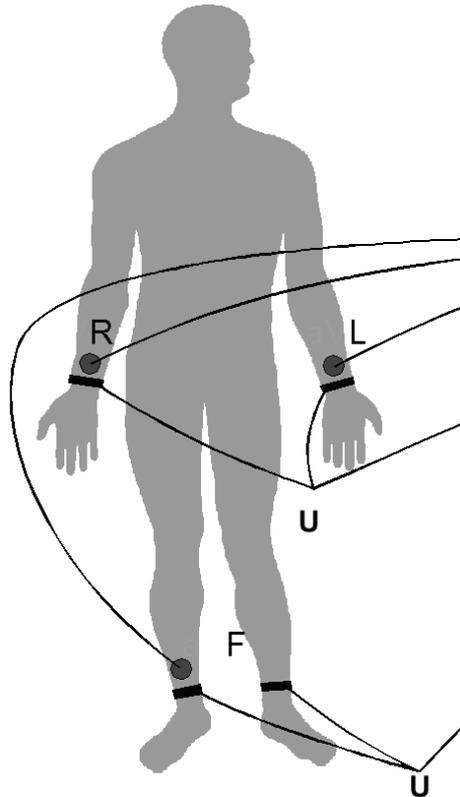


Рис. 4.3. Схема расположения электродов для “интегральной” реографии по М.И. Тищенко (биполярная).

В данной методике используется первый канал комплекса в биполярном режиме. Кабель с красной вилкой подключается к первой паре электродов (“руки”), а кабель с черной вилкой – ко второй паре (“ноги”).

ЭКГ-электроды накладываются по стандартной схеме.

Базовый импеданс при правильном наложении электродов лежит в пределах 150-200 Ом.

1.19.5. РЕЖИМ “РЕАНИМАЦИЯ”.

СХЕМА НАЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ

Здесь использовано сочетание двух методик: тетраполярной реографии по Кубичеку и “интегральной” реографии по М.И. Тищенко. Методика предусматривает одновременное наложение электродов на шею и грудную клетку с дистальным размещением реографических электродов на конечностях (Рис. 4.4).

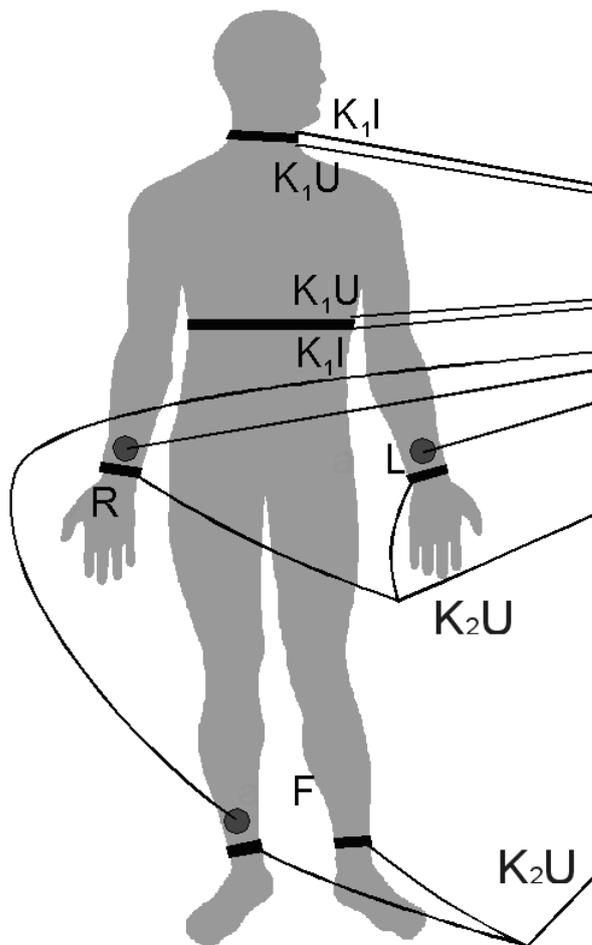


Рис. 4.4. Схема наложения электродов “Кубичек+Тищенко” для режима “реанимация”.

В данной методике первый канал работает в тетраполярном режиме с грудным и шейным рулеточными электродами по Кубичеку, а второй канал – в биполярном режиме с дистальными спаренными электродами по Тищенко.

ЭКГ-электроды накладываются по общепринятой схеме.

**1.20. РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ
И КРАТКАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ**

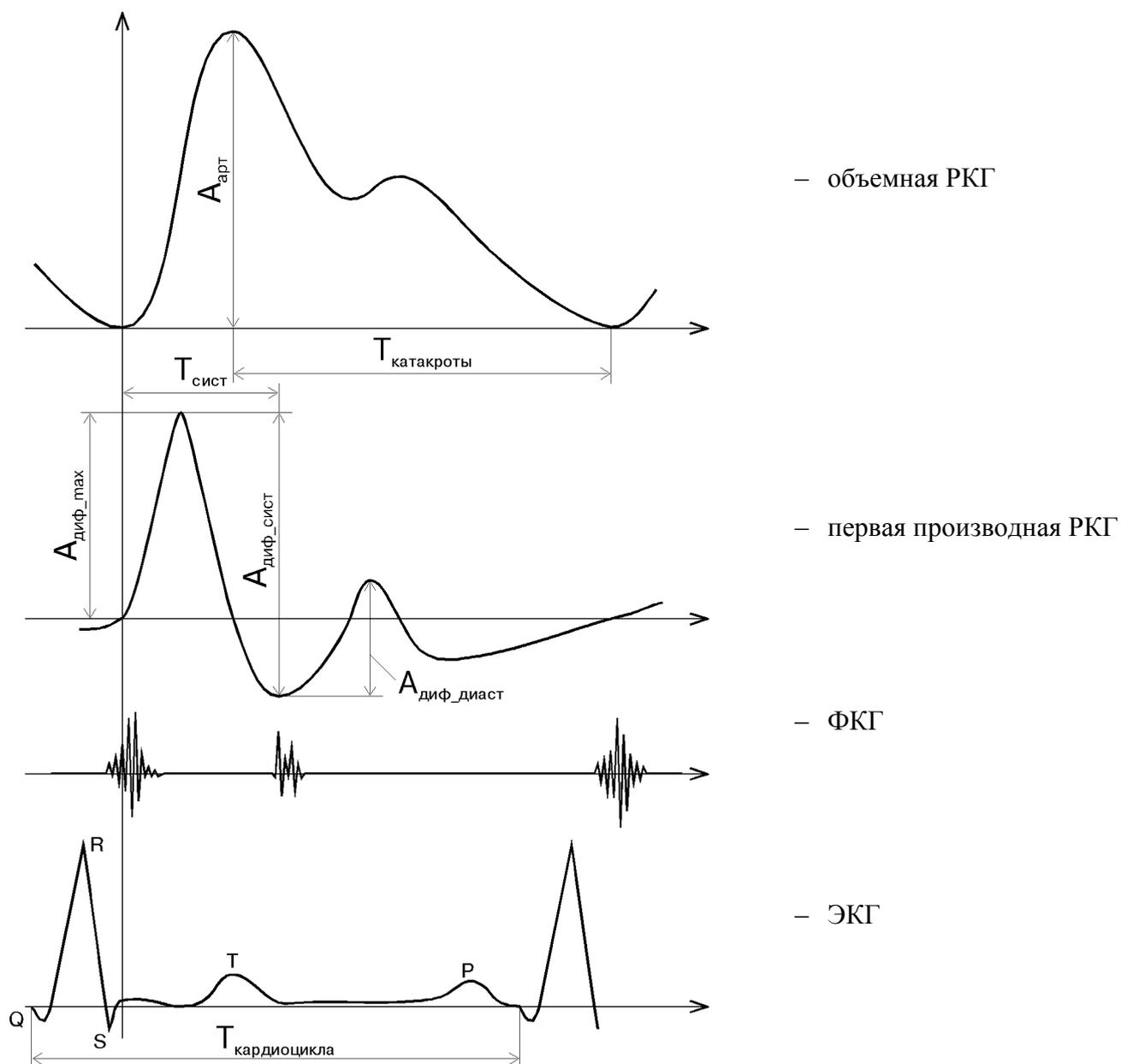


Рис. 4.5. Схема количественного анализа РКГ-волны.

1. Ударный объем крови (УОК, мл):

а) по Кубичеку

$$\text{УОК} = \rho \times \frac{L^2}{Z_{\text{базовое}}^2} \times A_{\text{дифф_макс}} \times T_{\text{сист}}, \quad (4.1)$$

где ρ – удельное сопротивление крови, равное 135 Ом/см;

L – расстояние между электродами;

$A_{\text{дифф_макс}}$ – амплитуда дифференцированной реограммы;

$T_{\text{сист}}$ – период изгнания;

$Z_{\text{базовое}}$ – базовый импеданс тела.

б) по данным “интегральной” реографии по М.И. Тищенко

$$\text{УОК} = K \times \frac{A_{\text{арт}} / 0.1 \times P^2 \times T_{\text{кардио}}}{Z_{\text{базовое}} \times T_{\text{кат}}}, \quad (4.2)$$

где K – эмпирический коэффициент, равный 0.275 для мужчин и 0.247 для женщин;

$A_{\text{арт}}$ – амплитуда основной реоволны (Ом);

P – рост исследуемого (см);

$Z_{\text{базовое}}$ – базисное сопротивление (Ом);

$T_{\text{кардио}}$ – длительность кардиоцикла (с);

$T_{\text{кат}}$ – длительность катакроты (с).

Ударный объем крови является важнейшим показателем центральной гемодинамики, количественно характеризует объем крови, выбрасываемой левым желудочком в аорту за одну систолу, служит первоосновой для вычисления большинства гемодинамических показателей.

Норма: 60-80 мл.

в) по методу Шрамека-Бернштейна

Данная формула составляет коммерческую тайну компании “Нейрософт”.

2. Ударный индекс (УИ, мл/м²):

$$\text{УИ} = \frac{\text{УОК}}{\text{ПТ}}, \quad (4.3)$$

где ПТ – площадь поверхности тела исследуемого в м², определяемая по номограмме В.П. Загрядского и З.К. Сулимо-Самуйлло или по выведенной нами формуле:

$$\text{ПТ} = 2.4 \times \lg(a \times b) - 8.1, \quad (4.4)$$

где a – рост в см;

b – вес обследуемого в кг.

Ударный индекс – показатель, который позволяет более точно оценить систолический выброс сердца по отношению к антропометрическим размерам тела пациента.

Норма: 38-50 мл/м².

3. Минутный объем крови (МОК, л/мин):

$$\text{МОК} = \text{УОК} \times \text{ЧСС} \times 10^{-3}, \quad (4.5)$$

где ЧСС определяется по формуле:

$$\text{ЧСС} = \frac{60}{T_{\text{кардио}}}, \quad (4.6)$$

где $T_{\text{кардио}}$ – длительность кардиоцикла в секундах.

Минутный объем крови – количество крови, выбрасываемой левым желудочком в аорту за одну минуту. Характеризует не только инотропную, но и хронотропную функцию сердца.

Норма: 3.5-5.24 л/мин.

4. В последних версиях программного обеспечения реографического комплекса “Рео-Спектр” используется параметр время изгнания минутного объема крови (ВИМОК, с):

$$\text{ВИМОК} = T_{\text{сист}} \times \text{ЧСС} \quad (4.7)$$

Этот показатель характеризует интенсивность сокращения сердца и дает представление о том, “какой ценой” обеспечивает сердечный выброс.

Норма: 15-21 с.

5. Сердечный индекс (СИ, л/мин/м²):

$$\text{СИ} = \frac{\text{МОК}}{\text{ПТ}} \quad (4.8)$$

Сердечный индекс также является унифицированным показателем центральной гемодинамики по отношению к антропометрическим показателям. Во всем мире признан одним из наиболее информативных параметров, характеризующих функциональное состояние левого желудочка. По значению СИ выделяют три типа гемодинамики:

- нормокинетический (эукинетический) (СИ=N),
- гиперкинетический (СИ>N),
- гипокинетический (СИ<N).

Кроме того, выделяют еще несколько переходных гемодинамических состояний.

Норма: 1.9-3.6 л/мин/м².

6. Объемная скорость выброса крови (ОСВ, мл/с):

$$\text{ОСВ} = \frac{\text{УОК}}{T_{\text{сист}}} \quad (4.9)$$

Норма: 190-265.7 мл/с.

7. Линейная скорость движения крови (ЛСДК, см/с):

$$\text{ЛСДК} = \frac{\text{ОСВ}}{Q}, \quad (4.10)$$

где Q – площадь поперечного сечения аорты, измеряемая в см² и определяемая по номограмме Н.Н. Савицкого или по выведенной нами формуле:

$$Q = 10 \times \lg(a + b) - 20, \quad (4.11)$$

где a – рост в см;

b – вес обследуемого в кг.

Норма: 55-73 см/с.

Объемная скорость выброса и линейная скорость движения крови имеют ту же направленность, что и ударный объем. Однако в ряде случаев, например, при пробах с дозированной физической нагрузкой, они являются более чувствительными параметрами, чем другие показатели сердечного выброса.

8. Мощность левого желудочка (МЛЖ, Вт):

$$\text{МЛЖ} = 1.33 \times 10^{-4} \times \text{ОСВ} \times \text{СрГД}, \quad (4.12)$$

где СрГД – среднее гемодинамическое давление в мм рт.ст.

Общепринято рассчитывать СрГД по формуле Хикема:

$$\text{СрГД} = \frac{\text{САД} - \text{ДАД}}{3} + \text{ДАД} \quad (4.13)$$

В целом, СрГД представляет собой результирующую всех переменных значений давления в течение одного сердечного цикла. Среднее давление – это величина, которая способна поддерживать гемодинамику при отсутствии пульсового градиента давления. Таким образом, СрГД выражает энергию непрерывного движения крови.

Норма: 2.5-3.3 Вт.

9. Расход энергии (РЭ, Дж) на передвижение крови:

$$\text{РЭ} = \frac{\text{МЛ Ж} \times \text{T}_{\text{сист}} \times \text{Ч СС}}{\text{МОК}} \quad (4.14)$$

Норма: 12-14.8 Дж.

Мощность левого желудочка и расход энергии на передвижение крови отражают энергетические ресурсы миокарда. Их клиническое значение относительно.

10. Общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС, $\text{дин} \times \text{см} \times \text{с}^{-5}$):

$$\text{ОПСС} = \frac{80 \times \text{СрГД}}{\text{МОК}} \quad (4.15)$$

Норма: 1200-2500 $\text{дин} \times \text{см} \times \text{с}^{-5}$.

Общее периферическое сосудистое сопротивление также является важнейшим показателем центральной гемодинамики, количественно отражающим постнагрузку на левый желудочек. Изменение этого параметра имеет направленность, прямо противоположную динамике сердечного выброса. У больных с сердечной недостаточностью повышение общего периферического сосудистого сопротивления служит важной компенсаторной реакцией по поддержанию на должном уровне системного кровотока.

11. Удельное периферическое сопротивление сосудов (УПСС, у. е.):

$$\text{УПСС} = \frac{\text{СрГД}}{\text{СИ}}, \quad (4.16)$$

при этом СрГД вычисляется по формуле (4.14).

Норма: 35-45 у. е.

Удельное периферическое сосудистое сопротивление имеет то же клиническое значение, что и ОПСС, но более точно отражает резистивность сосудистого русла по отношению к антропометрическим параметрам организма и более удобно для проведения статистических расчетов.

12. Рабочее периферическое сосудистое сопротивление (РПСС, у. е.):

$$\text{РПСС} = \frac{\text{СрГД}_{\text{должн}}}{\text{СИ}} \quad (4.17)$$

Считается, что РПС отражает периферическое сопротивление в основном мелких сосудов, в то время как ОПСС и УПСС – крупных и средних.

Норма: 35-45 у. е.

Значения СрГД_{должн} приведены ниже (Таблица 4.1).

Таблица 4.1

| Мальчики, мужчины | | | | | | |
|-----------------------------------|------|-------|-------|-------|-----------|-----------|
| Возраст, лет | 7-10 | 11-13 | 14-16 | 16-30 | 30-55 | старше 55 |
| СрГД _{должн} , мм рт.ст. | 75 | 77 | 85 | 80 | 85 | 90 |
| Девочки, женщины | | | | | | |
| Возраст, лет | 7-10 | 11-13 | 14-16 | 16-35 | старше 35 | |
| СрГД _{должн} , мм рт.ст. | 77 | 74 | 78 | 80 | 85 | |

13. Конечное диастолическое давление в левом желудочке (КДДЛЖ, мм рт.ст.) определялось по методу Н.А. Елизаровой и соавт. (1987):

$$\text{КДДЛЖ} = 18.4 \times \frac{A_{\text{дифф_сист}}}{A_{\text{дифф_диаст}}} + 5.5, \quad (4.18)$$

где $A_{\text{дифф_сист}}$ – амплитуда систолической части дифференцированной реограммы;

$A_{\text{дифф_диаст}}$ – амплитуда диастолической части дифференцированной реограммы (Рис. 4.5).

Норма: 9-12 мм рт.ст.

Конечное диастолическое давление в левом желудочке – уникальный гемодинамический показатель, предложенный сотрудниками ВКНЦ АМН СССР. Позволяет количественно оценить преднагрузку на левый желудочек. Тесно коррелирует с давлением заклинивания легочных капилляров и имеет большое клиническое значение в диагностике острой левожелудочковой недостаточности (сердечная астма, отек легких, кардиогенный шок).

Адаптивность (самонастраиваемость) реокардиографического программно-диагностического комплекса достигается за счет сопоставления фактических показателей центральной гемодинамики со средними нормами для данного возраста и пола, а также с должными гемодинамическими показателями.

14. Большинство должных показателей центральной гемодинамики вычисляются, исходя из базовой формулы должного минутного объема (ДМО, л/мин), предложенной Н.Н. Савицким, с учетом интенсивности обменных процессов:

$$\text{ДМО} = \frac{\text{ДОО}}{281}, \quad (4.19)$$

где ДОО – это должный основной объем, рассчитываемый по формулам ГARRИСА-БЕНЕДИКТА, учитывающий, что основной объем зависит от пола, возраста и массы тела. Погрешность этого метода составляет 5.5%.

Для мужчин:

$$\text{ДОО} = 13.75 \times M + 5 \times P - 6.75 \times B + 66.47 \quad (4.20)$$

Для женщин:

$$\text{ДОО} = 9.56 \times M + 1.85 \times P - 4.67 \times B + 655, \quad (4.21)$$

где M – масса тела (кг);

P – рост (см);

B – возраст (лет).

15. Соотношение:

$$\frac{\text{МОК}_{\text{факт}}}{\text{ДМОК}} \times 100\% \quad (4.22)$$

позволяет выразить в относительных величинах отклонения реального сердечного выброса от “идеального” для пациента данного пола, возраста, роста и веса.

Норма: 80-120%.

Остальные гемодинамические показатели рассчитываются по следующим формулам:

16. Должный ударный объем крови (ДУОК, мл):

$$\text{ДУОК} = \frac{\text{ДМОК}}{\text{ЧСС}} \quad (4.23)$$

17. Должный ударный индекс (ДУИ, мл/м²):

$$\text{ДУИ} = \frac{\text{ДУОК}}{\text{ПТ}} \quad (4.24)$$

18. Должный сердечный индекс (ДСИ, л/мин/м²):

$$\text{ДСИ} = \frac{\text{ДМОК}}{\text{ПТ}} \quad (4.25)$$

19. Должная объемная скорость выброса крови (ДОСВ, мл/с):

$$\text{ДОСВ} = \frac{\text{ДУОК}}{T_{\text{сист}}} \quad (4.26)$$

20. Должная минутная скорость движения крови (ДЛСДК, см/с):

$$\text{ДЛСДК} = \frac{\text{ДОСВ}}{Q} \quad (4.27)$$

21. Должная мощность левого желудочка (ДМЛЖ, Вт):

$$\text{ДМЛЖ} = 1.33 \times 10^{-4} \times \text{ДОСВ} \times \text{СрГД} \quad (4.28)$$

22. Должный расход энергии (ДРЭ, Дж):

$$\text{ДРЭ} = \frac{\text{ДМЛЖ} \times \Gamma_{\text{сист}} \times \text{ЧСС}}{\text{ДМОК}} \quad (4.29)$$

23. Должное общее периферическое сосудистое сопротивление (ДОПСС, $\text{дин} \times \text{см} \times \text{с}^{-5}$):

$$\text{ДОПСС} = \frac{80 \times \text{СрГД}}{\text{ДМОК}} \quad (4.30)$$

24. Должное удельное периферическое сосудистое сопротивление (ДУПСС, у. е.):

$$\text{ДУПСС} = \frac{\text{СрГД}}{\text{ДСИ}} \quad (4.31)$$

25. Должная (“условная”) работа сердца ($W_{\text{долж}}$, кг×м):

$$A_{\text{долж}} = \text{ДМОК} \times \text{СрГД} \times 13.6 \quad (4.32)$$

26. При этом фактическая работа сердца ($W_{\text{факт}}$, кг×м):

$$A_{\text{факт}} = \text{МОК} \times \text{СрГД} \times 13.6 \quad (4.33)$$

При сопоставлении $A_{\text{долж}}$ и $A_{\text{факт}}$ предоставляется возможность судить, является ли работа сердца в данной гемодинамической ситуации достаточной, избыточной или недостаточной.

Таким образом, сопоставление показателей центральной гемодинамики с соответствующими должными и средними величинами позволяет максимально индивидуализировать интерпретацию полученных данных.

В режиме “реанимация”, разработанном для врачей, занимающихся ургентной медициной, предусмотрена возможность автоматического вычисления объемов циркулирующей крови и плазмы, а также ряда гемодинамических параметров, характеризующих состояние больного в экстремальной ситуации.

1.21. РЕКОМЕНДУЕМАЯ СТРУКТУРА ПРОТОКОЛА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПО РКГ

Протокол обследования по РКГ должен включать характеристику сердечного выброса, пред- и постнагрузку, скорость объемного кровотока. Весьма важно правильно интерпретировать уровень артериального давления и частоту сердечных сокращений. В протокол необходимо также включить тип центральной гемодинамики и оценку работы сердца.

Наиболее значимые с нашей точки зрения моменты выносятся в резюме. В качестве примера приводим следующие автоматизированные врачебные заключения реальных больных.

ООО «Нейрософт»

Протокол от 25.04.2001

Ф.и.о., возраст пациента: *Абрамова И.М., 48 лет*

Отделение: *амб.*

Предварительный диагноз:

Методика: *РКГ (Кубичек)*

Фоновая запись в покое

Гемодинамическая ситуация у данного пациента характеризуется сниженным ударным и сердечным индексом, снижением преднагрузки и повышением постнагрузки.

Объемная скорость выброса снижена

Данные параметры регистрируются на фоне нормального артериального давления и нормосистолии.

РЕЗЮМЕ

Тип гемодинамики: гипокинетический.

Периферическое сосудистое сопротивление повышено.

Расход энергии рационален.

Инотропная функция левого желудочка снижена.

1.22. КОМПЬЮТЕРНАЯ ПОЛИРЕОКАРДИОГРАФИЯ

Комплексное одномоментное исследование гемодинамики большого и малого кругов кровообращения, изучение фазовой структуры систолы и диастолы левого и правого желудочков и оценка их сократимости является вполне доступной, достоверной и технически несложной процедурой с использованием новой методики, разработанной компанией “Нейрософт”, – компьютерной полиреокардиографии. Она включает в себя исследование центральной гемодинамики по Кубичеку (или по иной методике), реограмму легочной артерии и аорты и векторреокардиографию. При необходимости сюда может быть подключена кардиоинтервалография, которая дает представление о вегетативной регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы.

Такой набор методик, реализованный в едином диагностическом комплексе, представляется нам наиболее рациональным для решения широкого круга диагностических и экспертных задач у больных кардиологического, пульмонологического, ревматологического и других профилей.

Для проведения полиреокардиографии необходимо одновременно регистрировать три реографические кривые: реограмму центральной гемодинамики (правила регистрации и анализа приведены в разделах 4.1-4.3), реограммы легочной артерии и аорты (правила регистрации, анализа и интерпретации этих кривых приводятся ниже).

1.22.1. РЕОГРАФИЯ АОРТЫ И ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ

Для отдельного анализа сократительной функции левого и правого желудочков сердца наиболее удобен метод, разработанный Ю.Т. Пушкарем (1961). Для регистрации *реограммы аорты* один электрод (активный) размером 40×30 мм накладывается на грудную клетку на уровне II-го ребра. Другой (100×60 мм) фиксируется на спине под остистым отростком V-го грудного позвонка.

Для записи *реограммы легочной артерии* один электрод (активный) 40×30 мм накладывается во II-е межреберье справа по среднеключичной линии, второй (100×60 мм, пассивный) фиксируется под нижним углом правой лопатки.

1.22.2. СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ К РЕОГРАФИЧЕСКОМУ КОМПЛЕКСУ

В данной методике первый канал работает в тетраполярном режиме с грудным и шейным рудеточными электродами по Кубичеку (Рис. 4.6), а второй и третий каналы – в биполярном режиме для регистрации реограммы легочной артерии и реограммы аорты (используются разъемы второго и третьего каналов комплекса).

ЭКГ-электроды накладываются по общепринятой схеме.

1.22.3. ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕВОГО И ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКОВ ПО ДАННЫМ РЕОГРАФИИ АОРТЫ И ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ

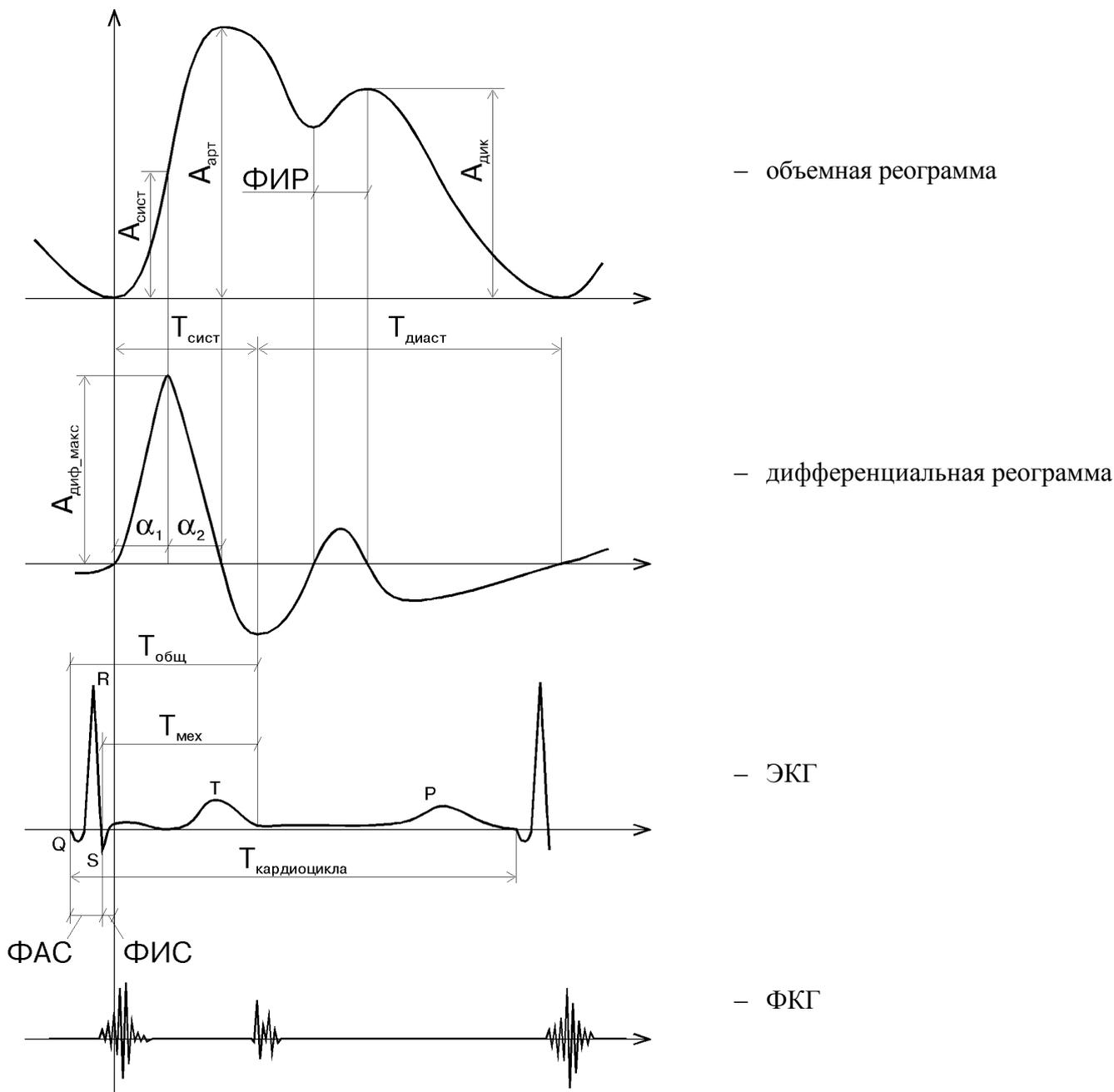


Рис. 4.7. Определение фаз сердечного цикла и других параметров по реограммам аорты и легочной артерии.

Фазы сердечного цикла (с):

Q_x – период предызгнания;

ФАС – фаза асинхронного сокращения;

ФИС – фаза изометрического сокращения;

$T_{\text{сист}}$ – период изгнания крови (время систолы);

$T_{\text{диаст}}$ – диастола сердца;

α_1 – фаза быстрого изгнания крови;

α_2 – фаза медленного изгнания крови;

ФИР – фаза изометрического расслабления;

$T_{\text{кардио}}$ – длительность кардиоцикла;

$T_{\text{общ}} = Q_x + T_{\text{сист}}$ – общая систола;

$T_{\text{мех}} = \text{ФИС} + T_{\text{сист}}$ – механическая систола.

Для проведения анализа реограмм аорты и легочной артерии используются следующие комплексные показатели.

1. Реографический индекс (РИ, Ом):

$$РИ = \frac{A_{арт}}{0.1} \quad (4.34)$$

РИ характеризует артериальное пульсовое кровенаполнение, косвенно отражает ударный систолический объем правого или левого желудочков.

2. Коэффициент Блумбергера (КБ, %):

$$КБ = \frac{T_{сист}}{Q_x} \times 100\% \quad (4.35)$$

Отражает сократительную активность желудочков.

3. Внутрисистолический показатель (ВСП, %):

$$ВСП = \frac{T_{сист}}{T_{мех}} \times 100\% \quad (4.36)$$

Показывает, какая часть времени сокращения желудочков затрачивается на изгнание крови.

4. Индекс напряжения миокарда (ИНМ, %):

$$ИНМ = \frac{Q_x}{T_{общ}} \times 100\% \quad (4.37)$$

Показывает, какая часть периода напряжения миокарда расходуется на подготовку к изгнанию крови из сердца.

5. Реографический диастолический индекс (РДИ, у. е.):

$$РДИ = \frac{A_{арт}}{A_{дик}} \quad (4.38)$$

Характеризует состояние оттока крови из артерий в вены и тонус венозных сосудов.

6. Максимальная скорость быстрого наполнения ($V_{макс}$, Ом/с):

$$V_{макс} \approx \frac{A_{сист}}{\alpha_1} = A_{дифф_макс} \quad (4.39)$$

Отражает скорость наполнения крупных сосудов и уровень их тонуса.

7. Средняя скорость медленного наполнения ($V_{ср}$, Ом/с):

$$V_{ср} = \frac{A_{арт} - A_{сист}}{\alpha_2} \quad (4.40)$$

Характеризует наполнение средних и мелких сосудов и уровень их тонуса.

Таблица 4.2. Тип кровотока в малом круге кровообращения (по реограмме легочной артерии)

| Аарт | РДИ | Тип кровотока |
|------|--------|--|
| N | N | Нормокинетический |
| ↓ | ↓ ↑ | Гиповолемический Гипокинетический (застойный) |
| ↑ | ↓ ↑ | Гиперкинетический Гиперволемический |

Таблица 4.3. Фазовые синдромы деятельности сердца при патологии (по В.Л. Карпману)

| Фазовые синдромы | Фазовые показатели | | | |
|---|--------------------|-------|-----|-------|
| | ФИС | Тсист | ВСП | НСПВД |
| Фазовый синдром гиподинамии миокарда | ↑ | ↓ | ↓ | ↓ |
| Фазовый синдром нагрузки объемом | ↓ | N | ↑ | ↑ |
| Фазовый синдром стеноза выходного тракта | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Фазовый синдром высокого диастолического давления | ↑ | ↑ | ↓ | ↓ |
| Фазовый синдром гипердинамии миокарда | ↓ | ↓ | ↑ | ↑ |

Примечание:

↑ – удлинение (увеличение),
↓ – сокращение (укорочение),
N – норма.

НСПВД – начальная скорость повышения внутрижелудочкового давления (мм рт.ст.):

$$\text{НСПВД} = \frac{\text{ДАД} - 5}{\text{ФИС}} \quad (4.41)$$

Этот показатель в норме варьирует в весьма широких пределах (1400-5500 мм рт.ст.), и мы не считаем его сколько-нибудь надежным и диагностически информативным.

К тому же, как видно из таблицы (Таблица 4.3), сдвиги НСПВД при фазовых синдромах всегда совпадают со сдвигами ВСП. Поэтому мы считаем возможным идентифицировать фазовые синдромы по трем параметрам (ФИС, Тсист и ВСП), не используя НСПВД.

Помимо пяти основных фазовых синдромов может быть значительное количество так называемых “переходных” синдромов, которые также определяются программой.

Реограмма легочной артерии ценна для клиницистов еще и тем, что позволяет рассчитать систолическое и диастолическое давление в легочной артерии.

Для расчета систолического давления в легочной артерии (СДЛА) мы используем метод Burstin (1967):

$$\text{СДЛА} = 1000 \times \text{ФИР} + \text{ЧСС} - 107.5 \quad (4.42)$$

Конечное диастолическое давление в легочной артерии (КДДЛА) рассчитывается по формуле:

$$\text{КДДЛА} = \text{СДЛА} \times 0.6 - 10 \quad (4.43)$$

КДДЛА еще называются легочно-капиллярным давлением, или давлением заклинивания легочных капилляров (Н.С. Чебышев и соавт., 1979).

Для уточнения типа кровотока по малому кругу и легочной гипертензии нами разработан определенный алгоритм, базирующийся на визуальном анализе реограммы легочной артерии (Таблица 4.4).

Таблица 4.4. Типы кровотока

| Легочные гемодинамические синдромы | Параметры | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------|-------|------|---------------|--------------|------------------|----------|----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|
| | Q _x | Альфа | Аарт | Вершина | Угол подъема | Угол спуска | Инцизура | Дикроти-ческая волна | Пресисто-лическая волна | Дополн. диаст. волны | Дополн. систол. волны |
| Гиперволемиа малого круга | ↑ | ↓/N | ↑ | Заострен. | Крутой | Крутой | Невыраж. | Невыраж. | ○ | ○ | ○ |
| Гиповолемиа малого круга | ↓ | ↑ | ↓ | Уплощен. | Пологий | Норм. или крутой | Невыраж. | Невыраж. | ○ | ○ | + |
| Прекапиллярная гипертензия | ↓ | ↑ | ↓ | Плоская | Пологий | Пологий | ↑↑ | ↑↑ | ○ | ○ | + |
| Посткапиллярная гипертензия | ↓ | N | ↓ | N | N | N | N | ↑↑ | + | + | ○ |
| Гиперкинетическая гипертензия | ↓ | ↑ | ↑ | Закруг-ленная | N | N | ↑ | ↑ | ○ | ○ | ○ |

Примечание:

↑ – увеличено (больше нормы)

↓ – уменьшено (меньше нормы)

N – норма

+

○ – отсутствие признака

↑↑ – резковыраженный признак

Серым цветом закрашены наиболее значимые признаки.

1.22.4. ВЕКТОРРЕОКАРДИОГРАФИЯ

Векторреокардиография – метод интегральной оценки сократительной функции левого и правого желудочков. В норме амплитуды основных волн реограмм аорты и легочной артерии примерно равны. Если представить эти волны расположенными в двух взаимноперпендикулярных плоскостях или подать реографический сигнал с аорты и легочной артерии на вертикальные и горизонтальные входы векторкардиоскопа, то сложение амплитудных величин основных реографических волн дает интегральный вектор, отражающий взаимодействие левого и правого желудочков сердца (Рис. 4.8). Вектор характеризуется определенной величиной (0.28-0.57 Ом) и углом наклона α , который в среднем составляет 40-50°.

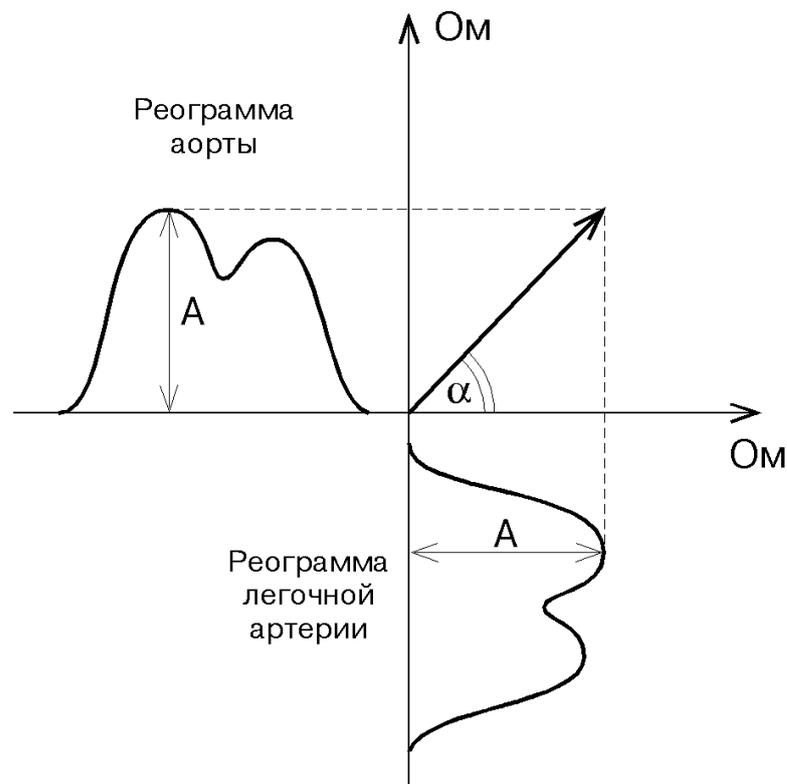


Рис. 4.8. Векторреокардиограмма, построенная по максимальным амплитудам аорты и легочной артерии.

При гипердинамии длина вектора увеличивается, а сам вектор смещается в сторону более сильного желудочка (Рис. 4.9).

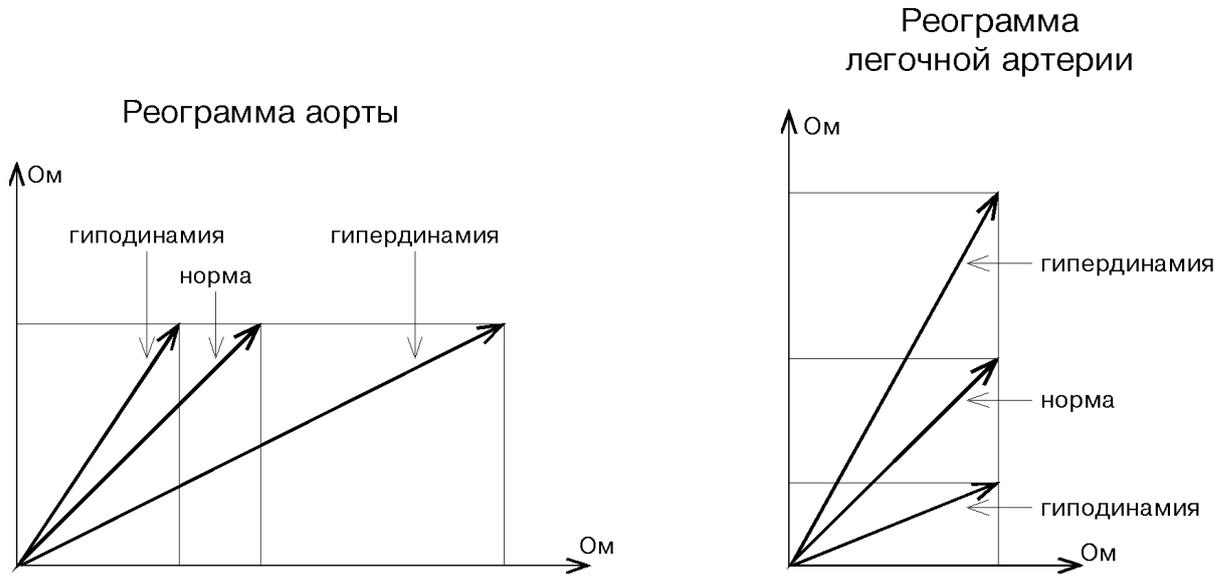


Рис. 4.9. Векторреокардиограмма при гипер- и гиподинамии левого и правого желудочков.

По мнению Г.И. Сидоренко и соавт. (1977), данные по векторреокардиографии хорошо согласуются с фазовым анализом деятельности сердца. При этом диагностические возможности этих методик значительно расширяются. Особенно ценно использование данного метода для динамического наблюдения за каким-либо процессом в сердечно-сосудистой системе и, в частности, для осуществления контроля эффективности лечения.

Ниже (Таблица 4.5) приведены нормы основных параметров реограмм аорты и легочной артерии.

Таблица 4.5. Средние значения фаз деятельности сердца и комплексных показателей

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Желудочки сердца | |
|--------------------------|---|----------------------|------------------|-------------|
| | | | правый | левый |
| Аарт | Амплитуда реограммы | Ом | 0.2 – 0.4 | 0.2 – 0.4 |
| Адик | Амплитуда реограммы на уровне дикротического зубца | Ом | 0.10 – 0.24 | 0.10 – 0.24 |
| Vмакс | Максимальная скорость быстрого наполнения | Ом/с | 1.5 – 2.6 | 1.5 – 2.6 |
| Vср | Средняя скорость медленного наполнения | Ом/с | 0.40 – 0.55 | 0.40 – 0.55 |
| ФАС | Фаза асинхронного сокращения | с | 0.06 – 0.10 | 0.06 – 0.09 |
| ФИС | Фаза изометрического сокращения | с | 0.02 – 0.04 | 0.04 – 0.06 |
| Q _x | Время распространения пульсовой волны от сердца | с | 0.07 – 0.12 | 0.07 – 0.12 |
| Альфа1 | Время быстрого кровенаполнения | с | 0.06 – 0.10 | 0.06 – 0.09 |
| Альфа2 | Время медленного кровенаполнения | с | 0.09 – 0.11 | 0.09 – 0.11 |
| Альфа | Время восходящей части волны | с | 0.15 – 0.21 | 0.15 – 0.21 |
| Тсист | Время систолы (период изгнания крови) | с | 0.22 – 0.33 | 0.22 – 0.28 |
| Тмех | Механическая систола | с | 0.23 – 0.35 | 0.27 – 0.30 |
| Тобщ | Общая систола | с | 0.27 – 0.41 | 0.32 – 0.36 |
| ФИР | Фаза изометрического расслабления | с | 0.04 – 0.05 | 0.08 – 0.10 |
| Тдиаст | Длительность диастолы | с | 0.35 – 0.64 | 0.35 – 0.64 |
| ВСП | Внутрисистолический показатель | % | 85 – 95 | 85 – 95 |
| ИНМ | Индекс напряжения миокарда | % | 19 – 30 | 19 – 30 |
| КБ | Коэффициент Блюмбергера | % | 250 – 500 | 250 – 500 |
| РДИ | Реографический диастолический индекс | у. е. | 1.70 – 2.00 | 1.70 – 2.00 |
| СДЛА | Систолическое давление в легочной артерии | мм рт.ст. | 20 – 25 | — |

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Желудочки сердца | |
|--------------------------|--|----------------------|------------------|-------------|
| | | | правый | левый |
| КДДА | Конечное диастолическое давление в легочной артерии | мм рт.ст. | 2 – 5 | — |
| Угол вектора | Угол вектора | град | — | 40 – 50 |
| Длина вектора | Длина вектора | Ом | — | 0.28 – 0.57 |

Мы полагаем, что такая комбинация методик – центральной гемодинамики по Кубичеку и реографии легочной артерии и аорты – является наиболее оптимальной для проведения углубленных исследований гемодинамики большого и малого кругов и перераспределения кровотока между ними.

Эффективность и практическую ценность этой компьютерной системы мы апробировали на сотнях больных; результаты этих исследований опубликованы в отечественной и зарубежной периодике.

ГЛАВА 5

РЕОПУЛЬМОНОГРАФИЯ

1.23. МЕТОДИКА НАЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ЗОНАЛЬНОЙ РЕОПУЛЬМОНОГРАФИИ (ЗРПГ) ПО Е.А. ФРИНЕРМАНУ

Электроды размером 46×28 мм накладываются последовательно справа и слева в подключичной области по срединно-ключичным линиям: один спереди (+) и другой (–) над остью лопаток сзади (первая пара).

Вторая пара: один спереди в III межреберье между срединно-ключичными и переднеподмышечными (+), другой сзади (–) на уровне нижней трети внутреннего края лопаток.

Третья пара: один спереди (+) между среднеподмышечными и переднеподмышечными линиями на 1 см выше относительной печеночной тупости, определенной в фазе спокойного выдоха, другой сзади (–) на уровне угла лопаток.

У детей в возрасте до 5 лет исследуют только 4 зоны – верхние и нижние.

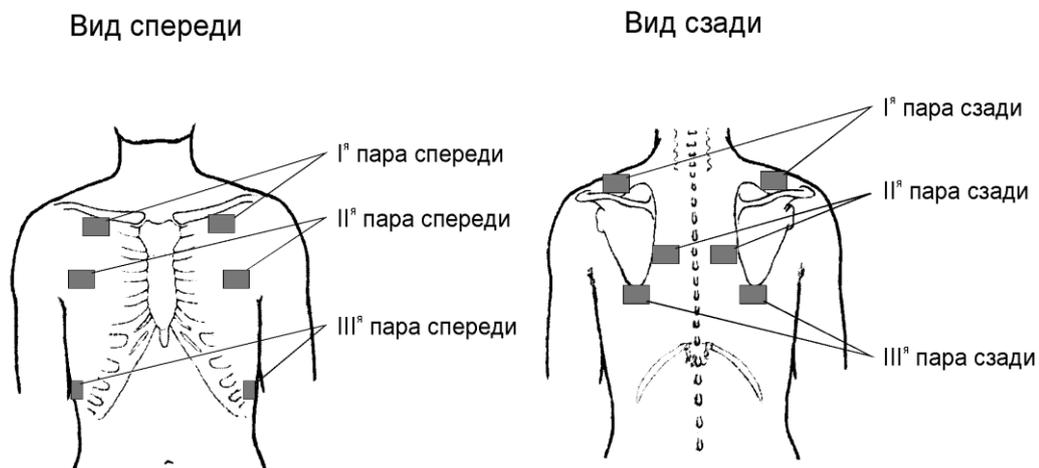


Рис. 5.1. Расположение электродов для ЗРПГ по Фринерману:

I^я пара спереди: подключичная ямка по l.medioclavicularis anterior;

II^я пара спереди: III^с межреберье между ll.medioclavicularis anterior и axillaris anterior;

III^я пара спереди: между ll.axillaris anterior и axillaris media на 1 см выше относительной печеночной тупости – ориентировочно VIII ребро;

I^я пара сзади: над остью лопатки по l.medioclavicularis posterior;

II^я пара сзади: на уровне нижней трети внутреннего края лопаток;

III^я пара сзади: на уровне угла лопаток.

При массивном оволосении волосы в местах наложения электродов перед исследованием рекомендуется сбрить.

Кожные покровы предварительно обрабатываются 70% спиртом, и на них наносится тонкий слой специальной токопроводящей пасты или геля, либо электроды должны иметь специальные фланелевые прокладки, пропитанные теплым физиологическим раствором. Фиксировать электроды на грудной клетке рекомендуется при помощи резиновых эластичных бинтов или специального резинового биндажа. Хорошо подходит для этих целей широкий трубчатый бинт, надеваемый на грудную клетку.

В данной методике используются все шесть каналов комплекса в биполярном режиме, т.е. каждое отведение – зона легкого – подключается к разъему соответствующего канала. При этом каналы 1 и 2 подключаются к верхним, каналы 3 и 4 – к средним, каналы 5 и 6 – к нижним зонам левого и правого легких.

Исследования проводятся в горизонтальном положении. Сначала в условиях спокойного дыхания записывается проба “Реограммы вентиляции легких”. Затем при задержке дыхания после спокойного выдоха регистрируется проба “Реограммы пульсации”. В целом для исследования необходимо записать не менее 5 циклов дыхания и 5 полных кардиоциклов.

1.24. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ И КЛИНИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗОНАЛЬНОЙ РЕОПУЛЬМОНОГРАФИИ

1.24.1. ПОКАЗАТЕЛИ ВЕНТИЛЯЦИИ ПО ДАННЫМ ЗРПГ

1. Частота дыхательных движений (ЧДД, движ./мин).

2. Реографическая глубина дыхания (амплитуда дыхательных колебаний импеданса) (ДОР, Ом).

Этот параметр, зарегистрированный над разными зонами легких, отражает, по существу, локальный дыхательный объем (объем одного дыхательного цикла) для каждой из зон.

Количественные значения данного показателя зависят от объема легочной ткани между электродами и от степени изменения этого объема во время вдоха и выдоха.

ДОР вычисляется как среднее значение амплитуды дыхательных колебаний импеданса за 5-10 дыхательных циклов.

3. Вариабельность глубины дыхания (ДОР_вариаб, %).

Отражает нестабильность глубины дыхания в течение нескольких последовательных дыхательных циклов.

4. Минутный объем вентиляции в данной зоне (минутный объем дыхательных колебаний импеданса) (МОВ, Ом/мин).

Характеризует локальный дыхательный объем в той или иной зоне, приведенный к частоте дыхания (ЧДД).

$$\text{МОВ} = \text{ДОР} \times \text{ЧДД} \quad (5.1)$$

Данный показатель более четко описывает процесс вентиляции в той или иной легочной зоне.

5. Общий объем вентиляции трех зон одного легкого (ЛОВ, Ом/мин).

Вычисляется как сумма соответствующих минутных объемов вентиляции для каждого легкого в отдельности.

Этот параметр отражает суммарную функцию внешнего дыхания одного легкого.

6. Общий минутный реографический объем дыхания (ООВ, Ом/мин):

$$\text{ООВ} = \sum_{i=1}^6 \text{МОВ}_i \quad (5.2)$$

Отражает суммарную функцию внешнего дыхания обоих легких подобно дыхательному объему, определенному по спирограмме.

Примечание. В случае регистрации и анализа реопульмонограммы только одного легкого, данный показатель рассчитывается для соответствующего легкого с пересчетом норм.

7. Реографический индекс вентиляции (РИВ, %).

Является относительным параметром, отражающим процентное отношение показателей вентиляции каждой из зон легких к сумме показателей всех зон легких, т.е. характеризует распределение вентиляционных объемов между отдельными зонами легких.

$$\text{РИВ} = \frac{\text{МОВ}}{\sum_{i=1}^6 \text{МОВ}_i} \times 100\% \quad (5.3)$$

Является базовым критерием РПГ, характеризующим вентиляционную функцию каждой из зон легких.

8. Реографический индекс вентиляции одного легкого (РИВЛ, %):

$$\text{РИВЛ} = \frac{\text{ЛОВ}}{\text{ООВ}} \times 100\%, \quad (5.4)$$

где ЛОВ – объем вентиляции соответствующего легкого.

Показатели РИВЛ отражают перераспределение вентиляционного объема между двумя легкими.

1.24.2. ПОКАЗАТЕЛИ ПУЛЬСАЦИИ

1. Время распространения пульсовой волны (Q_x , с).

Косвенно отражает тонус и эластичность сосудистой стенки артерий легких вне пределов исследуемой зоны легких. По некоторым данным, довольно тесно коррелирует с уровнем среднего динамического давления в легочной артерии.

2. Амплитуда систолической волны (Аарт, Ом).

Отражает величину пульсового объемного кровенаполнения в данной легочной зоне за одну систолу. Является параметром, характеризующим интенсивность кровотока в той или иной зоне легких.

Аарт вычисляется как среднее значение амплитуды кривой пульсации за 5-10 кардиоциклов.

3. Минутное пульсовое кровенаполнение (МПК, Ом/с):

$$\text{МПК} = \text{Аарт} \times \text{ЧСС}, \quad (5.5)$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений, удар./мин.

Как и предыдущий, этот показатель также отражает интенсивность объемного пульсового кровотока, но за 1 минуту. Косвенно дает представление об объеме крови, омывающей данную зону легких за минутный интервал времени.

4. Общий пульсовой кровоток трех зон одного легкого (ЛПК, Ом/с).

Вычисляется как сумма соответствующих минутных объемов пульсации для каждого легкого в отдельности.

Данный параметр отражает суммарную функцию кровоснабжения одного легкого.

5. Суммарный пульсовой кровоток легких (ОПК, Ом/мин):

$$\text{ОПК} = \sum_{i=1}^6 \text{МПК}_i \quad (5.6)$$

Дает представление об объеме крови, циркулирующей по малому кругу кровообращения, безотносительно к конкретным легочным зонам.

Вариации этого параметра по отношению к нормам дают возможность более полно понять генез циркуляторных расстройств в легких.

6. Индекс пульсового кровенаполнения (ИПК, %).

Относительный показатель, отражающий распределение крови между различными зонами легких.

$$\text{ИПК} = \frac{\text{МПК}}{\sum_{i=1}^6 \text{МПК}_i} \times 100\% \quad (5.7)$$

Является базовым параметром, характеризующим интенсивность кровотока в конкретной легочной зоне.

7. Реографический индекс пульсации одного легкого (ИПКЛ, %):

$$\text{ИПКЛ} = \frac{\text{ЛПК}}{\text{ОПК}} \times 100\%, \quad (5.8)$$

где ЛПК – объем пульсации соответствующего легкого.

Показатели РИВЛ отражают перераспределение пульсаторного кровотока между двумя легкими.

1.24.3. ПОКАЗАТЕЛИ СООТНОШЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ И ПУЛЬСАЦИИ

ЗРПГ позволяет также оценить взаимосвязь вентиляции и пульсации в каждой легочной зоне. Это осуществляется по оценке соотношения МОВ к МПК. Само по себе отношение МОВ/МПК имеет количественное выражение. Но мы полагаем, что в любом случае нужно ориентироваться также на абсолютные значения этих показателей. Все возможные варианты взаимоотношения данных параметров заложены в программу. Это дает возможность более отчетливо представить себе, что превалирует в генезе поражения в той или иной зоне – нарушение вентиляции или пульсации.

1. Соотношение вентиляции и пульсации одной зоны легкого (МОВ/МПК, у. е.)
2. Соотношение вентиляции и пульсации для каждого легкого (ЛОВ/ЛПК, у. е.)
3. Соотношение вентиляции и пульсации по обоим легким (ООВ/ОПК, у. е.)

НОРМЫ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗРПГ

Таблица 5.1. Параметры ЗРПГ, характеризующие вентиляцию и пульсацию легких в целом

| Обозн. в табл. | Параметр | Единица измерения | Взрослые | | Дети 5-15 лет | |
|-------------------|--|----------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | | | Левое легкое | Правое легкое | Левое легкое | Правое легкое |
| ЧДД | Частота дыхательных движений | движ./мин | 12 – 22 | | 18 – 27 | |
| ЛОВ | Общий объем вентиляции трех зон одного легкого | Ом/мин | 35.0 – 51.6 | 39.0 – 55.2 | 49.1 – 76.9 | 55.3 – 84.1 |
| ООВ | Общий минутный реографический объем дыхания | Ом/мин | 74 – 107 | | 104 – 161 | |
| РИВЛ | Реографический индекс вентиляции одного легкого | % | 44.8 – 53.2 | 46.6 – 52.2 | 39.0 – 56.6 | 43.7 – 61.3 |
| ЛПК | Общий пульсовой кровоток трех зон одного легкого | Ом/с | 27.6 – 39.0 | 31.6 – 45.0 | 45.1 – 73.1 | 42.7 – 73.1 |
| ОПК | Суммарный пульсовой кровоток легких | Ом/мин | 59 – 84 | | 85 – 115 | |
| ИПКЛ | Реографический индекс пульсации одного легкого | % | 43.3 – 51.5 | 49.7 – 56.9 | 40.9 – 56.3 | 44.2 – 58.4 |
| ЛОВ/ ЛПК | Соотношение вентиляции и пульсации для каждого легкого | у. е. | 0.89 – 1.87 | 0.86 – 1.75 | 0.67 – 1.71 | 0.75 – 1.97 |
| ООВ/ ОПК | Соотношение вентиляции и пульсации по обоим легким | у. е. | 0.88 – 1.88 | | 0.9 – 1.9 | |

Таблица 5.2. Нормы параметров зональной реопульмонографии для взрослых

| Обозн. в табл. | Параметр | Единица измерения | Зоны легкого | | | | | |
|-------------------|---|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | правого | | | левого | | |
| | | | верхняя | средняя | нижняя | верхняя | средняя | нижняя |
| Дор | Реографическая глубина дыхания | Ом | 0.41 – 0.51 | 0.65 – 0.85 | 0.82 – 1.06 | 0.45 – 0.59 | 0.65 – 0.87 | 0.67 – 0.91 |
| МОВ | Минутный объем вентиляции в данной зоне | Ом/мин | 7.9 – 11.5 | 14.7 – 19.9 | 16.4 – 23.8 | 9.2 – 14.0 | 13.5 – 19.9 | 12.3 – 17.7 |
| РИВ | Реографический индекс вентиляции | % | 10.2 – 12.8 | 18.2 – 20.8 | 18.2 – 21.6 | 11.0 – 13.6 | 17.3 – 19.9 | 16.5 – 19.7 |
| Q _x | Время распространения пульсовой волны | с | 0.105 – 0.126 | 0.096 – 0.124 | 0.107 – 0.141 | 0.102 – 0.130 | 0.093 – 0.128 | 0.102 – 0.129 |
| Аарт | Амплитуда систолической волны | Ом | 0.098 – 0.139 | 0.169 – 0.217 | 0.146 – 0.208 | 0.111 – 0.153 | 0.140 – 0.168 | 0.121 – 0.183 |
| МПК | Минутное пульсовое кровенаполнение | Ом/с | 8.4 – 12.6 | 12.5 – 17.5 | 10.7 – 14.9 | 9.1 – 12.7 | 9.3 – 13.5 | 9.2 – 12.8 |
| ИПК | Индекс пульсового кровенаполнения | % | 13.6 – 15.6 | 21.1 – 23.7 | 15.0 – 17.6 | 13.6 – 16.2 | 15.8 – 18.4 | 13.9 – 16.9 |
| МОВ/МПК | Соотношение вентиляции и пульсации одной зоны легкого | у. е. | 1.01 – 1.34 | 1.16 – 1.70 | 1.50 – 2.08 | 1.05 – 1.43 | 1.34 – 1.98 | 1.54 – 2.22 |

Таблица 5.3. Нормы параметров зональной реопульмонографии для детей 5-15 лет

| Обозн. в табл. | Параметр | Единица измерения | Зоны легкого | | | | | |
|-------------------|---|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | правого | | | левого | | |
| | | | верхняя | средняя | нижняя | верхняя | средняя | нижняя |
| Дор | Реографическая глубина дыхания | Ом | 0.43 – 0.97 | 0.78 – 1.48 | 0.97 – 1.43 | 0.50 – 0.66 | 0.90 – 1.36 | 0.76 – 1.30 |
| МОВ | Минутный объем вентиляции в данной зоне | Ом/мин | 12.7 – 19.5 | 21.8 – 30.2 | 20.8 – 34.4 | 10.3 – 16.3 | 21.5 – 30.5 | 17.3 – 30.1 |
| РИВ | Реографический индекс вентиляции | % | 9.4 – 14.8 | 16.9 – 22.3 | 17.4 – 24.2 | 7.3 – 12.7 | 16.9 – 22.3 | 14.8 – 21.6 |
| Q _x | Время распространения пульсовой волны | с | | | | | | |
| Аарт | Амплитуда систолической волны | Ом | 0.132 – 0.223 | 0.191 – 0.281 | 0.162 – 0.268 | 0.125 – 0.215 | 0.179 – 0.262 | 0.146 – 0.267 |
| МПК | Минутное пульсовое кровенаполнение | Ом/с | 11.1 – 21.7 | 16.0 – 27.4 | 15.6 – 24.0 | 14.5 – 25.1 | 15.8 – 24.8 | 14.8 – 23.2 |
| ИПК | Индекс пульсового кровенаполнения | % | 12.6 – 16.4 | 16.6 – 21.8 | 15.02 – 20.2 | 11.3 – 16.3 | 15.4 – 20.6 | 14.2 – 19.4 |
| МОВ/МПК | Соотношение вентиляции и пульсации одной зоны легкого | у. е. | 0.64 – 1.32 | 0.82 – 1.58 | 1.03 – 1.64 | 0.47 – 1.23 | 0.92 – 1.83 | 0.75 – 1.75 |

1.25. СТРУКТУРА ПРОТОКОЛА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПО ЗОНАЛЬНОЙ РЕОПУЛЬМОНОГРАФИИ

ЗРПГ вентиляции

1. Оценка частоты дыхательных движений.
2. Определение уровня вентиляции по двум легким с выявлением зон преимущественного снижения объема дыхания.
3. Оценка зонального распределения вентиляции.

ЗРПГ пульсации

1. Определение уровня пульсового кровенаполнения двух легких с выявлением зон преимущественного снижения пульсации.
2. Оценка зонального распределения пульсации.

Особую ценность зональная реопульмонография приобретает в случае применения данного метода для динамического наблюдения за патологическим процессом у конкретного больного. Этому способствуют простота и абсолютная безвредность методики.

ГЛАВА 6

РЕОГЕПАТОГРАФИЯ

1.26. РЕГИСТРАЦИЯ РГГ

Для регистрации реогепаграммы (РГГ) можно использовать методику А.С. Логинова и Ю.Т. Пушкаря (1962), предусматривающую биполярную схему отведений.

Один электрод размером 100×60 мм (пассивный) располагается справа на уровне нижней границы легкого между задней подмышечной и околопозвоночной линиями. Второй электрод размером 40×30 мм (активный) – на уровне дуги X ребра по правой среднеключичной линии (Рис. 6.1).

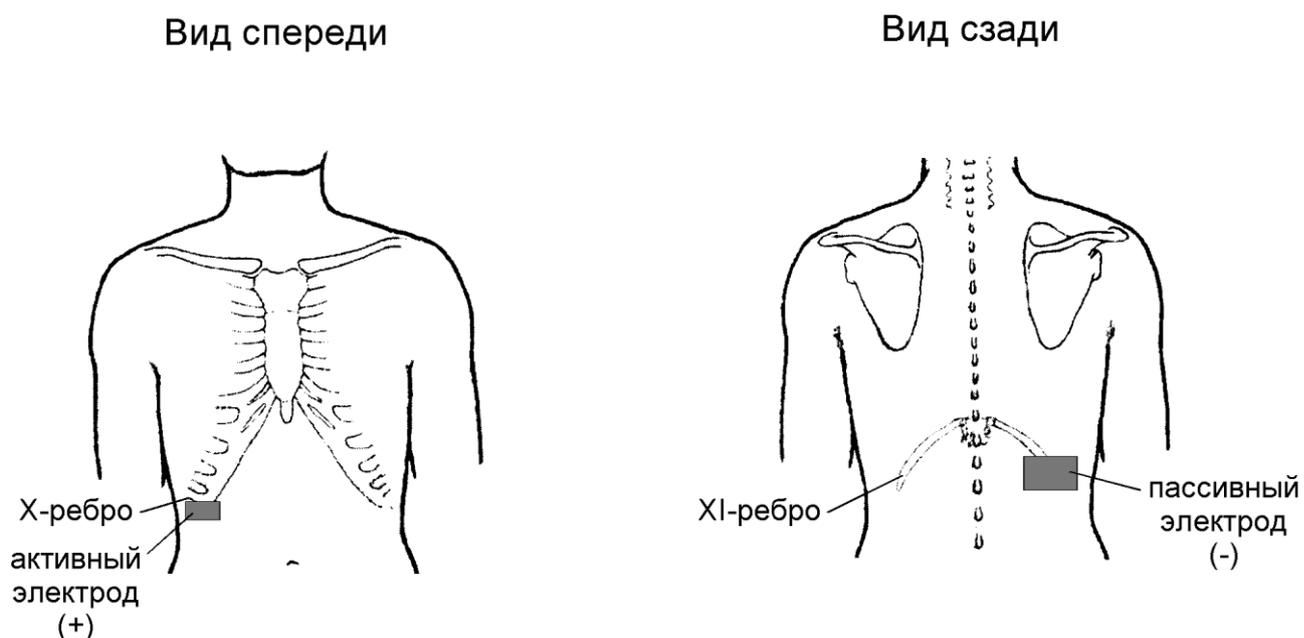


Рис. 6.1. Расположение электродов для биполярной реогепаграфии по А.С. Логинову и Ю.Т. Пушкарю.

Наш собственный опыт показывает, что использование тетраполярной схемы подключения электродов для регистрации РГГ предпочтительнее, т.к. она дает более устойчивую запись и более точные результаты количественного анализа реографической кривой. При этом месторасположение электродов остается прежним (как и в классическом варианте), а схема их подключения приведена ниже (Рис. 6.2). Электроды подключаются к первому каналу реографического комплекса. При этом отведения “I-“, “U-“ подключаются к кабелям с черной вилкой, а “I+”, “U+” – к кабелям с красной вилкой. Токовые отведения подключаются к вилкам с синей отметкой.

Требования к обработке кожных покровов перед регистрацией РГГ общие. Запись РГГ следует проводить в положении лежа при задержке дыхания после неглубокого вдоха. В отдельных случаях для уточнения генеза волн РГГ проводят фармакологические пробы с папаверином или но-шпой.

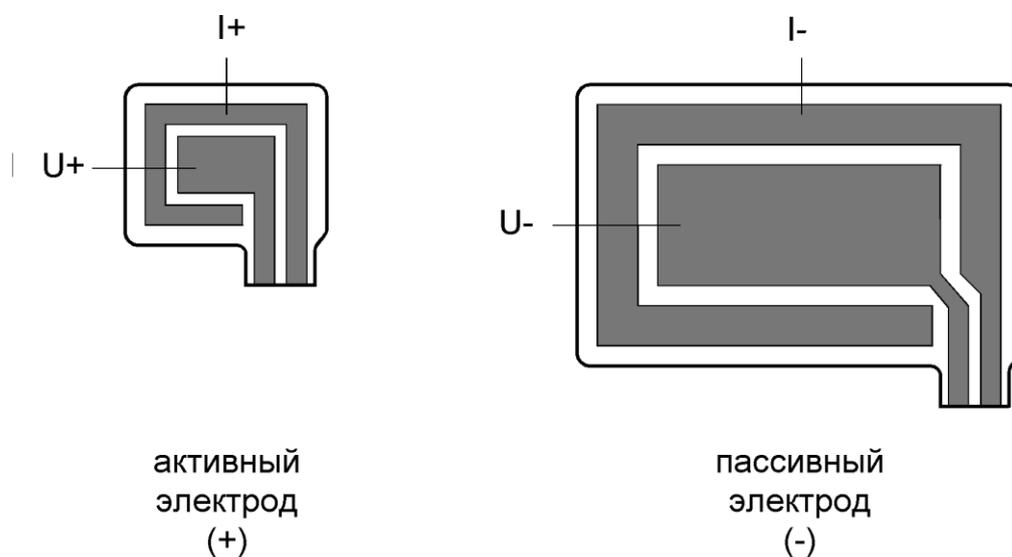


Рис. 6.2. Тетраполярная схема подключения реографических электродов.

1.27. КЛИНИЧЕСКИЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РГГ

Количественные параметры РГГ вычисляются и оцениваются по общим принципам анализа реограммы. Их клинический и физиологический смысл описан в главе 3 “Реовазография”.

Таблица 6.1. Список параметров, вычисляемых при реогепаатографии

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|---|-------------|-------------------|
| Базовое сопротивление тела | Zбазовое | Ом |
| Амплитуда реограммы на уровне систолического максимума производной | Асист | Ом |
| Амплитуда артериальной компоненты реограммы (максимальная амплитуда) | Аарт | Ом |
| Амплитуда реограммы на уровне инцизуры | Аинц | Ом |
| Амплитуда реограммы на уровне дикротического зубца | Адик | Ом |
| Время распространения пульсовой волны от сердца | Q_x | с |
| Время быстрого кровенаполнения | Альфа1 | с |
| Время медленного кровенаполнения | Альфа2 | с |
| Время восходящей части волны = Альфа1+Альфа2 | Альфа | с |
| Время общей систолы | Тобщ | с |
| Длительность катакроты (до начала следующей реоволны) | Ткат | с |
| Реографический индекс | РИ | у. е. |
| Показатель изменчивости РИ в блоке анализа | ИзменРИ | % |
| Дикротический индекс $= \frac{Аинц}{Аарт} \times 100\%$ | ДИК | % |
| Диастолический индекс $= \frac{Адик}{Аарт} \times 100\%$ | ДИА | % |
| Максимальная скорость быстрого наполнения $= \frac{Асист}{Альфа1}$ | Vмакс | Ом/с |
| Средняя скорость медленного наполнения $= \frac{Аарт - Асист}{Альфа2}$ | Vср | Ом/с |

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|---|-------------|-------------------|
| Показатель изменчивости ДИА в блоке анализа | ИзменДИА | % |

Таблица 6.2. Нормы некоторых параметров РГГ

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Значение нормы |
|-----------------------|---|-------------------|----------------|
| Q _x | Время распространения пульсовой волны от сердца | с | 0.10 – 0.18 |
| Альфа1 | Время быстрого кровенаполнения | с | 0.07 – 0.09 |
| Альфа2 | Время медленного кровенаполнения | с | 0.11 – 0.13 |
| Альфа | Время восходящей части волны | с | 0.18 – 0.21 |
| Тобщ | Время общей систолы | с | 0.45 – 0.49 |
| Ткат | Полная длительность катакроты | с | 0.67 – 0.75 |
| РИ | Реографический индекс | у. е. | 0.8 – 1.5 |
| ИзменРИ | Показатель изменчивости РИ в блоке анализа | % | 0 – 20 |
| V _{макс} | Максимальная скорость быстрого наполнения | Ом/с | 1.0 – 1.1 |
| V _{ср} | Средняя скорость медленного наполнения | Ом/с | 0.25 – 0.30 |
| ДИА | Диастолический индекс | % | 68 – 85 |
| ИзменДИА | Показатель изменчивости ДИА в блоке анализа | % | 0 – 20 |

1.28. СТРУКТУРА ПРОТОКОЛА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПО РЕОГЕПАТОГРАФИИ

Протокол обследования, формируемый программой по РГГ, состоит из следующих пунктов:

1. Объемное кровенаполнение.
2. Тонус артерий.
3. Скоростные свойства артерий.
4. Эластичность внепеченочных артерий.
5. Венозный отток.
6. Время венозного оттока.
7. Соотношение артериального притока и венозного оттока.

ГЛАВА 7

РЕОРЕНОГРАФИЯ

1.29. РЕГИСТРАЦИЯ РРГ

Для регистрации реоренограммы (РРГ) мы рекомендуем использовать четырехэлектродную схему отведений по R.D. Allison et al. (1970). Парные электроды (100×20 мм) фиксируются в области проекции верхнего и нижнего полюсов почек справа и слева. Кожные покровы предварительно обрабатываются 70% этиловым спиртом, на предполагаемое место крепления электродов наносится тонкий слой электропроводной пасты или геля. При развитом оволосении поясничных областей волосы рекомендуется сбрить. Фиксировать электроды следует как можно плотнее, т.к. на качество РРГ в значительной мере влияют дыхательные экскурсии и микродвижения тела. Регистрация РРГ проводится в положении лежа, после непродолжительного 5-10-минутного отдыха, при задержке дыхания после неглубокого выдоха. Порядок подключения электродов РРГ изображен ниже (Рис. 7.1).

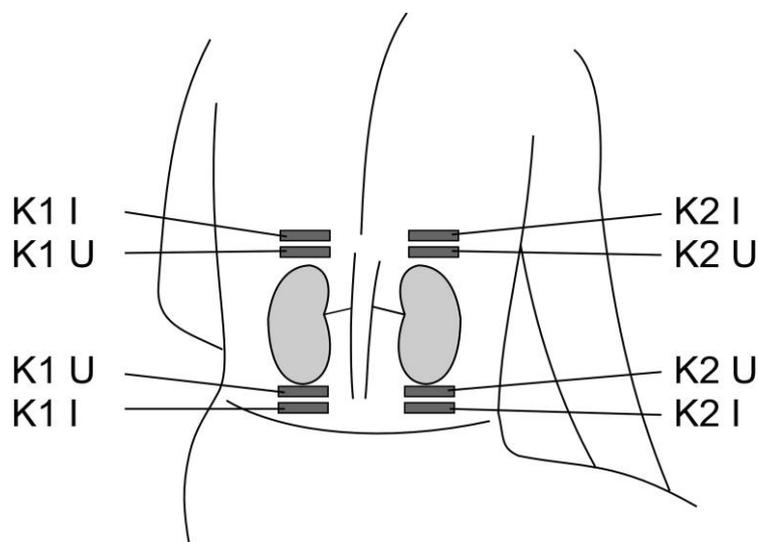


Рис. 7.1. Расположение электродов для тетраполярной РРГ по Allison.

При подключении электродов РРГ к комплексу используются первый К1 (левая сторона) и второй К2 (правая сторона) каналы прибора в тетраполярном режиме. При этом верхние электроды подключаются к кабелям с черной вилкой, а нижние – к кабелям с красной вилкой соответствующего канала реографа. Токвые отведения имеют синюю отметку на кабеле.

1.30. КЛИНИЧЕСКИЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РРГ

Количественные параметры РРГ вычисляются и оцениваются по общим принципам анализа реограммы. Их клинический и физиологический смысл описан в главе 3 “Реовазография”.

Таблица 7.1. Список параметров, вычисляемых при реоренографии

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|--|----------------------|-------------------|
| Базовое сопротивление тела | Z _{базовое} | Ом |
| Амплитуда артериальной компоненты реограммы (максимальная амплитуда) | Аарт | Ом |
| Амплитуда реограммы на уровне инцизуры | Аинц | Ом |
| Амплитуда реограммы на уровне дикротического зубца | Адик | Ом |
| Время распространения пульсовой волны от сердца | Q _x | с |
| Время быстрого кровенаполнения | Альфа1 | с |
| Время медленного кровенаполнения | Альфа2 | с |
| Время восходящей части волны = Альфа1+Альфа2 | Альфа | с |
| Длительность катакроты до Q-зубца следующего кардиоцикла | Ткат_Qx | с |
| Период циркуляции крови = Ткардио – Q _x | Тциркуляции | с |
| Реографический индекс | РИ | у. е. |
| Коэффициент асимметрии реографического индекса | КАРИ | % |
| Показатель изменчивости РИ в блоке анализа | ИзменРИ | % |
| Амплитудно-частотный показатель $= \frac{РИ}{Ткардио}$ | АЧП | у. е. |
| Дикротический индекс $= \frac{Аинц}{Аарт} \times 100\%$ | ДИК | % |
| Диастолический индекс $= \frac{Адик}{Аарт} \times 100\%$ | ДИА | % |
| Модуль упругости $= \frac{Альфа}{Ткардио} \times 100\%$ | Альфа/RR | % |

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|---|-------------|-------------------|
| Показатель изменчивости ДИА в блоке анализа | ИзменДИА | % |

Таблица 7.2. Нормы некоторых параметров РРГ

| Обозначение в таблице | Параметр | Единица измерения | Значение нормы |
|-----------------------|--|-------------------|----------------|
| Q _x | Время распространения пульсовой волны от сердца | с | 0.14 – 0.16 |
| Альфа | Время восходящей части волны | с | 0.11 – 0.16 |
| Альфа/RR | Модуль упругости | % | 20 – 26 |
| Т _{кат_Qx} | Длительность катакроты до Q-зубца следующего кардиоцикла | с | 0.48 – 0.54 |
| Тциркуляции | Период циркуляции крови | с | 0.63 – 0.73 |
| РИ | Реографический индекс | у. е. | 0.09 – 0.12 |
| ИзменРИ | Показатель изменчивости РИ в блоке анализа | % | 0 – 20 |
| АЧП | Амплитудно-частотный показатель | у. е. | 1.05 – 1.16 |
| ДИК | Дикротический индекс | % | 50 – 60 |
| ДИА | Диастолический индекс | % | 59 – 63 |
| ИзменДИА | Показатель изменчивости ДИА в блоке анализа | % | 0 – 20 |

1.31. СТРУКТУРА ПРОТОКОЛА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПО РЕОРЕНОГРАФИИ

Протокол обследования, формируемый программой по РРГ, состоит из следующих пунктов:

1. Объемное кровенаполнение.
2. Тонус артерий.
3. Эластичность экстраренальных артерий.
4. Венозный тонус.
5. Соотношение артериального притока и венозного оттока.
6. Время циркуляции крови в почках.

ГЛАВА 8

РЕОУТЕРОГРАФИЯ

1.32. РЕГИСТРАЦИЯ РУГ

При реографии матки – реоутерографии (РУГ) – обычно используется биполярная схема отведений. Активный электрод (+) размером 40×20 мм накладывается на кожу непосредственно над лобком, а пассивный (–) размером 60×40 мм – сзади в области крестца. Электроды подключаются к первому каналу комплекса: активный – к проводу с красной вилкой, пассивный – к проводу с черной вилкой.

Над лобком волосы необходимо сбрить. Кожные покровы предварительно обрабатываются специальной токопроводной пастой или гелем, либо электроды должны иметь фланелевые или марлевые прокладки, обильно смоченные физиологическим раствором.

Для фиксации электродов мы рекомендуем использовать широкий резиновый эластичный бинт, накладываемый таким образом, чтобы он соединил надлобковую область и крестец.

Запись РУГ проводится в положении лежа после 5-10-минутного отдыха при задержке дыхания в состоянии неглубокого выдоха.

1.33. КЛИНИЧЕСКИЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РУГ

Количественные параметры РУГ вычисляются и оцениваются по общим принципам анализа реограммы. Их клинический и физиологический смысл описан в главе 3 “Реовазография”.

Таблица 8.1. Список параметров, вычисляемых при реоутерографии

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|--|----------------|-------------------|
| Базовое сопротивление тела | Zбазовое | Ом |
| Амплитуда реограммы на уровне систолического максимума производной | Асист | Ом |
| Амплитуда артериальной компоненты реограммы (максимальная амплитуда) | Аарт | Ом |
| Амплитуда реограммы на уровне дикротического зубца | Адик | Ом |
| Время распространения пульсовой волны от сердца | Q _x | с |
| Время быстрого кровенаполнения | Альфа1 | с |
| Время медленного кровенаполнения | Альфа2 | с |
| Время восходящей части волны = Альфа1+Альфа2 | Альфа | с |
| Длительность катакроты до Q-зубца следующего кардиоцикла | Ткат_Qx | с |
| Период циркуляции крови = Ткардио – Q _x | Тциркуляции | с |
| Реографический индекс | РИ | у. е. |
| Показатель изменчивости РИ в блоке анализа | ИзменРИ | % |
| Амплитудно-частотный показатель = $\frac{РИ}{Ткардио}$ | АЧП | у. е. |
| Диастолический индекс = $\frac{Адик}{Аарт} \times 100\%$ | ДИА | % |
| Модуль упругости = $\frac{Альфа}{Ткардио} \times 100\%$ | Альфа/RR | % |

| Наименование и формула вычисления | Обозначение | Единица измерения |
|---|-------------------|-------------------|
| Максимальная скорость быстрого наполнения = $\frac{A_{\text{сисг}}}{\text{Альфа1}}$ | V _{макс} | Ом/с |
| Средняя скорость медленного наполнения = $\frac{A_{\text{арт}} - A_{\text{сисг}}}{\text{Альфа2}}$ | V _{ср} | Ом/с |

Таблица 8.2. Нормы некоторых параметров РУГ

| Обозначение в таблице | Параметр | Ед. измер. | Небеременные и первая половина беременности | Вторая половина беременности |
|-----------------------|--|------------|---|------------------------------|
| Q _x | Время распространения пульсовой волны от сердца | с | 0.20 – 0.22 | 0.20 – 0.24 |
| Альфа1 | Время быстрого кровенаполнения | с | 0.03 – 0.05 | 0.03 – 0.05 |
| Альфа2 | Время медленного кровенаполнения | с | 0.10 – 0.12 | 0.06 – 0.08 |
| Альфа | Время восходящей части волны | с | 0.13 – 0.17 | 0.09 – 0.12 |
| Ткат _{Qx} | Длительность катакроты до Q-зубца следующего кардиоцикла | с | 0.55 – 0.60 | 0.55 – 0.60 |
| Тциркуляции | Период циркуляции крови | с | 0.68 – 0.76 | 0.65 – 0.72 |
| РИ | Реографический индекс | у. е. | 0.54 – 0.65 | 0.46 – 0.52 |
| ИзменРИ | Показатель изменчивости РИ в блоке анализа | % | 0.0 – 0.2 | 0.0 – 0.2 |
| АЧП | Амплитудно-частотный показатель | у. е. | 0.77 – 0.88 | 0.52 – 0.60 |
| ДИА | Диастолический индекс | % | 0.62 – 0.72 | 0.78 – 0.87 |
| Альфа/RR | Модуль упругости | % | 20 – 22 | 15 – 16 |
| V _{макс} | Максимальная скорость быстрого наполнения | Ом/с | 0.38 – 0.45 | 0.27 – 0.31 |
| V _{ср} | Средняя скорость медленного наполнения | Ом/с | 0.18 – 0.19 | 0.15 – 0.17 |

1.34. СТРУКТУРА ПРОТОКОЛА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПО РЕОУТЕРОГРАФИИ

Протокол обследования, формируемый программой по РУГ, состоит из следующих пунктов:

1. Объемное кровенаполнение.
2. Тонус крупных артерий.
3. Тонус средних и мелких артерий.
4. Периферическое сосудистое сопротивление крупных артерий.
5. Периферическое сосудистое сопротивление средних и мелких артерий.

6. Эластичность маточных артерий.
7. Венозный отток.
8. Время венозного оттока.
9. Время циркуляции крови в матке.

ГЛАВА 9

РЕОГРАФИЯ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

1.35. РЕОГРАФИЯ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Реография предстательной железы (простаты) (РПрГ) является уникальным методом исследования кровоснабжения этого органа.

Простата является хорошо васкуляризированным органом, хотя и не имеет магистральных артерий, а доставка крови к ней осуществляется по различным ветвям *a. vesica*.

Функции простаты и состояние сопредельных с ней органов урогенитальной зоны весьма чувствительны к расстройствам кровоснабжения. Последние могут быть обусловлены различными инфекционными, воспалительными, склеротически-дегенеративными, опухолевидными, застойными и нейроспинальными нарушениями.

Таким образом, заболевания простаты почти в 100% случаев влекут за собой недостаточность кровоснабжения этого органа, что приводит к выраженным расстройствам копулятивной функции у мужчин. Именно поэтому диагностика и лечение патологии предстательной железы составляют в настоящее время одну из ведущих проблем андрологии, эффективное решение которой сегодня невозможно без учета состояния кровотока в этом органе.

Компанией “Нейрософт” совместно с действительным членом Московской Ассоциации андрологов А.А. Романовым разработана компьютерная методика реографии предстательной железы для количественной оценки состояния ее кровоснабжения. В промышленном варианте на российском рынке медицинской техники эта методика не имеет аналогов и представлена впервые.

Клинические испытания, проведенные в андрологическом отделении многопрофильной клиники Ивановской государственной медицинской академии, показали высокую точность измерений, отличную воспроизводимость и почти 100-процентное соответствие результатов реографии простаты клинической картине, УЗИ и данным других методов исследования.

1.36. ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ

Исходно, по умолчанию, программа настроена на первый канал реографического комплекса, поэтому кабель трансректального электрода необходимо подключить к первому разъему реографа.

Далее следует подготовить пациента к регистрации реограммы. Регистрация реограммы простаты осуществляется при помощи специального электрода-коллиматора, который вводится трансректально на глубину примерно 4 см. При этом пациент лежит на правом боку с приведенными к животу ногами. Для облегчения ввода трансректального электрода на него наносится шпателем небольшое количество борного вазелина. Перед введением коллиматора на конечностях пациента крепятся электрокардиографические электроды для регистрации ЭКГ во втором стандартном отведении.

После непродолжительного отдыха пациента (1-3 мин) с введенным трансректально электродом, необходимого для успокоения гладкомышечных сокращений, можно регистрировать

РПрГ при задержке дыхания на 5-10 с в состоянии неполного выдоха. Для анализа следует записывать не менее 5-8 реографических волн.

После извлечения коллиматор обрабатывается в соответствии с методическими указаниями МУ – 287 – 113 (например, выдерживается в 10% растворе формалина в течение часа).

Анализ РПрГ проводится по общим принципам. Следует отметить, что реограмма простаты у здоровых людей может иметь слабовыраженную и/или низкорасположенную инцизуру (иногда располагающуюся даже ниже изолинии) и слабовыраженную венозную реографическую компоненту. Общий вид реографической кривой напоминает атонический или гипотонический тип реограммы. Список вычисляемых параметров и их нормативы приводятся ниже (Таблица 9.1).

Таблица 9.1. Нормативы параметров реографии простаты

| Наименование параметра | Обозначение | Значение | Размерность |
|--|-------------------|-------------|-------------|
| Время распространения пульсовой волны от сердца | Q _x | 0.15 – 0.2 | с |
| Время быстрого кровенаполнения | Альфа1 | 0.06 – 0.08 | с |
| Время медленного кровенаполнения | Альфа2 | 0.05 – 0.07 | с |
| Время восходящей части волны = Альфа1+Альфа2 | Альфа | 0.11 – 0.15 | с |
| Длительность катакроты | Ткат | 0.6 – 0.8 | с |
| Реографический индекс | РИ | 0.3 – 0.5 | у. е. |
| Показатель изменчивости РИ в блоке анализа | Измен РИ | 0 – 20 | % |
| Дикротический индекс | ДИК | 60 – 80 | % |
| Диастолический индекс $= \frac{\text{Адик}}{\text{Аарт}} \times 100\%$ | ДИА | 50 – 70 | % |
| Показатель изменчивости ДИА в блоке анализа | Измен ДИА | 0 – 20 | % |
| Максимальная скорость быстрого наполнения $= \frac{\text{Асист}}{\text{Альфа1}}$ | V _{макс} | 0.2 – 0.3 | Ом/с |
| Средняя скорость медленного наполнения $= \frac{\text{Аарт} - \text{Асист}}{\text{Альфа2}}$ | V _{ср} | 0.2 – 0.35 | Ом/с |

ГЛАВА 10

РЕОФТАЛЬМОГРАФИЯ

1.37. МЕТОДИКА РЕООФТАЛЬМОГРАФИИ

Реография глаза – реоофтальмография (РОГ) – в настоящее время является пока единственным неинвазивным методом изучения кровообращения в сосудистой системе цилиарного тела в условиях, весьма близких к физиологическим. При помощи РОГ можно исследовать состояние увеального тракта, секрецию водянистой влаги, верифицировать различные формы глаукомы, подбирать очковые линзы. Кроме того, глаз содержит ценную информацию о состоянии мозгового кровообращения. Многочисленными экспериментами доказано, что сосуды глаза и мозга идентично реагируют на разного рода раздражающие воздействия.

В качестве реографических электродов для записи РОГ используются специальные ваку-

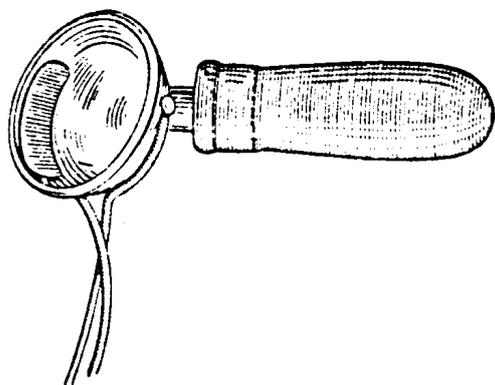


Рис. 10.1.Вакуумный электрод для реоофтальмографии конструкции И.К. Чиберене.

умные датчики конструкции И.К. Чиберене, напоминающие контактную линзу (Рис. 10.1). В такой стеклянный датчик вплавлены и зашлифованы 2 электрода, изготовленные из “благородных” металлов (серебра, золота или платины) диаметром 3 мм.

Эти датчики при установке на глаз должны отстоять примерно на 3 мм от лимба. Непосредственно роговицы такой датчик не касается, и между внутренней поверхностью электрода и роговицей имеется небольшое пространство. “Роговичная” часть датчика сужается, и к ней присоединяется ре-

зиновый резервуар от медицинской пипетки. Таким образом, фиксация датчика на поверхности глаза обеспечивается за счет присасывающего действия вакуумного разрежения (3-5 мм рт.ст.).

РОГ проводится в положении лежа. Перед установкой датчика в конъюнктивальный мешок для местной анестезии инстиллируются 2-3 капли 0.5% раствора дикаина; через несколько минут устанавливается датчик. Больной смотрит вверх. Нижний край датчика заводится в нижний конъюнктивальный свод. Потом пациент смотрит вниз, оттягивается верхнее веко, и под него вставляется верхний край датчика. Больной по возможности не должен моргать.

Держать датчик на глазу длительное время не рекомендуется.

При одноканальной записи электрод подключается с помощью кабелей к первому разьему реографа.

При двухканальной записи (левый и правый глаз одновременно) используются два канала комплекса в биполярном режиме: первый (левый глаз) и второй (правый глаз).

1.38. ПОКАЗАТЕЛИ РЕООФТАЛЬМОГРАФИИ И ИХ КЛИНИЧЕСКИЙ СМЫСЛ

Визуально РОГ напоминает более или менее правильную синусоиду, т.е. имеет закругленную вершину и на ней отсутствует дикротический зубец.

1. В качестве показателя интенсивности кровотока глаза широко используется реографический коэффициент по Jantsch – РК:

$$PK = \frac{A_{арт}}{Z_{базовое}} \times 1000\% , \quad (10.1)$$

где $A_{арт}$ – амплитуда реоофтальмограммы (Ом),
 $Z_{базовое}$ – базовое сопротивление между электродами.

Норма РК: 2-4%.

2. Определив реографический коэффициент Янча, можно рассчитать пульсовой объем внутриглазного кровотока (в мм³) по В.Г. Шерстневу и соавт. (1977):

$$ПО = 7.244 \times РК \quad (10.2)$$

Средний ПО у здоровых составляет 15.8 ± 0.4 мм³ (мл).

При глаукоме этот показатель заметно падает по мере прогрессирования заболевания.

3. Зная ПО, можно рассчитать минутный объем внутриглазного кровотока (мм³(мл)/мин):

$$МО = ПО \times ЧСС, \quad (10.3)$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений.

У здоровых разных возрастных групп МО может колебаться от 880 до 1280 мм³/мин.

При глаукоме этот показатель также неуклонно снижается соответственно нарастанию тяжести этой болезни.

4. Тонус экстраокулярных артерий оценивается по показателю Q_x , который в норме при РОГ-исследовании составляет 0.15-0.21 с.

5. Для оценки растяжимости (эластичности) сосудов увеального тракта в единицу времени используется соотношение:

$$\frac{A_{арт}}{\alpha}, \quad (10.4)$$

где $A_{арт}$ – амплитуда РОГ (Ом),
 α – анакротическая часть РОГ (с).

6. Коэффициент асимметрии РОГ определяется по формуле:

$$\text{КаРК} = \frac{\text{РК}_{\max} - \text{РК}_{\min}}{\text{РК}_{\max}} \times 100\% \quad (10.5)$$

У здоровых допустим разброс данных $\pm 10\%$.

Особую ценность РОГ имеет для дифференциальной диагностики различных стадий открытоугольной и закрытоугольной форм глаукомы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулова Ф.Д. Реография. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы: Справочник. М., 1986. С. 340-364.
2. Бала Ю.М., Бабенко Н.И., Гусев Ю.Н. Определение объема кровотока в артериях и венах и его клиническое значение // Кардиология. 1980. №12. С. 79.
3. Биск Б.И. Реовазография. Учебно-методическое пособие. Иваново, 1988. 85 с.
4. Бутягин С.В. Количественные показатели реоэнцефалограмм у здоровых детей различных возрастных групп // Вопр. охр. матер. 1976. №8. С. 37-40.
5. Вейн А.М., Ронкин М.А. Реография в клинике нервных болезней // Журнал неврологии и психиатрии. 1962. Том 62. №2. С. 282-286.
6. Вилянский М.П., Новиков Ю.В., Рябов Ю.В., Костяева Л.И. Лечение больных облитерирующими заболеваниями артерий конечностей в специализированных ангиологических отделениях. Ярославль, 1975.
7. Вишнявский А.А., Крайовский Н.И., Золотаревский В.Я. Облитерирующие заболевания артерий конечностей. М., 1972. 248 с.
8. Вульфсон И.Н. Тетраполярная реография в исследовании ударного объема сердца у детей // Педиатрия. 1991. №4. С. 57-59.
9. Гуревич М.И. с соавт. Импедансная реоплетизмография. К.: Наукова думка, 1982. 176 с.
10. Джонсон П. Периферическое кровообращение. М., 1982.
11. Добромыслова О.П., Шедровская Н.Е. Реографическое изучение кровообращения в нижних конечностях в норме и при патологии // Физиология человека. 1978. Том 4. №3. С. 488-494.
12. Зенков Л.Р., Ронкин М.А. Функциональная диагностика нервных болезней (Руководство для врачей). 2-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 1991. С. 423-525.
13. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы: Справочник // Под ред. Т.С. Виноградовой. М.: Медицина, 1986. 416 с.
14. Исследование регионарного кровообращения и центральной гемодинамики с помощью реографических методов: Методические указания / Министерство здравоохранения СССР. М., 1981.
15. Карпман В.Л. Исследование сократительной функции сердца при сердечно-сосудистых заболеваниях при помощи реографии аорты и легких // Тер. арх. 1961. Том 33. №3. С. 88-97.
16. Кедров А.А. О новом методе определения пульсовых колебаний кровенаполнения сосудов в различных участках человеческого тела // Клиническая медицина. 1941. Том 19. №1. С. 71-80.
17. Кедров А.А. Попытка количественной оценки центрального и периферического кровообращения электрометрическим путем // Клиническая медицина. 1948. Том 26. №5. С. 32-51.
18. Кедров А.А. Электроплетизмография как метод объективной оценки кровообращения: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Л., 1949. 16 с.
19. Кедров А.А., Либерман Т.Ю. О так называемой реокардиографии // Клиническая медицина. 1949. №3. С. 40-46.
20. Кедров А.А., Науменко А.И. Вопросы физиологии внутричерепного кровообращения с клиническим их освещением (экспериментальное исследование). Л., 1954.

21. Кедров А.А., Науменко А.И. О некоторых особенностях регуляции внутричерепного кровообращения // Физиол. журн. СССР. 1951. №4. С. 431-439.
22. Кедров А.А., Науменко А.И. Об определении и измерении пульсовых колебаний электропроводности тела животных и человека как методе исследования центрального и периферического кровообращения // Физиол. журн. СССР. 1949. №3. С. 293-294.
23. Кедров А.А., Науменко А.И., Дегтярева Э.Я. О механизме венозного оттока крови из черепа // Бюлл. exper. биол. и мед. 1954. №9. С. 10-14.
24. Клиническая реография / Под ред. В.Г. Шершнева. Киев: Здоров'я, 1977. 167 с.
25. Максимова Т.В. Реовазография при наиболее часто встречающихся заболеваниях сосудов нижних конечностей: Автореферат кандидатской диссертации. М., 1970.
26. Максимова Т.В., Воробьев Т.Г. Значение реографии при оценке функционального состояния артериальных сосудов // Экспериментальная хирургия. 1970. №3. С. 44.
27. Матвейков Г.П., Пшоник С.С. Клиническая реография. Минск: Беларусь, 1976. 176 с.
28. Методика ЦГД Шрамека-Бернштейна // Critical Care Medicine. April 1990. Vol. 18. №4. P. 414-418.
29. Минц А.Я., Ронкин М.А. Реографическая диагностика сосудистых заболеваний головного мозга. Киев: Здоров'я, 1967. 159 с.
30. Москаленко Ю.Е. Реоэнцефалография // Методы клинической нейрофизиологии. Л.: Наука, 1977. С. 188-207.
31. Науменко А.И., Скотников В.В. Основы электроплетизмографии. Л.: Медицина, 1975. 215 с.
32. Осколкова М.К., Красина Г.А. Реография в педиатрии / АМН СССР. М.: Медицина, 1980. 216 с.
33. Палеев Н.Р., Каевицер И.М. Графические методы исследования пульса при оценке состояния кровообращения в периферических артериях и венах // Атлас гемодинамических исследований в клинике внутренних болезней. М., 1975. С. 140.
34. Палеев Н.Р., Каевицер И.М., Агафонов Б.В. Неинвазивный способ определения объемной скорости церебрального кровотока и ее соотношений с минутным объемом сердца // Кардиология. 1980. Том 20. №1. С. 54-57.
35. Покровский А.В., Земсков Н.Н., Шор Н.А. Повреждение магистральных сосудов конечностей. Киев, 1983.
36. Порфирьев В.Е. с соавт. О значении первой производной в анализе реограммы // Клиническая медицина. 1974. №1. С. 49.
37. Пушкарь Ю.Т. Исследование сократительной функции сердца при сердечно-сосудистых заболеваниях при помощи реографии аорты и легких // Терапевт. арх. 1961. Том 33. №3. С. 88-97.
38. Пушкарь Ю.Т. Прекардиальная реокардиография и ее клиническое значение // Терапевт. арх. 1959. №9. С. 57-61.
39. Пушкарь Ю.Т. Реограмма легкого, ее количественная оценка при хроническом легочном сердце // Труды XV Всесоюзного съезда терапевтов. М.: Медицина. 1964. С. 280-284.
40. Пушкарь Ю.Т. Реографическая диагностика левожелудочковой и правожелудочковой недостаточности сердца // Кардиология. 1961. Том 1. №3. С. 84-85.

41. Пушкарь Ю.Т., Большов В.М., Елизарова Н.А. и др. Определение сердечного выброса методом тетраполярной грудной реографии и его метрологические возможности // Кардиология. 1977. №7. С. 85-89.
42. Пушкарь Ю.Т., Мухарлямов Н.М., Афанасьев Л.С., Юрьев С.А. Изучение гемодинамики малого круга кровообращения у больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких методом основной и дифференциальной реографии // Кардиология. 1968. Том 8. №4. С. 55-59.
43. Пушкарь Ю.Т., Толпекин В.Е. Опыт применения отдельной реографии аорты и легкого у больных тетрадой Фалло // Кардиология. 1967. Том 8. №4. С. 55-58.
44. Реография. Импедансная плетизмография / Под ред. Г.И.Сидоренко. Минск: Беларусь, 1978. 59 с.
45. Романенко В.А., Неряхина С.В. Показатели реографии у здоровых доношенных детей // Педиатрия. 1985. №3. С. 10-11.
46. Ронкин М.А., Горшарук С.Л., Кисельман Ф.М. Многоканальная реография // Сов. медицина. 1978. №7. С. 90-96.
47. Ронкин М.А., Максименко И.М. О значении дифференциальной реоэнцефалограммы для оценки функционального состояния мозговых сосудов // Параклинические методы исследования в неврологической клинике. М., 1969. Вып. 2. С. 73-81.
48. Сандригайло Л.И. Вспомогательные методы диагностики в неврологии и нейрохирургии. Минск, 1986. С. 205-226.
49. Соколова И.В., Максименко И.М., Ронкин М.А., Яруллин Х.Х. Оценка функционального состояния сосудов головного мозга методом двухкомпонентного анализа реоэнцефалограммы. Методические рекомендации. М., 1987. 24 с.
50. Соколова И.В., Яруллин Х.Х. Информативность метода двухкомпонентного анализа реограммы // Клиническая медицина. 1983. №7. С. 84.
51. Соколова И.В., Яруллин Х.Х., Максименко И.М., Ронкин М.А. Метод анализа реограммы, основанный на выделении ее артериальной и венозной компонент // Журнал невропатологии и психиатрии. 1982. Том 32. №1. С. 40.
52. Сучков В.В., Пушкарь Ю.Т., Сенкевич Ю.А. К генезу реографических колебаний // Кардиология. 1968. Том 8. №7. С. 97-103.
53. Тальпис Б.Л. Основная и дифференциальная реопульмонография как метод изучения функционального состояния сердца и гемодинамики в малом круге кровообращения у детей, страдающих хронической пневмонией // Вопросы пульмонологии детского возраста. М., 1969. С. 131-132.
54. Тищенко М.И. Измерение ударного объема крови по интегральной реограмме тела человека // Физиол. журн. СССР. 1973. Том 59. №8. С. 1216-1224.
55. Тищенко М.И., Смирнов А.Д., Данилов Л.А. и др. Характеристика и клиническое применение интегральной реографии – нового метода измерения ударного объема // Кардиология. 1973. №11. С. 54-62.
56. Трошин В.Д. Сосудистые заболевания нервной системы. Н.Новгород, 1992. 302 с.
57. Эниня Г.И. Реография как метод оценки мозгового кровообращения. Рига: Знание, 1973. 123 с.

58. Яруллин Х.Х. Клиническая реоэнцефалография. Л.: Медицина, 1967. 275 с.
59. Kubicek W.G. Pat. 3.340.867 (USA). Impedance plethysmograph. Оpubл. 1967, Sept. 12.
60. Kubicek W.G., Patterson R.P., Wetsoe D.A. Impedance cardiography as a noninvasive method of monitoring cardiac function and other parameters of the cardiovascular system. Ann. N. Y. Acad. Sci. 1970. 170. №2. P. 724-732.
61. Kubicek W.G., Karnegis J.N., Patterson R.P. et al. Development and evaluation of an impedance cardiac output system. Aerospace Med. 1966/ 37/ Dec. P. 1208-1212.
62. Nyboer J. Electrical impedance plethysmograph.// In: Medical physics. Chicago, 1944. P. 340-362.
63. Nyboer J. Electrical impedance plethysmography: A physical and physiologic approach to peripheral vascular study. Circulation. 1950. №2. P. 811-821.
64. Nyboer J. Electrical impedance plethysmography. New York : Springfield, 1959. 164 p.
65. Nyboer J. Regional pulse volume and perfusion flow electrical impedance plethysmography. Arch. Internat. Med. 1960. 105. №9. P. 264-276.